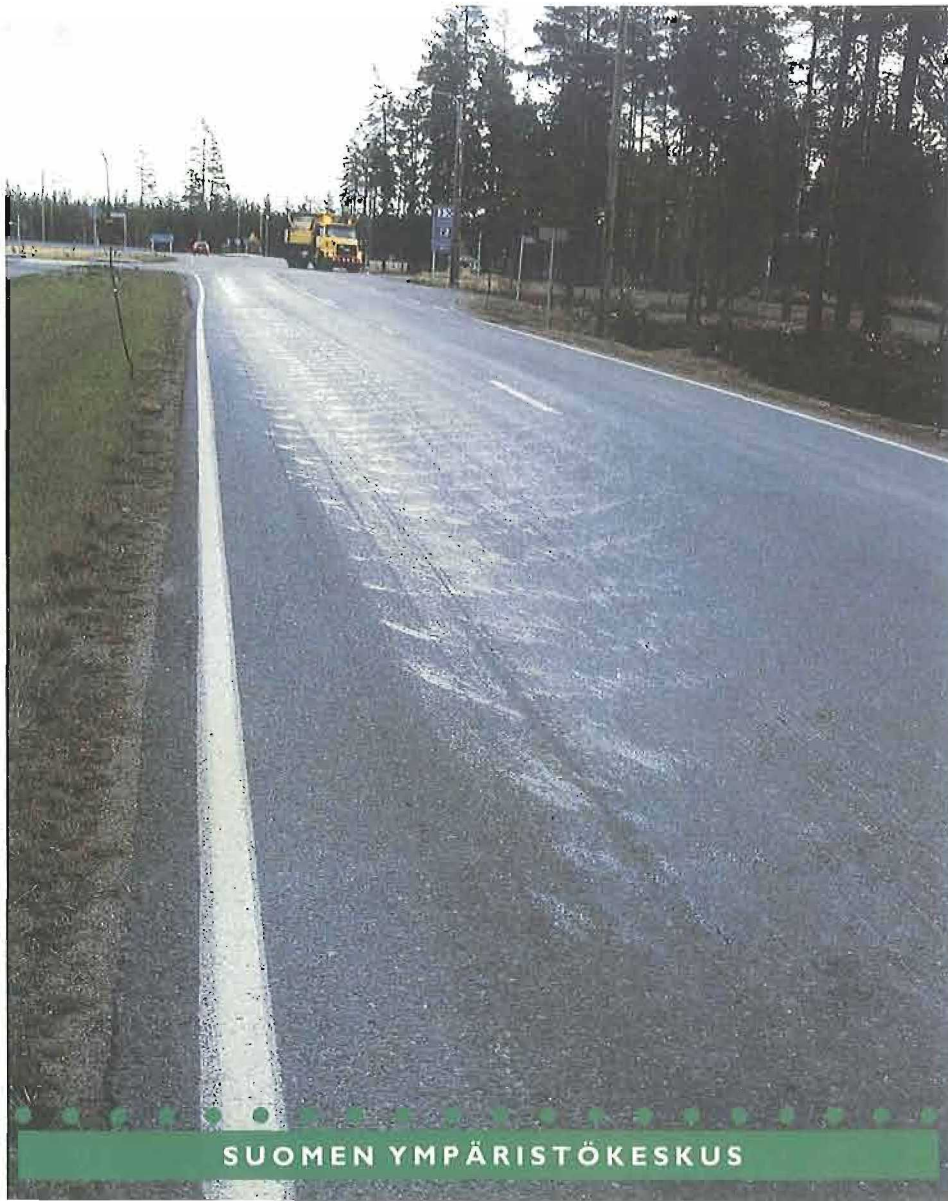


YMPÄRISTÖN-  
SUOJELU

Juhani Gustafsson

# Tiesuolauksen riskikartoitus pohjavesialueilla

Valtakunnallinen yhteenveto



Juhani Gustafsson

Tiesuolauksen  
riskikartoitus  
pohjavesialueilla

Valtakunnallinen yhteenveto

HELSINKI 2000



ISBN 952-11-0606-9  
ISSN 1238-7312

Kannen kuva: Teemu Oinonen

Paino: Oy Edita Ab, Helsinki 2000

# Alkusanat

Tiesuolauksen riskikartoitus pohjavesialueilla toteutettiin toiseen kertaan Suomessa. Ensimmäinen kartoitus tehtiin vuonna 1993. Tällöin pohjavesialueiden kartoitus- ja luokitusprojekti oli vielä kesken. Pohjavesialueiden kartoitus projektin valmistuttua vuonna 1997 tuli aiheelliseksi päivittää jo olemassa oleva riskikartoituksen tietokanta sekä tehdä riskinarviointi uusilla tärkeillä pohjavesialueilla, joita pohjavesialueiden kartoituksen tuloksena tuli noin 1000 aluetta. Tarkoituksena oli myös jatkaa riskikartoitus veden hankintaan soveltuville pohjavesialueilla (luokka II).

Työ toteutettiin ympäristöhallinnon ja tiehallinnon yhteistyönä. Riskinarviointi menetelmänä käytettiin samaa tiehallinnon ja Suomen ympäristökeskuksen kehittämää riskipisteytys menetelmää access-pohjaisena tietojärjestelmänä. Pohjavesialueiden tiedot sekä veden laatutiedot päivitettiin alueellisissa ympäristökeskuksissa tietokantaan. Tiestöön liittyvät tiedot ja tiepiirien omat vedenlaadun seuranta tulokset puolestaan tallennettiin tietokantaan tiepiirien toimesta. Suomen ympäristökeskus huolehti käyttäjätuesta sekä yhdisti alueelliset riskinarviointitulokset valtakunnalliseksi tietokannaksi. Suomen ympäristökeskuksessa tietokantaan lisättiin veden laatutietoja vesi- ja viemärilaitosrekisteristä sekä talousvesirekisteristä. Samanaikaisesti tämän raportin kanssa koottiin aineistoa I Salpausselän alueen pohjaveden kloridipitoisuuden kehitystä tarkastelevaan raporttiin. Vedenlaatu tietoja kerättiin myös vedenottamoilta ko. alueelta. Nämä tiedot siirrettiin tietokantaan, mikäli alueelta oli riskinarviointitietoa.

Työn tarkoituksena on riskipisteytysmenetelmää hyväksi käyttäen löytää pohjavesialueet, joilla tien talvikunnossapito voi aiheuttaa pohjaveden laadun vaarantumisen tai pilaantumisen. Edellisiin tutkimuksiin perustuen yli 65 riskipistettä saaneilla alueilla jatkoselvityksiin tulisi ryhtyä. Riskipistemäärää voidaan pitää myös alueiden tutkimus ja mahdollisten suojaus toimenpiteiden priorisointivälineenä.

Tämä selvitys perustuu vuosien 1997-1998 aikana tehtyihin riskinarviointeihin tiepiireissä ja alueellisissa ympäristökeskuksissa. Selvityksen perusteella on valittu aineistosta alueita, joita ehdotetaan tarkempaan seurantaan. Näiden alueiden pohjaveden tilan perusteella voitaneen jatkossa pitkälle päätellä tiesuolauksen vaikutukset pohjavesialueilla. Ehdotelluilta alueilta tullaan keräämään pohjaveden laatutietoa ja raporttoimaan alueiden tila vuosittain. Tiesuolauksen riskirekisteri on käytössä sekä tiepiireissä että alueellisissa ympäristökeskuksissa. (sekä Tielaitoksella että Suomen ympäristökeskuksessa.) Riskikartoitusta päivitetään alueilta saatavan tiedon lisääntyessä. Valtakunnallinen tietokanta tullaan päivittämään vuosittain tämän hetkisten suunnitelmien mukaan. Työn aikana (ympäristöhallinnossa) alueellisten ympäristökeskusten aluejako muuttui. Keski-Pohjanmaan ympäristökeskus lakkautettiin ja alue siirtyi Länsi-Suomen ja Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksille. Hämeen ympäristökeskus jaettiin Pirkanmaan ja Hämeen ympäristökeskuksiksi. Raportissa esitetään tulokset vanhan aluekeskusjaon mukaan, joka oli voimassa työn alkaessa.

Kaikille raportin valmistumiseen osallistuneille esitän lämpimät kiitokset. Eri-tyisesti haluan kiittää tämän työn ohjaajana toiminutta geologi Taina Nysténiä ja raportin käsikirjoituksen asiantuntija tarkastajia maaperägeologian professori Veli-Pekka Salosta Turun yliopistosta sekä hydrologi Kirsti Granlundia Suomen ympäristökeskuksesta ja Mervi Karhulaa Tielaitokselta arvokkaista kommentteista. Pirjo Oksaselle haluan esittää kiitokset julkaisun taitosta ja kuvien viimeistelystä.

Helsingissä marraskuussa 1999

Juhani Gustafsson

# Sisällys

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Alkusanat</b> .....   | <b>3</b>  |
| <b>1 Johdanto</b> .....  | <b>7</b>  |
| <b>2 Tutkimusaineistot</b> .....   | <b>12</b> |
| <b>3 Pohjavesialueiden kartoitus ja luokitus</b> .....                               | <b>13</b> |
| 3.1 Pohjavesialueiden luokat ja niiden määritelmät .....                             | 13        |
| 3.2 Pohjavesialueiden rajat sekä niiden rajaamisperusteet .....                      | 14        |
| 3.3 Pohjavesialueiden lukumäärät .....   | 16        |
| 3.4 Tyyppimuodostumat .....  | 17        |
| 3.5 Pohjavesialueiden pinta-alat .....   | 22        |
| 3.6 Antoisuus .....  | 23        |
| <b>4 Tiestö</b> .....  | <b>24</b> |
| 4.1 Teiden talvihoitoluokat .....  | 24        |
| 4.2 Tiet pohjavesialueilla .....   | 25        |
| 4.3 Teiden pituudet pohjavesialueilla .....  | 25        |
| 4.4 Teiden pituuden ja pohjavesialueiden pinta-alojen suhde .....                    | 27        |
| <b>5 Riskinarviointi</b> .....   | <b>29</b> |
| 5.1 Tausta ja menetelmä .....  | 29        |
| 5.2 Riskinarvioinnin pisteytys .....   | 29        |
| <b>6 Riskinarvioinnin tulokset ympäristökeskus ja tiepiirikohtaisesti ....</b>       | <b>31</b> |
| 6.1 Uudenmaan ympäristökeskus/Uudenmaan tiepiiri .....                               | 31        |
| 6.1.1 Tiet pohjavesialueilla .....   | 31        |
| 6.1.2 Suolankäyttömäärät .....   | 31        |
| 6.1.3 Riskipisteet ja kloridipitoisuus .....   | 32        |
| 6.2 Lounais-Suomen ympäristökeskus/Turun tiepiiri .....                              | 34        |
| 6.2.1 Tiet pohjavesialueilla .....   | 34        |
| 6.2.2 Riskipisteet ja kloridipitoisuus .....   | 34        |
| 6.3 Hämeen ympäristökeskus/Hämeen tiepiiri .....                                     | 37        |
| 6.3.1 Tiet pohjavesialueilla .....   | 37        |
| 6.3.2 Riskipisteet ja kloridipitoisuus .....   | 38        |
| 6.4 Kaakkois-Suomen ja Etelä-Savon ympäristökeskus/Kaakkois-Suomen<br>tiepiiri ..... | 41        |
| 6.4.1 Tiet pohjavesialueilla .....   | 41        |
| 6.4.2 Riskipisteet ja kloridipitoisuus .....   | 42        |
| 6.5 Pohjois-Savon ja Pohjois-Karjalan ympäristökeskus/Savo-Karjalan tiepiiri         | 44        |
| 6.5.1 Tiet pohjavesialueilla .....   | 44        |
| 6.5.2 Riskipisteet ja kloridipitoisuus .....   | 45        |
| 6.6 Länsi-Suomen ja Keski-Pohjanmaan ympäristökeskus/Vaasan tiepiiri .....           | 49        |
| 6.6.1 Tiet pohjavesialueilla .....   | 49        |
| 6.6.2 Riskipisteet ja kloridipitoisuus .....   | 50        |
| 6.7 Keski-Suomen ympäristökeskus/ Keski-Suomen tiepiiri .....                        | 53        |
| 6.7.1 Tiet pohjavesialueilla .....   | 53        |
| 6.7.2 Riskipisteet ja kloridipitoisuus .....   | 53        |

|   |           |
|---|-----------|
| 6.8 Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun ympäristökeskus/Oulun tiepiiri .....                              | 55        |
| 6.8.1 Tiet pohjavesialueilla .....  | 55        |
| 6.8.2 Riskipisteet ja kloridipitoisuus .....  | 56        |
| 6.9 Lapin ympäristökeskus/tiepiiri .....  | 58        |
| 6.9.1 Tiet pohjavesialueilla .....  | 58        |
| 6.9.2 Riskipisteet ja kloridipitoisuus .....  | 59        |
| <b>7 Riskin arvioinnin tulokset valtakunnallisesti .....</b>  | <b>60</b> |
| 7.1 Riskipisteet .....  | 60        |
| 7.2 Riskiluku ja kloridipitoisuusluokka .....   | 64        |
| 7.3 Alueilla olevat muut pohjaveden kloridipitoisuuteen vaikuttavat tekijät..                       | 64        |
| <b>8 Tulosten tarkastelu .....</b>  | <b>66</b> |
| 8.1 Suolausmäärän vaikutus pohjaveden kloridipitoisuuteen .....                                     | 66        |
| 8.2 Pohjaveden kloridipitoisuus eri tyyppimuodostumissa .....                                       | 67        |
| 8.3 Kloridipitoisuudet eri vuosina suolausmäärän mukaan luokiteltuna .....                          | 68        |
| 8.4 Hydrogeologisten tekijöiden vaikutus .....  | 70        |
| 8.4.1 Pohjavesialueen maaperän vaikutus kloridipitoisuuteen .....                                   | 70        |
| 8.4.2 Pohjaveden virtaussuunnan vaikutus kloridipitoisuuksiin .....                                 | 71        |
| 8.5 Tien sijainnin vaikutus havaintopisteen kloridipitoisuuteen .....                               | 73        |
| 8.5.1 Tien etäisyys havaintopisteestä .....   | 73        |
| 8.5.2 Tien kulku pohjavesialueilla .....  | 74        |
| 8.6 Teiden yhteispituuden vaikutus kloridipitoisuuteen .....  | 75        |
| 8.7 Pohjavesialueen pinta-alan vaikutus kloridipitoisuuksiin .....                                  | 77        |
| 8.8 Tien pituuden ja pohjavesialueen pinta-alan yhteisvaikutus pohjaveden kloridipitoisuuteen ..... | 78        |
| 8.9 Pohjaveden kloridipitoisuuden trendi .....  | 79        |
| <b>9 Jatkotoimenpiteet .....</b>  | <b>81</b> |
| <b>10 Johtopäätökset .....</b>  | <b>82</b> |
| <b>Kirjallisuus .....</b>   | <b>85</b> |
| <b>Liitteet .....</b>   | <b>88</b> |
| <b>Kuvailulehdet .....</b>  | <b>99</b> |

# Johdanto

---

Pohjavedellä on nykyään yhä suurempi merkitys yhdyskuntien vedenhankinnassa. Vuonna 1970 vesilaitosten jakamasta vedestä 31 % oli pohjavettä. Nykyään pohjaveden osuus on jo noin 57 %. (Vesi- ja viemärlaitosrekisteri, SYKE) Haja-asutusalueilla talousvetenä käytetään lähes yksinomaan pohjavettä. On arvioitu, että pohjavettä talousvetenään käyttää noin 3,5 miljoonaa suomalaista. Ennusteiden mukaan vuoteen 2010 mennessä pohjaveden osuus kasvaa aina 70 %:iin, mikäli kaavaillut vedenhankintaratkaisut toteutuvat. (Vesi- ja viemärlaitosyhdistys, 1997) Tämän vuoksi pohjaveden suojeleminen on ensisijaisen tärkeää. Suomen pohjavesialueet on kartoitettu ensimmäisen kerran jo noin 30 vuotta sitten. Uusin ja kattavin kartoitus valmistui vuoden 1996 lopulla. Kartoituksen tuloksena yhdyskunnan vedenhankintaa varten tärkeiden pohjavesialueiden määrä kaksinkertaistui. Näiden lisäksi kartoitettiin ensimmäistä kertaa myös vedenhankintaan soveltuvat ja muut pohjavesialueet.

Pohjaveden suojeleminen päätavoitteena on säilyttää pohjavesialueet mahdollisimman luonnontilaisina ja näin minimoida pohjaveden määrän ja laadun muutokset. Pohjaveden suojelemaan liittyvät säädökset sisältyvät vesilakiin, jossa on pohjaveden muuttamis- ja pilaamiskielto (VL 1:18§ ja VL 1:22§). Pohjavesialueilla toiminnanharjoittajien tulee toimia siten, etteivät pohjaveden luontainen määrä tai laatu vaarannu eivätkä muutu. Vesilaki koskee vedenhankintaa varten tärkeitä (luokka I) ja vedenhankintaan soveltuvia (luokka II) pohjavesialueita. Saastuneen maaperän sekä pohjaveden puhdistusvastuu on ensisijaisesti toiminnan harjoittajan.

Tielain säädöksillä (Tielaki 11§ ja 12§) edellytetään, että yleinen tie on pidettävä moottoriajoneuvoliikenteen tarvetta vastaavasti puhtaana lumi- ja jääesteistä. Suolan käyttö tieverkolla liukkauden estoon ja pölynsidontaan aloitettiin jo 1950-luvulla. Suolan ympäristövaikutuksista on tehty havaintoja jo 1960- ja 1970-luvuilla. Suolan käyttömäärien kasvaessa 1980-luvulla, aloitettiin vuosikymmenen lopulla yksityiskohtaisesti tutkimaan myös suolan vaikutuksia pohjaveden laatuun. Teiden liukkauden torjuntaan käytetään yleisesti natriumkloridia, jonka vaikutuksesta pohjaveden kloridipitoisuuden on todettu paikoitellen nousseen pohjavesialueilla, joilla kulkee suolattava tie. (mm. Soveri et al., 1991; Soveri, 1992; Tuominen, 1992; Nystén et al., 1999))

Luonnossa kloridi on ns. syklinen eli merestä lähtöisin oleva ionimuotoinen ainesosa, joka kulkeutuu maaperään ja pohjaveteen sateen mukana tai kuivana laskeumana. Sadeveden kloridipitoisuus on maan eteläosissa 1-3 mg/l kun taas pohjoisessa aivan pohjoisinta Lapia lukuun ottamatta (Jäämeren vaikutus) alle 1 mg/l. Maahan tulevasta kloridista 20 - 70 % on peräisin ilmasta. (Lahermo et al., 1990a). Rannikkoseudulla, jossa hiekka- ja soramuodostumat ovat olleet muinaisten merivaiheiden aikana suolaisen veden peittämiä, huokosveden ja kalliopohjaveden vanhat, reliktiset merivedestä peräisin olevat suolat nostavat myös pohjaveden kloridipitoisuutta. Suomen eteläosien suurehko kloridipitoisuudet johtuvat meren läheisyyden lisäksi myös fossiilisten polttoaineiden polttamisen seurauksena ilman kautta kulkeutuvasta laskeumasta ja teollisuuden päästöistä. Kal-



lioperässä kloridia tavataan lähinnä OH-ryhmiä sisältävissä kiilteisissä ja amfiboleissa. Määrät ovat niin pieniä, ettei niillä juurikaan ole merkitystä pohjaveden kloridipitoisuudelle. (Lahermo et al., 1990b)

Tiesuolan sisältämät natrium ja kloridi ovat ihmiselle välttämättömiä hivenaineita neste- ja happo-emäs-tasapainon ylläpitämisen sekä sydämen ja lihasten toiminnan säätelyn kannalta. Suomalaiset saavat ravinnosta päivittäin keskimäärin noin 10 000 mg suolaa, josta kloridia on noin 6 000 mg. Juomavedestä saatava osuus on noin 5%. Kuitenkin sydän- ja verisuonitautia sairastaville ei suositella käytettäväksi vettä, joka sisältää natriumia yli 20 mg/l. Veden makuun natrium ja kloridi vaikuttavat vasta noin 300 mg/l suuruisina pitoisuuksina (Yli-Kuivila et al., 1993). Korkeat kloridipitoisuudet saattavat myös vaikuttaa imeväisikäisten lasten terveyteen. Kanadassa on esitetty korkeiden natriumpitoisuuksien olevan yhteydessä liikajännitykseen (Jones & Hutcheon, 1983). Väite on edelleen kiistanalainen.

Maaperään joutuessaan natriumionit pidättyvät maaraikoiden pinnalle ioninvaihtoreaktioiden seurauksena syrjäyttäen muita kationeja. Kanadalaisen tutkimuksen mukaan noin 25 % tiesuolan sisältämistä natriumioneista pidättyy maaperään ionin vaihtoilmioissa  $Ca^{2+}$ - ja  $Mg^{2+}$ - ionien kanssa. (Locat & Gélinas, 1989) Ioninvaihtoon perustuen suolat lisäävät maaperän ja pohjaveden hapamoitumista ja tästä johtuen lisää mm. alumiinin liukenemisen herkkyyttä. Kloridi ei osallistu ioninvaihtoreaktioihin maaperässä. Tämän vuoksi se kulkeutuu helposti pohjavedeen (Soveri, 1992). Tutkimuksissa on myös todettu kyllästymättömän vyöhykkeen suolapitoisuuden (NaCl) pysyvän tietyllä tasolla suolauksen määrästä huolimatta. Vaikka maaperän suolapitoisuus pysyi samalla tasolla, pohjaveden kloridipitoisuus kasvoi suolankäyttömäärien mukaan. Samassa tutkimuksessa todettiin kloridipitoisuuksien olevan korkeimmat kyllästymättömän vyöhykkeen pohjalla sekä se, että maa-aineksen raekoolla ja hienoainemäärällä on vaikutusta kloridipitoisuuteen. Kloridipitoisuuden kasvu raekoon pienentyessä tukee oletusta, että kloridi on liuenneena huokosvedeen. Maalajin raekoon pienentyessä sen huokoisuus kasvaa ja tästä syystä myös huokosveden määrä on suurempi. (Toller & Pollock, 1974)

Kloridipitoisuuden nousu lisää selvästi pohjaveden korroosiovaikutusta. Veden syövyttävyyteen vaikuttaa yksittäisten laatuparametrien lisäksi myös parametrien keskinäiset suhteet. Veden syövyttävyyttä voidaan kuvata alkaliniteetin suhteella sulfaatin ja kloridin pitoisuuden summaan seuraavan kaavan mukaisesti:

$$\frac{\text{Alkaliniteetti [mmol/l]}}{\text{Sulfaatti [mg/l]/48 + Kloridi [mg/l]/35,5}} > 1,5$$

Mikäli kloridipitoisuus kasvaa pohjavedessä, tulee alkaliniteetin vastaavasti nousta, jotta veden korrodoiva vaikutus ei kasvaisi. (mm. Hedberg et al., 1990) Valtakunnallisen kaivovesitutkimuksen (Korkka-Niemi et al., 1993) tuloksena veden syövyttävyyden kannalta kloridin raja-arvona voidaan pitää 25 mg/l. Veden syövyttävyyteen vaikuttavat myös pH, kovuus ja alumiini. Suomalaiset pohjavedet ovat yleensä pehmeitä, jolloin veden alkaliteetti on pieni. Tällaisissa vesissä pienetkin kloridipitoisuuden nousut voivat lisätä veden syövyttävyyttä. Vesilaitoksilla voidaan veden syövyttävyyttä vähentää nostamalla veden pH:ta, jolloin alkaliteetti nousee. Veden syövyttävyydellä on merkitystä vesihuoltolaitteiden kunnon kannalta. Putkistoista syöpyy lähinnä rautaa, kuparia ja sinkkiä. Näistä ei ole haittaa terveydelle, mutta rauta-, kupari-, sinkki- ja mangaanisakat saattavat värjätä kylpyhuonekalusteita ja pyykkiä. (Korkka-Niemi et al. 1993, Korkka-Niemi & Salonen, 1996; Yli-Kuivila et al., 1993)

Sosiaali- ja terveysministeriö on päätöksellään vuodelta 1994 asettanut talousveden kloridipitoisuudelle teknis-esteettisen 100 mg/l laatuvaatimuksen. Koska Suomen pohjavedet ovat vähäkalkisia ja alkaliteettiarvot ovat matalia, jo yli

25 mg/l kloridipitoisuus lisää metallisten vesijohtojen syöpymistä. (Kujala-Räty et al., 1998) EU on asettanut talousveden laatutavoitteeksi 25 mg/l. Maailman terveysjärjestö (WHO) asettama raja-arvo on 250 mg/l, mikä on annettu lähinnä kloridin vedelle antaman maun vuoksi. (Sosiaali- ja terveysministeriö et al., 1994)

Luonnontilaisilla alueilla korkeimmat pohjaveden kloridipitoisuudet olivat Soverin (1985) mukaan hienorakeisissa muodostumissa (ka. 3,8 mg/l), joissa veden viipymä on pitempi kuin karkeampirakeisissa muodostumissa. Moreenialueiden pohjaveden kloridipitoisuus samassa tutkimuksessa oli 2,2 mg/l ja karkearakkeisten (sora-hiekka) muodostumien pohjaveden kloridipitoisuuksien keskiarvo oli 1,4 mg/l. Koko aineiston pohjaveden kloridipitoisuuksien keskiarvo (yht. 2 286 näytettä) oli 2,1 mg/l. Näytteet on kerätty vuosien 1975 - 1981 aikana yhteensä 54 pohjaveden tarkkailuasemalta. Pöngän (1981) tutkimuksessa, jonka aineisto koostuu pääasiassa insinööritoimistojen tekemistä pohjavesitutkimuksista, glasifluviaalisten akviferien pohjaveden kloridipitoisuuden keskiarvo on 17 mg/l. Kloridi havaintoja ko. alueita on yhteensä 592 kappaletta. Geologisista tekijöistä muodostuman savipeitteisyys vaikuttaa eniten pohjaveden kloridipitoisuuteen. Kokonaan savipeitteisten alueiden pohjaveden kloridipitoisuuden keskiarvo (40,3 mg/l) oli yli kaksinkertainen verrattuna valtaosalta savipeitteisiin (16,9 mg/l) tai koko aineistoon (17 mg/l). Tutkimuksen tuloksena on myös selvästi nähtävissä asutuksen vaikutus pohjaveden kloridipitoisuuteen. Asutuilla alueilla pohjaveden kloridipitoisuuden keskiarvo (27,3 mg/l) on yli nelinkertainen verrattuna alueisiin, joilla ei ole asutusta (6,2 mg/l). Suomen geokemian atlaksen mukaan lähdeveden kloridipitoisuuden keskiarvo on sora- ja hiekka-alueilla 6 mg/l, moreenialueilla 6,2 mg/l ja saven alla olevien muodostumien lähdevesissä 15,8 mg/l. Kaivoveden pitoisuudet ovat noin 10 mg/l suurempia edellä esitettyihin arvoihin verrattuna. (Lahermo, P. et al., 1990a) Valtakunnallisen kaivovesitutkimuksen mukaan pohjaveden kloridipitoisuuksien mediaani vaihteli 5,0 - 9,0 mg/l riipuen kaivon alueellisesta sijainnista. Kaivotyypistä riipuen veden kloridipitoisuuden mediaani vaihteli 6,5 - 10 mg/l. Tutkimuksessa oli mukana kaikkiaan 1 421 kaivoa, joista 44 kaivon veden laatuun tiesuolaus on mahdollisesti vaikuttanut. (Korkka-Niemi et al., 1993)

Pohjaveden kloridipitoisuuden nousu luonnontilaa korkeammaksi voi johtua tiesuolauksen lisäksi myös muista likaavista toiminnoista. Klooria raaka-aineena ja prosesseissa käyttävän teollisuuden jätteinä syntyy kloridipitoisia jätevesiä ja kloridisakkoja. Kloridipitoisten jätteiden joutuminen ympäristöön aiheuttaa helposti pohjaveden kloridipitoisuuden nousun, koska kloridi-ioni on helposti huuhtoutuva ja kulkeutuva ioni. Klooria käyttäviä teollisuuden aloja ovat mm. kloorialkali-, paperi- ja nahkateollisuus, myös elintarvike-, rehu-, lääke-, kemian- ja vaate-tusteollisuuden ja värjäämöjen jätevedet saattavat sisältää runsaasti kloridia.

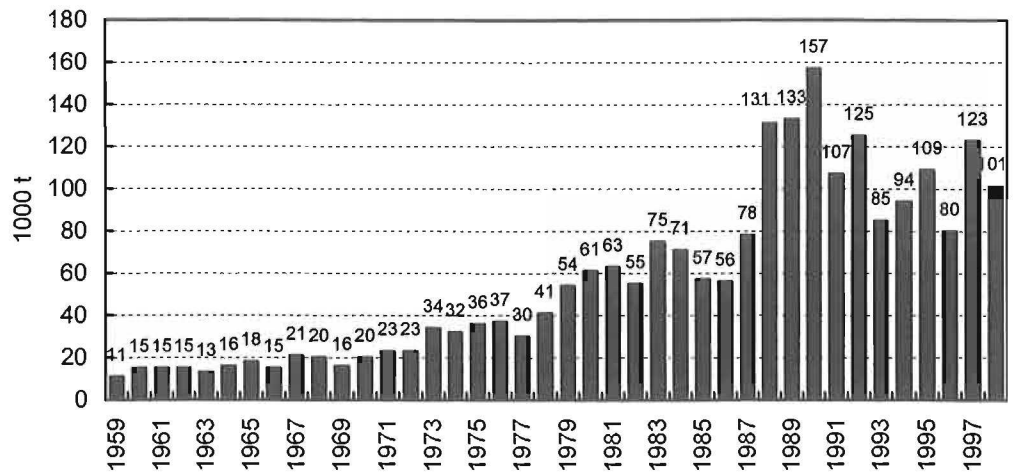
Liiallisen vedenoton seurauksena voi heikkolaatuisempaa vettä virrata ottamolle varsinaisen pohjavesiesiintymän ympäriltä tai esiintymän syvemmistä kerroksista. Rannikkoseudulla akvifereifin saattaa liiallisen oton seurauksena kulkeutua myös merivettä.

Kaatopaikkojen suotovesien kloridipitoisuudet ovat korkeita, jopa toista sataa milligrammaa litrassa. Suotovedet laimenevat nopeasti kaatopaikalta pois päin mentäessä. Alueilla, joilla kaatopaikoilta tulevien suotojesien aiheuttama kuormitus on suuri, kohonneita kloridipitoisuuksia voidaan havaita myös kauempana kuin kaatopaikan välittömässä läheisyydessä. (mm. Mälkki et al., 1987, Tolppanen et al., 1994)

Soranoton vaikutuksesta alueen pohjaveden kloridipitoisuus nousee ja pitoisuuden vaihtelut tulevat huomattavasti suuremmiksi kuin luonnontilaisella alueella. (Hatva et al., 1993) Soranottoalueilla käytetään myös kalsiumkloridia pölynsidontaan ja natriumkloridia kaivualueiden tienhoitoon. (Hyypä et al., 1993)

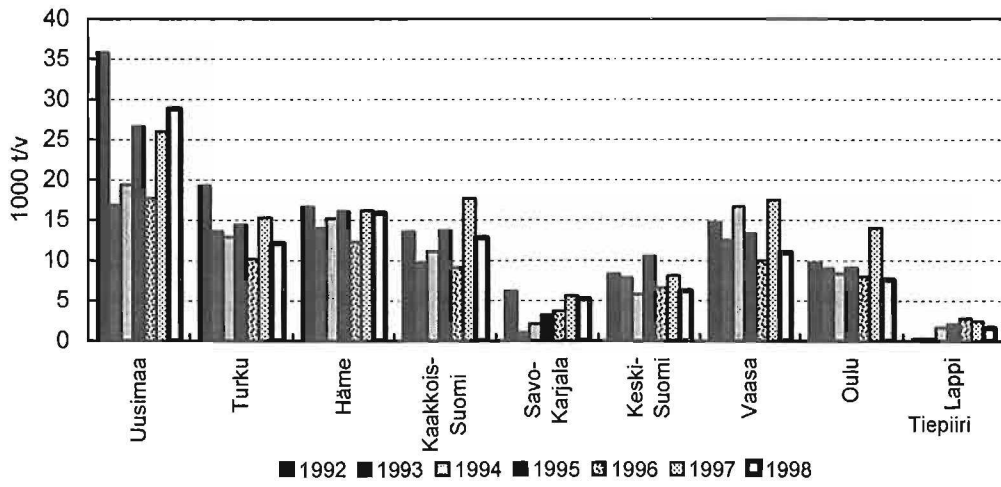
Suomessa suolan (NaCl) käyttö teillä alkoi 1950-luvulla, jolloin sitä käytettiin hiekan seassa paakkuuntumisen estoon. 1960-luvulla todettiin suolan sulattavan jään tehokkaasti tien pinnalta sekä lisäävän täten kitkaa. Vuonna 1983 otettiin käyttöön teiden ennakkosuolaus. Säämuutosten aiheuttaman teiden jäätyminen pyritään tällä tavoin ennaltaehkäisemään.

Suolan käyttömäärät pysyivät vähäisinä aina 1970-luvun puoleenväliin. Tämän jälkeen käyttömäärät kasvoivat hitaasti aina vuoteen 1987, jolloin tienpidon tavoitteeksi tuli, että pääteiden pinnat tulee olla jäästä vapaana ympäri vuoden (mm. Yli-Kuivila et al., 1993). Uusien tienpidon vaatimusten sekä leutojen talvien johdosta suolankäyttömäärät kasvoivat huomattavasti aina 1990-luvun alkuvuosiin asti. Suolan käyttömäärän huippuvuosi saavutettiin 1990, jolloin käytettiin yhteensä 157 000 tonnia suolaa (NaCl) liukkauden torjuntaan. Vuoden 1998 tietojen mukaan koko maassa käytettiin suolaa liukkaudenestoon yhteensä noin 100 000 tonnia. Tästä määrästä koko Suomessa noin 28% levitettiin tiestölle liuosmuodossa. Liuossuolan käytön osuus on suurin Uudenmaan tiepiirin alueella, jossa vuonna 1998 käytettiin yhteensä 64% suolaliuosta koko liukkaudentorjuntaan käytetystä suolamäärästä (28 828 tonnia). Tielaitos on asettanut suunnitelmakaudelle 2000 - 2003 liukkaudentorjuntasuolan käyttömäärälle koko maassa 70 000 t/v tavoitteen (Tielaitos, 1998a) (kuva 1).



Kuva 1. Tiesuolan käyttömäärät Suomessa (1000 t/v).

Tiepiireittäin tarkasteltuna (vuodet 1992-1998) eniten suolaa on käytetty Uudenmaan tiepiirin alueella. Suolan käyttömäärät vaihtelevat vuosittain noin 17 000 tonnista aina 36 000 tonniin. Turun, Hämeen ja Vaasan tiepiirien alueella suolan vuosittainen käyttömäärä on ollut 10 000 - 15 000 tonnin luokkaa. Oman ryhmänsä muodostavat Kaakkois-Suomen, Keski-Suomen ja Oulun tiepiirit, joiden alueella suolan käyttömäärät ovat olleet jokseenkin 10 000 tonnin luokkaa. Savo-Karjalan tiepiirin alueella suolan käyttömäärät ovat pysytelleet keskimäärin 5 000 tonnin alapuolella ja Lapin tiepiirissä suolaa on käytetty 1 000 - 2 000 tonnia vuosittain. (kuva 2) Vuonna 1997 Uudenmaan tiepiirin alueella suolaa käytettiin 26 343 tonnia. Tästä määrästä noin 60%:a käytettiin Is hoitoluokkaan kuuluvien teiden talvikunnossapitoon. Hoitoluokkiin Is, I ja Ib kuuluvien teiden talvikunnossapitoon käytettiin ko. tiepiirin alueella 96% kokonaissuolamäärästä (Tielaitos, 1998a).



Kuva 2 .Tiesuolan käyttö tiepiireittäin (1000 t/v).

# 2

## Tutkimusaineistot

Tiesuolauksen pohjavedelle aiheuttaman riskin arvioinnissa ovat pohjatietoina olleet edellisen riskinarvioinnin tiedot (mm. SYKE tiesuolauksen riskirekisteri, Kivimäki, 1994a ja 1994b). Pohjavesialueiden kartoitus- ja luokitusprojekti oli edellistä tiesuolauksen riskinarviointia tehtäessä vielä kesken useissa vesi- ja ympäristöpiireissä (1.3.1995 lähtien alueelliset ympäristökeskukset). Kartoituksen valmistuttua vuonna 1996 lopulla, myös tiesuolauksen riskin arviointi tuli ajankohtaiseksi päivittää. Vuonna 1994 valmistuneen arvioinnin tiedot ovat viety access-pohjaiseen tietokantaan. Tiedot lähetettiin alueellisiin ympäristökeskuksiin ja tiepiireihin päivitettäväksi kesällä 1997. Tiepiirit sekä ympäristökeskukset päivittivät edellisessä riskinarvioinnissa mukana olleiden alueiden tiedot sekä jatkoivat riskinarviointia uusilla tärkeillä pohjavesialueilla (luokka I). Täysin uusina alueina mukaan tulivat veden hankintaan soveltuvat pohjavesialueet (luokka II), joiden hydrogeologiset tiedot sekä alueilla kulkevien teiden tiedot lisättiin tietokantaan. Kaikissa ympäristökeskuksissa II-luokan pohjavesialueita ei katsottu tarpeellisiksi arvioida. Kyseisten alueiden riskipisteet ovat alhaisia, koska varsinaista vedenotamoaluetta ei juurikaan ole näille alueilla määritetty eikä alueilta ole pohjaveden kloridipitoisuus tietoja. Pohjavesialueilla kulkevien teiden paikkatietoanalyysi tehtiin Tielaitoksella. Tiepiireille lähetettiin tiedot pohjavesialueilla kulkevista teistä, niiden kunnossapitoluokat sekä tieosan pituus ko. pohjavesialueella. Ympäristökeskuksilla oli mahdollisuus saada tiestötiedot tiepiireiltä. Suolan käyttömäärien tarkempi dokumentointi tiepiireissä aloitettiin vasta vuoden 1998 alusta, joten yksityiskohtaisten suolausmäärien puuttuminen on vaikeuttanut riskinarviointia. Ympäristökeskusten työtä on vaikeuttaneet vedenlaatutiedon heikko saatavuus. Tieriskirekisteriin oli kerätty pohjaveden laatutietoa aina vuoteen 1994 asti edellisessä riskinarvioinnissa mukana olleilta alueilta. Myös tässä raportissa esitetyt muodostumatyyppitykset tehtiin noin 200 pohjavesialueelle edellisen kartoituksen yhteydessä (Hänninen et al., 1994). Tässä kartoituksessa uusina mukaan tulleita alueita ei tyypitelty, vaan jo tyypiteltyjä alueita käsiteltiin otosmaisesti. Tätä raporttia varten on vedenlaatutietoja kerätty SYKE:n ylläpitämästä vesi- ja viemärlaitosrekisteristä ja talousvesirekisteristä sekä alueellisten ympäristökeskusten ja tiepiirien aineistoista. Riskinarvioinnin toteuttamisessa korostettiin tiivistä yhteistyötä ympäristökeskusten ja tiepiirien välillä.

# Pohjavesialueiden kartoitus ja luokitus

# 3

Vuonna 1987 käynnistettiin mittava projekti, jonka tavoitteena oli tiedon lisääminen pohjavesialueiden sijainnista ja hydrogeologisista olosuhteista, alueiden käyttökelpoisuudesta vedenhankintaan ja pohjaveden laadusta. Tärkeiden pohjavesialueiden lisäksi nyt ensimmäistä kertaa on kartoitettu ja luokiteltu vedenhankintaan soveltuvat ja muut pohjavesialueet. Kartoituksen yhteydessä kerättiin myös tietoa pohjaveden laatua uhkaavista tekijöistä.

Lähtöaineistona käytettiin aiemmin tehtyä tärkeiden pohjavesialueiden kartoitusta, vedenhankinnan yleissuunnitelmia, maaperäkartoja (1:20 000 ja 1:100 000) sekä osasta Suomea saatuja sora- ja hiekkavarojen inventoinnin tuloksia. Tietyillä alueilla on pohjavesialueiden rajausta tulkittu ja tarkennettu vääräväri-ilmakuvien avulla, mm. turvepeitteisten muodostumien rajaukset. Pääasiallisesti työ on tehty silmämääräisen maastotarkastelun pohjalta. Jatkotoimenpiteinä työ tulee vaatimaan runsaasti yksityiskohtaisia kenttätutkimuksia kuten geofysikaalisia tutkimuksia, kairauksia, vesinäytteiden ottoa ja koepumpauksia. (Britschgi et al., 1991)

## 3.1 Pohjavesialueiden luokat ja niiden määritelmät

Projektin tuloksena on kartoitettu ja luokiteltu sellaiset muodostumat, joilla on arvoa vedenhankinnan kannalta. Pohjavesialueet on luokiteltu käyttökelpoisuutensa ja suojelutarpeensa perusteella kolmeen luokkaan: Vedenhankintaa varten tärkeät pohjavesialueet; luokka I, vedenhankintaan soveltuvat pohjavesialueet; luokka II ja muut pohjavesialueet; luokka III.

- Vedenhankintaa varten tärkeän pohjavesialueen (luokka I) määritelmä on: "Alue, jonka pohjavettä käytetään tai tullaan käyttämään 20-30 vuoden kuluessa tai muutoin tarvitaan esimerkiksi kriisiajan vedenhankintaa varten liittyjämäärältään vähintään 10 asuinhuoneiston vesilaitoksissa tai hyvää raakavettä vaativassa teollisuudessa. Erityisin perustein pienempiämmiäkin vedenottamoita voidaan merkitä tähän luokkaan kuuluviksi. Luokkaan I kuuluva alue voi käsittää koko pohjavesialueen tai vedenhankinnan kannalta tarpeelliset osa-alueet." (Britschgi et al., 1991)

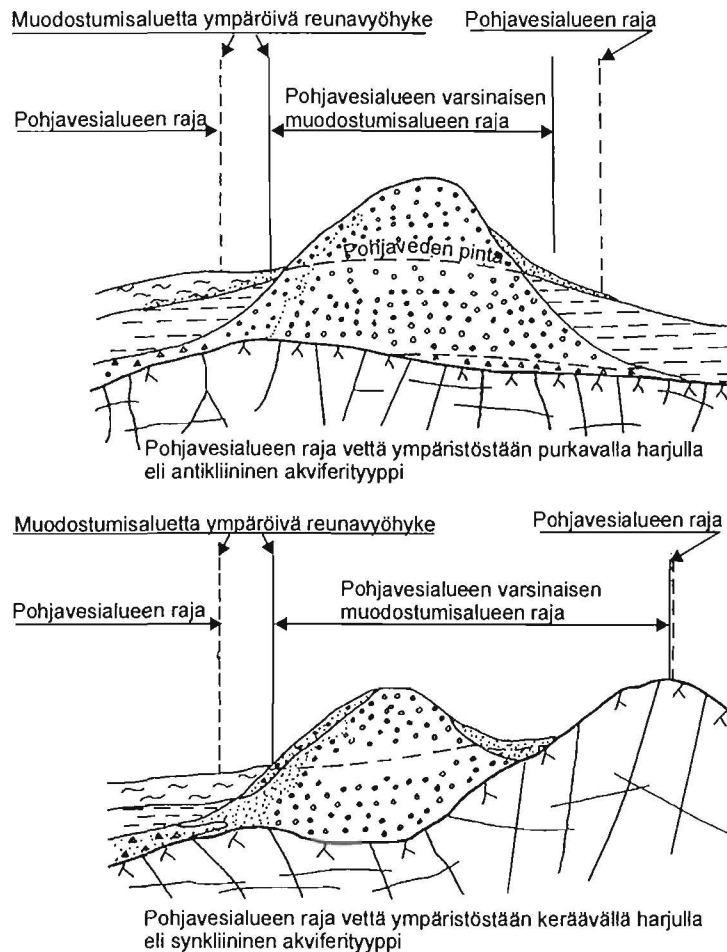
- Vedenhankintaan soveltuvan pohjavesialueen (luokka II) määritelmä on: "Alue, joka soveltuu yhteisvedenhankintaan, mutta jolle ei toistaiseksi ole osoitettavissa käyttöä yhdyskuntien, haja-asutuksen tai muussa vedenhankinnassa. Luokkaan II kuuluva alue käsittää yleensä yhtenäisen pohjavesialueen tai suojelun kannalta tarpeelliset osa-alueet." (Britschgi et al., 1991)

- Muun pohjavesialueen (luokka III) määritelmä on: "Alue, jonka hyödyntämiskelpoisuuden arviointi vaatii lisätutkimuksia vedensaantiedellytysten, veden laadun tai likaantumisen tai muuttumisuhan selvittämiseksi." (Britschgi et al., 1991)

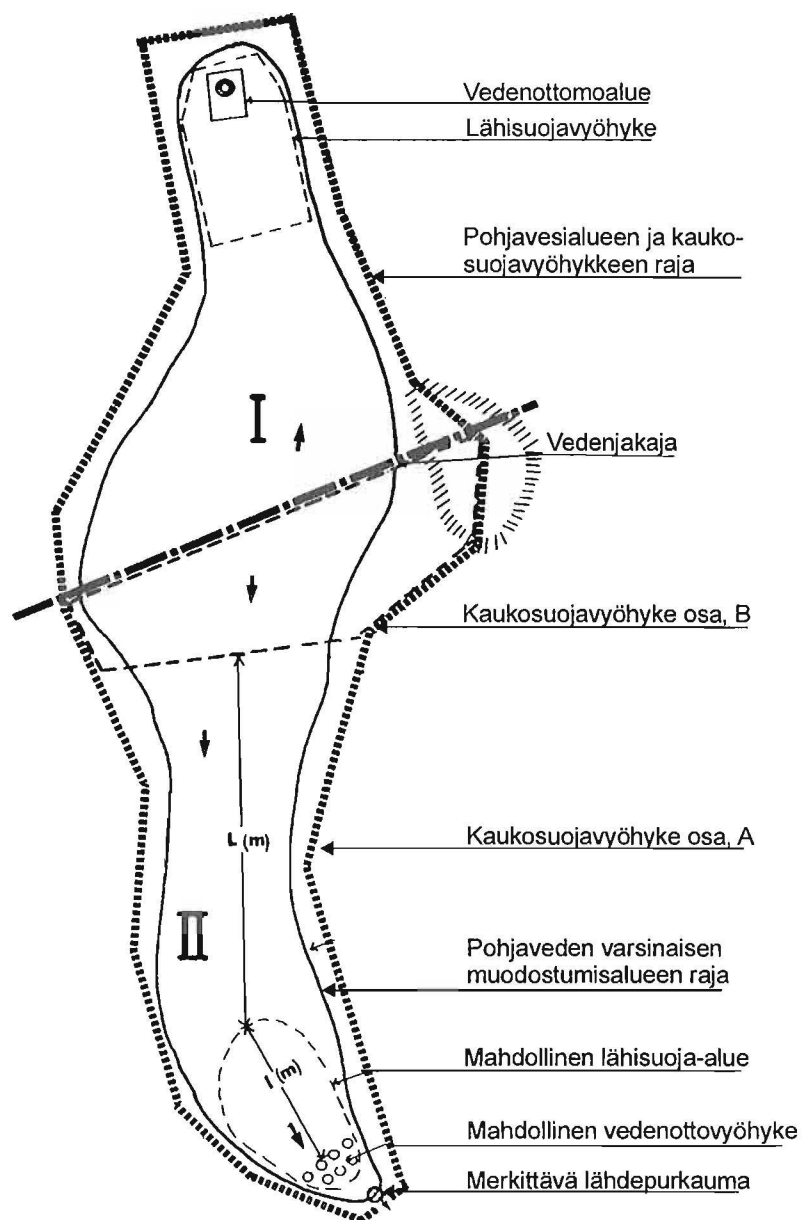
### 3.2 Pohjavesialueiden rajat sekä niiden rajaamisperusteet

Muodostumisalue on pohjavesialueen osa, jolla maaperän vertikaalinen vedenläpäisevyys maanpinnan ja pohjavedenpinnan välillä on vähintään hienohiekan läpäisevyyttä vastaava. Pohjavesialuekartoituksessa muodostumisalue on rajattu hydrogeologisin perustein. Alueeseen on otettu mukaan pohjavesialueeseen välittömästi liittyvät kallio- ja moreenialueet, jotka olennaisesti lisäävät alueen pohjaveden määrää. Pohjavesialueen raja on pyritty ulottamaan tiiviiseen maaperään asti. Kuitenkaan kaikissa tapauksissa tämä ei ole ollut mahdollista, vaan raja on pyritty tekemään maastossa helposti havaittavaksi. Tällä varsinaisen pohjavesialueen rajan sisäpuolella olevalla alueella on merkitystä pohjavesiesiintymän veden laatuun. Pohjavesialueiden välistä rajaa on käytetty mikäli samalla sora- ja hiekkamuodostumalla on tutkimusten perusteella todettu olevan erillisiä akvifereja. Raja on voitu asettaa esimerkiksi selvän kalliokynnyksen kohdalle.

Pohjavesialueen eri osa-alueet ovat usein samaa akviferia, mutta virtausolosuhteiden vuoksi on katsottu tarpeelliseksi asettaa osa-alue- ja pohjavedenjaka- jaan kohdalle ja erottaa näin omaksi pohjavesialueekseen. (kuva 3a ja 3b) (Britschgi & Gustafsson, 1997)



Kuva 3a. Pohjavesialueen rajaamisperusteet (Britschgi, et al., 1991).



Kuva 3b. Pohjavesialueen lähi- ja kaukosuojavyöhykkeet (Vesi- ja ympäristöhallitus, 1991)



### 3.3 Pohjavesialueiden lukumäärät

Vuoden 1996 lopussa Suomessa oli 2 226 vedenhankinnan kannalta tärkeää (luokka I) pohjavesialuetta. Tärkeiden pohjavesialueiden lukumäärä kasvoi 1 042 alueella edelliseen kartoitukseen verrattuna. Yhtenä syynä on tärkeän pohjavesialueen määritelmän muutos. Nykyisellä määritelmällä tärkeällä pohjavesialueella tarkoitetaan sellaisia pohjavesialueita, joiden vettä käyttävät tai tulevat 20-30 vuoden kuluessa käyttämään vesilaitokset, joiden liittyjä määrä on vähintään 10 asuinhuoneistoa. Aiemmassa kartoituksessa tärkeiksi pohjavesialueiksi luokiteltiin ainoastaan alueet, joiden vettä käyttivät vesilaitokset, joiden liittyjä määrä oli vähintään 200 henkilöä. Luokkaan II (vedenhankintaan soveltuvia) kuuluvia pohjavesialueita oli vuoden 1996 lopussa yhteensä 1 300 kapaletta ja luokkaan III (muu pohjavesialue) kuuluvia alueita 3615. (Britschgi, R. & Gustafsson, J., 1996)

Taulukko I. Pohjavesialueiden lukumäärä ympäristökeskuksittain ja tiepiireittäin

| Pohjavesialueiden lukumäärät       |                |      |     |      |     |      |      |      |      |
|------------------------------------|----------------|------|-----|------|-----|------|------|------|------|
| ympäristökeskus                    | tiepiiri       | I    |     | II   |     | III  |      | yht. |      |
| Uudenmaan ympäristökeskus          | Uusimaa        | 254  | 254 | 101  | 101 | 216  | 216  | 571  | 571  |
| Lounais-Suomen ympäristökeskus     | Turku          | 236  | 238 | 60   | 61  | 137  | 137  | 433  | 433  |
| Hämeen ympäristökeskus             | Häme           | 223  | 221 | 138  | 137 | 277  | 277  | 638  | 638  |
| Kaakkois-Suomen ympäristökeskus    | Kaakkois-Suomi | 120  | 186 | 126  | 214 | 429  | 520  | 675  | 920  |
| Etelä-Savon ympäristökeskus        |                | 66   |     | 88   |     | 91   |      | 245  |      |
| Pohjois-Savon ympäristökeskus      | Savo-Karjala   | 129  | 250 | 39   | 175 | 50   | 206  | 218  | 631  |
| Pohjois-Karjalan ympäristökeskus   |                | 121  |     | 136  |     | 156  |      | 413  |      |
| Keski-Suomen ympäristökeskus       | Keski-Suomi    | 162  | 162 | 87   | 87  | 89   | 89   | 338  | 338  |
| Länsi-Suomen ympäristökeskus       | Vaasa          | 319  | 391 | 50   | 53  | 67   | 80   | 436  | 524  |
| Keski-Pohjanmaan ympäristökeskus   |                | 115  |     | 6    |     | 16   |      | 137  |      |
| Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus | Oulu           | 174  | 266 | 141  | 317 | 152  | 251  | 467  | 834  |
| Kainuun ympäristökeskus            |                | 49   |     | 173  |     | 96   |      | 318  |      |
| Lapin ympäristökeskus              | Lappi          | 258  | 258 | 155  | 155 | 1839 | 1839 | 2252 | 2252 |
| Yhteensä                           |                | 2226 |     | 1300 |     | 3615 |      | 7141 |      |

Hämeen ympäristökeskuksen alueelta Äetsän kunta kuuluu Turun tiepiirin alueeseen. Tästä johtuu erot Lounais-Suomen ympäristökeskuksen ja Turun tiepiirin sekä Hämeen ympäristökeskuksen ja Hämeen tiepiirin alueen pohjavesialueiden lukumäärässä. Keski-Pohjanmaan ympäristökeskuksen alue on jakautunut sekä Vaasan tiepiiriin (yht. 14 kuntaa) että Oulun tiepiiriin (yht. 8 kuntaa) alueelle.

Lapin ympäristökeskuksen alueella on 32 % (2 252 kpl) koko Suomen pohjavesialueista. Kuitenkin suurin osa alueista on luokiteltu luokkaan III, koska alueen vedenhankintatarve on vähäinen pienen asukasmäärän vuoksi.

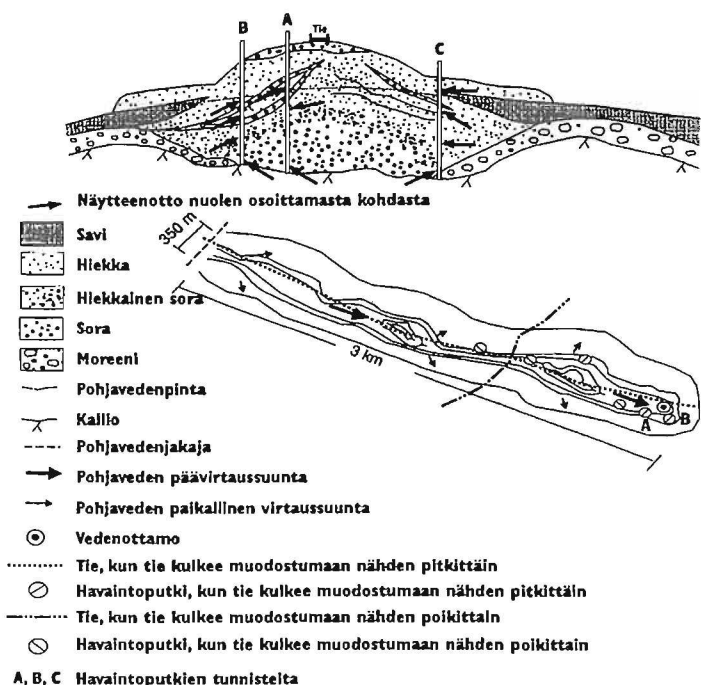
Vedenhankintaa varten tärkeitä pohjavesialueita on eniten (319 kpl) Länsi-Suomen ympäristökeskuksen ja Vaasan tiepiiriin (391 kpl) alueella. Ympäristökeskus sijaitsee suurelta osin Pohjanmaan rannikkoseudulla, jossa sora- ja hiekka-

muodostumien määrä on kaiken kaikkiaan pieni. Tästä johtuen lähes kaikki alueen pohjavesialueista ovat vedenhankinnan kannalta luokiteltu tärkeiksi. (Britschgi, R. & Gustafsson, J. 1996)

### 3.4 Tyypimuodostumat

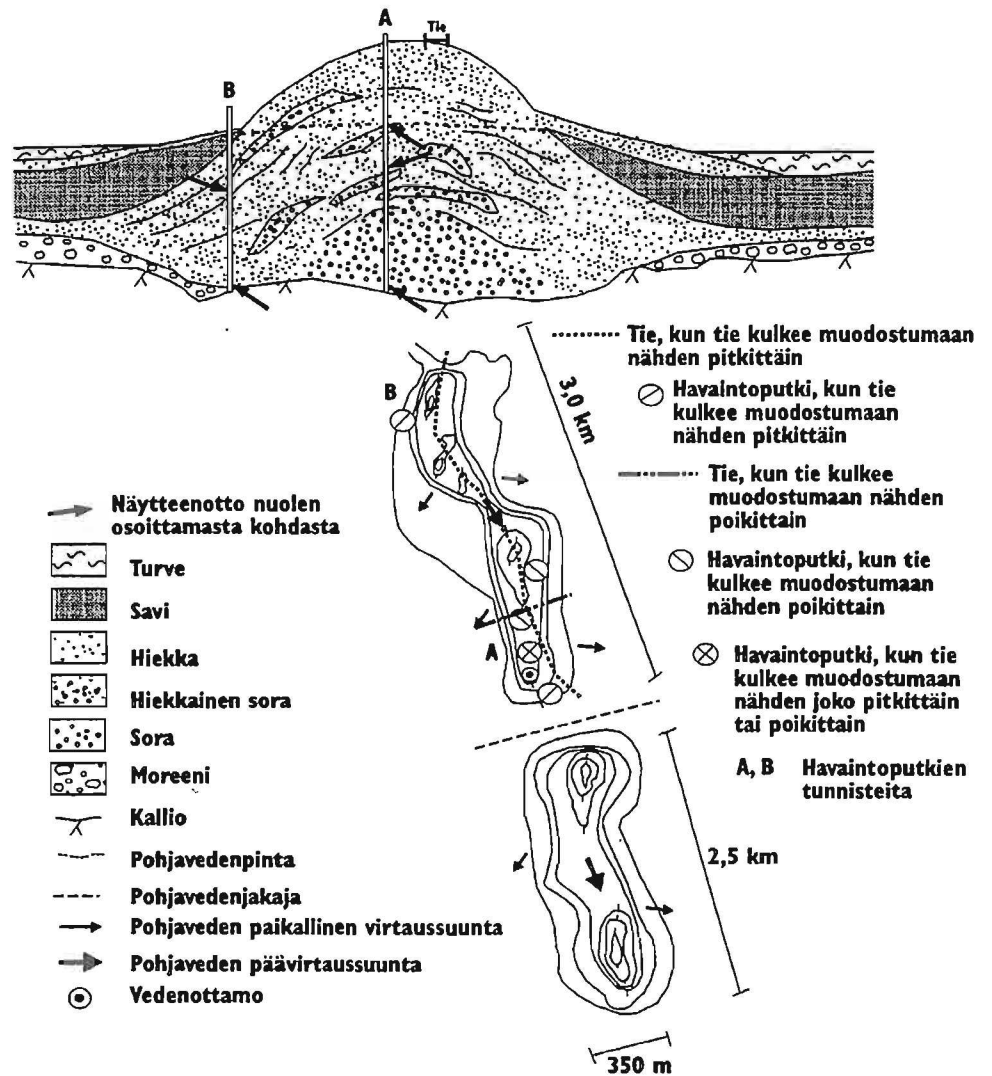
Edellisen tiesuolauksen riskikartoituksen yhteydessä hankitun tiedon ja geologisen yleistiedon perusteella osa Suomen pohjavesialueista on luokiteltu viiteen eri ryhmään muodostumien geologisen syntyolosuhteiden ja pohjaveden virtaussuunnan mukaan. Nämä tyypimuodostumat kuvaavat mahdollisimman hyvin keskeisiä suomalaisia pohjavesialueita, erityisesti pohjavedenoton ja suolaantumisen riskin kannalta. Suolan kulkeutumista on tutkittu näiden tyypimuodostumien pohjalta yksinkertaistetuilla konseptuaalisilla malleilla, joista numeerista aineen kulkeutumismallinnusta varten luotiin numeeriset elementtimallit. (Hänninen et al., 1994; Niemi et al., 1994) Tämän riskikartoituksen yhteydessä ei määritetty tyypimuodostumaa uusina mukaan tulleille alueille, vaan tarkasteluissa käytettiin edellisen kartoituksen tuloksena tyypiteltyjä alueita.

Tyyppi I on pitkittäisharju, joka on kerrostunut matalaan veteen. Pohjaveden virtauskuvaltaan muodostumat ovat ympäristöönsä vettä purkavia (antikliininen). Tälle tyyppille on ominaista kapea selänneväinen muoto sekä laakea deltamainen lieveosa. Harjun ydinselännettä reunustavat jyrkkäpiirteiset jäätikön kontaktirinteet. Harjun selänneet muodostavat pitkiä, jopa kymmeniä kilometrejä pitkiä nauhamaisia juotteja Harjutyyppi on yleinen Sisä-Suomessa (Niemelä, 1979). Harjun selänneosan aines on soraa ja lieveosat ovat tyypillisesti hiekkaa. Kerrokset ovat kuluneet ja usein uudelleen kerrostuneet, minkä johdosta kerrosten paksuus ja aines vaihtelee. Tästä johtuen myös pohjaveden virtausnopeuksissa on eroja kerrosten välillä. (kuva 4)



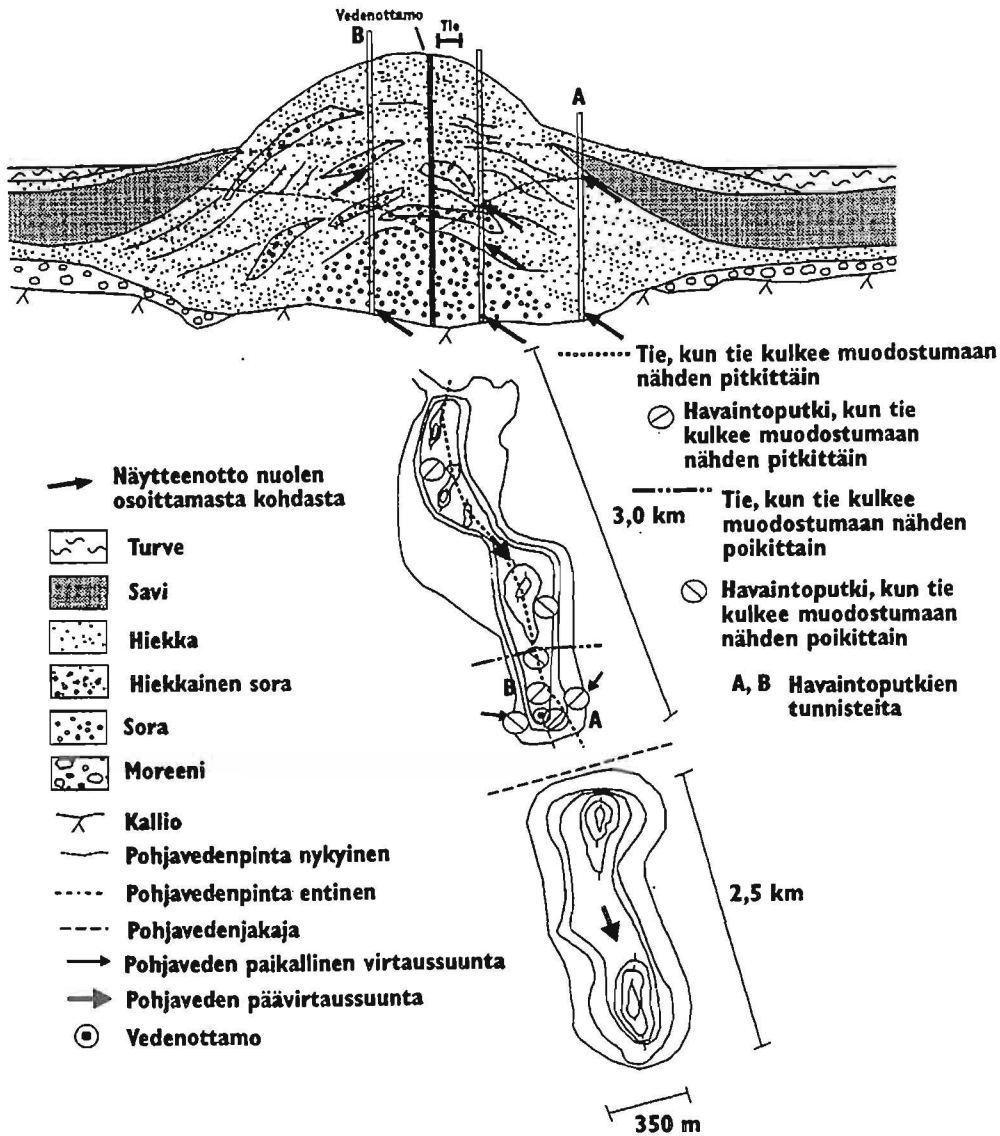
Kuva 4. Matalaan veteen kerrostunut pitkittäisharju. Matalan veden tyyppinen ympäristöön purkava pitkittäisharju (I) sekä havaintoputkien sijoittelu (mm. Niemi et al., 1994 Nystén & Hänninen, 1997)

Tyyppi IIA on myös pitkittäisharju, joka on kerrostunut syvään veteen. Tyyppi on yleinen Etelä-Suomessa. Morfologialtaan alueet muodostuvat kummuista ja sianselän muotoisista epäyhtenäisistä selännteistä. Monin paikoin muinaiset rantavoimat ovat tasoittaneet harjun topografiaa. Muodostumille on ominaisia laajat ja matalat lievealueet. Soravaltainen aines esiintyy selännteiden ydinosissa tai rinteiden suuntaisina kerroksina sekä linsseinä. Muodostumien rakenteelle on tyyppillistä epä-säännöllinen kerroksellisuus, monia erityyppisiä kerrosrakenteita sekä paikoin huomasti lajittunutta ainesta sisältäviä osia. (Lundquist, 1979) Pohjaveden virtauskuva on IIA-tyypissä on antiklininen eli ympäristöönsä purkava. Rakenteesta johtuen muodostumat jakaantuvat usein pieniksi pohjavesialtaiksi. (kuva 5)



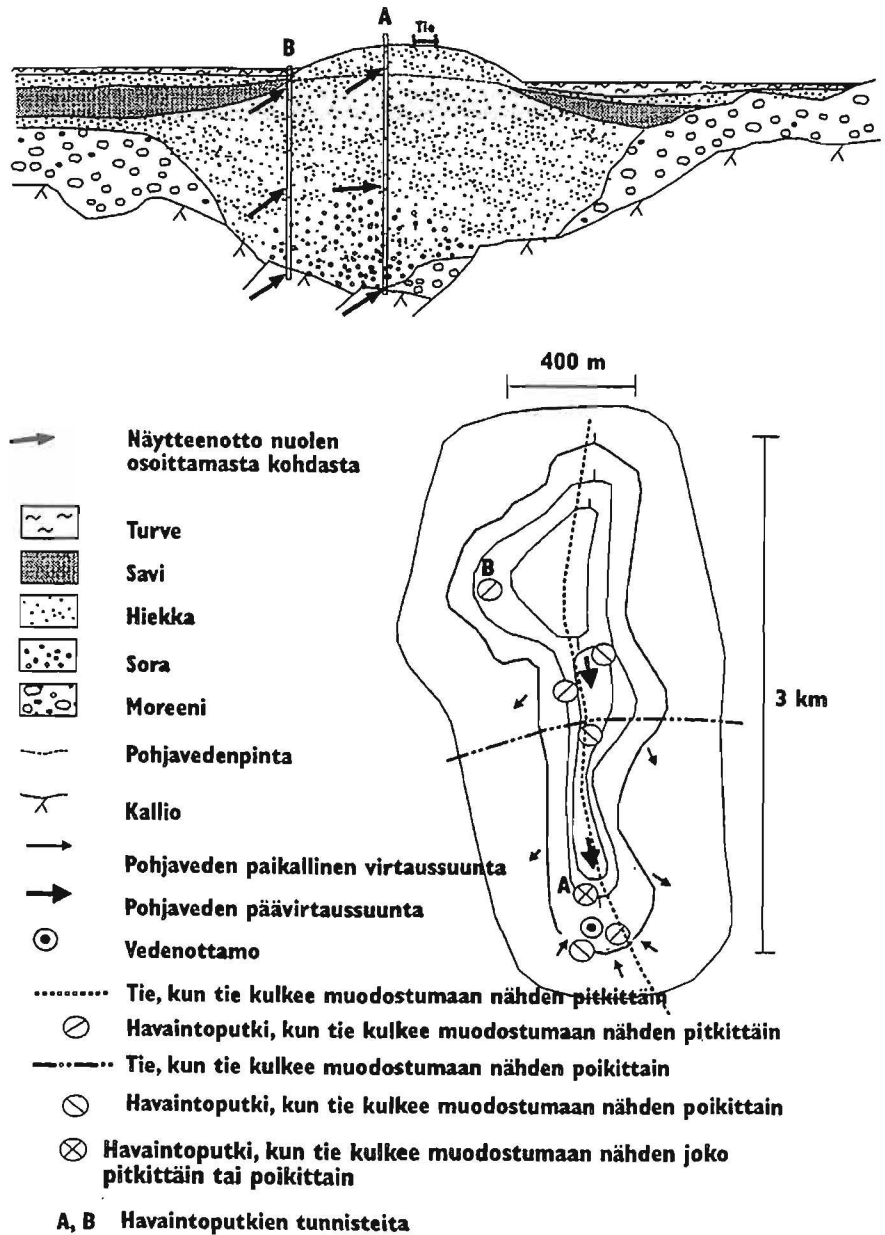
Kuva 5. Syvän veden tyyppinen ympäristöön purkava pitkittäisharju (IIA) sekä havaintoputkien sijoittelu. (mm. Niemi et al., 1994; Nystén & Hänninen, 1997)

Tyyppi IIB vastaa morfologialtaan ja topografialtaan IIA-tyypin harjuja. Ero-  
na IIA-tyypin muodostumiin on pohjaveden virtaussuunta. Muodostumatyyppi  
IIB on syynklininen eli vettä ympäristöstään keräävä. (kuva 6)



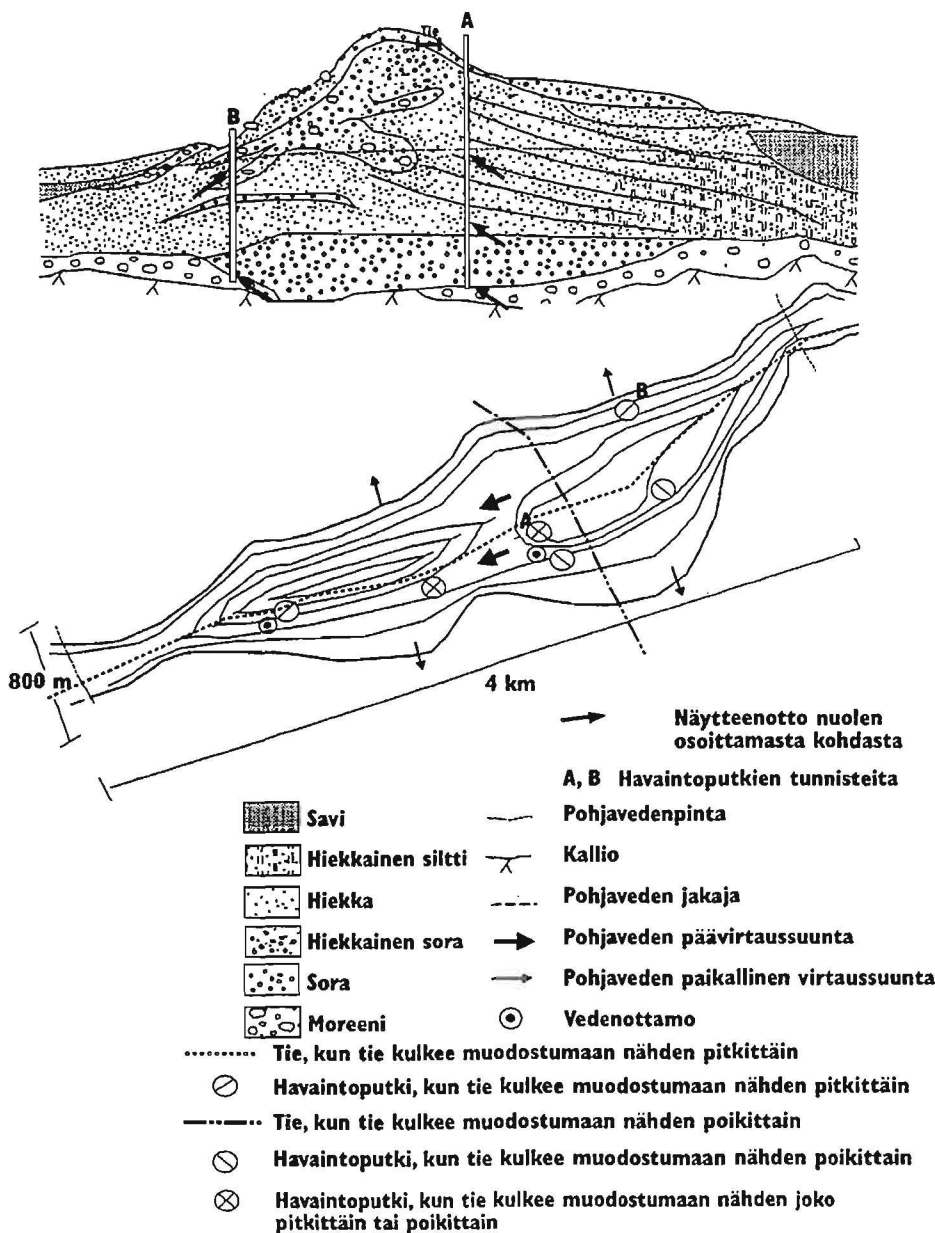
Kuva 6. Syvän veden tyyppinen ympäristöstään vettä keräävä pitkittäisharju (IIB) sekä ha-  
vaintoputkien sijoittelu. (mm. Niemi et al., 1994; Nystén & Hänninen, 1997)

Tyyppi III on ns. Pohjanmaan harjutyyppi. Muodostumat ovat tasoittuneita, morfologialtaan laakeita selännejaksoja, jotka mataloituvat rannikolle päin mentäessä. Harjut ovat syviä koska ne ovat usein kerrostuneet kallioperän ruhjeeseen. Muodostumat ovat tasoittuneet lakiosistaan, jossa aines on usein soraista ja kivistä. Aineksen uudelleen kerrostumisen seurauksena hienoaines on rikastunut muodostumien lieveosiin. (mm. Niemelä, 1979., Hatva, 1989) Pohjaveden pinta on tämän tyyppin muodostumissa lähellä maanpintaa. Muodostumien pohjaveden pinnan alainen aines on hiekkavaltaista ja hydrauliset yhteydet ovat harjujen pituus-suunnassa yleensä pitkät. (kuva 7)



Kuva 7. Pohjanmaan tyyppinen pitkittäisharju (III) sekä havaintoputkien sijoittelu. (mm. Niemi et al., 1994; Nystén & Hänninen, 1997)

Tyyppi IV on Salpausselkätyyppinen reunamuodostuma. Reunamuodostumat ovat syntyneet mannerjäätikön reunalle. Salpausselkien lisäksi saman tyyppisiä muodostumia tavataan Sisä-Suomen reunamuodostuman yhteydessä. Reunamuodostumille tyypillisesti aines on hiekkaa ja soraa, mutta alueiden proksimaali osalla (jäätikköä vasten olleissa osissa, pohjois- ja luoteissivuissa) sekä välikerroksina esiintyy moreenia. Muodostumien distaaliosat koostuvat lajittuneesta aineksesta, jonka kerrokset viettävät yleensä proksimaaliosasta poispäin. Muodostumien distaaliosissa tavataan rantavoimien uudelleen kerrostaman lajittuneen aineksen alla usein syvään veteen kerrostuneita savi- ja siltti kerroksia (Donner, 1978). Muodostumien kerrosjärjestys on vaihteleva ja epäyhtenäinen. Pohjaveden virtauskuva on aineksen vaihtelevuuden vuoksi vaikeasti määritettävissä. Virtausyhteydet ovat kuitenkin yleensä paremmat muodostumien poikkisuunnassa. Pohjaveden virtaukseen vaikuttavia kalliokynnyksiä tavataan reunamuodostumissa pitkittäisharjuja useammin. (Wihuri, 1975) (kuva 8)



Kuva 8. Salpausselkätyyppinen reunamuodostuma (IV) sekä havaintoputkien sijoittelu. (mm. Niemi et al., 1994; Nystén & Hänninen, 1997)

### 3.5 Pohjavesialueiden pinta-alat

Selvityksen mukaan pohjavesialueiden yhteenlaskettu kokonaispinta-ala on 14 100 km<sup>2</sup>. Tästä vedenhankintaa varten tärkeiden pohjavesialueiden (luokka I) osuus on 43%, luokkaan II kuuluvien pohjavesialueiden osuus on 23% ja luokkaan III kuuluvien 34%. Edelliseen kartoitukseen verrattuna tärkeiksi pohjavesialueiksi kartoitettujen alueiden yhteenlaskettu pinta-ala on lisääntynyt 1694 neliökilometrillä. Koko Suomen maapinta-alasta pohjavesialueiksi rajattu alue on keskimäärin 4 %. Ympäristökeskuksittain osuudet vaihtelevat huomattavasti, johtuen lajittuneiden muodostumien epätasaisesta jakautumisesta. (Britschgi, R. & Gustafsson, J., 1996) Tilastollisen tarkastelun perusteella tärkeiden pohjavesialueiden keskimääräinen pinta-ala ja pinta-alan mediaani on suurin verrattuna vedenhankintaan soveltuvien ja muiden pohjavesialueiden vastaaviin tunnuslukuihin (taulukko 2). Pohjavesialueiden, joilla kulkee tie, keskimääräinen pinta-ala ja pinta-alan mediaani on selvästi suuremmat kaikissa luokissa kuin kaikkien Suomen pohjavesialueiden pinta-alojen keskiarvot ja mediaanit. Salpausselkätyyppisen reunamuodostuman (tyyppi IV) pinta-alan keskiarvo ja mediaani on suurin verrattuna muihin tyyppimuodostumien keskimääräisiin pinta-aloihin. Keskimääräisesti pienimpiä pinta-alaltaan ovat syvään veteen kerrostuneet antikliiniset (IIA) ja synkliiniset (IIB) pitkittäisharjut. (taulukko 3)

Taulukko 2. Pohjavesialueiden, joilla kulkee tie, keskimääräiset pinta-alat ja mediaanit (km<sup>2</sup>) luokittain sekä Suomen kaikkien pohjavesialueiden keskimääräiset pinta-alat ja mediaanit (km<sup>2</sup>) luokittain.

| Kaikki pohjavesialueet |    |      | Pohjavesialueet, joilla kulkee tie |     |      |
|------------------------|----|------|------------------------------------|-----|------|
|                        | ka | 2,9  | ka                                 | 3,5 |      |
| I                      | md | 1,4  | I                                  | md  | 1,9  |
|                        | n  | 2096 |                                    | n   | 1454 |
|                        | ka | 2,6  | ka                                 | 3,0 |      |
| II                     | md | 1,7  | II                                 | md  | 2,0  |
|                        | n  | 1282 |                                    | n   | 697  |
|                        | ka | 1,3  | ka                                 | 1,6 |      |
| III                    | md | 0,8  | III                                | md  | 1,0  |
|                        | n  | 3625 |                                    | n   | 1309 |

Taulukko 3. Pohjavesialueiden, joilla kulkee tie, keskimääräiset pinta-alat ja mediaanit (km<sup>2</sup>) tyyppimuodostumittain.

| Pinta-ala (km <sup>2</sup> ) | Tyyppimuodostuma |     |     |     |     |
|------------------------------|------------------|-----|-----|-----|-----|
|                              | I                | IIA | IIB | III | IV  |
| ka                           | 5,0              | 2,4 | 2,2 | 4,4 | 7   |
| md                           | 3,3              | 1,6 | 1,8 | 3   | 4,5 |
| n                            | 74               | 140 | 75  | 53  | 101 |

Muodostumisalueen pinta-ala on keskimäärin puolet pohjavesialueen kokonaispinta-alasta. Vuoden 1996 raportin mukaan muodostumisalueiden yhteenlaskettu pinta-ala oli 7 619 km<sup>2</sup>, josta tärkeiden pohjavesialueiden osuus on 43 % eli 3 293 km<sup>2</sup>. Vedenhankintaan soveltuvien ja muiden pohjavesialueiden muodostumisalueiden yhteenlaskettu pinta-ala on 4 326 km<sup>2</sup>. Edelliseen kartoitukseen verrattuna muodostumisalueiden pinta-ala on lisääntynyt 923 km<sup>2</sup>. (Britschgi & Gustafsson, 1996)

### 3.6 Antoisuus

Pohjavesialueiden antoisuutta on pyritty arvioimaan pinta-alan, imeytymiskertoimen ja paikallisen sademäärän perusteella. Imeytymiskertoimen määrittämiseen on vaikuttaneet mm. alueen topografia, soranottoalueiden osuus muodostumisalueesta, alueella mahdollisesti sijaitsevat suppakuopat, pintamaalajin vedenläpäisevyys, sekä muodostuman aineksen laatu; vedenläpäisevyys, lajittuneisuus ja alueen kasvillisuus. Arvioitua antoisuutta on pyritty mahdollisuuksien mukaan korjaamaan alueella toteutettujen koepumppausten tulosten perusteella. Vedenhankintaan soveltuvilla ja muilla pohjavesialueilla (luokat II ja III) antoisuuden arviointi on jouduttu pääasiassa tekemään maastotarkastelun perusteella määritellyn imeytymiskertoimen sekä alueen pinta-alan perusteella. Vuoden 1996 tilanteen mukaan vedenhankintaa varten tärkeiden pohjavesialueiden (luokka I) yhteenlasketuksi antoisuudeksi on saatu 2,77 milj. m<sup>3</sup> vuorokaudessa. Uuden kartoituksen myötä tärkeiden pohjavesialueiden yhteenlaskettu arvioitu antoisuus on lisääntynyt 0,81 milj. m<sup>3</sup> vuorokaudessa. Luokkien II ja III yhteenlaskettu arvioitu antoisuus on 3,04 milj. m<sup>3</sup> vuorokaudessa. Koko maan arvio pohjavesivaroista on tällä hetkellä noin 5,8 milj. m<sup>3</sup> vuorokaudessa. Arviossa on mukana myös luokkaan III kuuluvat alueet, joiden vedenhankintakelpoisuus on vielä selvittämättä. Luokkaan I ja II kuuluvien alueiden yhteenlaskettu arvioitu antoisuus on 4,15 milj. m<sup>3</sup> vuorokaudessa. (Britschgi & Gustafsson, 1996)



# 4

## Tiestö

### 4.1 Teiden talvihoitoluokat

Tiestö on jaettu talvihoitoluokkiin Is, I, Ib, II ja III tien toiminnallisen luokan ja tien keskivuorokausi liikennemäärän mukaan. (kuva 9) Hoitoluokkaan määräytymisen perusteena olevat liikennemäärät ovat keskimääräisiä ja ohjeellisia. Hoitoluokille asetetut laatuvaatimukset ovat Is-luokan teillä voimassa aina. Yöaikaan hoitoluokkiin I, Ib, II ja III kuuluvilla teillä edellytetään yhtä hoitoluokkaan alhaisempaa vaatimustasoa.

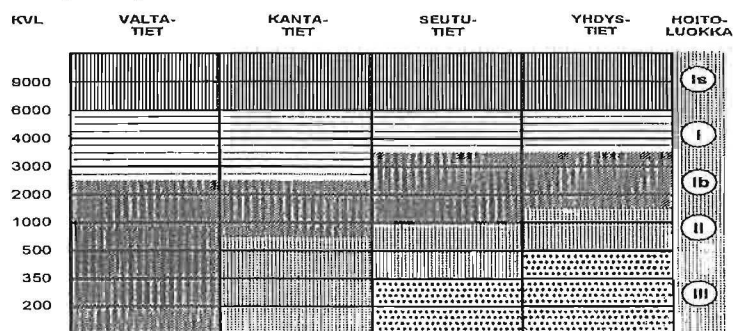
Hoitoluokkaan Isk (2-ajokaistaiset) ja Is (vilkasliikenteiset, koko talven suolattavat) kuuluvalla tiellä ei lumi eikä liukkaus saa vaikuttaa liikenteen sujuvuuteen tai turvallisuuteen. Nykyisin ei 2-ajorataisia (Isk) luokitella omaksi ryhmäksi vaan ne sisältyvät luokkaan Is. Tiet tulee olla tässä luokassa vapaina jäätä ja lumesta koko ajan. Tämän vuoksi liukkaudentorjunta-aineiden käyttö on välttämätöntä. Ainoastaan pitkiä aikoja kestäväällä jäätävällä kelillä Is-hoitoluokkaan kuuluvilla teillä saatetaan ajoittain esiintyä jäätä. Tavoitteena on käyttää liukkauden ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä.

Hoitoluokkaan I (koko talven suolattavat) kuuluvat tiet pidetään vapaina lumesta ja jäätä lukuun ottamatta keskiyön tunteja. Pakkautunutta lunta saattaa olla ohut kerros kaistojen välissä ja teiden laidoilla. Liukkauden estoon käytetään ennaltaehkäiseviä toimia. Pohjois- ja Sisä-Suomen kylmässä ilmastossa, Joensuu-Kuopio-Kemi-linjan pohjoispuolella, ei luokkia Is ja I käytetä.

Hoitoluokan Ib (pakkaskelillä suolaamattomat) teillä pinta on lumesta ja jäätä vapaa keväisin ja syksyisin. Keskitalvella teillä on yhtenäinen lumi- tai jääpeite, joka tarjoaa kuitenkin tarvittavan kitkan. Näiden teiden talviolot vaihtelevat rannikon ja sisämaan välillä.

Hoitoluokan II (hiekoitettavat) tiet ovat lumipeitteisiä. Vaikeissa olosuhteissa teiden ajettavuutta voidaan parantaa hiekoituksessa. Esimerkiksi jyrkät mäet ovat hiekoitettuja.

Hoitoluokan III (vain pistekohtaisesti hiekoitettavat) teillä talvikunnossapito mitoitetaan tien geometrian mukaan, siten että ainoastaan kaikkein vaikeimmissa kohdin käytetään liukkauden torjuntaa. Ajo-olosuhteet vaihtelevat paikoittain. (Tielaitos, 1995)



Kuva 9. Teiden talvihoitoluokan määräytyminen. Hoitoluokka määräytyy keskivuorokausiliikennemäärän (KVL) ja tien toiminnallisen luokan mukaan.

## 4.2 Tiet pohjavesialueilla

Eri hoitoluokkiin kuuluvien teiden sijoittuminen luokitelluille pohjavesialueille selvitetiin paikkatietoanalyysillä. Pohjavesialueiden lukumäärää oli vaikea arvioida eri pohjavesialueluokissa hoitoluokittain, koska pohjavesialueilla kulkee useampia eri hoitoluokkaan kuuluvia teitä. Jotta pohjavesialueiden, joilla kulkee tie, lukumäärät eivät moninkertaistuisi, valittiin pohjavesialueella kulkevista teistä korkeimpaan hoitoluokkaan kuuluva tie ja pohjavesialue sijoitettiin tämän perusteella ko. ryhmään (taulukko 4). Teitä kulkee yhteensä 3 156 pohjavesialueella eli noin 44%:lla kaikista luokitelluista pohjavesialueista.

Suolattava tie (hoitoluokat Is, I ja Ib) kulkee yhteensä 956 pohjavesialueella. Tämä on noin 30 % kaikista pohjavesialueista, joilla kulkee tie. Tärkeitä ja vedenhankintaan soveltuvia pohjavesialueita, joilla kulkee suolattava tie on yhteensä 21 % ko. pohjavesialueista. Voimakkaimmin suolattavia teitä (hoitoluokat Is ja I) kulkee yhteensä 322 tärkeillä ja vedenhankintaan soveltuvilla pohjavesialueilla. (Gustafsson & Oinonen, 1998)

Taulukko 4. Pohjavesialueiden, joilla kulkee tie, lukumäärät korkeimman talvihoitoluokan mukaan ryhmiteltynä.

| Hoitoluokka | Pohjavesialueenluokka |     |      | yhteensä |
|-------------|-----------------------|-----|------|----------|
|             | I                     | II  | III  |          |
| Is          | 133                   | 22  | 49   | 204      |
| I           | 134                   | 33  | 50   | 217      |
| Ib          | 261                   | 94  | 180  | 535      |
| II          | 424                   | 193 | 338  | 955      |
| III         | 361                   | 307 | 577  | 1245     |
| yhteensä    | 1313                  | 649 | 1194 | 3156     |

## 4.3 Teiden pituudet pohjavesialueilla

Luokitelluilla pohjavesialueilla kulkee yhteensä 7 895 km tietä, joka on noin 10% laskettuna yleisten teiden kokonaispituudesta Suomessa 1.1.1998 tilanteen mukaan. Suolattavien teiden (hoitoluokat Is, I ja Ib) pituus pohjavesialueilla on yhteensä 2 136 km. Vedenhankintaa varten tärkeillä pohjavesialueilla kulkee yhteensä 4 184 km tietä, josta 1 395 km on tietä, jolla käytetään talvisuolausta. Tämä on noin kolmasosa tärkeillä pohjavesialueilla kulkevien teiden pituudesta. Voimakkaimmin suolattavien teiden (hoitoluokat Is ja I) yhteenlaskettu pituus pohjavesialueilla on 857 km. Tästä noin 70 % kulkee tärkeillä pohjavesialueilla ja noin 15 % vedenhankintaan soveltuvilla (luokka II). Hoitoluokkaan Ib kuuluvaa tietä kulkee pohjavesialueilla yhteensä 1 279 km. Tästä 62 % kulkee tärkeillä pohjavesialueilla. (Gustafsson & Oinonen, 1998).

Taulukko 5. Teiden pituudet (km) pohjavesialueilla hoitoluokan ja pohjavesialueen luokan perusteella luokiteltuna.

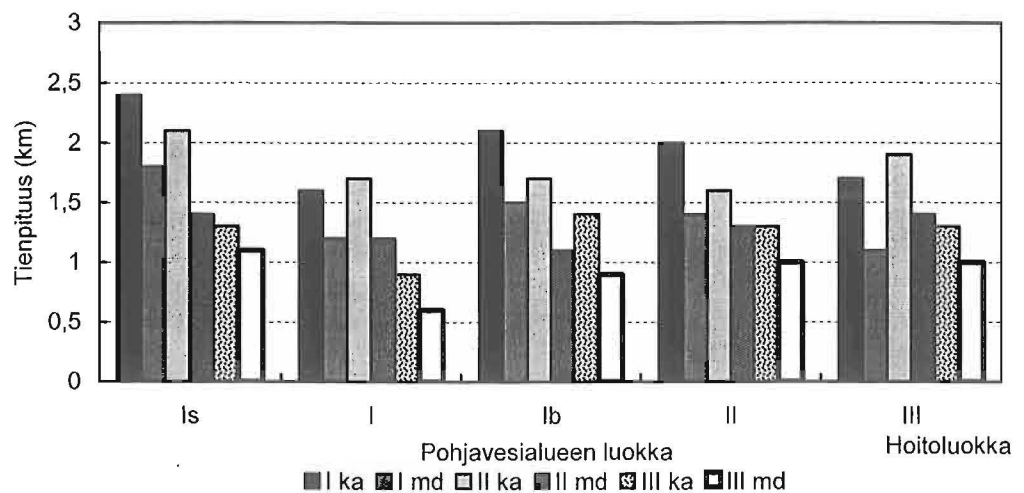
| Hoitoluokka | Pohjavesialueen luokka |      |      | yhteensä |
|-------------|------------------------|------|------|----------|
|             | I                      | II   | III  |          |
| Is          | 320                    | 51   | 80   | 451      |
| I           | 276                    | 74   | 56   | 406      |
| Ib          | 799                    | 198  | 282  | 1279     |
| II          | 1354                   | 397  | 597  | 2348     |
| III         | 1435                   | 921  | 1055 | 3411     |
| yhteensä    | 4184                   | 1641 | 2070 | 7895     |

Taulukko 6. Tärkeiden pohjavesialueiden lukumäärä alueella kulkevan tien pituuden ja hoitoluokan perusteella ryhmiteltyinä.

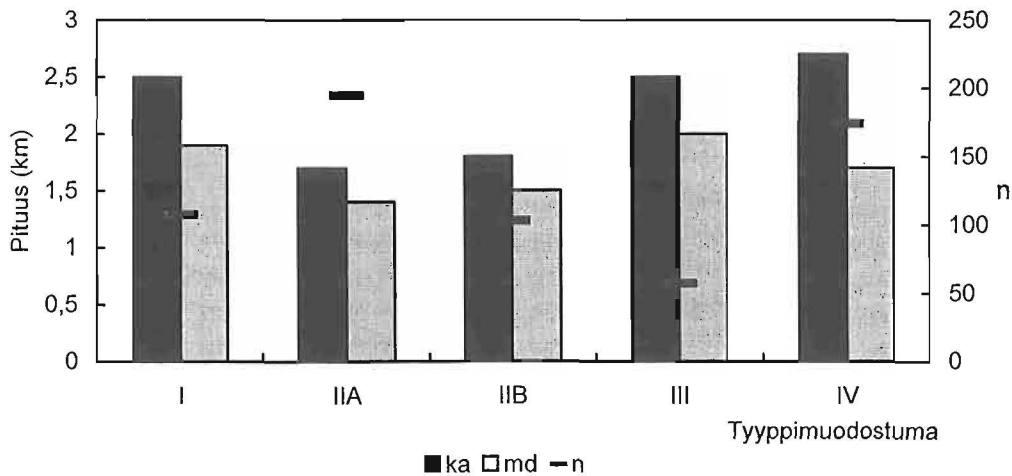
| Tienpituus (km) | Hoitoluokka |     |     |     |     |
|-----------------|-------------|-----|-----|-----|-----|
|                 | Is          | I   | Ib  | II  | III |
| 0 - 4           | 114         | 162 | 287 | 552 | 716 |
| 4 - 8           | 14          | 12  | 47  | 69  | 58  |
| 8 -12           | 1           | 0   | 8   | 18  | 12  |
| 12 - 16         | 4           | 0   | 2   | 3   | 5   |
| 16 -20          | 0           | 0   | 0   | 0   | 3   |

Tien pituutta pohjavesialueella on tarkasteltu tärkeillä pohjavesialueilla tien talvihoitoluokittain. Taulukon 6 mukaan tien pituus on yleisimmin alle 8 km yksittäisellä pohjavesialueella. Tähän vaikuttaa osaltaan myös pohjavesialueiden pieni pinta-ala. Tien pituuksia tarkasteltiin myös tilastollisesti laskemalla pohjavesialueilla kulkevien teiden pituuksien summa pohjavesialuekohtaisesti. Teiden keskimääräinen pituus on suurin I luokan pohjavesialueilla (3 km). Soveltuvilla pohjavesialueilla (luokka II) keskimääräinen tien pituus on noin 2,3 km ja muilla pohjavesialueilla (luokka III) keskimääräinen pituus on 1,5 km.

Tarkasteltaessa tiepituuksien pohjavesialueittaisten summien keskiarvoja hoitoluokittain, Is hoitoluokan teiden keskimääräinen pituus tärkeillä pohjavesialueilla on suurin muihin hoitoluokan teihin ja eri luokkiin kuuluvien pohjavesialueisiin verrattuna. (kuva 10) Teiden pituuksia tarkasteltiin myös tyyppimuodostumittain. Reunamuodostumatyyppisillä (IV) pohjavesialueilla teiden yhteenlaskettujen pituuksien keskiarvo on suurin, noin 2,7 km. Tyyppimuodostumien I ja III alueella teiden keskimääräinen pituus oli noin 2,5 km. IIA ja IIB tyyppin pohjavesialueilla teiden keskimääräinen pituus jäi alle 2 km. (kuva 11).



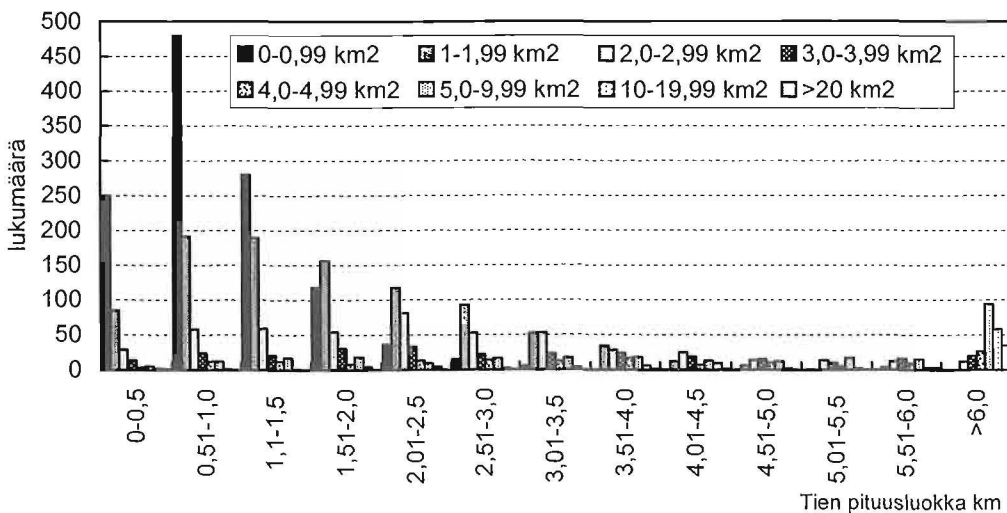
Kuva 10. Pohjavesialueilla kulkevien teiden keskimääräinen pituus talvihoito- ja pohjavesialueiluokittain.



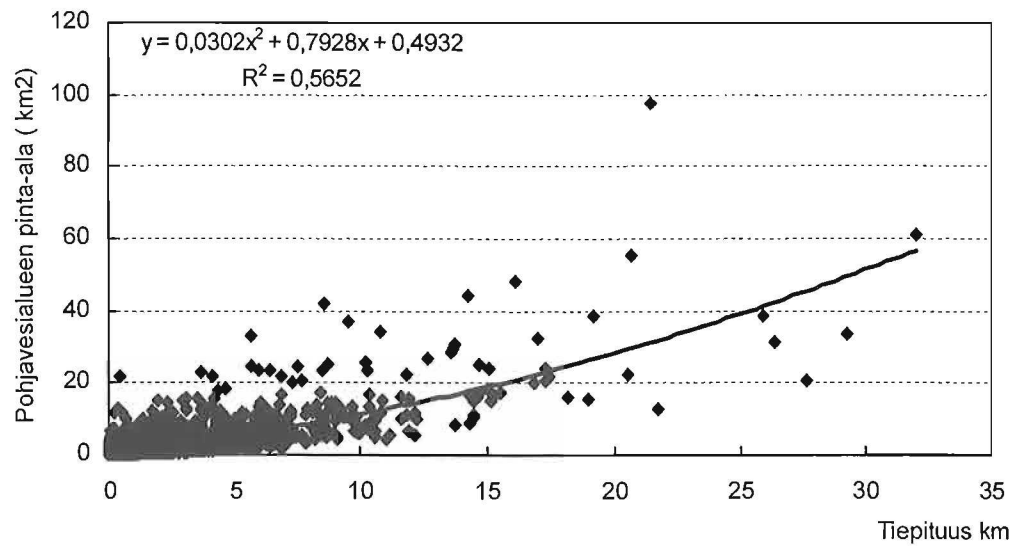
Kuva 11. Teiden keskimääräinen pituus tyyppimuodostumittain.

#### 4.4 Teiden pituuden ja pohjavesialueiden pinta-alojen suhde

Pohjavesialueiden pinta-alan ja tienpituuden yhteyttä tarkasteltiin jakamalla pohjavesialueet pinta-alan mukaan pinta-alaluokkiin ja alueella kulkevien teiden pituuden summan mukaan tien pituusluokkiin. Lukumäärän perusteella suurin ryhmä oli pinta-alaltaan alle 1 km<sup>2</sup> kokoinen pohjavesialue, joilla kulkee 0,5 -1 km tietä. Pohjavesialueista 52% kuuluu ryhmiin, joissa pinta-ala on alle 2 km<sup>2</sup> ja teiden yhteispituus alueella on alle 2,5 km. Tarkasteltaessa tärkeillä pohjavesialueilla kulkevien teiden pituuksien summia, voidaan havainta, että lyhyet tieosuudet ja pienet pohjavesialueet ovat suurimpana ryhmänä. (kuva 12) Pohjavesialueella kulkevien teiden yhteenlaskettu pituus (km) kasvaa pohjavesialueen pinta-alan suuren- tuessa. (kuva 13)



Kuva 12. Pohjavesialueiden lukumäärät pinta-alaluokittain ja alueella kulkevien kaikkien teiden yhteenlaskettujen pituuksien mukaan luokiteltuna.



Kuva 13. Pohjavesialueella kulkevien teiden pituuksien (km) suhde pohjavesialueen pinta-alaan (km<sup>2</sup>).

## Riskinarviointi

### 5.1 Tausta ja menetelmä

Valtakunnallinen riskikartoitus tiesuolauksen vaikutuksesta pohjaveteen käynnistettiin ensimmäisen kerran vuonna 1992 vesi- ja ympäristöpiirien (1.3.1996 lähtien alueelliset ympäristökeskukset) ja tiepiirien yhteistyönä. Riskinarviointimenetelmä on kehitetty vesi- ja ympäristöhallituksen (nykyisin Suomen ympäristökeskus) ja tielaitoksen yhteistyönä. Pohjavesialueiden kartoitus- ja luokitusprojekti oli vielä kesken ja tämän vuoksi riskinarvioinnissa olivat mukana pääosin 1970- ja 1980-luvuilla kartoitetut tärkeät pohjavesialueet. Vesi- ja ympäristöpiireissä, joissa kartoitus- ja luokitustyö oli edistynyt pitemmälle oli mukana myös uuden määritelmän mukaan luokiteltuja tärkeitä pohjavesialueita. Riskinarviointimenetelmää kehitettäessä on otettu huomioon uuden pohjavesialuekartoituksen luokitus. Lähtökohtana oli, että riskinarviointi tullaan kartoituksen valmistuttua jatkamaan II- ja III-luokan pohjavesialueille. (Yli-Kuivila et al., 1993) Pohjavesialueiden kartoituksen ja luokituksen valmistuttua vuonna 1996 lopulla koko maassa, riskikartoituksen tietojen päivittäminen, sekä uusien tärkeiden että vedenhankintaan soveltuvien pohjavesialueiden riskikartoitus tuli aiheelliseksi. Riskikartoitusmenetelmää ei ole muutettu, mutta edelliseen kartoitukseen verrattuna apuna on ollut access-pohjainen pc-ohjelma. Etuna on ollut tietojen helpompi päivittäminen ja siirto ympäristökeskusten ja tiepiirien sekä Suomen ympäristökeskuksen että Tielaitoksen välillä sähköpostin avulla. Riskinarvioinnissa voidaan erottaa seuraavat työvaiheet: 1) pohjavesialueilla sijaitsevien tieosuuksien kartoitus, 2) tieosuuksien aiheuttaman pilaantumisen arviointi, 3) kriittisten tieosuuksien määrittäminen ja 4) suojaustoimenpiteiden tarpeen selvittäminen. Riskinarvioinnin keskeisin tulos on pohjavedenottamoalueelle laskettava riskiluku. Riskiluku määräytyy 11 eri tekijästä. Nämä tekijät voidaan jakaa neljään ryhmään: A) pohjavesialueen luokka, B) aineen kulkeutumiseen vaikuttavat hydrogeologiset tekijät, C) vedenottotiedot sekä D) teiden suolaus ja vaarallisten aineiden kuljetus. (Yli-Kuivila et al., 1993)

### 5.2 Riskinarvioinnin pisteytys

Riskinarviointi tehdään aina vedenottamoalue ja tie -parille. Mikäli pohjavesialueella kulkee useampi kuin yksi suolattava tie ja alueella sijaitsee monta pohjavedenottamoaa, niin jokaiselle muodostuvalle tie-vedenottamoaluepareille tehdään oma riskinarviointi.

Pohjavesialueen luokka kertoo alueen vedenhankintakelpoisuudesta sekä alueen suojelun vaatimustasosta. Luokan perusteella alueet voivat saada 2-20 riskipistettä. Maaperän laatu tien läheisyydessä sekä maaperän vedenläpäisevyys ovat tekijöitä, jotka vaikuttavat tieltä mahdollisesti tulevien aineiden pääsyyn pohjaveteen sekä niiden kulkeutumiseen pohjavesiesiintymässä. Vedenottamoalueen maaperän vedenläpäisevyyden perusteella alue voi saada 2-10 pistettä ja muodostuman aineksen perusteella 1-4 pistettä, mikäli alueelle on jo rakennettu pohjaveden suojaus, pisteitä tulee 0.

Pohjaveden virtaussuunta ja virtaukseen vaikuttavat esteet vaikuttavat tien kunnossapidosta aiheutuvien haittojen mahdolliseen ilmenemiseen vedenottamolla. Mikäli alueella pohjaveden päävirtaussuunta on ottamolle päin, riskipisteitä tulee 10. Muissa tapauksissa pisteet ovat 3-5 pistettä. Pohjavedenotto vaikuttaa pohjaveden virtauskuvaan. Mikäli alueella on useampi kuin yksi vedenottamo riskipisteitä kertyy 5, muissa tapauksissa 0-3 pistettä.

Tien etäisyys pohjavedenottamolta vaikuttaa mm. mahdollisesti aiheutuvien haittojen ilmenemisnopeuteen vedenottamalla. Vedenottamon ollessa tien välitölmässä läheisyydessä riskipiste on 10. Muissa tapauksissa 1-8 pistettä. Tien sijainnilla pohjavesialueella on vaikutusta erityisesti mahdollisen haitan voimakkuuteen; mikäli tie kulkee pitkittäisharjulla harjun päällä muodostuman pituussuunnassa, on haitta suurempi kuin tapauksessa, jossa tie kulkee poikittain harjunmuodotumaan nähden. Yksinkertaisesti tien pituus pohjavesialueella ja sitä kautta alueelle levitetyn suolan määrä vaihtelee. Tien kulkiessa muodostumaa nähden pitkästi pisteitä tulee 4 muissa tapauksissa 1-2 pistettä.

Suolan käyttömäärän kautta riskiin vaikuttavat tien talvihoitoluokka, 1-15 pistettä sekä alueellinen sijoittuminen (1-8 pistettä) eli ilmastolliset tekijät sekä suolauskäytäntö. Vaarallisten aineiden kuljetusmäärät (1-8 pistettä) aiheuttavat riskin pohjavesialueella mahdollisen onnettomuuden aiheuttaman pilaantumisen vuoksi. Alueella jo tapahtunut pohjaveden laadun muutos eli kohonnut pohjaveden kloridipitoisuus on osoitus alueen herkkyydestä pilaantumiselle. Alueelta havaitut kloridipitoisuudet (yli 10 mg/l), jotka katsotaan johtuvan tien kunnossapidosta johtuvaksi, lisäävät riskilukua kloridipitoisuustasosta riipuen 5-20 pistettä.

Vedenottoalueen riskiluku on näiden edellä lueteltujen tekijöiden pisteiden summa, joka voi olla teoriassa 9-120. Pohjavesialueen riskiluku (MRL, maksimiriskiluku) määräytyy korkeimman alueella sijaitsevan vedenottoalueen riskiluvun mukaan. Riskiluvun perusteella voidaan pohjavesialueet asettaa prioriteettijärjestykseen potentiaalisen pilaantumisuhan perusteella. Riskiluku kuvaa pohjavesialueen herkkyyttä tieltä kulkeutuvien aineiden tai tien kunnossapidossa käytettyjen aineiden suhteen. Pohjavesialueet saattavat saada suuriakin riskilukuja, vaikka lika-aineet eivät pääsisikään pohjaveden mukana virtaamaan suoraan vedenottamolle. (mm. Yli-Kuivila et al., 1993)

# Riskinarvioinnin tulokset ympäristökeskus ja tiepiirikohteisesti

# 6

## 6.1 Uudenmaan ympäristökeskus/Uudenmaan tiepiiri

### 6.1.1 Tiet pohjavesialueilla

Uudenmaan ympäristökeskuksen alueella on yhteensä 571 pohjavesialuetta, joista 254 aluetta on luokiteltu tärkeiksi vedenhankinnan kannalta. Alueella on yleistä tietä yhteensä 4 618 kilometriä, josta hoitoluokkiin Is, I ja Ib kuuluu noin 2 500 km eli 54 %. Pohjavesialueilla sijaitsee tietä yhteensä noin 877 km, josta noin 62 % kuuluu hoitoluokkiin Is, I ja Ib. Uudenmaan ympäristökeskuksen alueella suurin osa tästä suolattavasta tiestä kulkee tärkeillä pohjavesialueilla. Voimakkaimmin suolattavia Is- ja I-luokan teitä kulkee yhteensä 250 km (46%) I ja II luokan pohjavesialueilla. Pohjavesialueita, joilla kulkee tie on yhteensä 153 vedenhankintaa varten tärkeää (luokka I) ja 29 soveltuvaa (luokka II).

Taulukko 7. Tien pituus (km) Uudellamaalla. Tien pituuksien summat pohjavesialueluokittain ja hoitoluokittain.

| Kunnossapito-<br>luokka | Pohjavesi-<br>alueen<br>luokka | Tien pituus<br>(km) | Yhteensä | Pohjavesialueen<br>luokka | Kunnossapito-<br>luokka | Tien pituus<br>(km) | Yhteensä |
|-------------------------|--------------------------------|---------------------|----------|---------------------------|-------------------------|---------------------|----------|
| Is                      | I                              | 153                 | 178      | I                         | Is                      | 153                 | 426      |
|                         | II                             | 8                   |          |                           | I                       | 84                  |          |
|                         | III                            | 17                  |          |                           | Ib                      | 189                 |          |
| I                       | I                              | 84                  | 98       | II                        | Is                      | 8                   | 48       |
|                         | II                             | 5                   |          |                           | I                       | 5                   |          |
|                         | III                            | 9                   |          |                           | Ib                      | 35                  |          |
| b                       | I                              | 189                 | 270      | III                       | Is                      | 17                  | 71       |
|                         | II                             | 35                  |          |                           | I                       | 9                   |          |
|                         | III                            | 46                  |          |                           | Ib                      | 46                  |          |
| yhteensä                |                                | 546                 |          |                           |                         | 546                 |          |

### 6.1.2 Suolankäyttömäärät

Talvikunnossapitoon käytettävän suolan (NaCl) määrä koko tiepiirin alueella yhteensä on vaihdellut viimeisen kuuden vuoden (1992-1997) aikana 35 800 ja 16 900 tonnin välillä. Vuonna 1997 hoitoluokan Is alueilla määrät ovat vaihdelleet tiemestari-piireittäin Hyvinkään 8,3 t/km aina Espoon alueen 34,5 t/km. Keskimäärin tiepiirin alueella Is hoitoluokan teille on käytetty suolaan 18,0 t/km. Hoitoluokan I teillä suolamäärät ovat vaihdelleet 5,3 ja 18,2 t/km välillä. Ib-hoitoluokkaan kuuluville teille suolaan on käytetty 1,4 ja 5,8 t/km välillä. Hoitoluokkaan II kuuluville tielle suolaan on käytetty 0,2-1,8 t/km. NaCl käytetään vielä III luokkaan kuuluvilakin teilla, mutta määrät ovat Uudenmaan tiepiirin alueellakin maksimissaan 0,9 t/km. (Uudenmaan tiepiiri, 1998)



### 6.1.3 Riskipisteet ja kloridipitoisuus

Uudenmaan ympäristökeskuksen alueella riskikartoitus tehtiin pääasiallisesti uusien tärkeiden pohjavesialueiden osalta, yhteensä 135 pohjavesialueella. Näistä 37 alueella tehtiin suojaustarpeen arviointia. Alueiden saamat riskipisteet vaihtelivat 45 -100 välillä. Uudellamaalla yli 75 riskipistettä saaneita pohjavesialueita on yhteensä 36 kappaletta. Vedenottoalueista (yht. 137) yli 75 riskipistettä sai yhteensä 63 kappaletta.

Yhteensä 103 vedenottoalueelle on määritetty kloridipitoisuustaso. Vedenottoalueita, joilla pohjaveden kloridipitoisuustaso on yli 25 mg/l, on yhteensä 46 kappaletta. Vedenottoalueita, joiden riskiluku on yli 65 ja kloridipitoisuustaso on 10 - 25 mg/l on 31 kappaletta eli 23 %. (taulukko 8)

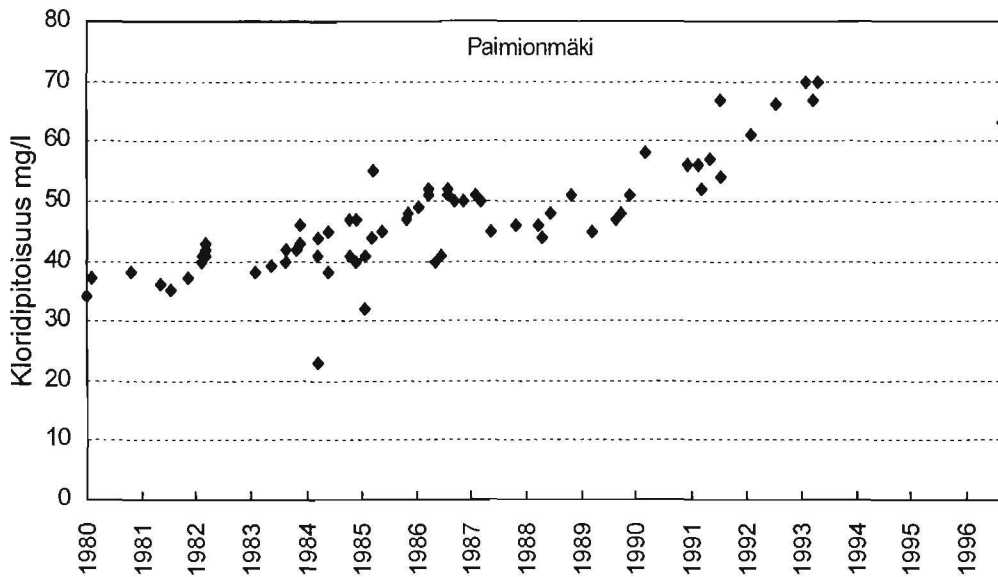
Taulukko 8. Vedenottoalueiden lukumäärät riskipiste- ja kloridipitoisuustasoluokittain Uudellamaalla. (MRL=vedenottoalueen maksimiriskiluku)

| Kloridipitoisuustaso (mg/l) | MRL |       |       |       |       |     | yht. |
|-----------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-----|------|
|                             | >80 | 80-76 | 75-66 | 65-51 | 50-36 | <36 |      |
| > 100                       | 1   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0   | 1    |
| > 50 - 100                  | 6   | 0     | 2     | 1     | 0     | 0   | 9    |
| > 25 - 50                   | 18  | 2     | 9     | 7     | 0     | 0   | 36   |
| 10 - 25                     | 17  | 5     | 9     | 14    | 0     | 0   | 45   |
| < 10                        | 1   | 2     | 5     | 4     | 0     | 0   | 12   |
| Ei tietoa                   | 7   | 4     | 6     | 16    | 1     | 0   | 34   |
| yhteensä                    | 50  | 13    | 31    | 42    | 1     | 0   | 137  |

#### Esimerkkialue: Loviisa, Panimonmäki (0143451), MRL 93

Pohjavesialue on kapea kallioperän murroslaaksoon kerrostunut pitkittäisharju, jonka aines on hyvin vettä johtavaa hiekkaa ja soraa. Alueen antoisuudesta päätellen on todennäköistä, että alue kerää vettä ympäröiviltä alueilta. Alueen pinta-ala on 1,83 km<sup>2</sup> ja arvioitu antoisuus 2200 m<sup>3</sup>/d. Vedenottamo sijaitsee valtatie 7 välittömässä läheisyydessä ja tien hoitoluokka on Is. Pohjaveden päävirtaussuunta on vedenottovyöhykkeelle päin. Vedenotto on noin 1000 m<sup>3</sup>/d Panimonmäen ottamosta, jonka lähisuojavaikute on suojattu vuonna 1992. Alueelle on rakennettu pohjaveden suojaus myös vuonna 1988.

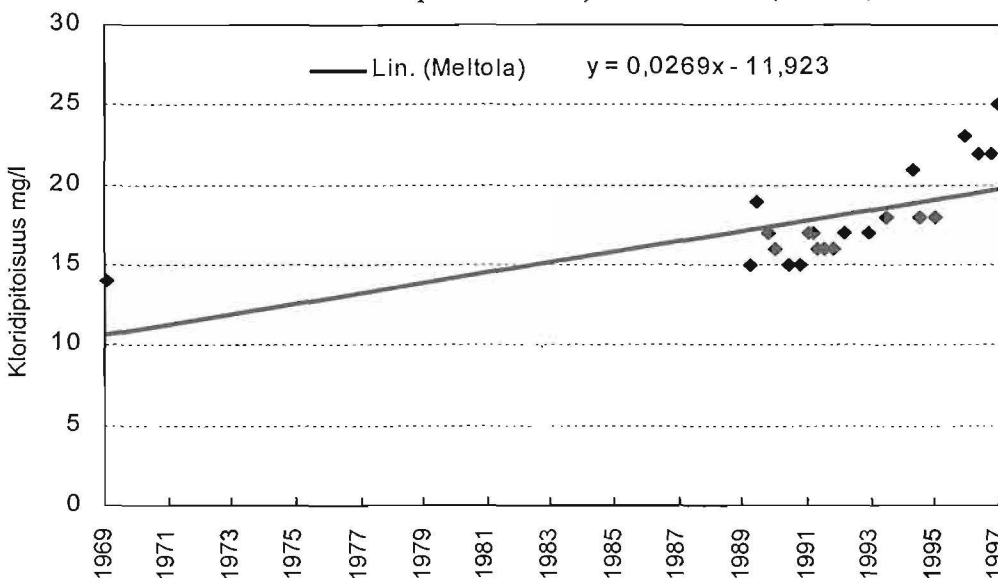
Ottamon veden kloridipitoisuus on ollut nouseva aina 1980-luvulta lähtien. Vuonna 1993 mitattiin suurimmat pitoisuudet, noin 70 mg/l. Tämän jälkeen ottamolta on ainoastaan yksi havainto vuodelta 1996. Tämän havainnon perusteella pitoisuus on laskenut, mutta on silti yli 60 mg/l. (kuva 14)



Kuva 14. Kloridipitoisuus (mg/l) Loviisan Panimonmäen pohjavesialueella (0143451).

**Esimerkkialue: Karjaa, Meltola-Mustio (0122051) MRL 88**

Pohjavesialue on osa I Salpausselkää. Pohjaveden virtaussuunta on muodostuman pituussuunnassa. Alueen pinta-ala on yhteensä 13,7 km<sup>2</sup> ja arvioitu antoisuus 4400 m<sup>3</sup>/d. Pohjavesialue jakaantuu kahteen osa-alueeseen. Sekä Meltolan että Meltolan sairaalan vedenottamot sijaitsevat A osa-alueella, jonka pinta-ala on 4,6 km<sup>2</sup> ja antoisuus 1100 m<sup>3</sup>/d. Alueella kulkee muodostumaa nähdessä pitkittäin Is-hoitoluokkaan kuuluva valtatie 25. Tien pituus alueella on noin 4 km. Tie sijaitsee Meltolan vedenottamon lähisuojavyöhykkeellä ja pohjaveden päävirtaussuunta on ottamolle päin. Meltolan ottamolta on ensimmäinen kloridipitoisuus havainto vuodelta 1969. Tuolloin pitoisuus oli alle 15 mg/l. Kloridipitoisuus on pysytellyt 15-20 mg/l tasolla aina 1990-luvun puoleen väliin, jolloin se alkoi nousta. Viimeisimmän havainnon (1997) mukaan ottamolla kloridipitoisuus on 25 mg/l. Meltolan sairaalan ottamosta ei ole kloridipitoisuustietoja rekisterissä. (kuva15)



Kuva 15. Meltola-Mustion pohjavesialueen (0122051) kloridipitoisuus (mg/l) Karjaalla.

## 6.2 Lounais-Suomen ympäristökeskus/Turun tiepiiri

### 6.2.1 Tiet pohjavesialueilla

Lounais-Suomen ympäristökeskuksen alueella on yhteensä 433 pohjavesialuetta, joista 236 on luokiteltu vedenhankinnan kannalta tärkeiksi. Turun tiepiirin alueella on yhteensä 8 090 km yleistä tietä, josta hoitoluokkiin I, Ib ja Is kuuluu yhteensä 1 923 km eli noin 24 %. Pohjavesialueilla kulkee tietä yhteensä 694 km, josta noin 26 % kuuluu kunnossapitoluokkiin Is, I ja Ib. Ympäristökeskuksen alueella suolattava tie (kunnossapitoluokka Is, I, Ib) kulkee yhteensä 88 pohjavesialueella. Näistä pohjavesialueluokkaan I kuuluu yhteensä 65 aluetta ja luokkaan II 6 aluetta. Eniten suolattavaa tietä kulkee I luokan pohjavesialueilla, yhteensä 149 km. Suurin osa suolattavasta tietä kuuluu talvihoitoluokkaan Ib, jolla suolankäyttöä pyritään vähentämään.

Taulukko 9. Tien pituus (km) pohjavesialueilla Lounais-Suomen ympäristökeskuksen alueella. Tien pituuksien summat pohjavesialueluokittain ja hoitoluokittain.

| Kunnossapito-<br>luokka | Pohjavesi-<br>alueen<br>luokka | Tien pituus<br>(km) | Yhteensä | Pohjavesialueen<br>luokka | Kunnossapito-<br>luokka | Tien pituus<br>(km) | Yhteensä |
|-------------------------|--------------------------------|---------------------|----------|---------------------------|-------------------------|---------------------|----------|
|                         | I                              | 13                  |          |                           | Is                      | 13                  |          |
| Is                      | II                             | 1                   |          | I                         | I                       | 38                  |          |
|                         | III                            | 1                   | 16       |                           | Ib                      | 97                  | 149      |
|                         | I                              | 38                  |          |                           | Is                      | 1                   |          |
| I                       | II                             | 2                   |          | II                        | I                       | 2                   |          |
|                         | III                            | 1                   | 41       |                           | Ib                      | 7                   | 10       |
|                         | I                              | 98                  |          |                           | Is                      | 1                   |          |
| Ib                      | II                             | 7                   |          | III                       | I                       | 1                   |          |
|                         | III                            | 21                  | 125      |                           | Ib                      | 21                  | 23       |
| yhteensä                |                                | 182                 |          |                           |                         | 182                 |          |

### 6.2.2 Riskipisteet ja kloridipitoisuus

Turun tiepiirin ja Lounais-Suomen ympäristökeskuksen yhteistyönä riskinarviointi toteutettiin GIS-pohjaisena. Varsinaisia riskipisteitä ei ole tarkistettu edelliseen riskinarviointiin verrattuna. Pohjavesialueiden kartoitus ja luokitus oli pitkälti valmis alueella jo edellistäiskikartoitusta tehtäessä. Tästä syystä alueen riskikartoitus on pohjavesialueiden kannalta kohtalaisen ajanmukainen.

Lounais-Suomen ympäristökeskuksen alueella on riskinarviointi tehty yhteensä 131 vedenottoalueella, jotka sijaitsevat yhteensä 128 pohjavesialueella. Pohjavesialueista 13 % ylitti 75 riskipisteen rajan.

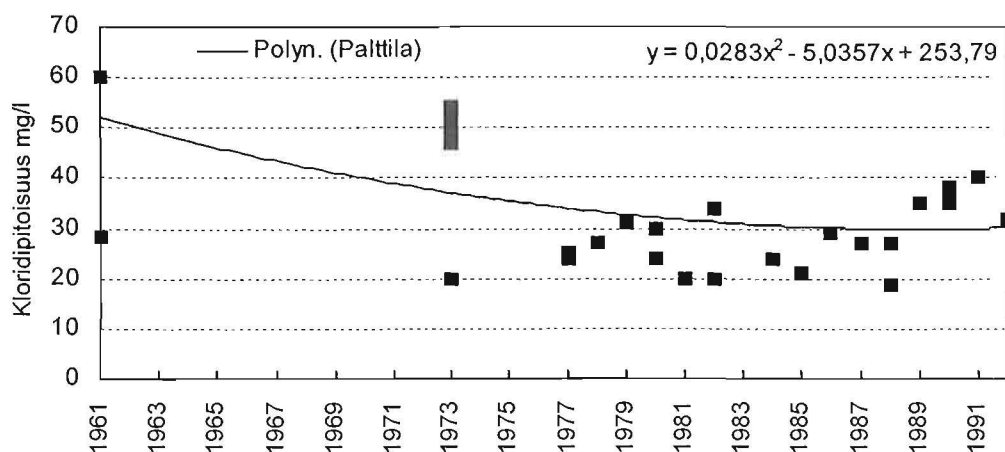
Ainoastaan 37 vedenottoalueelle on määritetty kloridipitoisuustaso. Alueita, joiden kloridipitoisuustaso on yli 25 mg/l, on rekisterin tietojen mukaan vain 14 kappaletta. Vedenottoalueita, joiden riskipiste on yli 65 ja kloridipitoisuustaso 10-25 mg/l on 7 kappaletta eli 5 %. (taulukko 10)

Taulukko 10. Vedenottoalueiden lukumäärät riskipiste- ja kloridipitoisuustasoluokittain Lounais-Suomen ympäristökeskuksen alueella. (MRL = vedenottoalueen maksimiriskiluku)

| Kloridipitoisuustaso (mg/l) | MRL  |       |       |       |       |     | yht. |
|-----------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-----|------|
|                             | > 80 | 80-76 | 75-66 | 65-51 | 50-36 | <36 |      |
| > 100                       | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0   | 0    |
| > 50 - 100                  | 2    | 0     | 0     | 1     | 0     | 0   | 3    |
| > 25 - 50                   | 4    | 3     | 3     | 1     | 0     | 0   | 11   |
| 10 - 25                     | 2    | 0     | 5     | 1     | 1     | 0   | 9    |
| < 10                        | 0    | 1     | 3     | 9     | 1     | 0   | 14   |
| Ei tietoa                   | 1    | 4     | 16    | 27    | 16    | 31  | 95   |
| yht.                        | 9    | 8     | 27    | 39    | 18    | 31  | 132  |

**Esimerkkialue: Laitila, Palttila (0240005) MRL 77**

Pohjavesialue on kapea harju, joka kulkee osittain saven alla. Alueen pinta-ala on 1,34 km<sup>2</sup> ja arvioitu antoisuus 1500 m<sup>3</sup>/d. Pohjaveden virtaussuunta on luoteesta kohti Palttilan vedenottamo. Alue kerää vetensä osittain ympäristöstään, joka on kuivattua järven pohjaa. Maa-aines alueen ympäristössä on silttiä ja savea. Valtatie 8 kulkee pohjavesialueen rajan tuntumassa ja kuuluu hoitoluokkaan I. Vedenotto määrä Palttilan ottamosta on 445 m<sup>3</sup>/d. Muita alueen pohjaveden kloridipitoisuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat suola- ja hiekkavarasto sekä Litorinamerivaiheen vaikutus. Vedenottamon kloridipitoisuus on ollut 1970-luvun puolesta välistä aina 1980-luvun loppuun 20-30 mg/l. 1990-luvun alussa kloridipitoisuus on noussut ollen maksimissaan noin 40 mg/l vuonna 1991. Tämän jälkeen on ainoastaan yksi havainto vuodelta 1995, jonka mukaan kloridipitoisuus on laskenut hieman.

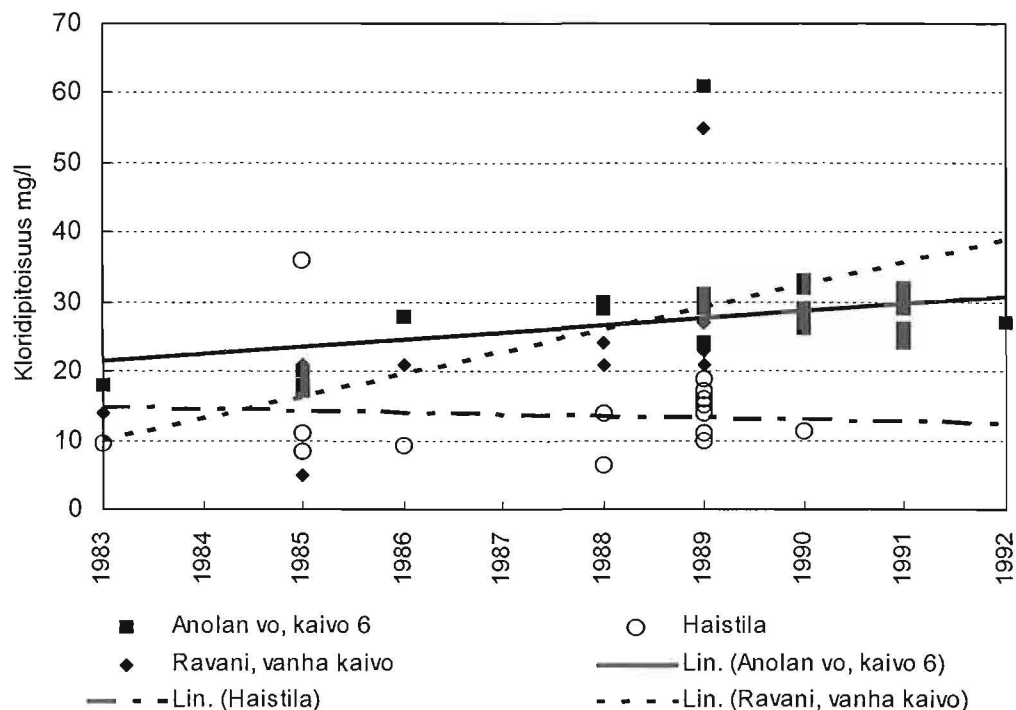


Kuva 16. Laitilan Palttilan pohjavesialueen (0240005) kloridipitoisuus (mg/l).

**Esimerkkialue: Ulvila, Haistila-Ravanni (0288651) MRL 74**

Pohjavesialue on osa kaakko-luode suuntaisesta Mellilästä Poriin kulkevasta harjujaksosta. Harju on matala ja aines on lajittunutta hiekkaa ja soraa. Välikerroksina esiintyy savea ja silttiä. Pohjaveden pinnan vaihtelut alueella ovat vähäisiä. Osa alueelta saatavasta pohjavedestä muodostunee alueen pohjoispuolella sijaitsevalla Selkäkanakaalla. Pohjavesialueen pinta-ala on 4,23 km<sup>2</sup> ja arvioitu antoisuus 4500 m<sup>3</sup>/d. Alueella

sijaitsee Anolan, Haistilan ja Ravannin vedenottamot. Riskinarviointi on tehty Ravannin ottamolle. Ravannin ottamon välittömässä läheisyydessä kulkee seudullinen tie (244), jonka talvihoitoluokka on II. (kuva17)



Kuva 17. Ulvilan Haistila-Ravannin pohjavesialueen (0288651) kloridipitoisuus (mg/l).

#### Esimerkkialue: Masku, Humikkala-Alho (0248101) MRL 92

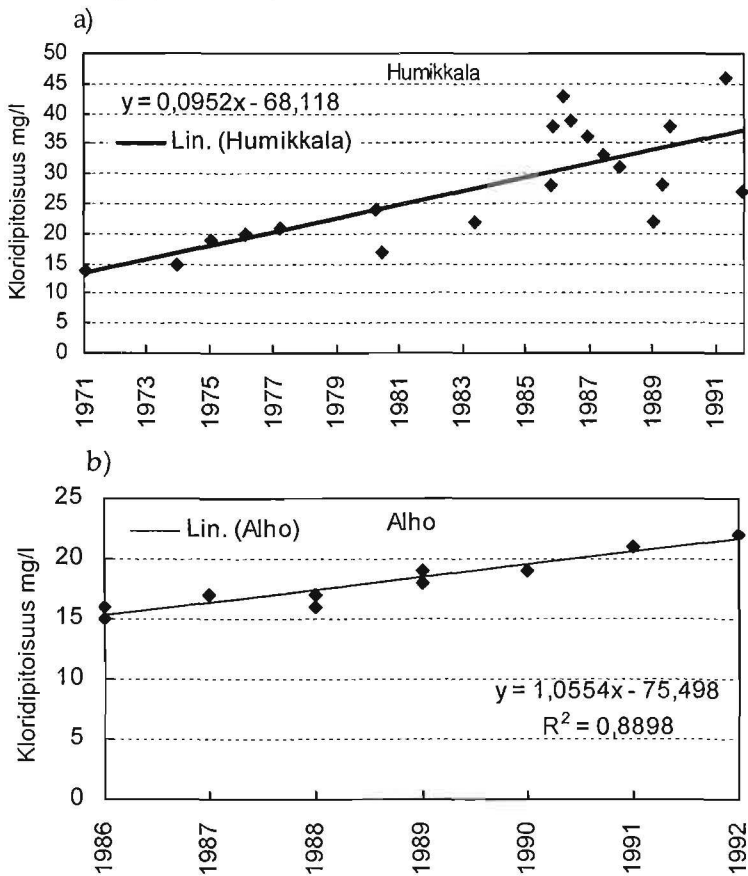
Pohjavesialue on osa luode-kaakko-suuntaista pitkittäisharjua. Osia alueesta on saven peittämää. Aluetta nähden poikittain kulkee kaksi kallioperän ruhjetta. Alueen pohjoisosa on Maskun kirkonkylää. Eteläosassa maa-ainestenotto on hävittänyt harjun lähes kokonaan. Alueella on runsaasti pohjavesilammikoita. Pohjavesialueen pinta-ala on 3 km<sup>2</sup> ja arvioitu antoisuus 1600 km<sup>3</sup>/d. Pohjavedenvirtausuuntiin vaikuttavat kalliokynnykset.

Muodostumaan nähden pitkittäin kulkee kaksikaistainen valtatie 8, joka kuuluu hoitoluokkaan Is. Tien pituus alueella on 1,6 km. Alueella sijaitsevat Humikkalan ja Alhon vedenottamot. Riskinarviointi on tehty ainoastaan Humikkalan vedenottamon suhteen. Vedenottamo sijaitsee valtatie välittömässä läheisyydessä ja pohjaveden paikallinen virtausuunta on kohti ottamoa, jonka vedenotto on 967 m<sup>3</sup>/d. Alhon ottamo sijaitsee noin 600 m:n päässä Humikkalan ottamosta valtatie toisella puolella. Vedenottamon etäisyys tiestä on noin 200 m.

Alue on muinoin ollut Litorinameren peittämänä. Tämän nykyistä Itämerta suolaisemman merivaiheen jäljiltä on maaperän huokoisissa jäänteitä suoloista, jotka saattavat vielä vaikuttaa nykyisin pohjaveden laatuun. (Lahermo & Rainio, 1990)

Humikkalan vedenottamolla kloridipitoisuus on pysytellyt alle 25 mg/l 1970-luvun alusta aina 1980-luvun alkuun. 1980-luvun puolella välissä kloridipitoisuus nousi yli 40 mg/l, jonka jälkeen se laski jälleen noin 20 mg/l. Vastaavasti 1990-luvun alussa on selvästi havaittavissa kloridipitoisuuksien nousu, joka viimeisen havainnon (1992) mukaan on kääntynyt laskuun. (kuva 18a)

Alhon vedenottamolta on pohjaveden kloridipitoisuudessa on havaittavissa selvä nouseva trendi. Viimeisin havainto on vuodelta 1992, jolloin kloridipitoisuus oli 22 mg/l.(kuva 18b)



Kuva 18a,b. Maskun Humikkaala-Alhon pohjavesialueen (0248101) kloridipitoisuus (mg/l), a) Humikkalan vedenottamo, b) Alhon vedenottamo.

## 6.3 Hämeen ympäristökeskus/Hämeen tiepiiri

### 6.3.1 Tiet pohjavesialueilla

Hämeen ympäristökeskuksen alueella on yhteensä 638 pohjavesialuetta, joista 223 on luokiteltu vedenhankinnan kannalta tärkeiksi. Hämeen tiepiirin alueella on yhteensä noin 9 500 km yleistä tietä, josta kunnossapitoluokkiin Is, I ja Ib kuuluu yhteensä 2069 km. Pohjavesialueella kulkee teitä yhteensä 1 277 km, josta suolattavaa tietä, on noin 23 %, hoitoluokkiin Is ja I kuuluu 147 km ja hoitoluokkaan Ib 136 km. Hämeen ympäristökeskuksen alueella on 138 pohjavesialuetta, joilla kulkee suolattavaa tie. Näistä alueista 81 on luokiteltu tärkeiksi ja 27 soveltuviksi pohjavesialueiksi. Eniten suolattavaa tietä kulkee I luokan pohjavesialueilla. Suurin osa (47 %) pohjavesialueilla kulkevasta tiestä on hoitoluokkaan Ib kuuluvaa. Voimakkaammin suolattavaa tietä (hoitoluokat Is ja I) kulkee yhteensä 135 km (47 %) tärkeillä ja soveltuvilla pohjavesialueilla.

Taulukko 11. Tien pituus (km) pohjavesialueilla Hämeen ympäristökeskuksen alueella, tien pituuksien summat pohjavesialueluokittain ja hoitoluokittain.

| Kunnossapito-<br>luokka | Pohjavesi-<br>alueen<br>luokka | Tien pituus<br>(km) | Yhteensä | Pohjavesialueen<br>luokka | Kunnossapito-<br>luokka | Tien pituus<br>(km) | Yhteensä |
|-------------------------|--------------------------------|---------------------|----------|---------------------------|-------------------------|---------------------|----------|
| Is                      | I                              | 66                  | 84       | I                         | Is                      | 66                  | 198      |
|                         | II                             | 11                  |          |                           | I                       | 43                  |          |
|                         | III                            | 6                   |          |                           | Ib                      | 189                 |          |
| I                       | I                              | 43                  | 69       | II                        | Is                      | 11                  | 52       |
|                         | II                             | 15                  |          |                           | I                       | 15                  |          |
|                         | III                            | 11                  |          |                           | Ib                      | 25                  |          |
| Ib                      | I                              | 89                  | 137      | III                       | Is                      | 6                   | 40       |
|                         | II                             | 25                  |          |                           | I                       | 11                  |          |
|                         | III                            | 23                  |          |                           | Ib                      | 23                  |          |
| yhteensä                |                                | 290                 |          |                           |                         | 290                 |          |

### 6.3.2 Riskipisteet ja kloridipitoisuus

Hämeen ympäristökeskuksen alueella on riskinarviointi tehty yhteensä 259 vedenottoalueella, jotka sijaitsevat yhteensä 178 pohjavesialueella. Pohjavesialueista 15 % ylitti 75 riskipisteen rajan. Vedenottoalueista suurin osa (124 kpl, 48 %) kuului ryhmään, jossa riskipisteet olivat 51-65 pistettä.

Noin puolelle arvioinnissa mukana olleille vedenottoalueille on määritetty kloridipitoisuustaso. Vedenottoalueita, joiden kloridipitoisuustaso on yli 25 mg/l, on yhteensä 12 kappaletta. Vedenottoalueita, joiden riskiluku on yli 65 ja kloridipitoisuustaso 10-25 mg/l on yhteensä 29 kappaletta eli 11 % alueista. (taulukko 12)

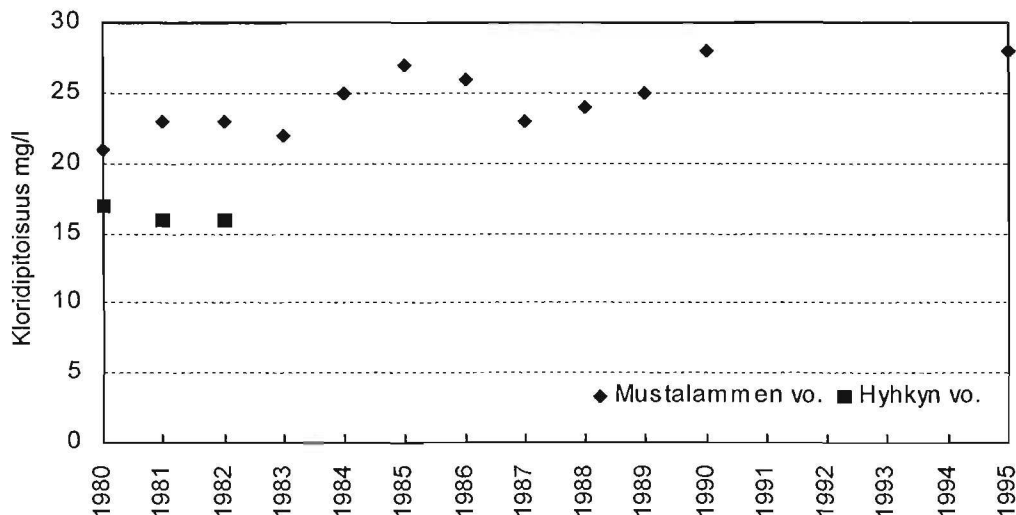
Taulukko 12. Vedenottoalueiden lukumäärät riskipiste- ja kloridipitoisuustasoluokittain Hämeen ympäristökeskuksen alueella. (MRL = vedenottoalueen maksimiriskiluku)

| Kloridipitoisuustaso (mg/l) | MRL  |       |       |       |       |     | yht. |
|-----------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-----|------|
|                             | > 80 | 80-76 | 75-66 | 65-51 | 50-36 | <36 |      |
| > 100                       | 1    | 0     | 1     | 0     | 0     | 0   | 2    |
| > 50 - 100                  | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0   | 0    |
| > 25 - 50                   | 4    | 0     | 5     | 1     | 0     | 0   | 10   |
| 10 - 25                     | 11   | 7     | 11    | 9     | 0     | 0   | 38   |
| < 10                        | 1    | 4     | 10    | 50    | 13    | 1   | 79   |
| Ei tietoa                   | 8    | 3     | 24    | 65    | 29    | 2   | 131  |
| yhteensä                    | 25   | 14    | 51    | 125   | 42    | 3   | 260  |

#### Esimerkkialue: Tampere, Epilänharju-Villilä (0483702) MRL 97

Pohjavesialue on osa saumamuodostumaa, joka haarautuu Tohloppi-järven kohdalla kahdeksi eri suuntaiseksi selänneeksi. Alue sijaitsee Tampereen keskustassa. Muodostuman koillisreuna on hydraulisessa yhteydessä Näsijärveen. Pohjavesialue on jaettu kahteen osa-alueeseen. Hyhkyn vedenotto sijaitsee osa-alueella A ja Mustalammen ottamo osa-alueella B. Alueen kokonaispinta-ala on yli 5 km<sup>2</sup>. Osa-alueen B pinta-ala on noin 2,4 km<sup>2</sup>. Kummankin osa-alueen antoisuus on noin 1 000 m<sup>3</sup>/d eli koko pohjavesialueen arvioitu antoisuus on noin 2 000 m<sup>3</sup>/d. Musta-

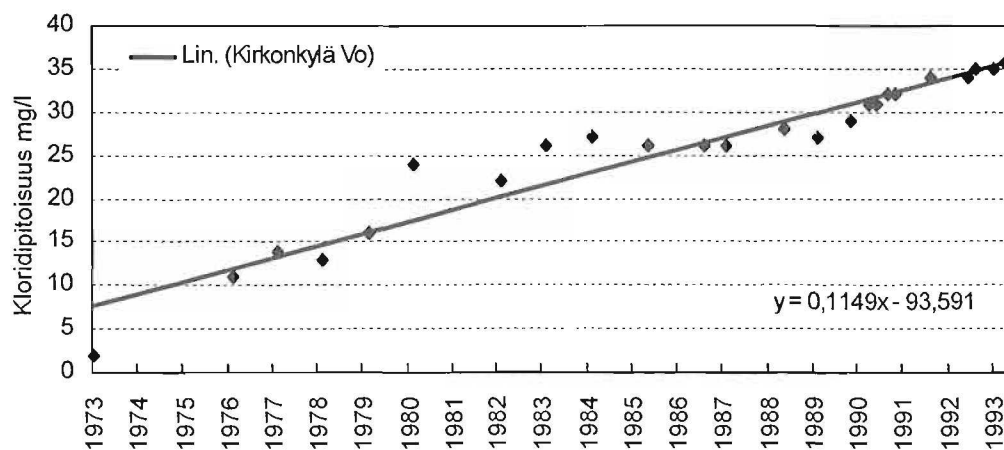
lammen vedenottamo sijaitsee valtatie 12 välittömässä läheisyydessä ja myös ottamon pohjoispuolella kulkee tie. Valtatien hoitoluokka on Is ja se on monikaistainen moottoritie. Tie kulkee muodostumaan nähden pitkittäin. Tien pituus alueella on yhteensä 2,2 km. Alueella kulkee useita muita teitä. Vedenottamo on otettu käyttöön jo 1950-luvulla ja vedenotto on tällä hetkellä noin 4 000 m<sup>3</sup>/d. Kloridipitoisuus ottamolla on ollut riskirekisteriin tallennettujen havaintojen perusteella aina yli 20 mg/l. 1990-luvulta ei ole kuin kaksi havaintoa, jotka kummatkin ovat yli 25 mg/l. Jatkossa alueen kloridipitoisuuden muutosta vedenottamolla tulisi seurata. (kuva 19)



Kuva 19. Epilänharju-Villilä-pohjavesialueen kloridipitoisuus, Tampere

**Esimerkkialue: Kihniö, Kirkonkylä (0225002) MRL 69**

Vedenottoalue on kalliokaivo valtatie 23 läheisyydessä. Tie kuuluu Ib hoitoluokkaan. Vedenottamo on otettu käyttöön vuonna 1971 ja vedenotto on noin 200 m<sup>3</sup>/d. Vedenottamolta on ensimmäiset kloridipitoisuus havainnot vuodelta 1973. Kloridipitoisuus on noussut tasaisesti koko 1970- ja 1980-luvun. Viimeisin havainto on vuodelta 1993, jolloin ottamon pohjaveden kloridipitoisuus oli yli 35 mg/l. (kuva 20)

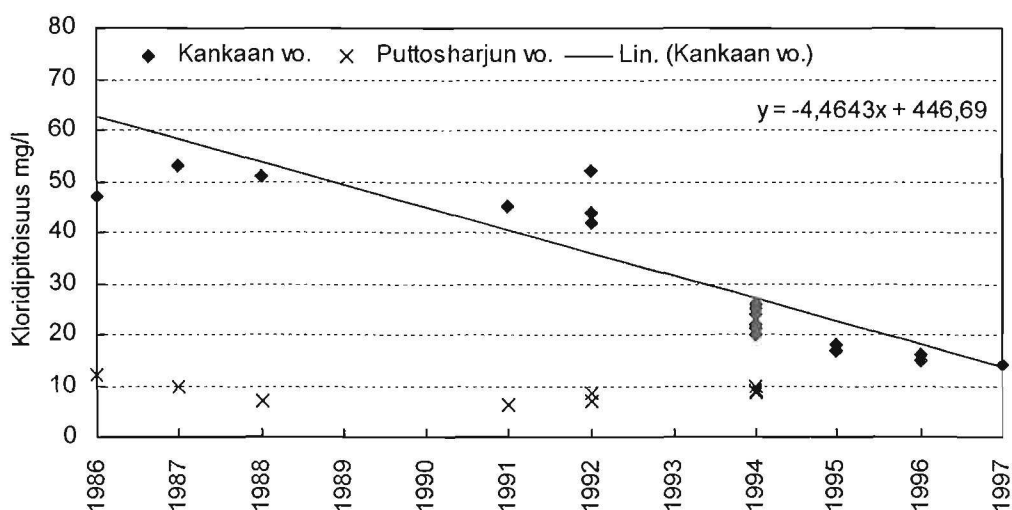


Kuva 20. Kihniön kirkonkylän (0225002) vedenottamon (kallioporakaivo) kloridipitoisuus (mg/l).



### Esimerkkialue: Virrat, Puttosharju (0493601) MRL 78

Pohjavesialue on pitkittäisharju, jonka maa-aines on hyvin lajittunutta. Harjun reunaosilla aines on hienorakeista. Alueen kokonaispinta-ala on 3,5 km<sup>2</sup>, josta muodostumisaluetta on 1,4 km<sup>2</sup>. Arvioitu kokonaisantoisuus on 1400 m<sup>3</sup>/d. Pohjavesialueella on ollut runsasta maa-ainestenottoa. Virtain vesiosuuskunnan Kankaan ja Puttosharjun vedenottamot sijaitsevat alueella. Puttosharjun vedenottamo sijaitsee yhdystien 14372 välittömässä läheisyydessä ja tien hoitoluokka on III. Vedenottomäärä ottamolta on noin 400 m<sup>3</sup>/d. Ottamon pohjaveden kloridipitoisuus on pysytellyt 10 mg/l tuntumassa. Kankaan vedenottamo sijaitsee tiiviiden maakerrosten peittämällä alueella varsinaisen pohjaveden muodostumisalueen ulkopuolella kantatie 66 välittömässä läheisyydessä. Tie kuuluu hoitoluokkaan Ib. Pohjaveden päävirtaussuunta on pohjoisesta etelään kohti ottamoa ja vedenotto on yli 500 m<sup>3</sup>/d. Vedenottamon kloridipitoisuus on ollut useita vuosia (1986-1992) noin 40-50 mg/l. Vuodesta 1993 on kloridipitoisuus selvästi laskenut alueella ja on tällä hetkellä noin 15 mg/l. Alueella on runsaasti myös muita pohjaveden laadulle riskiä aiheuttavaa toimintaa, mm. alueella on ollut suolavarasto. Pohjavesialueelle on rakennettu suojaukset vuonna 1969 ja 1995. (kuva 21)



Kuva 21. Puttosharjun pohjavesialueen (0493601) kloridipitoisuudet (mg/l), Virrat.

## 6.4 Kaakkois-Suomen ja Etelä-Savon ympäristökeskus/ Kaakkois-Suomen tiepiiri

### 6.4.1 Tiet pohjavesialueilla

Kaakkois-Suomen tiepiirin alueella on yhteensä 9 029 km yleistä tietä. Tästä hoitoluokkiin Is, I ja Ib kuuluu yhteensä 1 454 km. Tiepiirin alueella on 920 pohjavesialuetta, joista 186 on luokiteltu tärkeiksi. Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen alueella on yhteensä 676 pohjavesialuetta, joista tärkeitä on yhteensä 190 ja Etelä-Savon alueella 245 pohjavesialuetta, joista tärkeiksi on luokiteltu 66 kappaletta.

Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen alueella kulkee pohjavesialueilla yhteensä 844 kilometriä tietä, josta suolattavaa, hoitoluokkiin Is, I ja Ib, kuuluvaa tietä on noin 28 %. Etelä-Savon ympäristökeskuksen alueella pohjavesialueilla kulkee yhteensä 299 km tietä, josta suolattaviin hoitoluokkiin kuuluu noin 20 %.

Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen alueella on yhteensä 115 pohjavesialuetta, joilla kulkee suolattava tie. Näistä alueista 47 on tärkeitä ja 18 soveltuvia pohjavesialueita. Etelä-Savon ympäristökeskuksen alueella vastaavasti on 31 pohjavesialuetta, joilla kulkee suolattava tie. Näistä 17 aluetta on luokiteltu tärkeiksi ja 7 vedenhankintaan soveltuviksi pohjavesialueiksi.

Taulukko 13. Tien pituus (km) pohjavesialueilla Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen alueella. Tien pituuksien summat pohjavesialueluokittain ja hoitoluokittain.

| Kunnossapito-<br>luokka | Pohjavesi-<br>alueen<br>luokka | Tien pituus<br>(km) | Yhteensä | Pohjavesialueen<br>luokka | Kunnossapito-<br>luokka | Tien pituus<br>(km) | Yhteensä |
|-------------------------|--------------------------------|---------------------|----------|---------------------------|-------------------------|---------------------|----------|
| Is                      | I                              | 64                  | 129      | I                         | Is                      | 64                  | 123      |
|                         | II                             | 26                  |          |                           | I                       | 27                  |          |
|                         | III                            | 40                  |          |                           | Ib                      | 33                  |          |
| I                       | I                              | 27                  | 40       | II                        | Is                      | 26                  | 36       |
|                         | II                             | 3                   |          |                           | I                       | 3                   |          |
|                         | III                            | 10                  |          |                           | Ib                      | 29                  |          |
| Ib                      | I                              | 33                  | 68       | III                       | Is                      | 40                  | 79       |
|                         | II                             | 7                   |          |                           | I                       | 10                  |          |
|                         | III                            | 29                  |          |                           | Ib                      | 29                  |          |
| yhteensä                |                                | 238                 |          |                           |                         | 238                 |          |

Taulukko 14. Tien pituus (km) pohjavesialueilla Etelä-Savon ympäristökeskuksen alueella. Tien pituuksien summat pohjavesialueluokittain ja hoitoluokittain.

| Kunnossapito-<br>luokka | Pohjavesi-<br>alueen<br>luokka | Tien pituus<br>(km) | Yhteensä | Pohjavesialueen<br>luokka | Kunnossapito-<br>luokka | Tien pituus<br>(km) | Yhteensä |
|-------------------------|--------------------------------|---------------------|----------|---------------------------|-------------------------|---------------------|----------|
| Is                      | I                              | 10                  | 12       | I                         | Is                      | 10                  | 32       |
|                         | II                             | 0                   |          |                           | I                       | 8                   |          |
|                         | III                            | 2                   |          |                           | Ib                      | 14                  |          |
| I                       | I                              | 8                   | 28       | II                        | Is                      | 0                   | 21       |
|                         | II                             | 20                  |          |                           | I                       | 20                  |          |
|                         | III                            | 1                   |          |                           | Ib                      | 1                   |          |
| Ib                      | I                              | 14                  | 19       | III                       | Is                      | 2                   | 6        |
|                         | II                             | 1                   |          |                           | I                       | 1                   |          |
|                         | III                            | 4                   |          |                           | Ib                      | 4                   |          |
| yhteensä                |                                | 59                  |          |                           |                         | 59                  |          |

## 6.4.2 Riskipisteet ja kloridipitoisuus

Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen alueella riskikartoitus tehtiin yhteensä 127 vedenottoalueelle, jotka sijaitsivat 90 pohjavesialueella. Vedenottoalueista 27 % ylitti 75 riskipisteen rajan ja 24 % alueista kuului ryhmään 66 - 75 riskipistettä. Yhteensä 65 vedenottoaluetta 127 ylitti 65 pisteen rajan. Riskinarvioinnissa mukana olleista pohjavesialueista 22 % ylitti 75 pisteen rajan.

Ympäristökeskuksen alueella 75 vedenottoalueelle on määritetty kloridipitoisuustaso. Vedenottoalueita, joiden kloridipitoisuustaso ylittää 25 mg/l on yhteensä 25 kappaletta. Alueista 13 % kuuluu ryhmään, jossa riskipiste on yli 65 ja kloridipitoisuus on 10 -25 mg/l. (taulukko 15)

Etelä-Savon ympäristökeskuksen alueella riskikartoitus tehtiin yhteensä 33 pohjavesialueella ja näillä sijaisevilla 49 vedenottoalueella. Korkeimpaan riskipisteryhmään (yli 75) kuului yhteensä 21 % alueista.

Kloridipitoisuustaso on määritetty yhteensä 37 vedenottoalueelle. Vedenottoalueita, joiden kloridipitoisuustaso on yli 25 mg/l on yhteensä 9 kappaletta. Alueista 8 kappaletta eli 16 % kuuluu ryhmään, jossa riskipiste on 65 tai yli ja kloridipitoisuustaso on 10-25 mg/l. (taulukko 16)

Taulukko 15. Vedenottamoalueiden lukumäärät riskipiste- ja kloridipitoisuustasoluokittain Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen alueella. (MRL = vedenottoalueen maksimiriskiluku)

| Kloridipitoisuustaso (mg/l) | MRL  |       |       |       |       |     | Yht. |
|-----------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-----|------|
|                             | > 80 | 80-76 | 75-66 | 65-51 | 50-36 | <36 |      |
| > 100                       | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0   | 0    |
| > 50 - 100                  | 4    | 0     | 3     | 0     | 0     | 0   | 7    |
| > 25 - 50                   | 8    | 1     | 7     | 2     | 0     | 0   | 18   |
| 10 - 25                     | 5    | 6     | 5     | 4     | 0     | 0   | 20   |
| < 10                        | 4    | 5     | 13    | 8     | 0     | 0   | 30   |
| Ei tietoa                   | 0    | 1     | 3     | 10    | 19    | 19  | 52   |
| yhteensä                    | 21   | 13    | 31    | 24    | 19    | 19  | 127  |

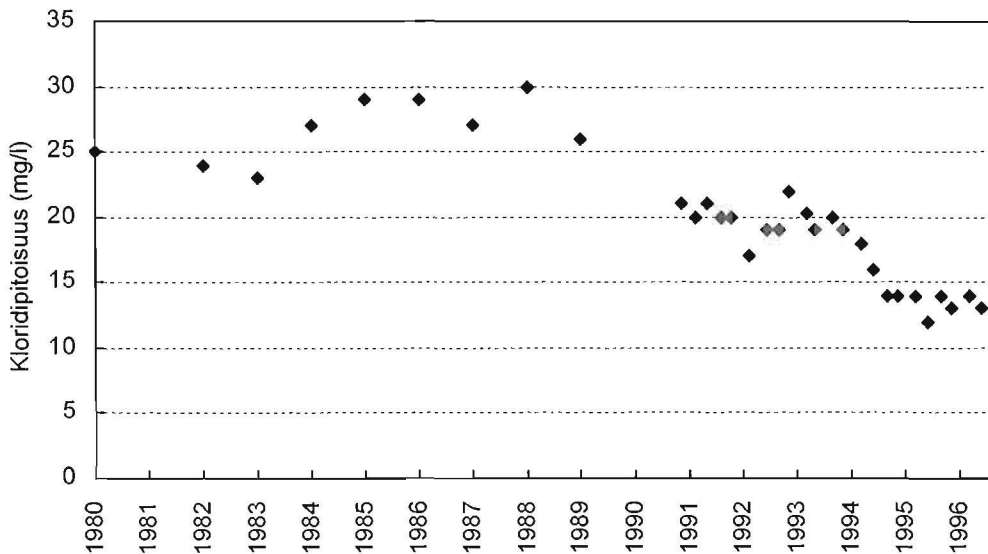
Taulukko 16. Vedenottamoalueiden lukumäärät riskipiste- ja kloridipitoisuustasoluokittain Etelä-Savon ympäristökeskuksen alueella. (MRL = vedenottoalueen maksimiriskiluku)

| Kloridipitoisuustaso (mg/l) | MRL  |       |       |       |       |     | Yht. |
|-----------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-----|------|
|                             | > 80 | 80-76 | 75-66 | 65-51 | 50-36 | <36 |      |
| > 100                       | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0   | 0    |
| > 50 - 100                  | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0   | 0    |
| > 25 - 50                   | 2    | 3     | 2     | 2     | 0     | 0   | 9    |
| 10 - 25                     | 4    | 0     | 4     | 1     | 0     | 0   | 9    |
| < 10                        | 0    | 1     | 9     | 9     | 0     | 0   | 19   |
| Ei tietoa                   | 0    | 0     | 1     | 1     | 5     | 5   | 12   |
| yhteensä                    | 6    | 4     | 16    | 13    | 5     | 5   | 49   |

### Esimerkkialue: Kouvola, Tornionmäki (0528601) MRL 87

Pohjavesialue on osa I Salpausselkäjakssoon kuuluvaa reunamuodostumaa. Aines on pohjoisreunalla karkearakaisempaa kuin eteläreunalla. Kerrospaksuudet alueella ovat paikoin 30 metriä. Alueen pinta-ala on 6 km<sup>2</sup> ja arvioitu antoisuus 3000 m<sup>3</sup>/d. Alueella on runsaasti pohjaveden laadulle riskiä aiheuttavaa toimintaa. Hoitoluokkaan Is kuuluva valtatie 6 kulkee muodostumaa nähden pitkittäin suurelta osin pohjavesialueen pohjoispuolella. Pohjavesialueen itäosassa kulkee valtatie 15 muodostumaa nähden poikittain. Viilansuon vedenottamon vaikutus alueella on valtatie 6:n lisäksi seudullinen tie, joka kuuluu hoitoluokkaan Ib. Valtatie 15, joka kuuluu hoitoluokkaan I, vaikutusalueella on Valio Oy:n ottamo. Paikallinen pohjaveden virtaussuunta on seudulliselta tieltä (373) Viilansuon ottamolle. Pohjaveden virtaus ei suuntaudu vt 6:lta ottamolle päin.

Valio Oy:n ottamoalueella pohjaveden päävirtaussuunta on koillisesta ja samalla vt 15 suunnalta kohti vedenottovyöhykettä. Tie kulkee vedenottamon lähisuojavyöhykkeellä. Valion ottamolta ei ole yksittäisiä kloridipitoisuus havaintoja, ainostaa kloridipitoisuustaso, joka on >25 - 50 mg/l. Tornionmäen vedenottamolla kloridipitoisuudet ovat olleet laskussa 1980-luvun lopulta lähtien. Maksimi pitoisuus on ollut noin 30 mg/l. Viimeisin havainto on vuodelta 1996, jolloin ottamon veden kloridipitoisuus oli alle 15 mg/l.

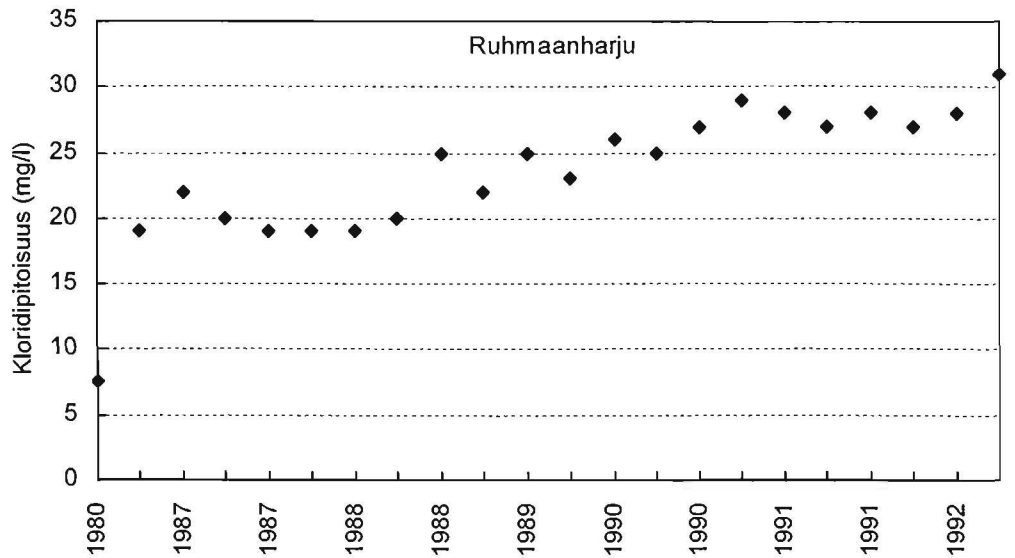


Kuva 22. Kouvolan Tornionmäen pohjavesialueen (0528601) kloridipitoisuus (mg/l).

### Esimerkkialue: Jaala, Ruhmaanharju (0516301), MRL 81

Pohjavesialue on itä-länsi suuntainen reunamuodostuma, joka kuuluu II Salpausselkäjakssoon. Sora- ja hiekkakerrokset ovat muodostumassa paksuja ja pohjaveden pinta on syvällä. Alueen pohjoisosassa tapahtunee pintaveden imeytymistä muodostumaan. Pohjavesialueen pinta-ala on 3,4 km<sup>2</sup> ja arvioitu antoisuus 2 000 m<sup>3</sup>/d. Pohjavesialuetta nähden pitkittäin kulkee kantatie 46 noin 200 metrin etäisyydellä Ruhmaanharjun vedenottamosta. Tie kuuluu hoitoluokkaan Ib ja sen pituus pohjavesialueella on noin 2,6 kilomeriä. Pohjaveden virtaussuunta on kohti vedenottovyöhykettä. Alueella kulkee myös hoitoluokkaan II kuuluva tie muodostumaa nähden poikittain noin 600 metrin etäisyydellä ottamosta. Tieltä ei ole pohjaveden virtausta ottamolle päin. Alueella on suola- ja hiekkavarasto. Ruh-

maanharjun vedenottamon kloridipitoisuus on selvästi noussut. Vuonna 1980 pohjaveden kloridipitoisuus oli alle 10 mg/l, 1990-luvun alussa noin 25 mg/l ja viimeisin havainto, joka on vuodelta 1995, on yli 30 mg/l. (kuva 23)



Kuva 23. Ruhmaanharjun pohjavesialueen (0516301) kloridipitoisuus (mg/l), Jaala

## 6.5 Pohjois-Savon ja Pohjois-Karjalan ympäristökeskus/ Savo-Karjalan tiepiiri

### 6.5.1 Tiet pohjavesialueilla

Savo-Karjalan tiepiirin alueella on yhteensä 10 979 kilometriä yleistä tietä. Tästä kuuluu yhteensä 1 478 km voimakkaimmin suolattaviin I hoitoluokkiin. Luokkaan II kuuluu 2 493 kilometriä yleistä tietä.

Pohjois-Savon ympäristökeskuksen alueella pohjavesialueilla kulkee yhteensä 314 km tietä, josta kunnossapitoluokkiin Is, I ja Ib kuuluu 95 kilometriä eli noin 30%. Ympäristökeskuksen alueella on 35 pohjavesialuetta, joilla kulkee suolattava tie. Näistä pohjavesialueista 25 kuuluu vedenhankintaa varten tärkeisiin (luokka I) ja 4 aluetta luokkaan II, vedenhankintaan soveltuviin alueisiin. Suolattavasta tiestä suurin osa (85%) on hoitoluokkaa Ib ja kulkee III luokan pohjavesialueilla.

Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen alueella teiden yhteispituus pohjavesialueella on 702 kilometriä. Hoitoluokkiin Is, I ja Ib kuuluu tästä 22 %. Ympäristökeskuksen alueella on 67 pohjavesialuetta, joilla kulkee suolattava tie. Näistä pohjavesialueista 32 kuuluu I-luokkaan ja 19 aluetta luokkaan II. Suurin osa (86%) suolattavasta tiestä on hoitoluokkaa Ib ja kulkee III luokan pohjavesialueilla.

Taulukko 17. Tien pituus (km) pohjavesialueilla Pohjois-Karjala ympäristökeskuksen alueella. Tien pituuksien summat pohjavesiloikittain ja hoitoluokittain.

| Kunnossapito-<br>luokka | Pohjavesi-<br>alueen<br>luokka | Tien pituus<br>(km) | Yhteensä | Pohjavesialueen<br>luokka | Kunnossapito-<br>luokka | Tien pituus<br>(km) | Yhteensä |
|-------------------------|--------------------------------|---------------------|----------|---------------------------|-------------------------|---------------------|----------|
| Is                      | I                              | 5                   | 9        | I                         | Is                      | 5                   | 76       |
|                         | II                             | 0                   |          |                           | I                       | 5                   |          |
|                         | III                            | 4                   |          |                           | Ib                      | 66                  |          |
| I                       | I                              | 5                   | 12       | II                        | Is                      | 0                   | 48       |
|                         | II                             | 6                   |          |                           | I                       | 6                   |          |
|                         | III                            | 1                   |          |                           | Ib                      | 42                  |          |
| Ib                      | I                              | 66                  | 134      | III                       | Is                      | 4                   | 32       |
|                         | II                             | 42                  |          |                           | I                       | 1                   |          |
|                         | III                            | 27                  |          |                           | Ib                      | 27                  |          |
| yhTEensä                |                                | 156                 |          |                           |                         | 156                 |          |

Taulukko 18. Tien pituus (km) pohjavesialueilla Pohjois-Savon ympäristökeskuksen alueella. Tien pituuksien summat pohjavesialueluokittain ja hoitoluokittain.

| Kunnossapito-<br>luokka | Pohjavesi-<br>alueen<br>luokka | Tien pituus<br>(km) | Yhteensä | Pohjavesialueen<br>luokka | Kunnossapito-<br>luokka | Tien pituus<br>(km) | Yhteensä |
|-------------------------|--------------------------------|---------------------|----------|---------------------------|-------------------------|---------------------|----------|
| Is                      | I                              | 4                   | 4        | I                         | Is                      | 4                   | 80       |
|                         | II                             | 0                   |          |                           | I                       | 6                   |          |
|                         | III                            | 0                   |          |                           | Ib                      | 70                  |          |
| I                       | I                              | 6                   | 10       | II                        | Is                      | 0                   | 5        |
|                         | II                             | 1                   |          |                           | I                       | 1                   |          |
|                         | III                            | 3                   |          |                           | Ib                      | 4                   |          |
| Ib                      | I                              | 70                  | 81       | III                       | Is                      | 0                   | 10       |
|                         | II                             | 4                   |          |                           | I                       | 3                   |          |
|                         | III                            | 7                   |          |                           | Ib                      | 7                   |          |
| yhTEensä                |                                | 95                  |          |                           |                         | 95                  |          |

### 6.5.2 Riskipisteet ja kloridipitoisuus

Pohjois-Savon ympäristökeskuksen alueella riskinarviointi on tehty 112 vedenottoalueella, jotka sijaitsivat yhteensä 90 pohjavesialueella. Vedenottoalueista 6 ja pohjavesialueista 5 ylittivät 75 riskipisteen rajan.

Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen alueella riskikartoitus toteutettiin 249 vedenottoalueella, jotka sijaitsivat yhteensä 236 pohjavesialueella. Ympäristökeskuksen alueella ainoastaan yksi vedenottoalue ja pohjavesialue ylittivät 75 riskipisteen rajan. Yhteensä 7 vedenottoaluetta 5 pohjavesialueella kuuluu 66-75 riskipisteen luokkaan.

Pohjois-Savon alueella on yhteensä 6 (5%) vedenottoalueita, joilla riskipiste on yli 65 ja kloridipitoisuustaso 10-25 mg/l. (taulukko 20)

Taulukko 19. Vedenottoalueiden lukumäärät riskipiste- ja kloridipitoisuustasoluokittain Pohjois-Savon ympäristökeskuksen alueella. (MRL = vedenottoalueen maksimiriskiluku)

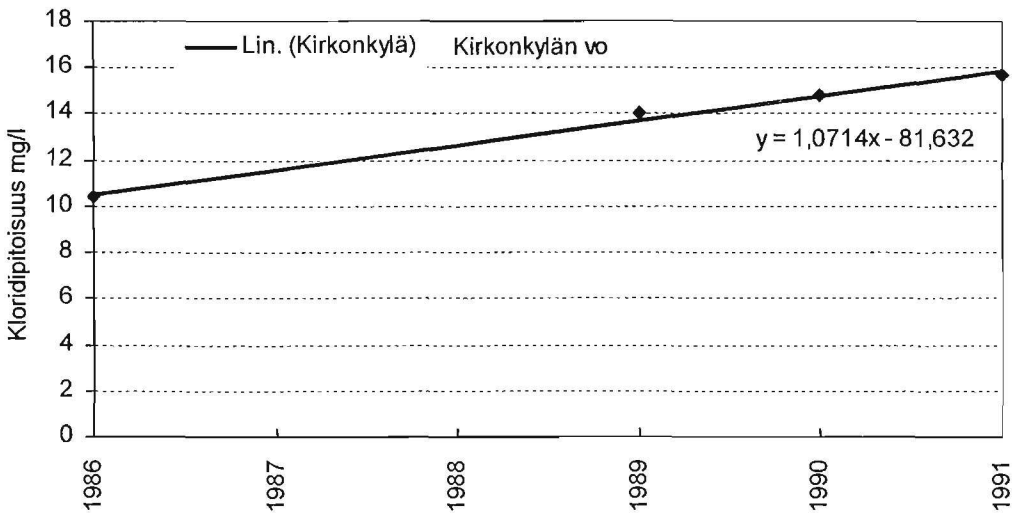
| Kloridipitoisuustaso (mg/l) | MRL  |       |       |       |       |     | yht. |
|-----------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-----|------|
|                             | > 80 | 80-76 | 75-66 | 65-51 | 50-36 | <36 |      |
| > 100                       | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0   | 0    |
| > 50 - 100                  | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0   | 0    |
| > 25 - 50                   | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0   | 0    |
| 10 - 25                     | 3    | 1     | 2     | 2     | 0     | 0   | 8    |
| < 10                        | 0    | 0     | 1     | 10    | 0     | 0   | 11   |
| Ei tietoa                   | 1    | 1     | 1     | 8     | 3     | 79  | 93   |
| yhteensä                    | 4    | 2     | 4     | 20    | 3     | 79  | 112  |

Taulukko20. Vedenottoalueiden lukumäärät riskipiste- ja kloridipitoisuustasoluokittain Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen alueella. (MRL = vedenottoalueen maksimiriskiluku)

| Kloridipitoisuustaso (mg/l) | MRL  |       |       |       |       |     | yht. |
|-----------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-----|------|
|                             | > 80 | 80-76 | 75-66 | 65-51 | 50-36 | <36 |      |
| > 100                       | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0   | 0    |
| > 50 - 100                  | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0   | 0    |
| > 25 - 50                   | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0   | 0    |
| 10 - 25                     | 0    | 0     | 0     | 3     | 0     | 0   | 3    |
| < 10                        | 0    | 0     | 2     | 7     | 4     | 1   | 14   |
| Ei tietoa                   | 0    | 1     | 5     | 50    | 23    | 153 | 232  |
| yhteensä                    | 0    | 1     | 7     | 60    | 27    | 154 | 249  |

**Esimerkkialue: Sonkajärvi, Jalkomäki (0876201) MRL 68**

Pohjavesialue on antikliininen pohjois-eteläsuuntainen pitkittäisharju, jonka eteläosa on pohjoisosaa leveämpi. Alueen aines on karkearakeista, mutta paikoin huonosti lajittunutta ainesta. Alueen pinta-ala on 1,7 km<sup>2</sup> ja arvioitu antoisuus 600 m<sup>3</sup>/d. Alueella kulkee muodostumaan nähden pitkittäin kunnossapitoluokkaan II kuuluva tie. Tien pituus alueella on yhteensä 2,7 km ja etäisyys ottamosta on noin 300 metriä. Pohjaveden päävirtaussuunta on kohti vedenottoaluetta. Jalkomäen vedentamoin vedenotto on noin 300 m<sup>3</sup>/d. Ottamon kloridipitoisuus on alle 20 mg/l. Näytteitä on vähän, mutta kloridipitoisuus on kuitenkin selvästi nouseva. (kuva 24)



Kuva 24. Sonkijärven Jalkomäen pohjavesialueen (0876201) kloridipitoisuus (mg/l).

**Esimerkkialue: Iisalmi, Peltosalmi-Ohenmäki (0814002) MRL 72 (56)**

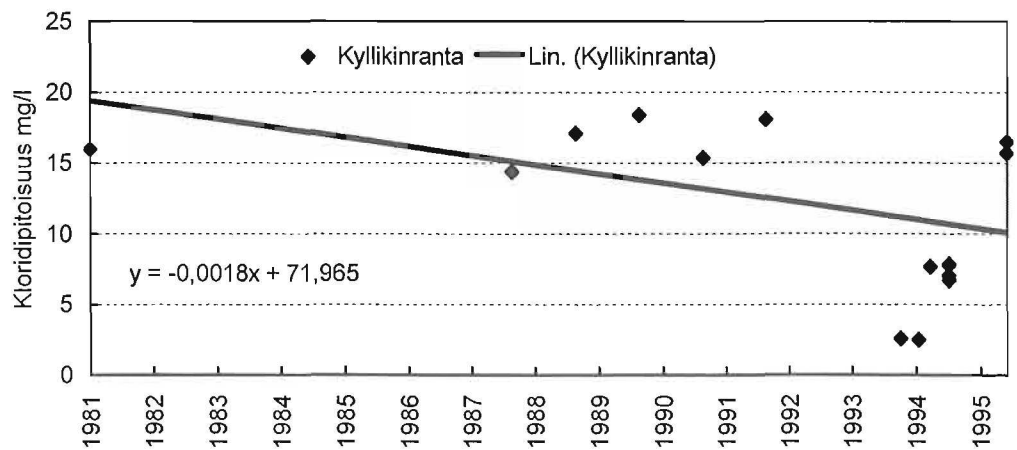
Pohjavesialue on osa etelä-kaakosta Lapinlahdelta Iisalmen kautta luoteeseen kulkevasta harjujaksosta. Alueen pinta-ala on yli 8 km<sup>2</sup> ja arvioitu antoisuus 5000 m<sup>3</sup>/d. Harjun karkea-aineinen ydinosa on kohtalaisen kapea ja hienorakeisen aineksen peittämä. Alueella olevat kalliokynnykset jakavat alueen useiksi eri pohjavesialtaiksi, joilla on eri pohjaveden pinnankorkeus. Alueella on runsaasti eri tyyppistä pohjaveden laadulle riskiä aiheuttavaa toimintaa. Riskinarviointi on tehty Kyllikinrannan vedenottamolle ja valtatie 5:lle, joka kulkee lähes kokonaan pohjavesialueen ulkopuolella. Kyllikinrannan vedenottamo sijaitsee noin 500 metrin eteäisyydellä tiestä (vt 5), jonka kunnossapitoluokka on Is (kaksi kaistainen). Vedenottamon välittömässä läheisyydessä on rinnakkaistie. Kyllikinrannan ottamosta otetaan noin 3000 m<sup>3</sup>/d. Alueen eteläosassa sijaitsevat imeytysaltaat, jossa imeytetään pintavettä. Valtatie 5:n talvikunnossapidon aiheuttama riski Kyllikinrannan vedenottamolle on pieni verrattuna alueella sijaitsevia muita mahdollisia pohjaveden laadulle riskiä aiheuttavia tekijöitä. Kyllikinrannan vedenottamon kloridipitoisuudet ovat pysyneet alle 20 mg/l. (kuva 25)

**Esimerkkialue: Siilinjärvi, Harjamäki-Kasurila (0874901) MRL 88**

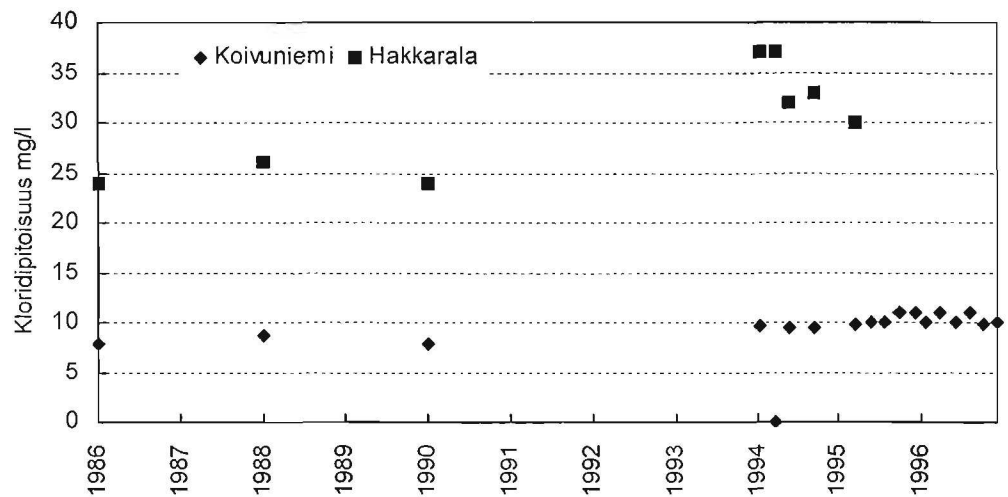
Pohjavesialue on osa laajasta harjumuodostumasta, joka on kerrostunut Pohjois-Karjalan ja Järvi-Suomen kielekevirtojen sekä ns. passiivisen jään muodostamaan saumaan (Punkari 1982). Pohjavesialueen pinta-ala on lähes 9 km<sup>2</sup> ja arvioitu antoisuus 4400 m<sup>3</sup>/d. Pohjaveden virtauskuva on alueen eteläreunalla synkliininen. Alu-



eella kulkee muodostumaa nähden pitkittäin hoituluokkaan Is kuuluva kaksikais-tainen valtatie 5, jonka pituus pohjavesialueella on noin 3 km. Pohjaveden päävir-taussuunta on harjun pituussuunnassa kohti etelää. Alueella on tien vaikutuspii-rissä Koivuniemen ja Hakkaralan vedenottamot. Pohjaveden virtaus on vedenot-tovyöhykkeelle päin kummankin ottamon alueella. Hakkaralan ottamon kohdalla tie kulkee lähisuojavyöhykkeellä ja Koivuniemenottamon kohdalla kaukosuoja-vyöhykkeellä. Alueelle on rakennettu suojaus tien parantamishankkeen yhtey-dessä. Hakkaralan vedenottamon kloridipitoisuus oli korkeimmillaan vuosien 1993 ja 1994 taitteessa. Vuonna 1995 vedenottamon veden kloridipitoisuus oli noin 30 mg/l. Koivuniemen vedenottamon kloridipitoisuus on pysytellyt noin 10 mg/l. (kuva 26)



Kuva 25 Peltosenmäki-Ohenmäki-pohjavesialueen (0814002) kloridipitoisuus (mg/l), Iisalmi.



Kuva 26. Siilinjärvi, Harjamäki-Kasurilan pohjavesialueen (0874901) kloridipitoisuus (mg/l)

## 6.6 Länsi-Suomen ja Keski-Pohjanmaan ympäristökeskus/Vaasan tiepiiri

### 6.6.1 Tiet pohjavesialueilla

Vaasan tiepiirin alueella on yhteensä 8 689 kilometriä yleistä tietä. Talvihoitoluokkiin Is, I ja Ib kuuluu yhteensä 1 619 km. Länsi-Suomen ympäristökeskuksen alueella on yhteensä 436 pohjavesialuetta, joista suurin osa eli 319 kappaletta on luokiteltu tärkeiksi. Ympäristökeskuksen alueella pohjavesialueilla kulkee yhteensä 415 km teitä, joista yhteensä 60 km eli noin 14 % kuuluu hoitoluokkaan Is, I ja Ib. Nämä tiet kulkevat yhteensä 33 pohjavesialueella, joista 29 on tärkeitä ja 2 kuuluu luokkaan II. Suurin osa suolattavasta tiestä on hoitoluokkaa I. Eniten suolattavaa tietä kulkee tärkeillä pohjavesialueilla. Keski-Pohjanmaan ympäristökeskuksen alueella on yleistä tietä 238 kilometriä, josta suolattavaa on 51 kilometriä (21%). Suolattava tie kulkee 20 pohjavesialueella, joista 17 on tärkeitä. Eniten suolattavaa tietä (yhteensä 38 km) kulkee tärkeillä pohjavesialueilla. Suurin osa (73%) suolattavasta tiestä on hoitoluokkaan Ib kuuluvaa tietä.

Taulukko 21 Tien pituus (km) pohjavesialueilla Länsi-Suomen ympäristökeskuksen alueella. Tien pituuksien summat pohjavesialueluokittain ja hoitoluokittain.

| Kunnossapito-<br>luokka | Pohjavesi-<br>alueen<br>luokka | Tien pituus<br>(km) | Yhteensä | Pohjavesialueen<br>luokka | Kunnossapito-<br>luokka | Tien pituus<br>(km) | Yhteensä |
|-------------------------|--------------------------------|---------------------|----------|---------------------------|-------------------------|---------------------|----------|
| Is                      | I                              | 1                   | 1        | I                         | Is                      | 1                   | 55       |
|                         | II                             | 0                   |          |                           | I                       | 32                  |          |
|                         | III                            | 0                   |          |                           | Ib                      | 23                  |          |
| I                       | I                              | 32                  | 35       | II                        | Is                      | 0                   | 3        |
|                         | II                             | 2                   |          |                           | I                       | 2                   |          |
|                         | III                            | 1                   |          |                           | Ib                      | 1                   |          |
| Ib                      | I                              | 23                  | 24       | III                       | Is                      | 0                   | 1        |
|                         | II                             | 1                   |          |                           | I                       | 1                   |          |
| yhteensä                |                                | 60                  |          |                           |                         | 60                  |          |

Taulukko 22. Tien pituus (km) pohjavesialueilla Keski-Pohjanmaan ympäristökeskuksen alueella. Tien pituuksien summat pohjavesialueluokittain ja hoitoluokittain.

| Kunnossapito-<br>luokka | Pohjavesi-<br>alueen<br>luokka | Tien pituus<br>(km) | Yhteensä | Pohjavesialueen<br>luokka | Kunnossapito-<br>luokka | Tien pituus<br>(km) | Yhteensä |
|-------------------------|--------------------------------|---------------------|----------|---------------------------|-------------------------|---------------------|----------|
| Is                      | I                              | 2                   | 2        | I                         | Is                      | 2                   | 38       |
|                         | II                             | 0                   |          |                           | I                       | 11                  |          |
|                         | III                            | 0                   |          |                           | Ib                      | 25                  |          |
| I                       | I                              | 11                  | 12       | II                        | Is                      | 0                   | 0        |
|                         | II                             | 0                   |          |                           | I                       | 0                   |          |
|                         | III                            | 4                   |          |                           | Ib                      | 0                   |          |
| Ib                      | I                              | 25                  | 37       | III                       | Is                      | 0                   | 12       |
|                         | II                             | 0                   |          |                           | I                       | 1                   |          |
| yhteensä                |                                | 51                  |          |                           |                         | 51                  |          |

## 6.6.2 Riskipisteet ja kloridipitoisuus

Länsi-Suomen ympäristökeskuksen alueella on riskinarviointi vielä kesken ja tulokset ovat edellisestä riskikartoituksesta. Keski-Pohjanmaan kohdalla on tehty tarkastuksia pohjavesialueiden suhteen entisessä Keski-Pohjanmaan ympäristökeskuksessa ja tämän lakkauttamisen jälkeen työtä jatkettiin niiden kuntien osalta, jotka siirtyivät Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskukseen. Osa kunnista siirtyi Länsi-Suomen ympäristökeskukseen, jossa riskikartoitusta edelleen jatketaan. Ties-tötietojen osalta Oulun tiepiiri on ollut yhteistyössä Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksen kanssa. Länsi-Suomen ympäristökeskuksen alueella riskinarviointi on tehty 37 vedenottoalueella yhteensä 28 pohjavesialueella. Vedenottoalueista 38 % (14 kpl) ja puolet arvioiduista pohjavesialueista ylittivät 75 riskipisteen rajan.

Keski-Pohjanmaan ympäristökeskuksen alueella riskipisteet on laskettu yhteensä 35 vedenottoalueelta ja 31 pohjavesialueelta. Pohjavesialueista pääosa si-joittui 51-65 riskipisteen luokkaan. Yksi vedenottoalue ylitti 65 riskipisteen rajan.

Vedenottoalueita, joiden riskiluku on yli 65 ja kloridipitoisuustaso 10-25 mg/l on Länsi-Suomen ympäristökeskuksen alueella yhteensä 9 kappaletta (taulukko 23) ja Keski-Pohjanmaan ympäristökeskuksen alueella 1 alue. (taulukko 24)

Taulukko 23. Vedenottamoalueiden lukumäärät riskipiste- ja kloridipitoisuustasoluokittain Länsi-Suomen ympäristökeskuksen alueella. (MRL = vedenottoalueen maksimiriskiluku)

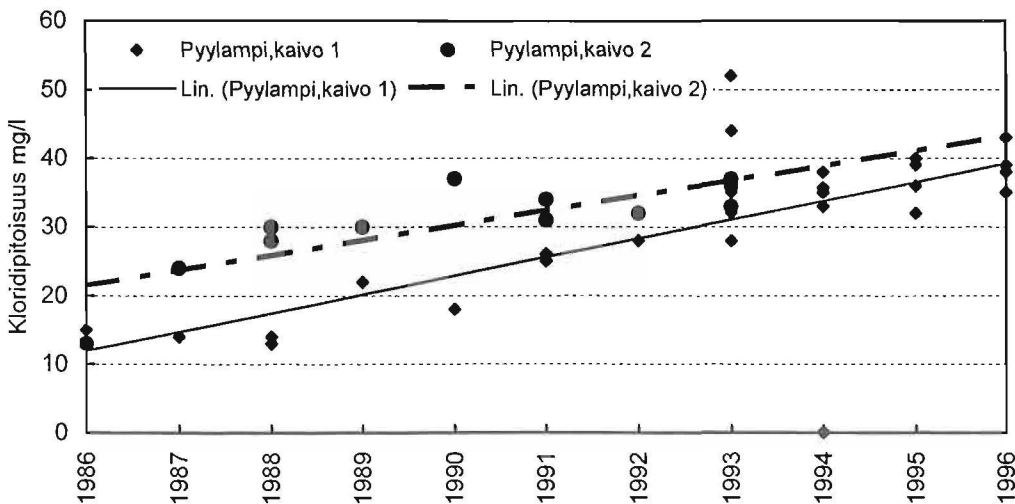
| Kloridipitoisuustaso (mg/l) | MRL  |       |       |       |       |     | yht. |
|-----------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-----|------|
|                             | > 80 | 80-76 | 75-66 | 65-51 | 50-36 | <36 |      |
| > 100                       | 1    | 0     | 1     | 0     | 0     | 0   | 2    |
| > 50 - 100                  | 0    | 0     | 1     | 0     | 0     | 0   | 1    |
| > 25 - 50                   | 4    | 1     | 1     | 0     | 0     | 0   | 6    |
| 10 - 25                     | 3    | 2     | 4     | 6     | 0     | 0   | 15   |
| < 10                        | 1    | 0     | 6     | 4     | 0     | 0   | 11   |
| Ei tietoa                   | 1    | 1     | 0     | 0     | 0     | 0   | 2    |
| yhteensä                    | 10   | 4     | 13    | 10    | 0     | 0   | 37   |

Taulukko 24. Vedenottamoalueiden lukumäärät riskipiste- ja kloridipitoisuustasoluokittain Keski-Pohjanmaan ympäristökeskuksen alueella. (MRL = vedenottoalueen maksimiriskiluku)

| Kloridipitoisuustaso (mg/l) | MRL  |       |       |       |       |     | yht. |
|-----------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-----|------|
|                             | > 80 | 80-76 | 75-66 | 65-51 | 50-36 | <36 |      |
| > 100                       | 0    | 0     | 0     | 1     | 0     | 0   | 1    |
| > 50 - 100                  | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0   | 0    |
| > 25 - 50                   | 0    | 0     | 1     | 1     | 0     | 0   | 2    |
| 10 - 25                     | 0    | 0     | 1     | 3     | 0     | 0   | 4    |
| < 10                        | 0    | 0     | 0     | 6     | 8     | 0   | 14   |
| Ei tietoa                   | 0    | 0     | 0     | 16    | 0     | 0   | 16   |
| yhteensä                    | 0    | 0     | 2     | 27    | 8     | 0   | 37   |

### Esimerkkialue: Alavus, Pyylampi (1001003) MRL 85

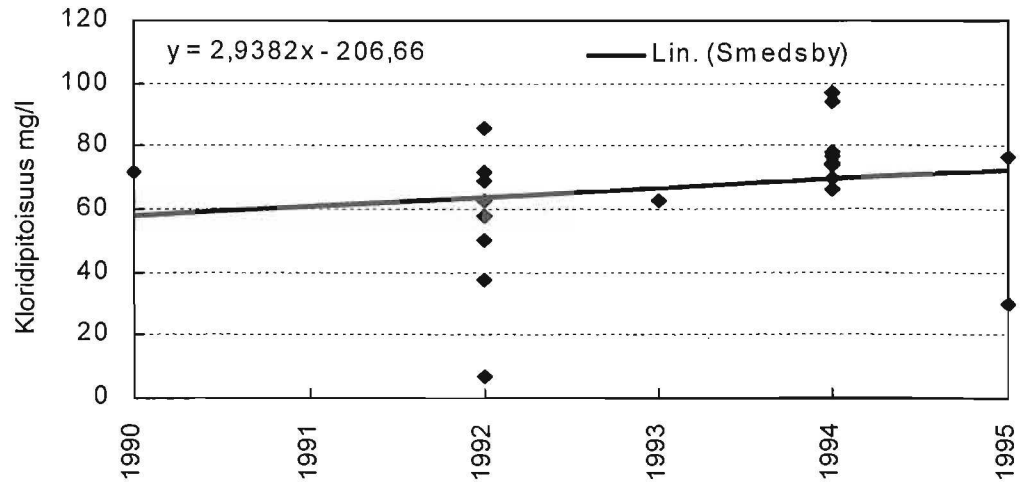
Pohjavesialue on kapea pitkittäisharju, jonka kokonaispinta-ala on noin 2 km<sup>2</sup> ja arvioitu antoisuus 1300 m<sup>3</sup>/d. Harju on topografialtaan erittäin kapea ja jyrkkäreunainen. Pohjavesialueeseen imeytyy pintavettä. Pohjaveden päävirtaussuunta on sekä pohjoisesta että etelästä kohti vedenottovyöhykettä. Alueella kulkee talvihoitoluokkaan I kuuluva kantatie 66 muodostumaa nähden pitkittäin. Pyylammen vedenottamo sijaitsee pohjavesialueen kapeimmassa kohdassa tien välittömässä läheisyydessä. Vedenotto Pyylammella on noin 600 m<sup>3</sup>/d. Ensimmäiset kloridipitoisuus havainnot Pyylammen ottamolta on vuodelta 1986. Kloridipitoisuus on ollut tuolloin kummassakin vedenottamon kaivossa alle 20 mg/l. Pohjaveden kloridipitoisuus on Pyylammen ottamon kaivoissaselvästi noussut. Viimeisimmät havainnot ovat vuodelta 1996, jolloin Pyylammen vedenottamon 1 kaivon kloridipitoisuus on ollut noin 40 mg/l. (kuva 27)



Kuva 27. Alavuuden Pyylammen pohjavesialueen (1001003) kloridipitoisuus (mg/l).

### Esimerkkialue: Mustasaari, Sepänkylä (1049951) MRL 68

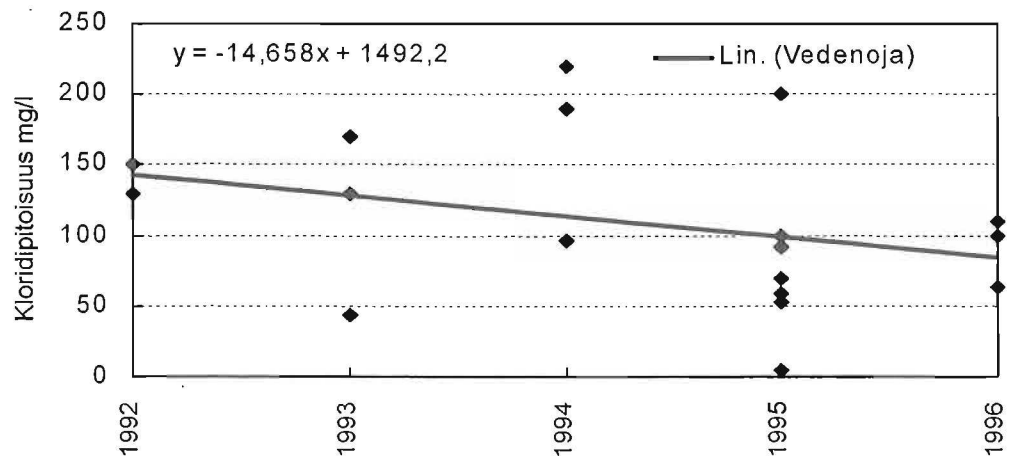
Pohjavesialue kuuluu etelä-pohjoissuuntaiseen harjujaksoon. Alueen vettäjohtavat kerrokset ovat ohuita ja harjumuodostuma on osittain saven peittämä. Pohjavesialueen antoisuus (1500m<sup>3</sup>/d) on suuri muodostumisalueen pinta-alaan nähden, koska muodostuma on syynkliininen, vettä ympäristöstään keräävä. Alueella kulkee muodostumaan nähden poikittain valtatie 8, jonka pituus alueella on 700 m. Pohjaveden virtaussuunta on vedenottovyöhykkeeltä pois päin. Smedsbyn vedenottamo sijaitsee 750 metrin etäisyydellä tiestä. Vedenotto Smedsbystä on noin 600 m<sup>3</sup>/d. Muita pohjaveden kloridipitoisuuteen vaikuttavia tekijöitä alueella ovat teollisuus ja Litorina-merivaiheen vaikutus. Myös peitteisyydellä ja synkliinisyydellä on vaikutusta alueen korkeahkoon kloridipitoisuuteen. Pohjaveden kloridipitoisuus on pysytellyt koko 1990-luvun muutamaa näytettä lukuun ottamatta yli 60 mg/l-tasolla. (kuva 28)



Kuva 28. Mustasaari, Sepänkylän pohjavesialueen (1049951) kloridipitoisuus (mg/l).

**Esimerkkialue: Vähäkyrö, Vedenoja (1094201) MRL 89**

Pohjavesialue on peitteinen ja heikosti ympäristöstään erottuva synkliininen harju. Alueen kokonaispinta-ala on 1,14 km<sup>2</sup> ja arvioitu antoisuus 1600 m<sup>3</sup>/d. Alue on pääasiassa maatalouskäytössä. Pohjaveden virtaussuunta on sekä pohjoisesta että etelästä kohti alueen keskivaiheilla sijaitsevaa Vedenojan vedenottamoita. Vettä johtavien kerrostumien paksuus on noin 10-15 metriä. Hoituluokkaan I kuuluva, muodostumaan nähden poikittain kulkeva valtatie 16, kulkee muodostuman eteläosan peitteisellä alueella. Tien pituus pohjavesialueella on 480 metriä. Tien lisäksi alueen korkeisiin kloridipitoisuuksiin vaikuttaa mm. Litorina-merivaiheen vaikutus. Vedenojan vedenottamolta on havaintoja pohjaveden kloridipitoisuudesta viideltä vuodelta (1992-1996) ja pitoisuuksissa on suuria vaihtelevuuksia. Korkeimmillaan pitoisuudet ovat olleet yli 200 mg/l. Vuonna 1996 pitoisuus on ollut 60-100 mg/l. Alueen pohjavedessä on todettu korkeiden kloridipitoisuuksien lisäksi korkeita nitraatti-, nitriitti- ja ammoniumpitoisuuksia. (kuva 29)



Kuva 29. Vähäkyrön Vedenojan pohjavesialueen (1094201) kloridipitoisuus (mg/l).

## 6.7 Keski-Suomen ympäristökeskus / Keski-Suomen tiepiiri

### 6.7.1 Tiet pohjavesialueilla

Keski-Suomen tiepiirin alueella on yhteensä 5 096 km yleistä tietä, josta 736 km kuuluu ns. suolattaviin (talvihoitoluokat Is, I ja Ib) teihin. Keski-Suomen ympäristökeskuksen alueella on yhteensä 414 km tietä pohjavesialueilla. Tästä 73 kilometriä, eli 18% kuuluu hoitoluokkiin Is, I ja Ib. Nämä suolattavat tiet kulkevat yhteensä 44 pohjavesialueella, joista 23 on luokkaa I kuuluvia ja 14 kuuluu luokkaan II. Eniten suolattavaa tietä kulkee tärkeillä pohjavesialueilla. Suurin osa (58%) suolattavasta tiestä on Ib hoitoluokan tietä.

Taulukko 25. Tien pituus (km) pohjavesialueilla Keski-Suomen ympäristökeskuksen alueella. Tien pituuksien summat pohjavesialueluokittain ja hoitoluokittain.

| Kunnossapito-<br>luokka | Pohjavesi-<br>alueen<br>luokka | Tien pituus<br>(km) | Yhteensä | Pohjavesialueen<br>luokka | Kunnossapito-<br>luokka | Tien pituus<br>(km) | Yhteensä |
|-------------------------|--------------------------------|---------------------|----------|---------------------------|-------------------------|---------------------|----------|
| Is                      | I                              | 8                   | 8        | I                         | Is                      | 8                   | 41       |
|                         | II                             | 0                   |          |                           | I                       | 8                   |          |
|                         | III                            | 0                   |          |                           | Ib                      | 25                  |          |
| I                       | I                              | 8                   | 23       | II                        | Is                      | 0                   | 28       |
|                         | II                             | 10                  |          |                           | I                       | 10                  |          |
|                         | III                            | 5                   |          |                           | Ib                      | 18                  |          |
| Ib                      | I                              | 25                  | 42       | III                       | Is                      | 0                   | 5        |
|                         | II                             | 18                  |          |                           | I                       | 5                   |          |
|                         | III                            | 0                   |          |                           | Ib                      | 0                   |          |
| yhteensä                |                                | 73                  |          |                           |                         | 73                  |          |

### 6.7.2 Riskipisteet ja kloridipitoisuus

Riskikartoitus tehtiin yhteensä 86 vedenottoalueella, jotka sijaitsevat 70 pohjavesialueella. Vedenottoalueista ja pohjavesialueista yhteensä 6 % ylitti 75 riskipisteen rajan. Luokkaan 66-75 riskipistettä kuului 14 vedenottoaluetta 13 pohjavesialueella.

Vedenottoalueista 7 kuuluu luokkaan, jossa riskipiste on yli 65 ja kloridipitoisuustaso on 10-25 mg/l. (taulukko 26)

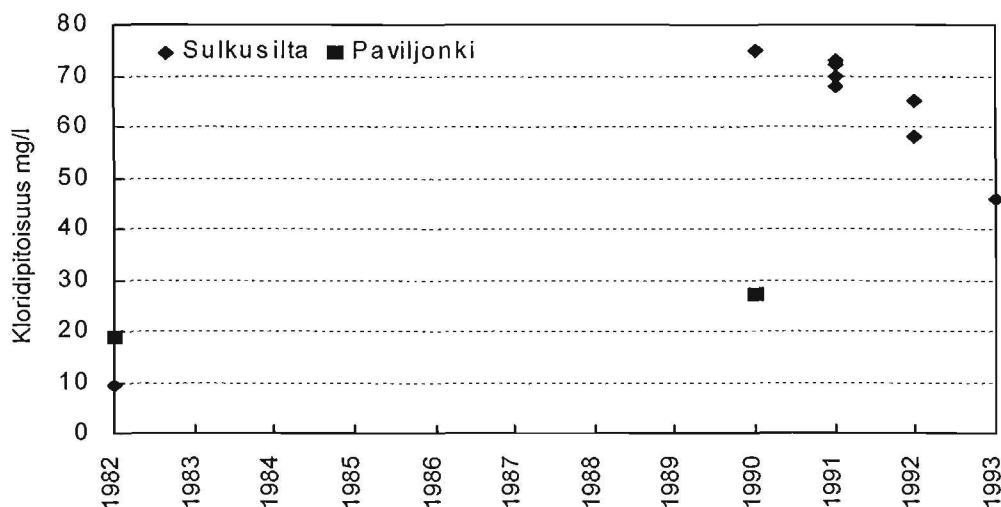
Taulukko 26. Vedenottamoalueiden lukumäärät riskipiste- ja kloridipitoisuustasoluokittain Keski-Suomen ympäristökeskuksen alueella. (MRL = vedenottoalueen maksimiriskiluku)

Taulukko 26. Vedenottamoalueiden lukumäärät riskipiste- ja kloridipitoisuustasoluokittain Keski-Suomen ympäristökeskuksen alueella. (MRL = vedenottoalueen maksimiriskiluku)

| Kloridipitoisuustaso (mg/l) | MRL  |       |       |       |       |     | yht. |
|-----------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-----|------|
|                             | > 80 | 80-76 | 75-66 | 65-51 | 50-36 | <36 |      |
| > 100                       | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0   | 0    |
| > 50 - 100                  | 0    | 1     | 0     | 0     | 0     | 0   | 1    |
| > 25 - 50                   | 0    | 2     | 0     | 2     | 0     | 0   | 4    |
| 10 - 25                     | 1    | 2     | 4     | 6     | 0     | 0   | 13   |
| < 10                        | 0    | 0     | 8     | 15    | 9     | 1   | 33   |
| Ei tietoa                   | 0    | 0     | 2     | 9     | 10    | 14  | 35   |
| yhteensä                    | 1    | 5     | 14    | 32    | 19    | 15  | 86   |

**Esimerkkialue: Laukaa, Lauka (0914001) MRL 80 (61 ja 80)**

Pohjavesialueen pinta-ala on 2,6 km<sup>2</sup> ja arvioitu antoisuus 1900 m<sup>3</sup>/d. Alueella kulkee muodostumaan nähden pitkittäin seudullinen tien (nro 637/5), jonka talvihoitoluokka on III. Tien pituus alueella on yhteensä 2,4 km. Sulkusillan vedenottamo sijaitsee tien välittömässä läheisyydessä ja alueen paikallinen pohjaveden virtaus-suunta on vedenottovyöhykkeelle päin. Ottamon vedenotto on 550 m<sup>3</sup>/d. Vedenottoalueen riskiluku on 80. Muita kloridilähteitä alueella on mm. asutus ja maaineksenotto. Alueella on myös Paviljongin vedenottamo, joka sijaitsee saman tien vaikutuspiirissä. Pohjavesialueen päävirtausuunta on vedenottoalueelle päin. Vedenotto Paviljongin ottamosta on 382 m<sup>3</sup>/d. Vedenottoalueen riskiluku on 61. Muista kloridilähteistä ei ole mainintaa. Paviljongin vedenottamolta ei ole kuin kaksi kloridipitoisuus havaintoa. Vuonna 1982 ottamon veden kloridipitoisuus on ollut noin 20 mg/l ja vuonna 1990 pitoisuus on ollut lähempänä 30 mg/l. Sulkusillan vedenottamon kloridipitoisuus on ollut vuonna 1982 noin 10 mg/l. Seuraava havainto on vuodelta 1990, jolloin pitoisuus on ollut yli 70 mg/l. Pohjaveden kloridipitoisuus on laskenut huippupitoisuuksista ja viimeisin havainto on vuodelta 1993, jolloin vedenottamon kloridipitoisuus on ollut noin 45 mg/l. (kuva 30)

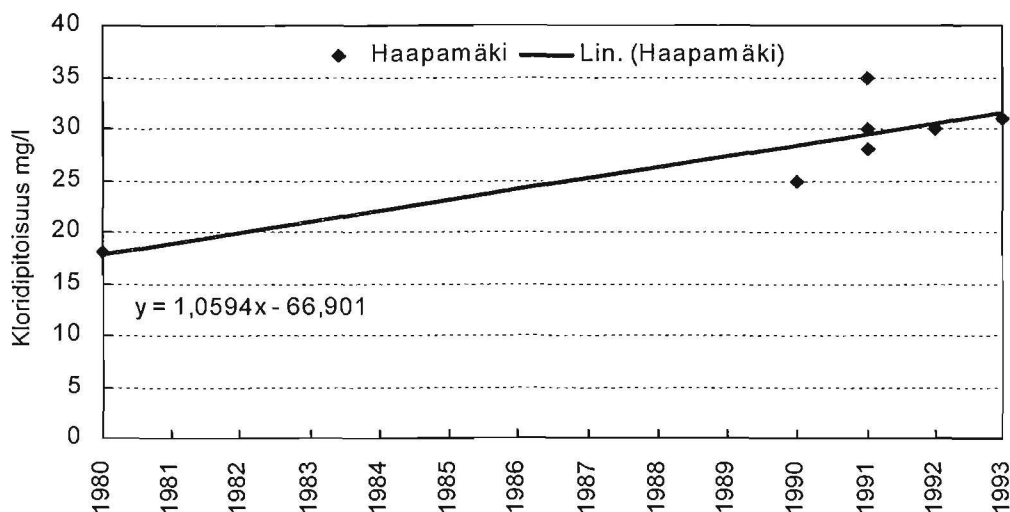


Kuva 30. Laukaan pohjavesialueen (0914001) kloridipitoisuus (mg/l), Laukaa.

**Esimerkkialue: Keuruu, Haapamäki (0924909) MRL 78**

Pohjavesialueen pinta-ala on lähes 2 km<sup>2</sup> ja arvioitu antoisuus 500 m<sup>3</sup>/d. Alueella kulkee muodostumaa nähden pitkittäin yhdystie (6007/1), jonka hoitoluokka on III. Tien pituus alueella on 5,5 km. Alueella on Haapamäen vedenottamo, joka sijaitsee tien välittömässä läheisyydessä. Pohjaveden päävirtausuunta on vedenottovyöhykkeelle päin. Ottamon käyttö on noin 250 m<sup>3</sup>/d.

Vedenottamon ensimmäinen kloridipitoisuus havainto (1980), joka on alle 15 mg/l. Pohjaveden kloridipitoisuus on ollut nousussa ja viimeisin havainto on vuodelta 1993, jolloin kloridipitoisuus ottamolla on ollut yli 30 mg/l. (kuva 31)



Kuva 31. Keuruu, Haapaamäen pohjavesialueen (0924909) kloridipitoisuus (mg/l).

## 6.8 Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun ympäristökeskus/ Oulun tiepiiri

### 6.8.1 Tiet pohjavesialueilla

Oulun tiepiirin alueella on yhteensä 12 800 kilometriä yleistä tietä, josta 2 069 kilometriä kuuluu talvihoitoluokkiin Is, I ja Is. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksen alueella teiden yhteenlaskettu pituus pohjavesialueilla on 666 km, joista korkeimpiin (Is, I ja Ib) hoitoluokkiin kuuluu 21%, yhteensä 139 km. Suolattavat tiet kulkevat yhteensä 46 pohjavesialueella, joista 26 on tärkeitä ja 9 kuuluu luokkaan II. Suurin osa suolattavasta tiestä on hoitoluokkaan Ib kuuluvaa.

Kainuun ympäristökeskuksen alueella on yhteensä 271 km teitä pohjavesialueilla ja hoitoluokkaan Ib kuuluvaa tietä on 48 km. Korkeimpiin hoitoluokkiin kuuluvia teitä ei pohjavesialueilla ole. Suolattavat tiet, tässä tapauksessa hoitoluokka Ib, kulkevat yhteensä 19 pohjavesialueella. Näistä alueista 16 on luokiteltu tärkeiksi ja 1 alue kuuluu luokkaan II. Keski-Pohjanmaan ympäristökeskuksen alueen tiedot on esitetty Länsi-Suomen ympäristökeskuksen yhteydessä.



Taulukko 27. Tien pituus (km) pohjavesialueilla Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksen alueella. Tien pituuksien summat pohjavesialueluokittain ja hoitoluokittain.

| Kunnossapito-luokka | Pohjavesi-alueen luokka | Tien pituus (km) | Yhteensä | Pohjavesialueen luokka | Kunnossapito-luokka | Tien pituus (km) | Yhteensä |
|---------------------|-------------------------|------------------|----------|------------------------|---------------------|------------------|----------|
|                     | I                       | 7                |          |                        | Is                  | 7                |          |
| Is                  | II                      | 1                |          | I                      | I                   | 16               |          |
|                     | III                     | 2                | 10       |                        | Ib                  | 78               | 101      |
|                     |                         | 16               |          |                        | Is                  | 1                |          |
| I                   | II                      | 2                |          | II                     | I                   | 2                |          |
|                     | III                     | 5                | 23       |                        | Ib                  | 21               | 24       |
|                     |                         | 78               |          |                        | Is                  | 2                |          |
| b                   | II                      | 21               |          | III                    | I                   | 5                |          |
|                     | III                     | 8                | 107      |                        | Ib                  | 8                | 15       |
| yhhteensä           |                         | 139              |          |                        |                     | 139              |          |

Taulukko 28. Tien pituus (km) pohjavesialueilla Kainuun ympäristökeskuksen alueella. Tien pituuksien summat pohjavesialueluokittain ja hoitoluokittain.

| Kunnossapito-luokka | Pohjavesi-alueen luokka | Tien pituus (km) | Yhteensä | Pohjavesialueen luokka | Kunnossapito-luokka | Tien pituus (km) | Yhteensä |
|---------------------|-------------------------|------------------|----------|------------------------|---------------------|------------------|----------|
|                     | I                       | 0                |          |                        | Is                  | 0                |          |
| Is                  | II                      | 0                |          | I                      | I                   | 0                |          |
|                     | III                     | 0                | 0        |                        | Ib                  | 44               | 44       |
|                     |                         | 0                |          |                        | Is                  | 0                |          |
| I                   | II                      | 0                |          | II                     | I                   | 0                |          |
|                     | III                     | 0                | 0        |                        | Ib                  | 2                | 2        |
|                     |                         | 44               |          |                        | Is                  | 0                |          |
| b                   | II                      | 2                |          | III                    | I                   | 0                |          |
|                     | III                     | 2                | 48       |                        | Ib                  | 2                | 2        |
| yhhteensä           |                         | 48               |          |                        |                     | 48               |          |

### 6.8.2 Riskipisteet ja kloridipitoisuus

Riskinarviointi on tehty Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksessa 135 pohjavesialueella, joille on määritetty yhteensä 225 vedenottoaluetta. Yli 75 riskipistettä sai yhteensä 4 aluetta ja suurimman ryhmän muodostivat alueet, joiden riskipiste on alle 36 pistettä.

Vedenottoalueista yhteensä 4 kuuluu ryhmään, jossa riskipiste on korkeampi kuin 65 ja kloridipitoisuustaso on > 25-50 mg/l. (taulukko 29)

Kainuussa riskinarviointi tehtiin yhteensä 18 vedenottoalueelle, jotka sijoituivat 13 pohjavesialueelle. Kaikki alueet jäivät alle 66 riskipisteen rajan.

Taulukko 29. Vedenottoalueiden lukumäärät riskipiste- ja kloridipitoisuustasoluokittain Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksen alueella. (MRL = vedenottoalueen maksimiriskiluku)

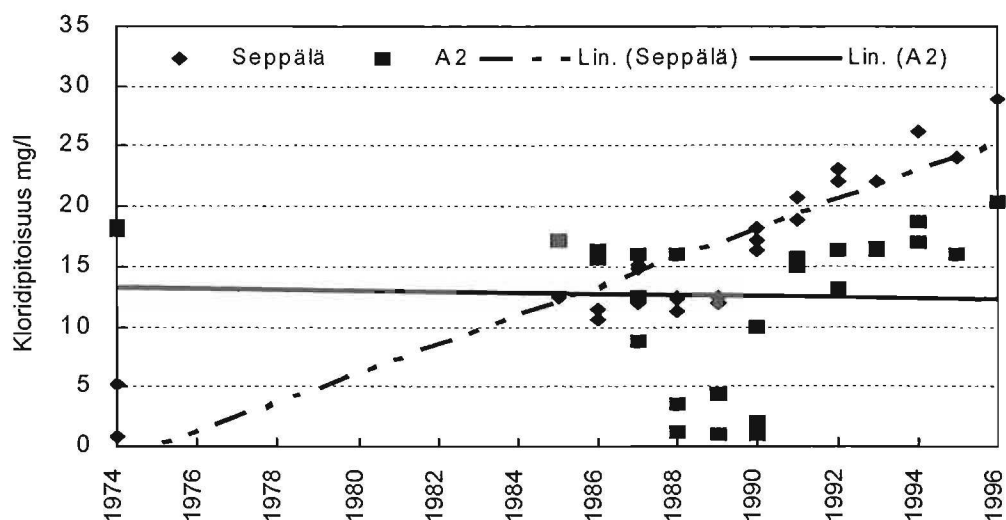
| Kloridipitoisuustaso (mg/l) | MRL  |       |       |       |       |     | yht. |
|-----------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-----|------|
|                             | > 80 | 80-76 | 75-66 | 65-51 | 50-36 | <36 |      |
| > 100                       | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0   | 0    |
| > 50 - 100                  | 0    | 0     | 0     | 1     | 0     | 0   | 1    |
| > 25 - 50                   | 2    | 1     | 1     | 0     | 0     | 0   | 4    |
| 10 - 25                     | 0    | 0     | 0     | 2     | 0     | 1   | 3    |
| < 10                        | 0    | 0     | 4     | 12    | 15    | 15  | 46   |
| Ei tietoa                   | 1    | 1     | 0     | 7     | 7     | 155 | 171  |
| yhteensä                    | 3    | 2     | 5     | 22    | 22    | 171 | 225  |

Taulukko 30. Vedenottoalueiden lukumäärät riskipiste- ja kloridipitoisuustasoluokittain Kainuun ympäristökeskuksen alueella. (MRL = vedenottoalueen maksimiriskiluku)

| Kloridipitoisuustaso (mg/l) | MRL  |       |       |       |       |     | yht. |
|-----------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-----|------|
|                             | > 80 | 80-76 | 75-66 | 65-51 | 50-36 | <36 |      |
| > 100                       | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0   | 0    |
| > 50 - 100                  | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0   | 0    |
| > 25 - 50                   | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0   | 0    |
| 10 - 25                     | 0    | 0     | 0     | 4     | 0     | 0   | 4    |
| < 10                        | 0    | 0     | 0     | 5     | 6     | 0   | 11   |
| Ei tietoa                   | 0    | 0     | 0     | 0     | 3     | 0   | 3    |
| yhteensä                    | 0    | 0     | 0     | 9     | 9     | 0   | 18   |

**Esimerkkialue: Vetelin Hirvelänkangas (1092401), MRL 80, tietoja puuttuu.**

Alue on kapeahko pitkittäisharju, joka kuuluu Laukaalta Vetelin kautta Pohjanlandelle kulkevaan harjujaksoon. Pohjavesialue on jaettu kahteen osa-alueeseen, pohjaveden virtausolosuhteiden perusteella. Pohjavesialueen kokonaispinta-ala on noin 5 km<sup>2</sup>, josta A osa-alueen pinta-ala on 2,8 km<sup>2</sup>. Osa-alueiden antoisuuksiksi on arvioitu noin 600 m<sup>3</sup>/d eli yhteensä 1 200 m<sup>3</sup>/d. Aosa-alueella sijaitsee Seppälän vedenottamo, jonka käyttömäärä on noin 400 m<sup>3</sup>/d. Ottamo sijaitsee tien nro 13 välittömässä läheisyydessä. Tie kuuluu hoitoluokkaan Ib. Tien pituus koko pohjavesialueella on yhteensä noin 6,5 km. Osa-alueen päävirtaussuunta on harjun pitkittäissunnassa kohti ottamoa. Muita pohjaveden kloridipitoisuuteen vaikuttavia tekijöitä A osa-alueella ei vähäistä asutusta ja maa-ainestenottoa lukuun ottamatta ole. Seppälän vedenottamolle on vesiylöikeuden päätöksellä vuonna 1991 vahvistettu noin 21 ha suoja-alue. Varhaisimmat pohjaveden kloridipitoisuustiedot ovat 1970-luvulta. Ottamalla kloridipitoisuus on ollut noin 5 mg/l ja havaintoputkessa yli 15 mg/l. Ottamon kloridipitoisuus on kohtalaisessa nousussa. Viimeisimmät havainnot on vuodelta 1995, joissa pitoisuus on lähes 30 mg/l. Havaintoputkesta A2 on myös mitattu yli 20 mg/l kloridipitoisuus samana vuonna. (kuva 32)



Kuva 32. Hirvelänkankaan pohjavesialueen (1092401) kloridipitoisuus (mg/l), Veteli

## 6.9 Lapin ympäristökeskus/tiepiiri

### 6.9.1 Tiet pohjavesialueilla

Lapin tiepiirin alueella on yhteensä 9 000 km yleistä tietä, josta ns. suolattaviin teihin kuuluu yhteensä 1 944 km. Lapin ympäristökeskuksen alueella teiden yhteenlaskettu pituus pohjavesialueilla on 865 km. Tästä hoitoluokkiin I ja Ib kuuluu yhteensä 166 km. Suurin osa (98 %) suolattavasta tiestä kuuluu hoitoluokkaan Ib. Suolattavat tiet kulkevat 131 pohjavesialueella, joista 34 on tärkeitä ja 15 kuuluu luokkaan II. Eniten suolattavaa tietä (122 km) kulkee III luokan pohjavesialueilla.

Taulukko 31. Tien pituus (km) pohjavesialueilla Lapin ympäristökeskuksen alueella. Tien pituuksien summat pohjavesialueluokittain ja hoitoluokittain.

| Kunnossapito-<br>luokka | Pohjavesi-<br>alueen<br>luokka | Tien pituus<br>(km) | Yhteensä | Pohjavesialueen<br>luokka | Kunnossapito-<br>luokka | Tien pituus<br>(km) | Yhteensä |
|-------------------------|--------------------------------|---------------------|----------|---------------------------|-------------------------|---------------------|----------|
| Is                      | I                              | 0                   | 0        | I                         | Is                      | 0                   | 36       |
|                         | II                             | 0                   |          |                           | Ib                      | 34                  |          |
|                         | III                            | 0                   |          |                           |                         |                     |          |
| I                       | I                              | 2                   | 3        | II                        | Is                      | 0                   | 17       |
|                         | II                             | 1                   |          |                           | I                       | 1                   |          |
|                         | III                            | 0                   |          |                           | Ib                      | 16                  |          |
| Ib                      | I                              | 34                  | 163      | III                       | Is                      | 0                   | 112      |
|                         | II                             | 16                  |          |                           | I                       | 0                   |          |
|                         | III                            | 112                 |          |                           | Ib                      | 112                 |          |
| yhteensä                |                                | 166                 |          |                           |                         | 166                 |          |

## 6.9.2 Riskipisteet ja kloridipitoisuus

Riskinarviointi tehtiin yhteensä 6 vedenottoalueelle. Alueista 4 ylitti 65 riskipisteen rajan. Ainoastaan yhdellä alueella kloridipitoisuusluokka on 10-25 mg/l. Korkeampiin pitoisuusluokkiin ei kuulu yhtään aluetta. (taulukko 32)

Taulukko 32. Vedenottoalueiden lukumäärät riskipiste- ja kloridipitoisuusluokittain Lapin ympäristökeskuksen alueella. (MRL = vedenottoalueen maksimiriskiluku)

| Kloridipitoisuustaso (mg/l) | MRL  |       |       |       |       |     | yht. |
|-----------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-----|------|
|                             | > 80 | 80-76 | 75-66 | 65-51 | 50-36 | <36 |      |
| > 100                       | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0   | 0    |
| > 50 - 100                  | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0   | 0    |
| > 25 - 50                   | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0   | 0    |
| 10 - 25                     | 0    | 0     | 1     | 0     | 0     | 0   | 1    |
| < 10                        | 0    | 0     | 2     | 1     | 0     | 0   | 3    |
| Ei tietoa                   | 0    | 0     | 1     | 1     | 0     | 0   | 2    |
| yhteensä                    | 0    | 0     | 4     | 2     | 0     | 0   | 6    |

# 7

## Riskin arvioinnin tulokset valtakunnallisesti

### 7.1 Riskipisteet

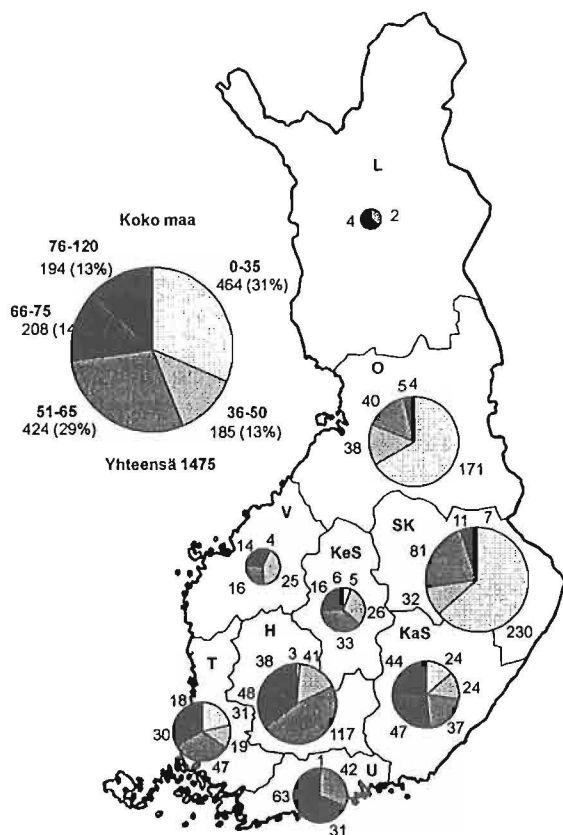
Riskinarviointi toteutettiin alueellisten ympäristökeskusten ja tiepiirien yhteistyönä käyttäen apuna access-pohjaista Tiesuolauksen riskirekisteriä (TSRR). Poikkeuksena on Lounais-Suomen ympäristökeskuksen ja Turun tiepiirin alue, jolla teiden talvikunnossapidon vaikutusta pohjavesiin tarkasteltiin GIS-pohjaisesti, eikä varsinaisia riskipisteitä laskettu. Tämän vuoksi raporttiin otettiin edellisen arvioinnin vedenottoalueet riskipisteineen. Keski-Pohjanmaan ympäristökeskus lakkautettiin vuonna 1997, joten alueen riskinarviointi tehtiin sekä entisen Keski-Pohjanmaan ympäristökeskuksen että Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksen toimesta. Vaasan tiepiirin ja Länsi-Suomen ympäristökeskuksen alueelta ovat käytössä vanhat vuoden 1992 tehdyn arvioinnin pisteet. Riskinarviointia tehdään alueella parhaillaan. Suomen ympäristökeskuksessa rekisteriin lisättiin vedenlaatu-tietoja vuosilta 1994-1996.

Edellinen riskikartoitus tehtiin kaikissa vesi- ja ympäristöpiireissä (nykyisin alueelliset ympäristökeskukset) lukuunottamatta Lapin vesi- ja ympäristöpiiriä. Riskikartoitus toteutettiin ainoastaan tärkeillä pohjavesialueilla, joilla kulki suolattava tie. Tarkastelussa oli mukana yhteensä 601 aluetta, joista 493 määritettiin riskiluku. Tärkeitä pohjavesialueita oli kartoitettu tuolloin yhteensä 1112 kapaletta ja niillä kulkevien suolattavien teiden yhteenlaskettu pituus tärkeillä pohjavesialueilla oli yhteensä 1 229 km. (Kivimäki, 1994b)

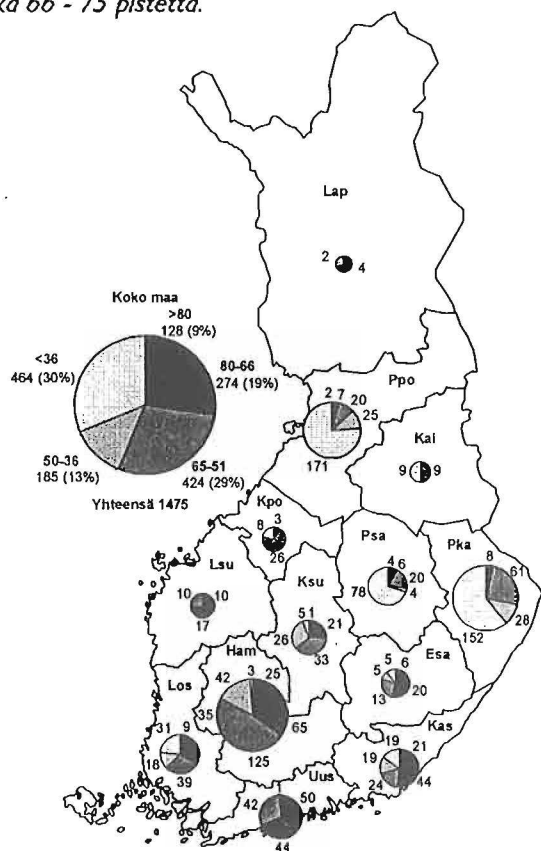
Tämän kartoituksen tuloksena on käyty läpi yhteensä 1 475 vedenottoaluetta 1 129 pohjavesialueella. Yli 75 pistettä sai yhteensä 194 vedenottoaluetta, joka on 13 % kaikista mukana olleista alueista. Yli 65 pistettä sai yhteensä 402 aluetta eli 27 %:a tarkastelluista alueista. Pohjavesialueista yli 65 riskipistettä sai yhteensä 290 aluetta eli noin 26 %. Näistä alueista 80 riskipisteen rajan ylittävää aluetta oli koko maassa yhteensä 90 aluetta eli 8%:a mukana olleista pohjavesialueista. Vuoden 1993 riskinarvioinnissa vastaavasti 65 tai sitä korkeamman riskipisteen sai 273 pohjavesialuetta, mikä on noin 55% kaikista arvioinnissa mukana olleista pohjavesialueista. Tämän kartoituksen tuloksena vedenottoalueita, joiden riskiluku on alhainen, on lukumäärällisesti huomattavasti enemmän verrattuna aikaisempaan kartoitukseen.

Yli 65 riskipistettä saaneita alueita on Uudenmaan, Kaakkois-Suomen ja Hämeen tiepiirissä kussakin noin 90 kappaletta. Uudenmaan tiepiirin alueella näistä 60 % (63 kappaletta) ylitti 75 pisteen rajan. Hämeen ja Kaakkois-Suomen tiepiirin alueella tästä ryhmästä noin puolet (40 kappaletta) kuuluu yli 75 riskipisteen ryhmään.

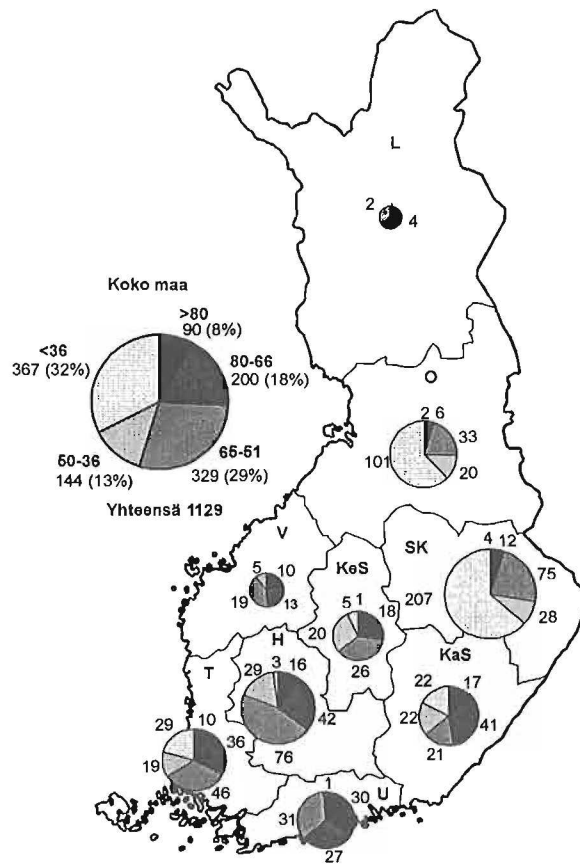
Tässä riskikartoituksessa on tarkasteltu kaikkia pohjavesialueiden kartoituksessa vedenhankintaan tärkeiksi (luokka I) luokitellut alueet, joilla kulkee suolattava tie (talvihoitoluokat Is, I ja Ib). Joissakin alueellisissa ympäristökeskuksissa ja tiepiireissä riskikartoitus tehtiin myös vedenhankintaan soveltuville pohjavesialueille (luokka II). Näillä alueilla riskipisteet jäivät kuitenkin alhaisiksi.



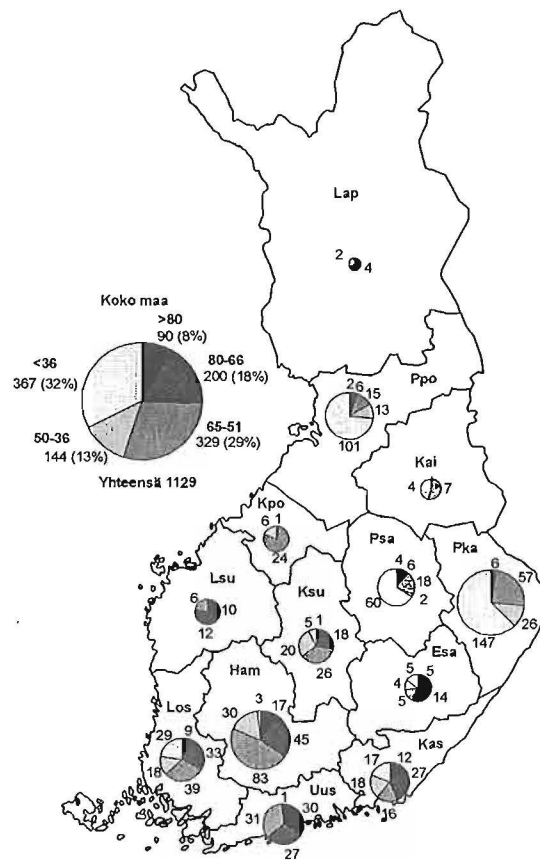
Kuva 33. Vedenottoalueiden riskipisteet tiepiireittäin. Vedenottoalueiden tutkimus ja suo-  
 jelutoimenpiteiden priorisoinnin vuoksi muista vastaavista kuvista poiketen Tielaitoksen toivo-  
 muksesta on luokka 66 - 75 pistettä.



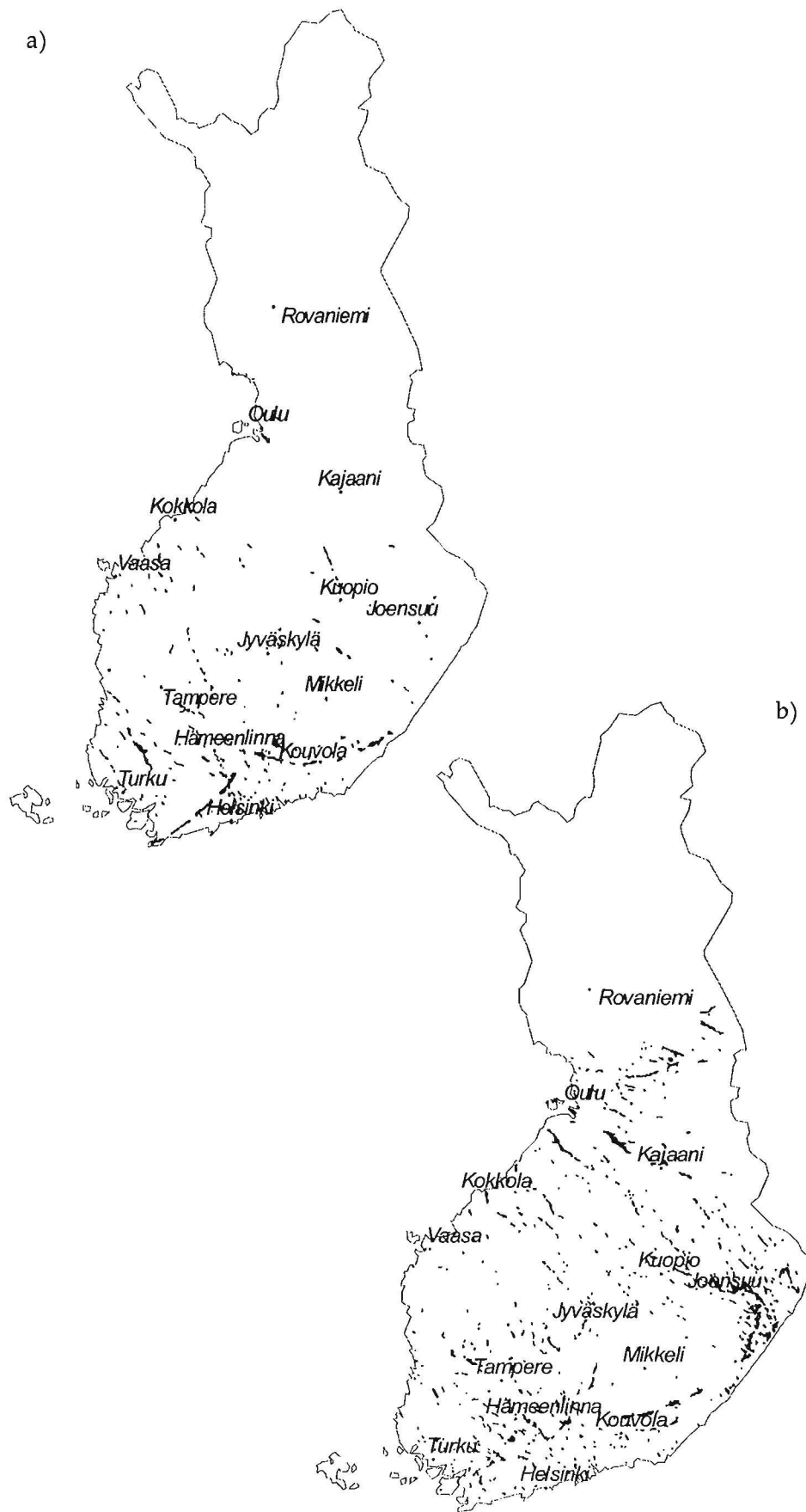
Kuva 34. Vedenottoalueiden riskipisteet ympäristökeskuksittain.



Kuva 35. Pohjavesialueiden maksimiriskiluvut tiepiireittäin.



Kuva 36. Pohjavesialueiden maksimiriskiluvut ympäristökeskuksittain.



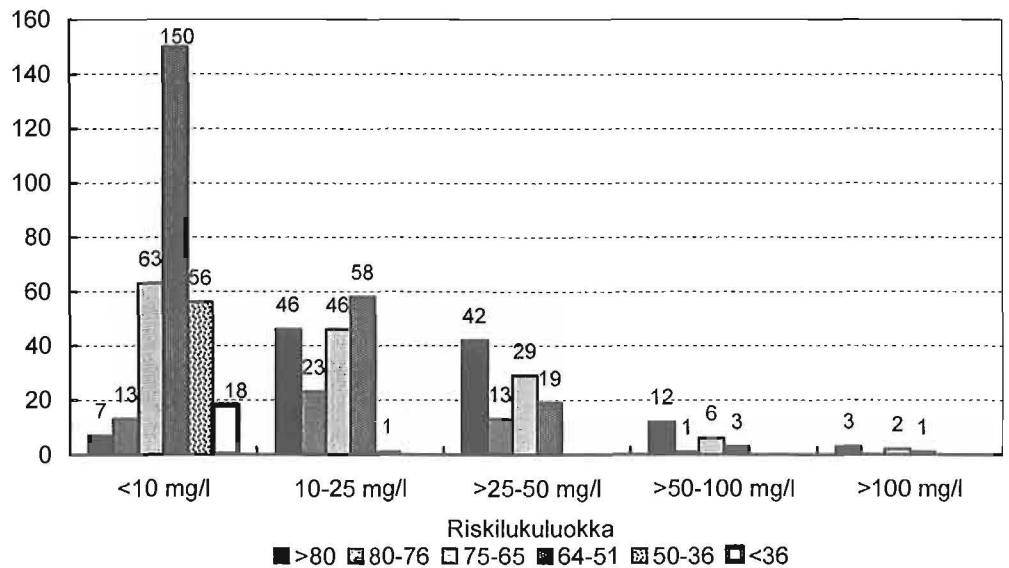
Kuva 37. Pohjavesialueet riskilukuluokittain. Kuvassa a) pohjavesialueet, joiden riskiluku on yli 65 pistettä. Kuvassa b) on esitetty pohjavesialueet, joiden maksimiriskiluku on 65 tai sen alle.



## 7.2 Riskiluku ja kloridipitoisuusluokka

Mukana tarkastelussa olleista 1 475 vedenottoalueesta 612:lle on määritetty riskipisteen lisäksi kloridipitoisuustaso. Noin puolella näistä alueista kloridipitoisuustaso on alle 10 mg/l. Vedenottoalueita, joiden kloridipitoisuustaso ylittää 25 mg/l on yhteensä 131 kappaletta eli noin 21%. Näiden alueiden riskipisteet olivat myös korkeat, ainoastaan 19 kappaletta kuului riskipisteluokkaan 64-51 ja loput alueista saivat yli 65 riskipistettä. Yhteensä 110 vedenottoalueen maksimiriskiluku on yli 80 ja näillä alueilla yhteensä 57 tapauksessa pohjaveden kloridipitoisuus ylittää 25 mg/l. (kuva 38)

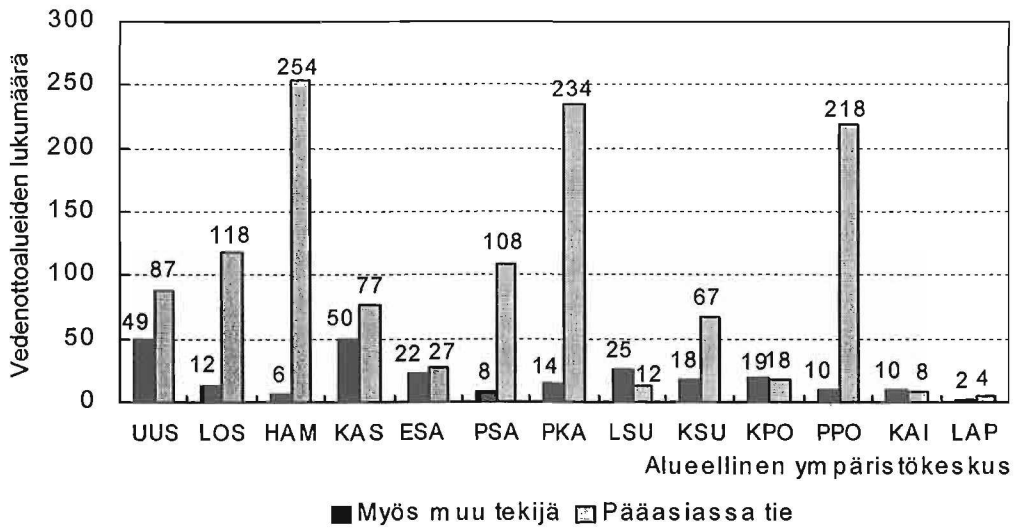
Edellisessä kartoituksessa pohjaveden kloridipitoisuustaso selvitettiin 309 pohjavesialueelta. Noin 29 %:lla alueista pohjaveden kloridipitoisuus ylitti 25 mg/l tason ja 44 % alueista kloridipitoisuus oli alle 10 mg/l.



Kuva 38. Vedenottoalueiden lukumäärät riskiluku- ja kloridipitoisuusluokittain.

## 7.3 Alueilla olevat muut pohjaveden kloridipitoisuuteen vaikuttavat tekijät

Muita kloridipitoisuuteen vaikuttavia tekijöitä suolattavan tien lisäksi oli riskikartoitetuilla vedenottoalueilla mm. asutus, soranotto, meriveden ja Litorina-merivaiheen vaikutus. Yhteensä 245 vedenottoalueella eli noin 17%:lla alueista oli tiesuolauksen lisäksi jokin muu pohjaveden kloridipitoisuuteen mahdollisesti vaikuttava tekijä. Uudenmaan ja Kaakkois-Suomen tiepiirien alueella näitä tekijöitä oli noin 40 %:lla kartoitetuista alueista. Vedenottoalueilla, joiden kloridipitoisuustaso oli yli 25 mg/l, yli puolella sijaitti suolattavan tien lisäksi jokin muu kloridipitoisuuteen vaikuttava tekijä. Edellisessä kartoituksessa 55%:lla alueista pystyttiin määrittämään tiesuolauksen lisäksi jokin muu pohjaveden kloridipitoisuuteen vaikuttava tekijä esim. suola- ja hiekkavarasto. (Yli-Kuivila et al., 1993)



Kuva 39. Vedenottoalueiden lukumäärät ympäristökeskuksittain ryhmiteltynä pohjaveden kloridipitoisuuteen vaikuttavien tekijöiden mukaan.

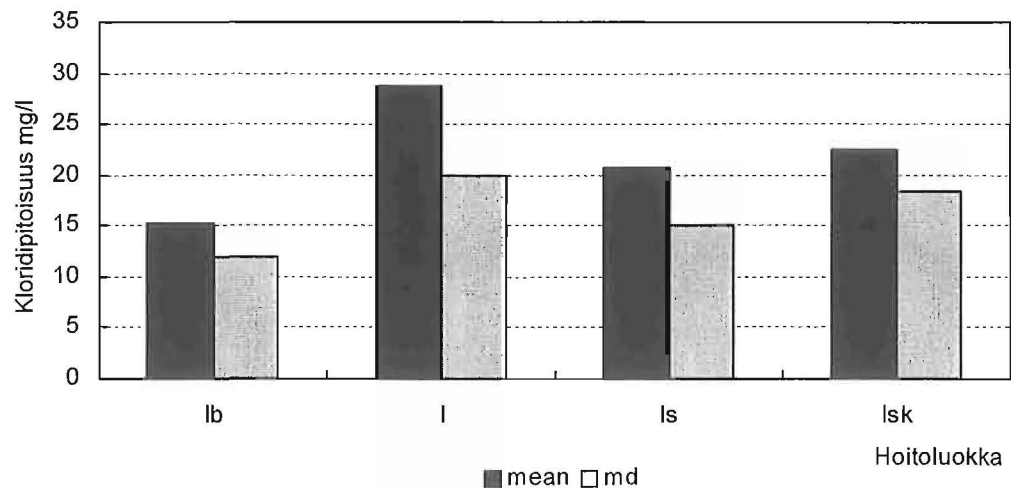
# 8

## Tulosten tarkastelu

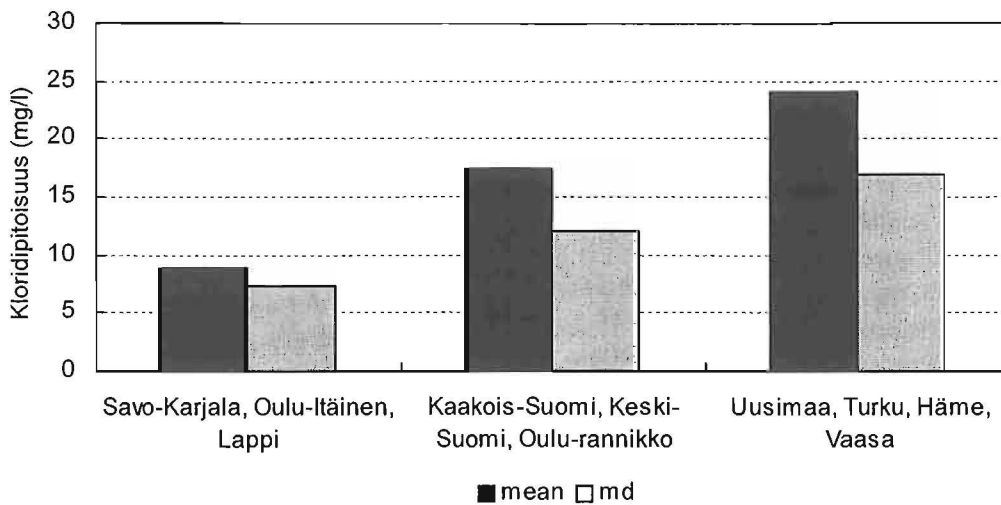
### 8.1 Suolausmäärän vaikutus pohjaveden kloridipitoisuuteen

Pohjaveden kloridipitoisuushavainnot luokiteltiin alueella kulkevan tien talvihoitoluokan mukaan. Eniten havaintoja on alueilta, joilla kulkee Is tai I hoitoluokkaan kuuluva tie (noin 950 kummassakin). Alueilla, joilla kulkee vaativampaan hoitoluokkaan kuuluva kaksikaistainen tie (kunnossapitoluokka Isk) pohjaveden kloridipitoisuuksien keskiarvo on 22 mg/l (n=413) ja alueilla, joilla kulkee samaan hoitoluokkaan kuuluva yksikaistainen tie, kloridipitoisuuksien keskiarvo on 21 mg/l. Korkein kloridipitoisuuksien keskiarvo on alueilla, joilla kulkee hoitoluokkaan I kuuluva tie. Pohjaveden keskimääräinen kloridipitoisuus on tässä luokassa 29 mg/l. Alueilla, joilla kulkee Ib hoitoluokkaan kuuluva tie, pohjaveden kloridipitoisuuden keskiarvo on odotetusti pienempi, kuin alueilla joilla kulkee I ja Is-hoitoluokkaan kuuluva tie (15 mg/l n=428). (kuva 40)

Vedenottoalueet on myös luokiteltu kolmeen tiepiiriryhmään erilaisten suolankäyttömäärän perusteella. Selvästi eniten suolaa käytetään Etelä-Suomessa sekä rannikkoalueella. Tämä on selvästi nähtävissä myös pohjaveden kloridipitoisuuksien keskiarvoissa. Uudenmaan, Turun Hämeen ja Vaasan tiepiirien alueella pohjavesialueiden kloridipitoisuuksien keskiarvo (24 mg/l) ja mediaani (17 mg/l) ovat selvästi muita alueita korkeammat. (kuva 41) Tielaitos on aloittanut suolankäyttömäärien tarkemman tilastoinnin vasta vuonna 1998, joten tiekohtaisia suolausmääriä ei ole vielä saatavilla.



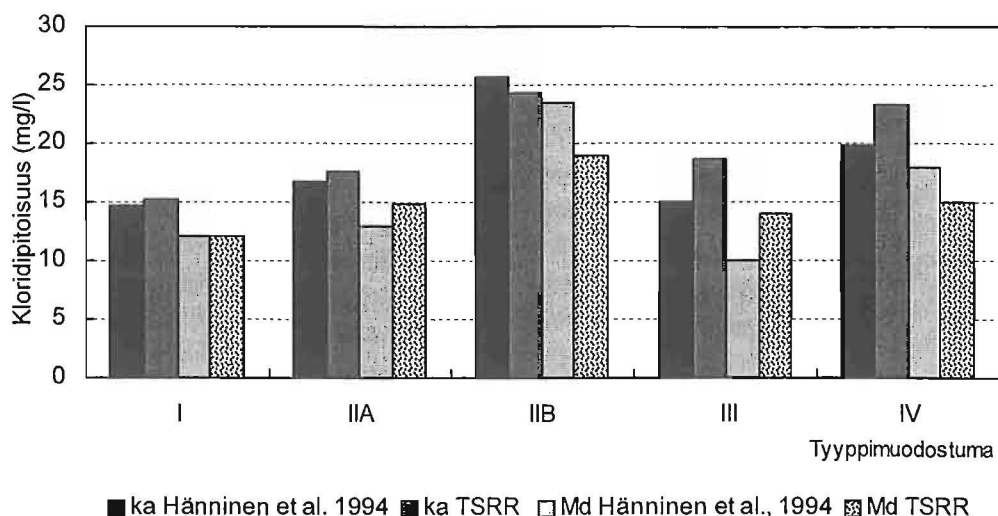
Kuva 40. Pohjaveden kloridipitoisuuden keskiarvot ja mediaanit (mg/l) alueella kulkevan tien talvihoitoluokan mukaan ryhmiteltynä. (Is ja Isk (2-ajoratainen) = normaalisti aina paljaana; I = tingitään yöisin; Ib = osan talvea lumipeitteinen.)



Kuva 41. Pohjaveden kloridipitoisuuden keskiarvot ja mediaanit (mg/l) tiepiiriryhmittäin, eri suolausmäärän perusteella jaettuna.

## 8.2 Pohjaveden kloridipitoisuus eri tyyppimuodostumissa

Edellisen riskikartoituksen yhteydessä määritettiin noin 200 pohjavesialueelle tyyppimuodostuma. Tässä tarkastelussa on mukana edellämainituista alueista 192 pohjavesialuetta ja näille määritetyt yhteensä 213 vedenottoaluetta. Näiltä pohjavesialueilta on yhteensä noin 3 000 kloridipitoisuushavaintoa (koko aineistossa yhteensä 4 190 havaintoa). Eniten kloridihavaintoja on IV-tyypisiltä eli Salpausselkä tyyppisiltä reunamuodostumilta. Tarkasteltaessa pohjaveden kloridipitoisuuksien keskiarvoja tyyppimuodostumittain, selvimmän erottuu IIB-tyypiset muodostumat eli synkliininen pitkittäisharju. Näiden alueiden pohjaveden kloridipitoisuuden keskiarvo on noin 24 mg/l (n=428). Reunamuodostumatyyppisten (tyyppi IV) muodostumien kloridipitoisuuksien keskiarvo ylittää myös 20 mg/l (ka=23 mg/l, n=1 000). Matalaan veteen kerrostuneiden pitkittäisharjujen (tyyppi I) keskimääräinen kloridipitoisuus (ka=15 mg/l, n=324) on pienin verrattuna muihin muodostumatyyppeihin. Syvään veteen kerrostuneiden pitkittäisharjujen (tyyppi IIA, ka=17,6 mg/l, n=758) ja Pohjanmaan harjutyyppin (tyyppi III, ka=18,6, n=564) kloridipitoisuuksien keskiarvot ovat alle 20 mg/l. Verrattaessa Hännisen et al. julkaisussa esittämiin pohjaveden kloridipitoisuuksien keskiarvoihin huomattavaa on pitoisuuksien selvä kohoaminen IIB tyyppin alueita lukuun ottamatta. Tämän tyyppimuodostuman kohdalla keskiarvo on laskenut 1,3 mg/l. Selvin pitoisuuksien keskiarvojen nousu on III- ja IV-tyypin muodostumissa, joissa pitoisuuksien keskiarvot ovat nousseet noin 3,5 mg/l kummassakin tyyppissä. Pienin muutos on matalaan veteen kerrostuneilla pitkittäisharjuilla (tyyppi I), jossa muutos on vain 0,47 mg/l. (Hänninen et al.,1994) (kuva 42)



Kuva 42. Pohjaveden kloridipitoisuuksien keskiarvot ja mediaanit (mg/l) tyyppimuodostumittain, tämän tutkimuksen aineistosta\*) sekä Hänninen et al., 1994 mukaan. (I = matalaan veteen kerrostunut pitkittäisharju; IIA = syvään veteen kerrostunut pitkittäisharju, antikliininen; IIB = syvään veteen kerrostunut pitkittäisharju, synkliininen; III = Pohjanmaan harjutyypin; IV = reunamuodostuma) (\*TSRR)

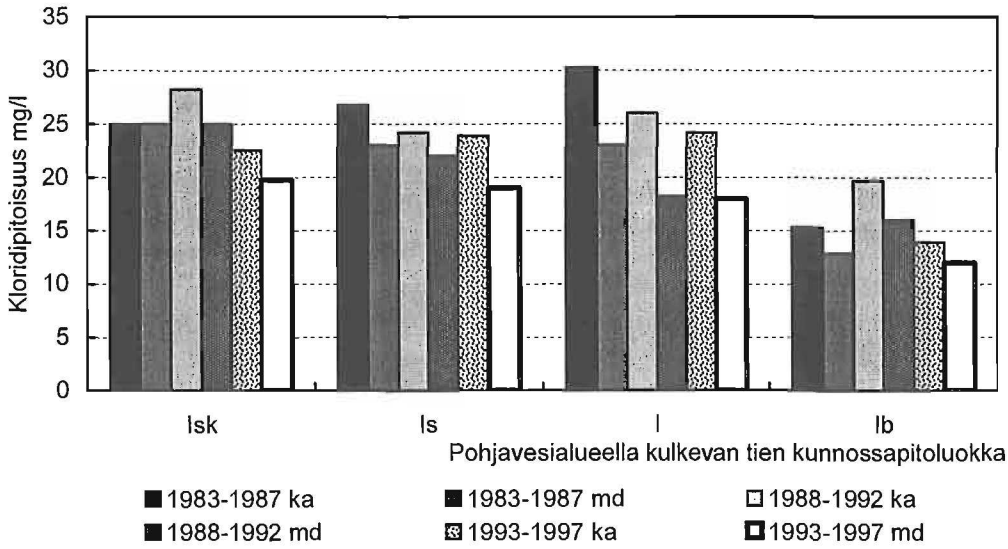
### 8.3 Kloridipitoisuudet eri vuosina suolausmäärän mukaan luokiteltuna

Kloridipitoisuushavainnot ryhmiteltiin kolmeen eri kauteen suolan käyttömäärän perusteella. Vuosina 1983-1987 suolaa käytettiin 56 000 - 78 000 t/v. Vuodet 1988-1992 olivat runsaan suolankäytön vuosia, jolloin käyttö Suomessa oli reilusti yli 100 000 t/v. Vuodesta 1993 lähtien on pyritty vähentämään suolan käyttöä ja kahta vuotta (1995 ja 1997) lukuun ottamatta suolankäyttö on jäänyt alle 100 000 t/v koko maassa. Aineistosta valittiin pohjavesialueilta ne havaintopisteet, joilta on kloridipitoisuus dataa kaikilta kolmelta eri ajan jaksolta, jotka rajattiin eri suolan käyttömäärien perusteella (vuodet 1983-1987, 1988-1992 ja 1993-1997). Talvihoitoluokittaisiin (Isk, Is, I ja Ib) tarkasteluihin tuli mukaan yhteensä 1 323 analyysitulosta noin 70 pohjavesialueelta. Tyyppimuodostumittaisissa tarkasteluissa oli mukana yhteensä 1 290 analyysitulosta.

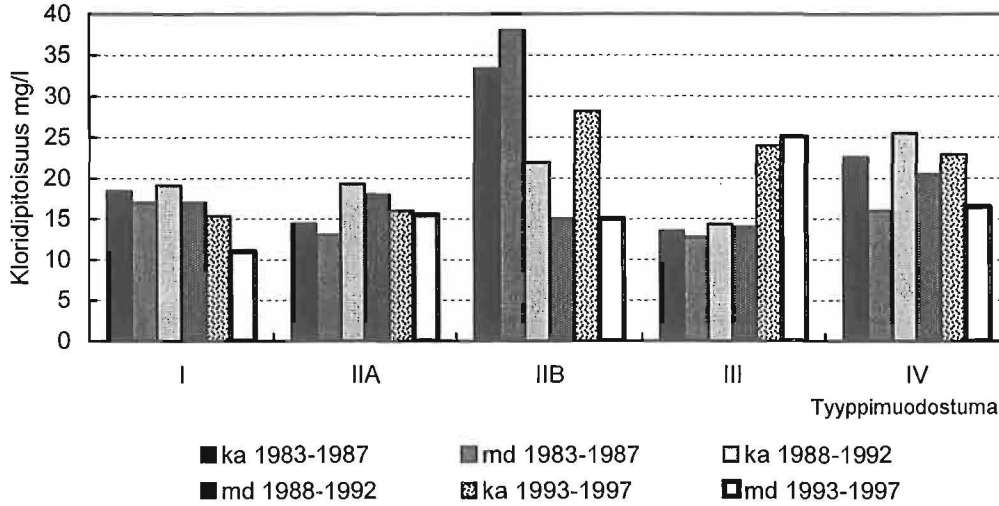
Pohjavesialueella kulkevan tien talvihoitoluokan perusteella luokiteltuna suolan käyttömäärät heijastuvat selvästi pohjaveden kloridipitoisuuteen. Vuosien 1983-1987 aikana otettujen pohjaveden kloridinäytteiden keskiarvot ja mediaanit ovat korkeimmat verrattuna muihin kausiin, lukuunottamatta alueita, joilla kulkee hoitoluokkaan Ib tai Isk kuuluva tie. Näillä alueilla korkein keskiarvo on vuosina 1988-1992 otetuissa näytteissä. Suolauksen vähentäminen näkyy kloridipitoisuuksien laskuna sekä keskiarvossa että mediaanissa kaikissa kunnossapitoluokissa ryhmissä. (kuva 43)

Tarkasteltaessa pohjaveden kloridipitoisuuden kehitystä tyyppimuodostumittain ko. jaksoilla kloridipitoisuuksien keskiarvot ovat tyyppimuodostumissa I, IIA ja IV nousseet 1990-luvun alussa ja laskeneet viimeisellä jaksolla suolan käytön vähennyttyä. IIB-tyypin muodostumissa korkeimmat keskiarvot ovat jaksolla 1983-1987 ja pienimmät 1988-1992. Vuosien 1993-1997 kloridipitoisuuksien keskiarvo on

korkea, mutta mediaani taas edellisen jakson (1988-1993) tasolla. Pohjanmaan harjutyypissa (tyyppi III) kloridipitoisuuksien keskiarvo on jaksolla 1993-1997 noin 10 mg/l korkeampi kuin aikaisemmillä jaksoilla. (kuva 44)



Kuva 43. Pohjaveden kloridipitoisuuden keskiarvot (ka) ja mediaanit (md) pohjavesialueella kulkevan tien hoitoluokan mukaan ryhmiteltynä kolmena eri ajan jaksona (vuodet 1983-1987, 1988-1992 ja 1993-1997) suolankäyttömäärien perusteella jaoteltuna. (Jakso 1983-1987: isk; n=59, ls; n= 140, l; n=67, lb; n=67. Jakso 1988-1992: isk; n=75, ls; n=212, l; n=200, lb; n=109. Jakso 1993-1997: isk; n=112, ls; n=111, l; n=112, lb; n=59.)



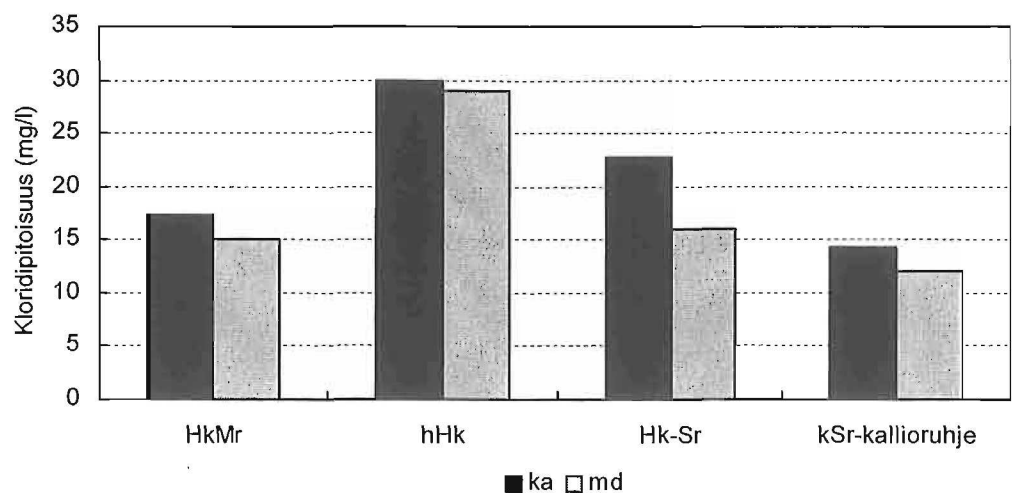
Kuva 44. Pohjaveden kloridipitoisuuksien keskiarvot (ka) ja mediaanit (md) tyyppimuodostumittain kolmena eri ajan jaksona (vuodet 1983-1987, 1988-1992 ja 1993-1997) suolankäyttömäärien perusteella jaoteltuna. (Jakso 1983-1987: I; n=33, IIA n=67, IIB n=70, III; n=20, IV; n=130. Jakso 1988-1992: I; n=53, IIA; n=197, IIB; n=101, III; n=49, IV; n=196. Jakso 1993-1997: I; n=68, IIA; n=46, IIB; n=24, III; n=48, IV; n=196.)

## 8.4 Hydrogeologisen tekijöiden vaikutus

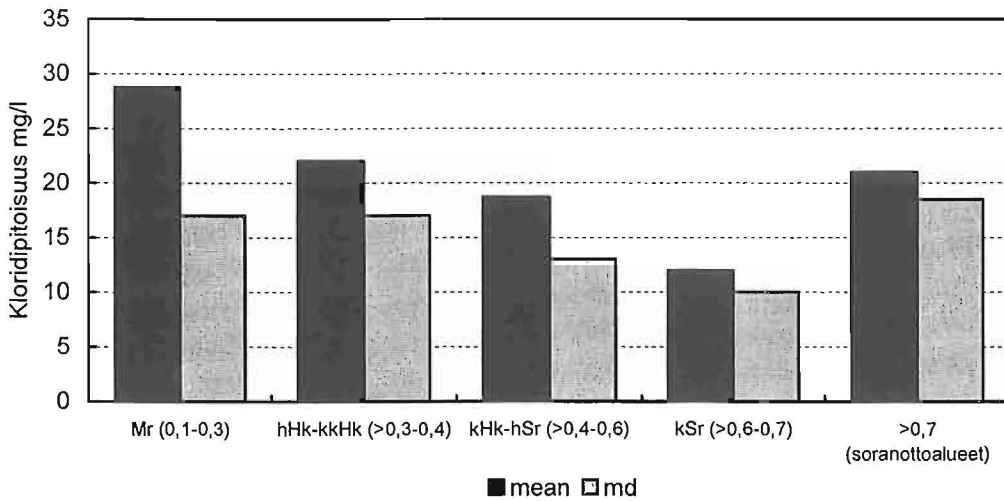
### 8.4.1 Pohjavesialueen maaperän vaikutus kloridipitoisuuteen

Yhtenä vedenottoalueen riskipisteeseen vaikuttavana tekijänä on maaperän vedenläpäisevyys. Pohjavesialueen maaperän vedenläpäisevyyttä koko muodostumassa sekä tien läheisyydessä arvioitiin karkeasti maaperän perusteella riskinarvioinnin yhteydessä olemassa olevien tietojen perusteella. Korkeimmat kloridipitoisuuksien keskiarvot pohjavedessä ovat alueilla, joilla muodostuman maaperä on hienoa hiekkaa. Alueiden kloridipitoisuuksien keskiarvo on noin 30 mg/l. Tähän ryhmään kuuluu 27 pohjavesialuetta, jolta on yhteensä 354 kloridipitoisuushavaintoa. Alueita, joilla maaperä on hiekkaa ja soraa on yhteensä 204 ja kloridipitoisuushavaintoja on yhteensä 2 795 kappaletta. Tässä ryhmässä kloridipitoisuuden keskiarvo on noin 23 mg/l. Kallioruhje on 11 pohjavesialueella. Näillä alueilla pohjaveden kloridipitoisuuden keskiarvo on alhaisin noin 14 mg/l (n=279). (kuva 45)

Tien läheisyydessä pohjavesialueen aines vaihtelee riskinarvioinnissa mukana olleilla alueilla yleisimmin hienosta hiekasta hienoon soraan. Näihin kahteen ryhmään kuuluu yhteensä 222 aluetta tarkastelluissa mukana olleista pohjavesialueista. Imeytymiskertoimen ollessa hienon hiekan ja keskikarkean hiekan imeytymiskerrointa vastaavaa, alueiden pohjaveden kloridipitoisuuksien keskiarvo oli 22 mg/l ja mediaani 17 mg/l (n=1148). Aineksen tullessa karkeammaksi imeytymiskertoimen ollessa karkean hiekan ja hienon soran imeytymiskertoimia vastaavat, pohjaveden kloridipitoisuuden keskiarvo alueilla laski hieman ollen 18,7 mg/l ja mediaani vastaavasti oli 13 mg/l (n=1729). Pohjavesialueen imeytymiskertoimen ollessa moreeniainesta vastaavaa, kloridipitoisuuksien keskiarvo näillä alueilla oli noin 29 mg/l ja mediaani 17 mg/l (n=487), eli selvästi korkeampi kuin alueilla, joilla imeytymiskerroin oli suurempi. (kuva 46)



Kuva 45. Pohjavesialueen maaperän vaikutus kloridipitoisuuksiin, keskiarvot ja mediaanit (mg/l). (Hk-Mr=hiekka-moreeni, n=111; hHk=hienohiekka, n=354; Hk-Sr=hiekka-sora, n=2795; kSr=karkea sora, n=279)



46. Pohjavesialueen maaperän (tien läheisyydessä) imeytymiskertoimen vaikutus kloridipitoisuuksiin (mg/l), keskiarvot (mean) ja mediaanit (md). (Mr=moreeni; hHk-kkHk=hieno hiekka-keskikarkea hiekka; kHk-hSr= karkea hiekka - hieno sora; kSr=karkea sora)

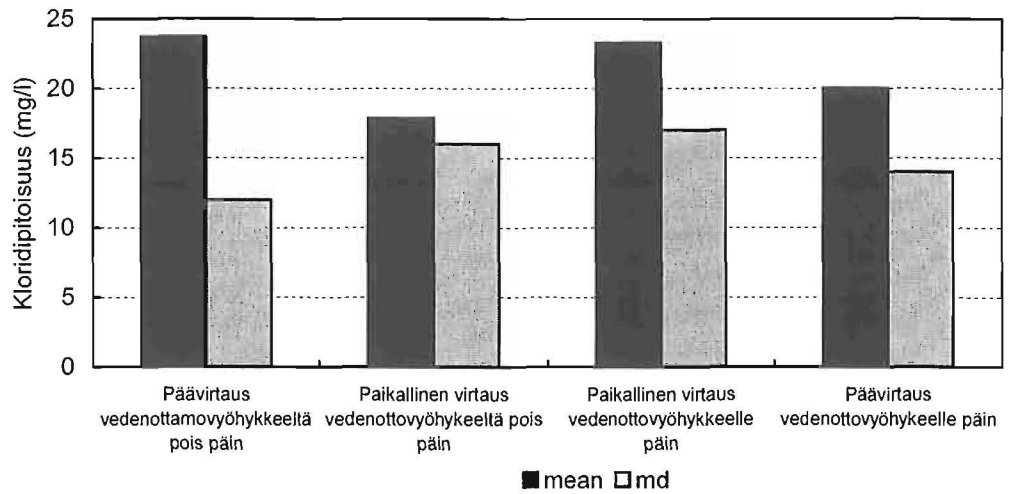
#### 8.4.2 Pohjaveden virtaussuunnan vaikutus kloridipitoisuuksiin

Alueita, joilla pohjaveden päävirtaussuunta on kohti vedenottovyöhykettä, on eniten yhteensä 186 pohjavesialuetta. Näiltä on lähes 2 500 kloridipitoisuus havaintoa. Paikallinen virtaussuunta vedenottovyöhykkeelle päin on 91 pohjavesialueella ja havaintoja on näiltä alueita noin 1300 kapaletta. Alueita, joilla pohjaveden virtaussuunta on pois päin vedenottovyöhykkeeltä on yhteensä 46 kapaletta.

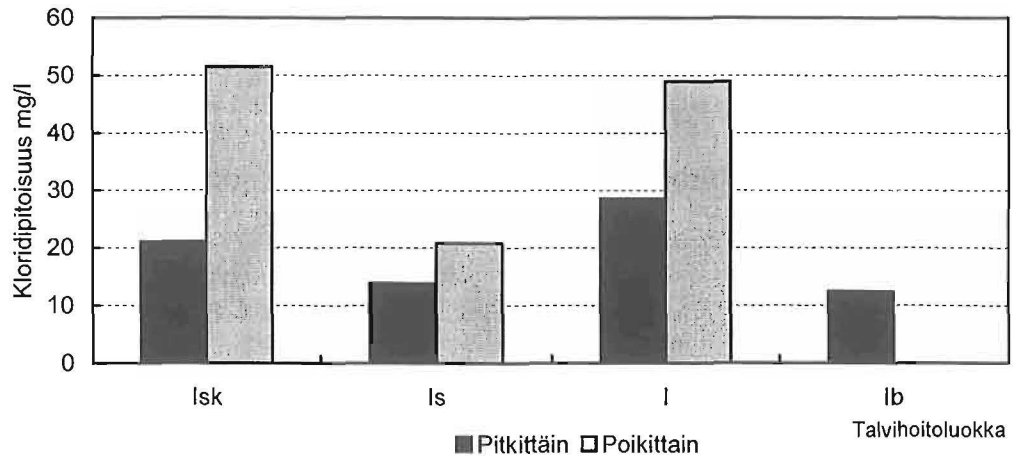
Alueilla, joilla päävirtaussuunta on vedenottovyöhykkeelle päin, kloridipitoisuuksien keskiarvo on noin 20 mg/l, joka on vähän alhaisempi kuin alueilla, joilla paikallinen virtaussuunta on vedenottovyöhykkeelle päin (23 mg/l) (kuva 47). Tarkasteltaessa kunnossapitoluokittain pohjaveden virtaussuunnan vaikutusta kloridipitoisuuteen, voi todeta, että ei ole suurta merkitystä onko kyseessä pää- vai paikallinen virtaussuunta. Analyysituloksia on vähän tapauksista, jossa virtaussuunta ei ole vedenottovyöhykkeelle päin, joten näitä keskiarvoja ei ole mielekäästä verrata kloridipitoisuuden keskiarvoihin alueilta, joilla virtaussuunta on vedenottovyöhykkeelle päin. (kuva 47)

Tarkasteltaessa tien sijaintia muodostuman suhteen sekä virtausolosuhteiden vaikutusta pohjaveden kloridipitoisuuteen hoitoluokittain, voidaan todeta, että niillä alueilla, joilla pohjaveden päävirtaussuunta on vedenottovyöhykkeelle päin, pohjaveden kloridipitoisuuden keskiarvot ovat suurempia siinä tapauksessa, jossa tie kulkee muodostumaan nähden pitkittäin. (kuvat 48 ja 49) Vastaavasti alueilla, joilla pohjaveden paikallinen virtaussuunta on vedenottovyöhykkeelle päin alueilla, joilla tie kulkee poikittain on korkeammat pohjaveden kloridipitoisuuden keskiarvot. Koska aineisto on jakautunut epätasaisesti eri luokkiin, ei riipuvuutta virtaussuunnan ja kloridipitoisuuden välillä voida tämän aineiston perusteella luotettavasti tarkastella.

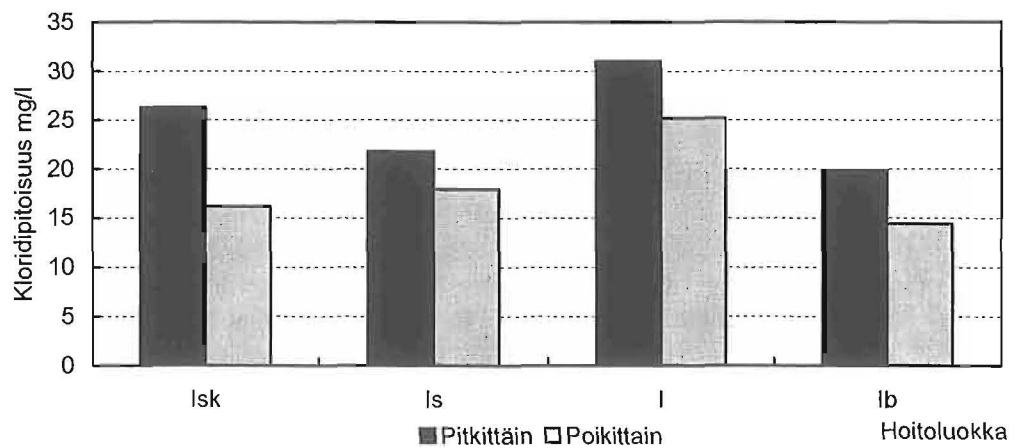




Kuva 47. Pohjaveden kloridipitoisuuden keskiarvot ja mediaanit (mg/l), pohjaveden virtaus-suunnan mukaan ryhmiteltynä. (päävirtaus vo-vyöhykkeeltä pois; n=87, paikallinen virtaus vo-vyöhykkeeltä pois; n=318, paikallinen virtaus vo-vyöhykkeelle päin; n=1270, päävirtaus vo-vyöhykkeelle päin n=2453)



Kuva 48. Pohjaveden kloridipitoisuuden keskiarvot (mg/l) hoitoluokittain alueilla, joilla pohjaveden paikallinen virtaussuunta on vedenottovyöhykkeelle päin ja ryhmiteltynä tien kulkutavan mukaan.



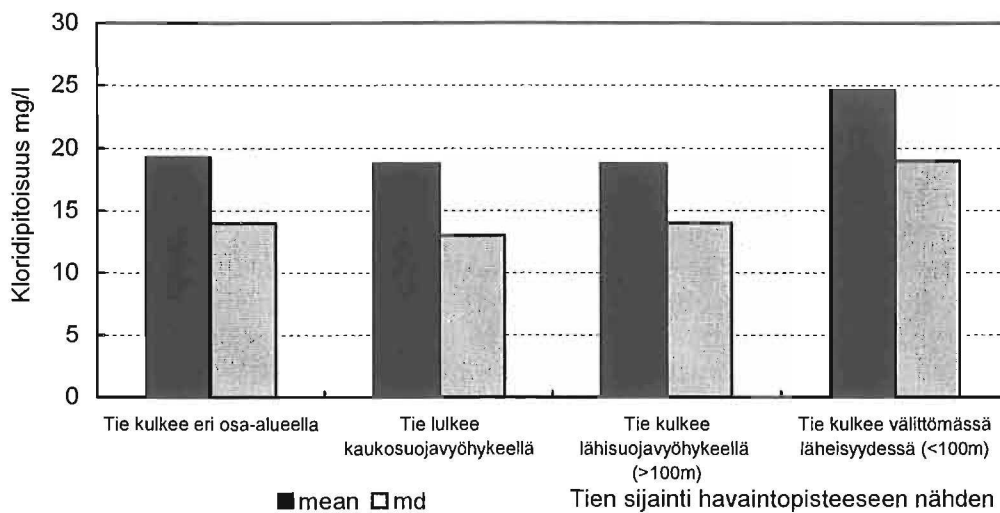
Kuva 49. Pohjaveden kloridipitoisuuden keskiarvot (mg/l) hoitoluokittain alueilla, joilla pohjaveden päävirtaussuunta on vedenottovyöhykkeelle päin ja ryhmiteltynä tien kulkutavan mukaan.

## 8.5 Tien sijainnin vaikutus havaintopisteen kloridipitoisuuteen

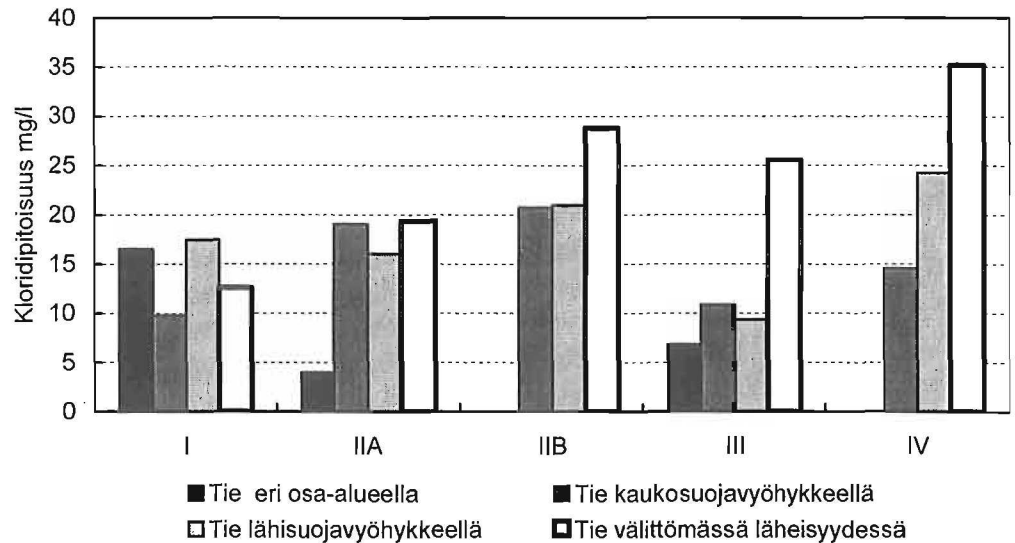
### 8.5.1 Tien etäisyys havaintopisteestä

Tien etäisyyden vaikutusta havaintopisteestä mitattuun kloridipitoisuuteen on tarkasteltu koko aineistolla. Pohjaveden kloridipitoisuuden keskiarvo on korkein sellaisissa havaintopisteissä, joiden etäisyys tiestä on alle 100 metriä. Näissä pisteissä kloridipitoisuuden keskiarvo on noin 25 mg/l. Muissa tapauksissa pohjaveden kloridipitoisuuden keskiarvot ovat alle 20 mg/l. Suurimmalla osalla tarkastelluista pohjavesialueista tie kulkee joko vedenottamon välittömässä läheisyydessä tai lähisuojavyöhykkeellä (kloridihavainnoista noin 71% kuuluu edellä mainittuihin tapauksiin). (kuva 50)

Selvimmän havaintopisteen ja tien välisen etäisyyden vaikutus pohjaveden kloridipitoisuuteen näkyy tarkastelussa tyyppimuodostumittain. Eniten kloridipitoisuushavaintoja on VI-tyyppin muodostumista, joita on yhteensä 1 000 kapaletta. Tien ollessa havaintopisteen välittömässä läheisyydessä (etäisyys <100 metriä) kloridipitoisuuksien keskiarvo reunamuodostumatyyppisillä pohjavesialueilla on noin 35 mg/l. Mikäli tie sijaitsee havaintopisteen lähisuojavyöhykkeellä, mutta kuitenkin etäisyyttä vaikuttavaan tiehen on enemmän kuin 100 metriä, kloridipitoisuuksien keskiarvo alueilla on noin 25 mg/l. (kuva 51)



Kuva 50. Tien sijainnin vaikutus havaintopisteen kloridipitoisuuteen (mg/l), keskiarvot (mean) ja mediaanit (md)



Kuva 51. Tien sijainnin vaikutus havaintopisteen kloridipitoisuuteen tyyppimuodostumittain, keskiarvot (mg/l).

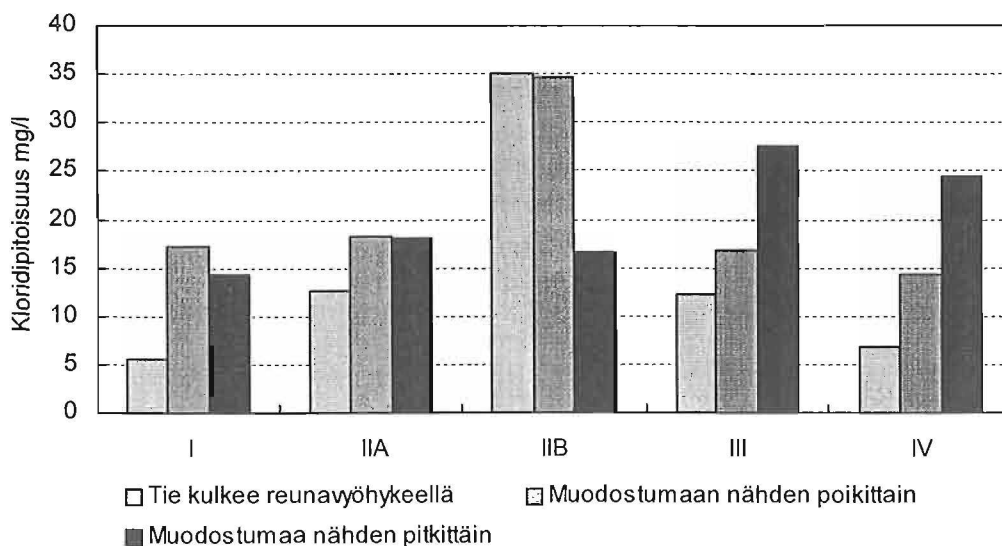
### 8.5.2 Tien kulku pohjavesialueilla

Tarkasteltaessa koko aineistoa miten tien kulku muodostumaan nähden vaikuttaa alueen pohjaveden kloridipitoisuuteen, voidaan todeta, että tapauksissa, jossa tie kulkee muodostumisalueella pitkittäin tai poikittain, pohjaveden kloridipitoisuudet ovat odotetusti korkeammat kuin alueilla, joilla tie kulkee pohjavesialueen reunavyöhykkeellä tai ainoastaan muodostumisaluetta hipoen. Tämän aineiston osalta pohjaveden kloridipitoisuuksien keskiarvo on hieman korkeampi alueilla, joilla tie kulkee muodostumisalueella poikittain. Tämä saattaa osittain johtua aineiston painottumisesta muodostumaa nähden pitkittäin kulkeviin tapauksiin, joita on yhteensä 172 pohjavesialuetta ja 2 460 analyysiä. Pohjavesialueita, joilla tie kulkee muodostumaa nähden poikittain on tarkastelussa mukana 84 kappaletta ja alueilta on 825 kloridipitoisuus havaintoa.

Tyyppimuodostumittain tarkasteluun tulee mukaan 141 pohjavesialuetta ja 935 kloridihavaintoa. Eniten IIA-tyypin pohjavesialueita, yhteensä 51 kappaletta ja kloridipitoisuushavaintoja yhteensä 743. Havainnoista 68 % (504 kappaletta) on alueilta, joilla tie kulkee muodostumaa nähden pitkittäin. Eniten yksittäisiä kloridipitoisuushavaintoja on IV-tyypin pohjavesialueilta yhteensä 1 000 kappaletta. Näistä havainnoista suurin osa (91%) on alueita, joilla tie kulkee muodostumaan nähden pitkittäin.

Alhaisimmat kloridipitoisuuksien keskiarvot ovat tapauksissa, joissa tie kulkee pohjavesialueen reunavyöhykkeellä. Poikkeuksena on IIB-tyypin alueet, jotka ovat virtauskuvaltaan synkliinisiä eli keräävät pohjavettä ympäristöstään. Näiden alueiden kloridipitoisuuksien keskiarvot ovat korkeimmat juuri tapauksissa, jossa tie kulkee reunavyöhykkeellä (35 mg/l, n=112) ja matalimmat tapauksissa, joissa tie kulkee pitkittäin (17 mg/l, n=220). Matalaan veteen kerrostuneiden pitkittäisharjujen (tyyppi I) kloridipitoisuuksien keskiarvot ovat yleisesti ottaen alhaisemmat verrattuna muihin tyyppimuodostumaryhmiin. Tapauksissa, joissa tie kulkee muodostumaan nähden poikittain on ryhmän sisällä korkein keskiarvo (17,3 mg/l). Syvään veteen kerrostuneiden antikliinisten pitkittäisharjujen (tyyppi IIA)

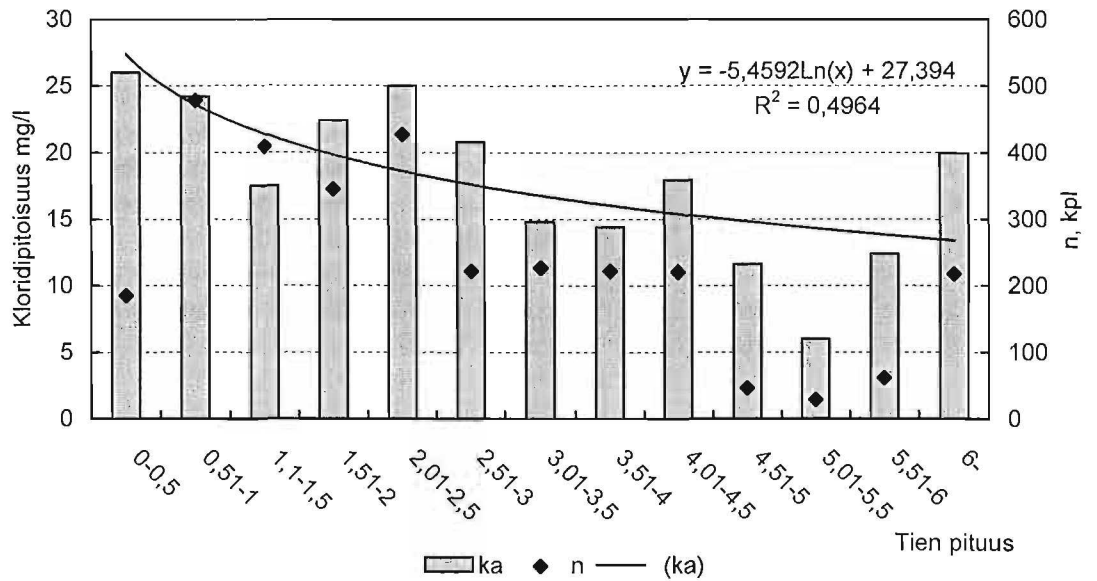
ryhmässä, jossa tie kulkee muodostumaa nähden pitkittäin ja poikittain ovat kloridipitoisuuksien keskiarvot lähes yhtä suuret, noin 18 mg/l. Pohjanmaan harjutyyppin (tyyppi III) ja reunamuodostumatyyppin muodostumissa (tyyppi IV) korkein kloridipitoisuuden keskiarvo on tapauksessa, jossa tie kulkee pitkittäin ja alhaisin tapauksessa, jossa tie kulkee pohjavesialueen reunavyöhykkeellä. Kummassakin tyyppimuodostuma ryhmässä (III ja IV) kloridipitoisuuksien keskiarvojen erotus ryhmien, jossa tie kulkee muodostumaa nähden pitkittäin ja poikittain, välillä on 10-11 mg/l. Kloridipitoisuuksien keskiarvojen taso kaikissa tapauksissa on hie- man alhaisempi IV-tyyppisissä muodostumissa kuin III tyyppin muodostumissa. Tähän vaikuttanee analyysitulosten määrät. (kuva 52)



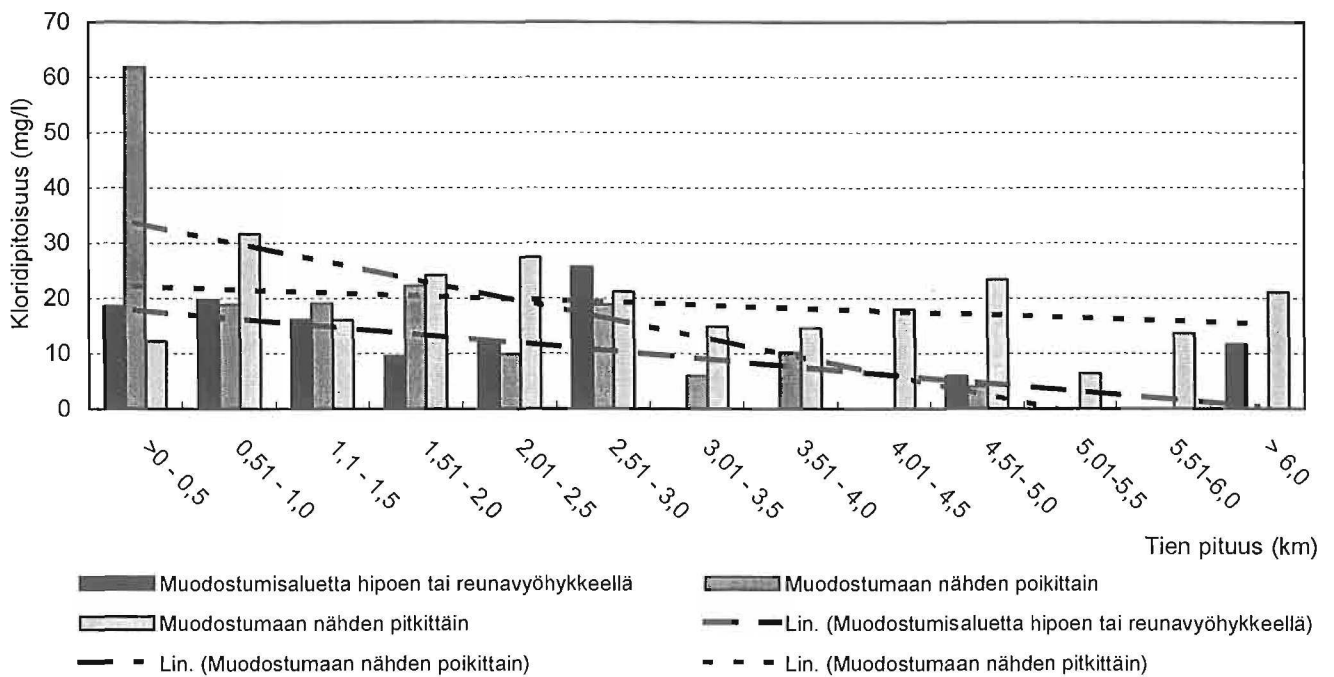
Kuva 52. Pohjaveden kloridipitoisuuden (keskiarvot, mg/l) riippuvuus tien kulkusuunnasta tyyppimuodostumittain.

## 8.6 Teiden yhteispituuden vaikutus kloridipitoisuuteen

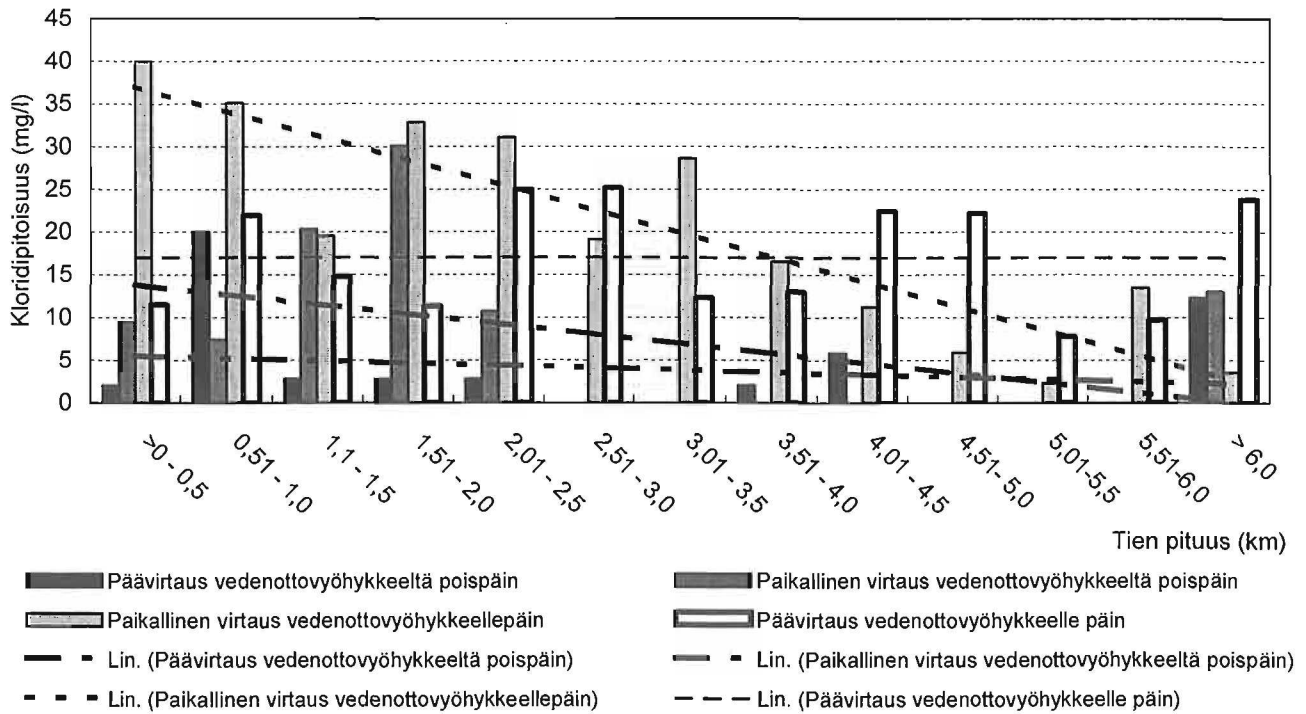
Kloridipitoisuuden keskiarvoja tarkasteltiin jakamalla alueet 13 luokkaan alueella kulkevan tien pituuden mukaan (kuva 53). Eniten yksittäisiä kloridihavaintoja oli ryhmässä, jossa pohjavesialueella kulkevan tien pituus on 0,5-1 km, yhteensä 478 kapaletta. Trenditarkastelun perusteella kloridipitoisuuksien keskiarvot laskevat lievästi pohjavesialueella kulkevan tien pituuden kasvaessa. Toisaalta tien pituuden ollessa 4,5 - 6 km kloridipitoisuus havaintojen määrä vähenee selvästi alle 50 havainnon kussakin luokassa. Tien pituuden ollessa yli 6 km pohjavesialueella kloridihavaintojen keskiarvo nousee taas noin 20 mg/l tasolle. Havaintoja on tässä luokassa yli 200. Pohjavesialueilla, joilla kulkee suolattavaa tietä 0,5-1 km kaikissa kunnossapitoluokissa pohjaveden kloridipitoisuuden keskiarvot ovat tasaisen korkeat (26 mg/l - 41 mg/l) verrattuna muihin tienpituusluokkiin (kuva 53). Kloridipitoisuuksien keskiarvoissa ei ole tyyppimuodostumiin liittyviä eroja eri tien pituusluokissa. Tien kulkiessa vedenottamon tai havaintopisteen välittömässä läheisyydessä kloridipitoisuuksien keskiarvot näyttävät olevan selvästi korkeammat tien pituuden kasvaessa kuin esimerkiksi tien kulkiessa vedenottamon lähi-suojavyyhykkeellä. Tien kulkiessa muodostumaan nähden pitkittäin pohjaveden kloridipitoisuuden keskiarvot ovat selvästi korkeammat tien pituuden kasvaessa, kuin tien kulkiessa poikittain tai reunavyöhykkeellä (kuva 54). Pohjaveden päävirtaus suunnan ollessa kohti vedenottoaluetta pohjaveden kloridipitoisuuksien keskiarvot nousevat lievästi tien pituuden kasvaessa pohjavesialueella. (kuva 55)



53. Pohjaveden kloridipitoisuuden keskiarvot (mg/l) alueella kulkevan tien pituusluokittain.



Kuva 54. Pohjaveden kloridipitoisuuden keskiarvot (mg/l) tien sijainnin ja pituusluokan mukaan.

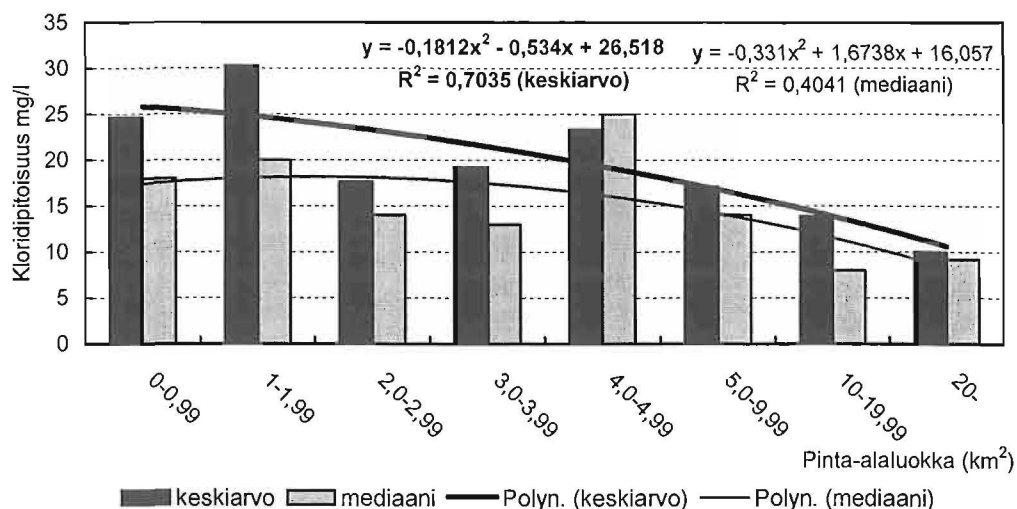


Kuva 55. Pohjaveden virtaussuunnan ja tien pituuden vaikutus kloridipitoisuuteen, kloridipitoisuuden keskiarvot (mg/l) eri tien pituusluokissa.

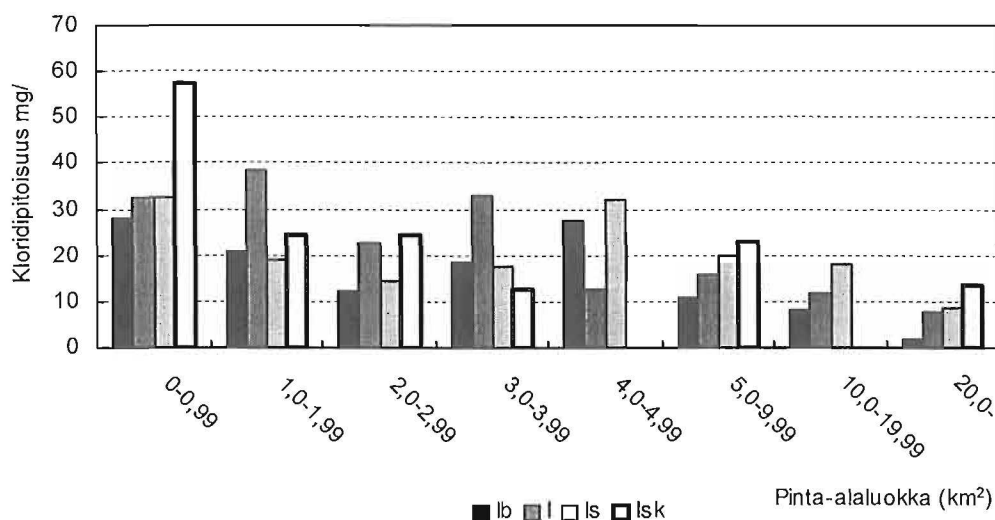
## 8.7 Pohjavesialueen pinta-alan vaikutus kloridipitoisuuksiin

Pohjaveden kloridipitoisuuden riippuvuutta alueen pinta-alasta tarkasteltiin jakamalla aineisto alueen pinta-alan mukaan 8 eri ryhmään Eniten kloridihavaintoja on pinta-alaltaan 5-10 km<sup>2</sup> kokoisilla pohjavesialueilla (n=755). Lähes yhtä paljon on kloridihavaintoja myös pinta-alaryhmissä 1-2 km<sup>2</sup> ja 2-3 km<sup>2</sup>, kummassakin ryhmässä 750 havaintoa. Pohjavesialueiden kloridipitoisuuksien keskiarvot ovat korkeammat pinta-alaltaan pienillä pohjavesialueilla.

Talvihoitoluokittain tarkasteltuna eniten havaintoja on 1-2 km<sup>2</sup> kokoisilla pohjavesialueilla, joilla kulkee hoitoluokkaan I kuuluva tie (n= 354). Pinta-alaltaan 0-1 km<sup>2</sup> pohjavesialueilla, joilla kulkee luokaan I ja Is kuuluva tie, kloridipitoisuuksien keskiarvot ovat yli 30 mg/l. Kloridipitoisuuksien keskiarvo laskee, lähes kaikkien hoitoluokkien osalta, kun pohjavesialueen pinta-ala kasvaa. (kuvat 56 ja 57)



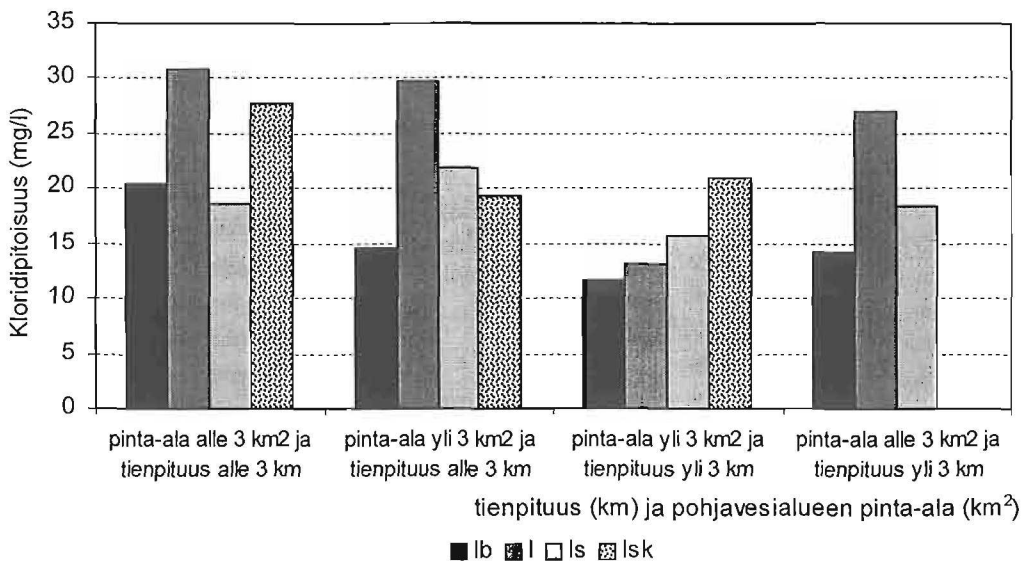
Kuva 56. Pohjaveden kloridipitoisuuden keskiarvot ja mediaanit (mg/l) pohjavesialueen pinta-alaluokittain (km²).



Kuva 57. Pohjaveden kloridipitoisuuden keskiarvot ja mediaanit (mg/l) pohjavesialueen pinta-alaluokittain ja talvihoitoluokittain.

## 8.8 Tien pituuden ja pohjavesialueen pinta-alan yhteisvaikutus pohjaveden kloridipitoisuuteen

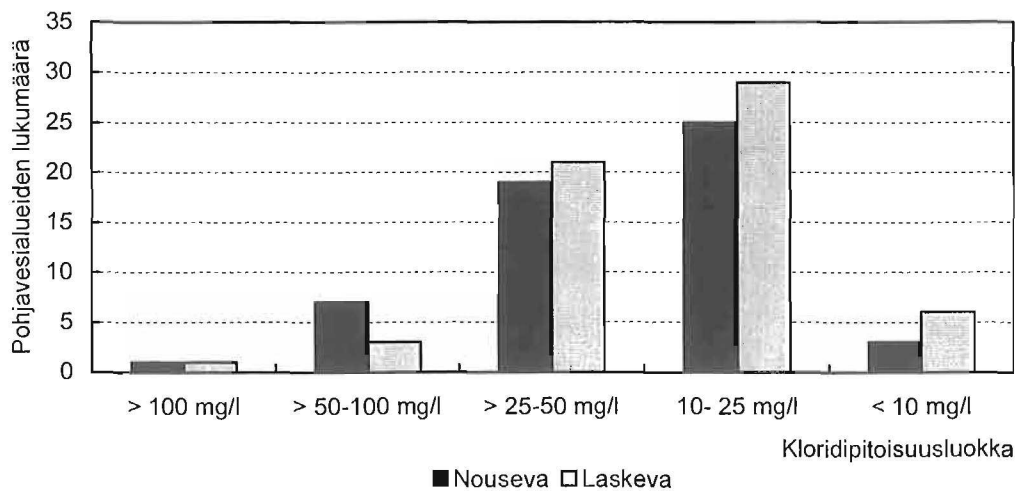
Tilastollisessa tarkastelussa mukana olleista alueista, joihin pystyttiin yhdistämään pinta-ala, tien pituus ja kloridipitoisuus, suurin ryhmä oli pohjavesialueet, joiden pinta-ala on 1 - 2 km² ja tien pituus alueella on alle 0,5 km. Lukumäärällisesti toiseksi suurimpana ryhmänä oli alueet, joiden pinta-ala on alle 1 km² ja alueella kulkevan tien pituus on alle 0,5 km. Verrattaessa kloridipitoisuuksien keskiarvoja pohjavesialueita, joiden pinta-ala on yli 3 km² ja alle 3 km², pinta-alaltaan pienempien alueiden kloridipitoisuudet ovat korkeammat. Tarkasteltaessa alueita, joilla kulkee yli 3 km ja alle 3 km suolattavaa tietä, voidaan todeta, ettei tien pituudella ole selvää vaikutusta. (kuva 58)



Kuva 58. Pohjavesialueella kulkevan tien pituuden (km) ja pohjavesialueen pinta-alan (km<sup>2</sup>) vaikutus kloridipitoisuuteen. Kloridihavaintojen keskiarvot (mg/l) eri luokissa.

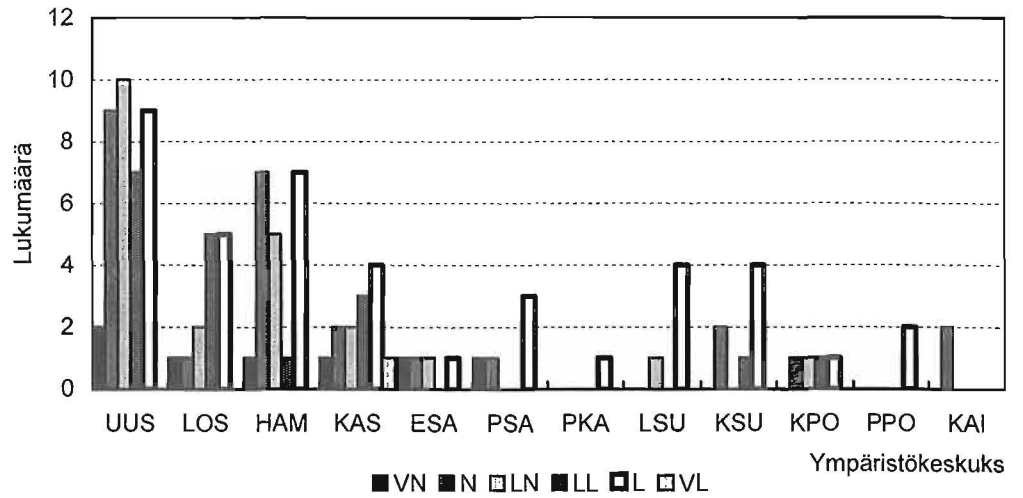
## 8.9 Pohjaveden kloridipitoisuuden trendi

Koko maan aineistosta on pystytty määrittämään 115 pohjavesialueelle pohjaveden kloridipitoisuuden muutosta kuvaava trendi. 25 alueen kohdalla ei pystytty määrittämään laskevaa tai nousevaa trendiä. Tarkastelu tehtiin kloridipitoisuusluokittain ja ympäristökeskuksittain. Eniten alueita on pitoisuusluokassa 10 - 25 mg/l. Tässä ryhmässä on yhteensä 47 % kaikista alueista. Suhteellisesti eniten alueita, joissa kloridipitoisuudella on nouseva trendi, on kloridipitoisuusluokassa >50-100 mg/l. (kuvat 59 ja 60).

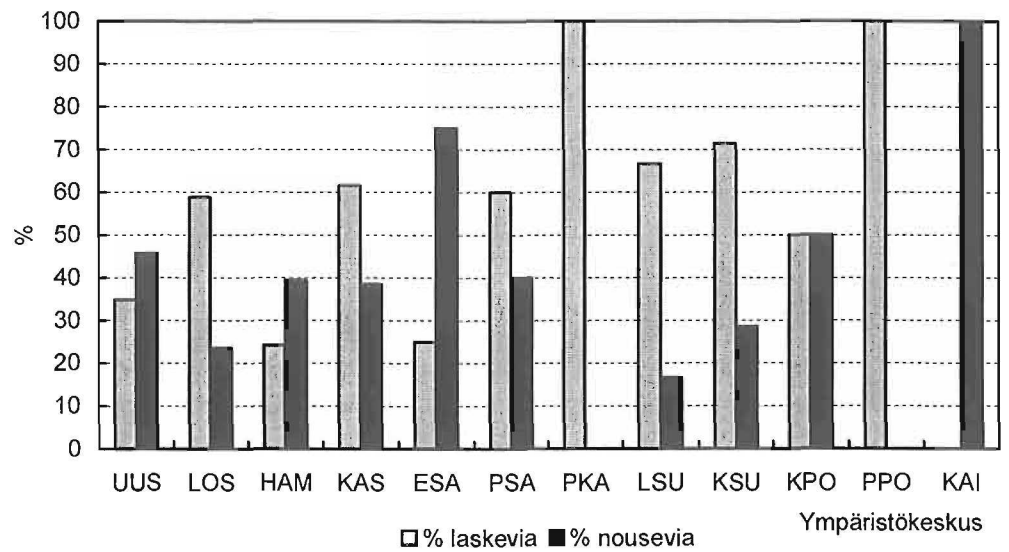


Kuva 59. Pohjavesialueiden lukumäärät kloridipitoisuuden trendin mukaan eri pitoisuusluokissa.





Kuva 60. Pohjavesialueiden lukumäärä kloridipitoisuuden trendin mukaan ympäristökeskuksittain. VN = voimakkaasti nouseva, N = nouseva, LN = lievästi nouseva, LL = lievästi laskeva, L = laskeva, VL = voimakkaasti laskeva.



Kuva 61. Pohjavesialueiden lukumäärä kloridipitoisuuden trendin mukaan ympäristökeskuksittain, prosentuaalinen jakautuminen.

## Jatkotoimenpiteet

---

Riskikartoituksen tulosten perusteella ehdotetaan liitteenä olevilta alueilta tai/ja havaintopisteistä pohjaveden kloridipitoisuuden tarkempaan seurantaan. Alueiden valintaperusteina on ollut maksimiriskiluku ja kloridihavaintojen määrä. Vaikinnassa on pyritty ottamaan huomioon, että kaikista eri kloridipitoisuusluokista ja tyyppimuodostumista on edustettuna alueita eri puolilta Suomea. Myös pohjavesialueella kulkevan tien talvihoitoluokka on pyritty ottamaan huomioon siten, että alueita, joilla kulkee eri hoitoluokkiin (Is, I ja Ib) kuuluvia tietä on ympäri Suomea. Jatkossa näiltä alueilta pyritään kloridipitoisuuden kehitystä seuraamaan ja raportoimaan vuosittain. Koko Suomen tiedot tullaan keräämään ja raportoimaan 3-5 vuoden välein. Luettelo ehdotetuista alueista on liitteenä 1.

# 10

## Johtopäätökset

Vuonna 1997 valmistui pohjavesialueiden kartoitus- ja luokitusprojekti, jonka tuloksena tärkeiden pohjavesialueiden (luokka I) määrä kasvoi Suomessa noin 1 000 alueella. Tämän lisäksi kartoitettiin ensimmäistä kertaa myös vedenhankintaan soveltuvat alueet (luokka II) ja muut pohjavesialueet (luokka III). Vesilaki koskee tärkeiden pohjavesialueiden lisäksi myös vedenhankintaan soveltuvia alueita (luokka II). Tärkeiden pohjavesialueiden määrä kasvettua huomattavasti, tuli myös tieriskikartoituksessa mukana olleiden alueiden tiedot tarkistaa sekä tehdä riskikartoitus uusille alueille. Riskikartoitusta tehtiin myös joillakin alueilla luokkaan II kuuluville alueille, mutta nämä alueet saivat alhaisia riskilukuja. Vedenhankintaan soveltuvia pohjavesialueita (luokka II) tulisi jatkossa tarkastella omana ryhmänään, koska riskipisteet jäivät selvästi tärkeiden pohjavesialueiden pisteitä pienemmiksi. II-luokan alueilla ei ole aina selvää vedenottoaluetta, jonka suhteen riskejä tulisi tarkastella, ja kloridipitoisuustaso on alueilla harvoin tiedossa.

Tutkimuksessa oli mukana 1 129 pohjavesialuetta ja näille määritettiin yhteensä 1 475 vedenottoaluetta. Tämän selvityksen tuloksena saatiin 402 vedenottoaluetta ja 290 pohjavesialuetta, joilla tienpidon riskiä kuvaava riskiluku on yli 65. Edelliseen kartoitukseen verrattuna yli 65 pisteen pohjavesialueiden määrä kasvoi 17 kappaleella. Yli 80 riskipistettä sai yhteensä 90 pohjavesialuetta ja näiden alueiden lukumäärä kasvoi 7 alueella. (Yli-Kuivila et al., 1993; Kivimäki, 1994b)

Noin 600 vedenottoalueelle pystyttiin määrittämään myös kloridipitoisuustaso. Suurimpana ryhmänä eli puolella alueista kloridipitoisuustaso oli <10 mg/l. Yli 100 mg/l kloridipitoisuusluokkaan on luokiteltu yhteensä 6 aluetta. Kloridipitoisuusluokkaan >50-100 mg/l kuuluu yhteensä 22 vedenottoaluetta ja luokkaan >25-50 mg/l yhteensä 103 vedenottoaluetta. Kloridipitoisuusluokkaan 10-25 mg/l kuuluu yhteensä 174 vedenottoaluetta. Pohjavesialueita, joilla kloridipitoisuustaso on yli 25 mg/l on tämä selvityksen mukaan yhteensä 104. Edelliseen riskikartoitukseen verrattuna alueiden määrä on kasvanut noin 20 alueella. (Kivimäki, 1994b)

Kartoituksen tuloksena tiesuolauksen riskirekisterissä on tällä hetkellä yhteensä noin 4190 kloridipitoisuus havaintoa. Yli 100 mg/l pitoisuus on mitattu 7 eri pohjavesialueelta. Kloridipitoisuushavaintoja, jotka ylittävät 100 mg/l on 25 kappaletta. Kloridipitoisuus havaintoja, jotka ovat 100 - 50 mg/l on aineistossa 32 pohjavesialueelta ja 34 havaintopisteestä, yhteensä 245 kappaletta. Kloridipitoisuus havaintoja, jotka ovat 25-50 mg/l on yhteensä 98 pohjavesialueelta ja 118 havaintopisteestä, yhteensä 986 kappaletta.

Pohjaveden kloridipitoisuus havaintojen perusteella määritettiin kloridipitoisuuden muutosta esittävä trendi. Alueita, joista riskirekisteriin oli tallennettu kloridipitoisuushavaintoja tarpeeksi trendin määrittämiseksi oli yhteensä 140. Näistä 25 alueelle ei havaintojen perusteella pystytty trendiä määrittämään tai kloridipitoisuus oli tasainen koko havaintojakson ajan. Nouseva trendi oli havaittavissa 55 alueella ja laskeva 60 alueella. Voimakkaasti nouseva trendi oli yhteensä 7 alueella. Lievästi nouseva tai nouseva trendi oli yhteensä 48 alueella. Laskeva 42 ja lievästi laskeva trendi 17 alueella. Ainoastaan pitoisuusluokassa >50-100 mg/l nousevan trendin alueita oli enemmän kuin laskevia.

Kloridipitoisuuksien keskiarvoja verrattiin kolmelta eri ajanjaksolta (1983-1987, 1988-1992 ja 1993-1997), jotka määriteltiin liukkauden torjuntaan koko maassa käytetyn suolamäärän perusteella. 1990-luvun loppupuolella pohjaveden kloridipitoisuuksien keskiarvot ovat alhaisempia verrattuna 1980- ja 1990-luvun vaihteen pitoisuuksiin. Tuloksiin vaikuttanee myös havaintojen lukumäärät. Kun tarkastellaan alueita tyyppimuodostumittain samoina ajanjaksoina, pitoisuuksien keskiarvot ovat pääasiassa laskeneet, lukuun ottamatta III-tyypin alueita. Tarkastelussa oli mukana ainoastaan alueita, joilta oli havaintoja kustakin ajanjaksolta. Tämän vuoksi pystyttiin hyödyntämään vain noin 1 000 kloridipitoisuushavaintoa tieriskirekisteriin tallennetuista noin 4000 havainnosta. Tarkasteltaessa ainoastaan pitoisuushavaintojen keskiarvoja havaintojen lukumäärät vaikuttavat tulokseen.

Tarkasteltaessa kloridipitoisuushavaintojen keskiarvoja, korkeimmat arvot ovat syvään veteen kerrostuneissa pitkittäisharjumuodostumissa (tyyppi IIB) ja reunamuodostumissa (tyyppi IV). Verrattaessa tuloksia edelliseen tilastolliseen tarkasteluun (Hänninen et al., 1994) on keskiarvot hieman korkeampia eri tyyppimuodostumissa tämän tutkimuksen aineistossa, lukuun ottamatta IIB tyyppimuodostumia. Tyyppimuodostumat asettuvat kummassakin tutkimuksessa samaan järjestykseen kloridipitoisuuksien keskiarvojen mukaan. Tässä tutkimuksessa on eniten havaintoja (n=1000) reunamuodostumatyyppisiltä alueilta. Keskiarvo nostaa muutamat korkeat havainnot (kuva 42). Vaikka keskiarvo on noussut tämän tyyppimuodostuman kohdalla mediaani on laskenut Hännisen tutkimukseen verrattuna. Ensimmäisen Salpausselän alueelta tehdyn selvityksen (Nystén et al., 1999) IV-tyyppisten pohjavesialueiden kloridipitoisuuksien keskiarvo ( $\bar{x}$ =18,97; n=2534) on jonkin verran alhaisempi kuin tämän selvityksen aineiston keskiarvo (23 mg/l). Salpausselän aineistossa keskiarvoon vaikuttaa havaintojen painottuminen alle 25 mg/l pitoisuuksiin. Eri suolauskäytännön mukaan rajatuilla ajanjaksoilla kloridipitoisuuksien keskiarvot ovat hieman laskeneet monessa tyyppimuodostumassa viimeisen jakson kohdalla. Tyyppimuodostumissa IIB ja III on keskiarvo ja tyyppin III kohdalla myös mediaani noussut viimeisellä jaksolla. (kuvat 44)

Tämän selvityksen kanssa tehdyn ensimmäisen Salpausselän kuntien alueelle keskittyvän tienpidon vaikutuksia tarkastelevan tutkimukseen kerätyt kloridipitoisuus havainnot lisättiin tietokantaan niiden havaintopisteiden osalta, jotka olivat otettu mukaan riskinarvioinnin yhteydessä. (Nystén et al., 1999) Salpausselän tutkimuksen tulokset poikkeavat tämän raportin tuloksista. Tuloksiin vaikuttanee aineiston käsittelytavan lisäksi ensimmäisen Salpausselän alueen erityisluonne, havaintopisteiden tyytit ja aineiston painottuminen. Tutkimusalueella tiedot kuuluvat korkeimpiin talvihoitoluokkiin ja alueella käytetään runsaasti suolaa sääolosuhteiden takia.

Suolan käyttömäärää karkeasti kuvaavan talvihoitoluokan ja pohjavesialueen pinta-alan lisäksi tärkeimmiksi pohjaveden kloridipitoisuuteen vaikuttavista tekijöistä nousi pohjaveden virtausolosuhteet ja tien kulku muodostumaan nähden. Alueilla, joilla pohjaveden päävirtaussuunta oli tien ja vedenottoalueen kohti ottamoa, pohjaveden kloridipitoisuudet olivat korkeammat tapauksissa, joissa tie kulki muodostumaan nähden pitkittäin kuin tapauksissa, joissa tie kulki muodostumaan nähden poikittain. Tien etäisyydellä havaintopisteestä ja pohjavesialueen pinta-alalla oli vaikutus tarkasteltavien alueiden kloridipitoisuuksiin. Tien kulkiessa vedenottamon välittömässä läheisyydessä pohjaveden keskimääräinen kloridipitoisuus oli korkeampi verrattuna alueisiin, joissa tie kulkee kauempana vedenottamosta. Pinta-alaltaan pienillä pohjavesialueilla kloridipitoisuudet olivat keskimäärin korkeampia.

Tielaitos on aloittanut talvikunnossapitoon käytettävän suolan käyttömäärän tarkemman tilastoinnin. Tämä helpottaa jatkossa tienpidon vaikutusten arviointia pohjaveden kloridipitoisuuksiin. Tielaitos on asettanut suolankäyttömäärälle 70 000 t/vuosi tavoitteen suunnitelmakaudelle 2000-2003.

Pohjaveden laadun seuranta tulee jatkaa alueilla, joilla kulkee suolattava tie. Kaikilta pohjavesialueilta, joilla on korkea riskipiste (> 65), tulisi kloridipitoisuustaso selvittää. Alueilta, joille on rakennettu pohjaveden suojaus, on tärkeää jatkaa pohjaveden kloridipitoisuuden seuranta suojaustoimista huolimatta.

# Kirjallisuus

- Britschgi, R., Hatva, T. & Suomela, T. (toim.) 1991. Pohjavesialueiden kartoitus- ja luokitusohjeet. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja - sarja B, nro 7, Helsinki, 1991. ISBN 951-47-4280-X, ISSN 0786-9606.
- Britschgi, R. & Gustafsson, J. (toim.) 1996. Suomen luokitellut pohjavesialueet. Suomen ympäristö nro 55, Luonto ja luonnonvarat. ISBN 952-11-0081-8, ISSN 1238-7312.
- Donner, J. 1978. Suomen kvartääri-geologia. Moniste / Helsingin Yliopisto, Geologian ja paleontologian osasto, ISBN 951-45-0769-X.
- 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. 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. ISBN 952-11-0348-5, ISSN 0900-0267.
- Hatva, T. 1989. Iron and manganese in groundwater in Finland: Occurrence in glacial fluvial aquifers and removal by biofiltration. Publications of the Water and Environment Research Institute 4. National Board of Waters and the Environment, Helsinki, 1989. ISBN 951-47-3097-6, ISSN 0783-9472.
- Hatva, T., Hyypä, J., Ikäheimo, J., Penttinen, H. & Sandborg, M. 1993. Soranoton vaikutus pohjaveteen. Raportti V: Soranottoja pohjaveden suojele. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja - sarja B nro 15. Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsinki, 1993. ISBN 951-47-7012-9 ISSN 0786-9606.
- Hedberg, T., Vik, E., A., Wagner, B., Oliphant, R., Ferguson, J.E., van den Hooven, T., Benjamin, M., M., Reiber, S., Nielsen, K., Pääkkönen, J., Fiksdal, L. & Forslund, J. 1990. The influence of water quality on different pipe materials and house installations. Conclusions from the workshop. Corrosion and corrosion control in drinking water systems. Proceedings from a corrosion workshop and seminar in Oslo, 19.-21.3.1990.
- Hyypä, J. & Penttinen H. 1993. Soranoton vaikutus pohjaveteen. Tutkimusraportti II, alueelliset tutkimukset, osa B, Tutkimustulosten tarkastelu ja johtopäätökset. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 329, Helsinki, 1993. ISBN 951-47-4692-9 ISSN 0783-3288.
- Hänninen, T., Kivimäki, A.-L., Liponkoski, M. & Niemi, A. 1994. Tiesuolauksen vaikutus tärkeillä pohjavesialueilla. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 70/1994. TIEL 4000102.
- Jones, P., H. & Hutchon, H., 1983. Road Salt in the Environment. In Salt Institution, Vol II Sixth International Symposium on Salt, 1983
- Kivimäki, A.-L. 1994a. Road salting and groundwater - a risk assessment model. NHP-raportti nr 35. 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. ISBN 82-12-00319-1, ISSN 0900-0267.
- Korkka-Niemi, K., Sipilä, A., Hatva, T., Hiisvirta, L., Lahti, K. & Alfthan, G. 1993. Valtakunnallinen kaivosvesitutkimus; Talousveden laatu ja siihen vaikuttavat tekijät. Helsinki. Sosiaali- ja terveysministeriön selvityksiä 2/93, Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja - sarja A, nro 146. ISBN 951-47-7382-9 ja 951-47-7567-8, ISSN 1236-2115 ja 0786-9592.
- Korkka-Niemi, K. & Salonen V.-P. 1996. Maanalaiset vedet - pohjavesigeologian perusteet. Turun yliopiston täydennyskoulutuskeskuksen julkaisuja A:50, Vammala, 1996. ISBN 951-29-0825-5, ISSN 0788-7906.
- Kujala-Räty, K., Hiisvirta, L., Kaukonen, M., Liponkoski, M. & Sipilä, A., 1998. Talousveden laatu Suomessa. Suomen ympäristö nro 181, Sosiaali- ja terveysministeriö, maa- ja metsätalousministeriö, ympäristöministeriö ja Suomen ympäristökeskus, Helsinki, 1998. 135 s. ISBN 952-11-0239-X, ISSN 1238-7312.
- Lahermo, P., Ilmasti, M., Juntunen, R. & Taka, M. 1990a. Suomen geokemian atlas, osa 1, Suomen pohjavesien hydrogeokemiallinen kartoitus. Espoo 1990. Geologian tutkimuskeskus. ISBN 951-690-356-8, ISSN 051-690-374-6.

- Lahermo, P. W. & Rainio, H. 1990b. Suolat (NaCl) Suomen pohjavesissä. *Vesitalous* 2/1990 s. 11-18. ISSN
- Locat, J. & Gélinas, P. 1989. Infiltration of de-icing salts in aquifers: the Trois-Rivieres-Quest case, Quebec, Canada. *Canadian Journal of Earth Science* vol. 26, 1989. s. 2186-2193.
- Lundquist, J. 1979. Morphogenetic classification of glasiofluvial deposits. *Sveriges Geologiska Undersökning, Serie C NR 767*. Upsala.
- Mälkki, E., Sihvonen, K. & Suokko, T. 1987. Ihmisen toiminnan vaikutus pohjaveteen, I Kaatopaikat. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 49, Helsinki, 1987. ISBN 951-47-0260-3 ISSN 0783-3288.
- Niemelä, J., 1979. Suomen sora- ja hiekkavarojen arviointiprojekti 1971-78. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti N:o 42, Espoo.
- Nemi, 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., Gustafsson, J., & Oinonen, T. 1999. Pohjaveden kloridipitoisuudet ensimmäisen Salpausselän alueella. Helsinki, Suomen ympäristö nro 331. ISBN 952-11-0534-8, ISSN 1238-7312.
- Nystén, T. & Hänninen, T. 1997. Tiesuolan pohjavesihaittojen vaikutuksista ja torjuntakeinoista. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. 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.*
- Pönkkä, L. 1981. Suomen eteläpuoliskon glasiofluviaaliset muodostumat pohjavesiesiintyminä, Lahti, 1981. ISBN 951-99294-3-6
- Sosiaali- ja terveysministeriö, Suomen Kuntaliitto & Vesi- ja viemärilaitos. 1994. Soveltamisopas sosiaali- ja terveysministeriön päätökseen talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista. Helsinki, Vesi- ja viemärilaitosyhdistys. ISBN 952-5000-00-1.
- Soveri, J. 1985. Influence of meltwater on the amount and composition of groundwater in quaternary deposits in Finland. *Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja nro 63, Vesihallitus 1985, Helsinki.* ISBN 951-46-9056-7 ISSN 0355-0982.
- Soveri, J., de Coster, A. & Vesterinen, J. 1991. Tiesuolan vaikutus pohjaveten Salpausselän alueella. Tielaitoksen selvityksiä 21/1991, Helsinki.
- Soveri, J. 1992. Teiden suolauksen vaikutus pohjaveden laatuun. *Kemia Vol 19 (1992) 2, Forssa, 1992.* ISSN 0355-1628.
- Soveri, J. 1994. The effect of de-icing salts on groundwater quality in Finland. In: *Salt Groundwater in the Nordic Countries. Proceedings of a Workshop, Saltsjöbaden, Sweden, September 30 - October 1, 1992.* NHP Report No. 35. ISBN 82-12-00319-1, ISSN 0900-0267.
- Tielaitos. 1991. Suolauksen vaikutukset tienvarsikasvillisuuteen. Kuopio, 1991. Kuopion tuontantotekninen kehitysyksikkö. Tielaitoksen selvityksiä 4/1991. ISBN 951-47-4098-X, ISSN 0788-3722, TIEL 3200004.
- Tielaitos. 1995. Teiden talvihoito, Talvihoidon toimintalinjat 1996-. Tielaitos. Kunnossapidon ohjaus. ISBN 951-726-097-0, TIEL 2230014.
- Tielaitos. 1998a. Tielaitoksen toiminta- ja taloussuunnitelma 2000-2003. Tiehallinto, Tie- ja liikenneolojen suunnittelu. Helsinki. Tielaitos, 1998.
- Tielaitos. 1998b. Yleiset tiet 1.1.1998. Tielaitoksen tilastoja 1/1998, Tiehallinto, Helsinki, 1998. ISBN 951-726-425-9 ISSN 0788-3714 TIEL 3300001-98.
- Tielaitos & Suomen ympäristökeskus. 1998. Tieriskirekisteri, Käyttöohje. 1.6.1997.
- Toller, L.G. & Pollock, S.J., 1974. Retention of chloride in the unsaturated zone. *Jour. Research U.S. Geol. Survey Vol. 2, No 1. Jan.-Feb. 1974.*
- Tolpanen, J. & Vehmas, M. 1994. Pohjavesialueilla tai niiden läheisyydessä sijaitsevat kaatopaikat. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 575, Helsinki, 1994. ISBN 951-47-9121-5 ISSN 0783-3288.
- Tuominen, P. 1992. Tiesuolauksen vaikutus pohjaveteen Keski-Suomessa. Helsinki, vesi- ja ympäristöhallitus. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja 423. ISBN 951-47-6407-2, ISSN 0783-3288.
- Uudenmaan tiepiiri. 1998. Uudenmaan yleisten teiden ympäristön tila, POHJAVESI. Tielaitos. ISBN 951-726-434-8.

- Vallius, P., Tiljander, M. & Horpila, H. 1999. Talvisuolauksen ja vaarallisten aineiden kuljetusten aiheuttamat riskit pohjavedelle Kaakkois-Suomen tiepiirin alueella. (Julkaisu valmisteilla)
- Vesi- ja viemärlaitosyhdistys, 1997. Pohjavesilaitosten kehittäminen, Helsinki, 1997. ISBN 952-5000-09-5.
- Vesi- ja ympäristöhallitus, 1991. Pohjavesialueiden suojelemissuunnitelmat. Valvontaohje n:o 65.
- Wihuri, H. 1975. Pohjavesigeologia. INSKO Julkaisu 125-75. Pohjavesien hyväksikäyttö ja suojeleminen, Helsinki.
- Yli-Kuivila, J., Kivimäki, A-L. & Kinnunen, T. 1993. Tiesuolaus ja pohjavedet, Nykytilan selvitys. Helsinki, Tielaitos. Tielaitoksen selvityksiä 49/1993. ISBN 951-47-7691-7, ISSN 0788-3722, TIEL 3200174.



**Ehdotukset seuranta-alueiksi****Uudenmaan ympäristökeskuksen alueella sijaitsevat pohjaveden laadun seuranta-kohteet:**

Hanko, Isolähde (0107803), vt 25, havaintopisteet: Isolähteen vedenottamo (078010006) ja T5  
Mrl 92, kloridipitoisuus >10-25 mg/l, kunnossapitoluokka Is  
Tyypimuodostuma IV pinta-ala 7,5 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1987 -1996

Kirkkonummi, Veikkola (0125702), tie 118, havaintopisteet Veikkolan vedenottamo  
(257020001) ja HP 9 (ent. HP6)  
Mrl 93, kloridipitoisuus >50-100 mg/l, kunnossapitoluokka I  
Tyypimuodostuma IV pinta-ala 1,4 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1975 -1996

Nurmijärvi, Valkoja (0154301), vt 3, mt 130, havaintopisteet: Valkojan vedenottamo  
(543010001) ja T1. Mahdollisesti alueelle asennetaan tulevaisuudessa uusia pohjavesi-  
putkia.  
Pohjavesialueella rakennettu suojaus v. 1989, uusittu 1990 ja 1992  
Mrl 97 (80), kloridipitoisuus >25-50 mg/l, kunnossapitoluokka Is (Ib) Tyypimuo-  
dostuma IV, pinta-ala 6,9 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1976 -1997

Pernaja, Pernajan kk (0158501), vt 7, havaintopisteet: Kirkonkylän vedenottamo (585010001).  
Pohjavesialueelle rakennettu suojaus (maatiiviste) v. 1994. (Hagaböle 15850102)  
Mrl 70, kloridipitoisuus >50-100 mg/l, kunnossapitoluokka II  
Tyypimuodostuma IB pinta-ala 1,7 km<sup>2</sup>

Vihti, Nummenkylä-Nummelanharju (0192755), vt 25, havaintopisteet: Luontolan vedenotta-  
mo (927030001), T3 ja T4. Alueelle on rakennettu suojaus v. 1996.  
Mrl 90, kloridipitoisuus >10-25 mg/l, kunnossapitoluokka Is  
Tyypimuodostuma IV pinta-ala 13 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1967 -1997

**Uudenmaan ympäristökeskuksen uudet seuranta-kohteet:**

\* Askola, Hänninmäki (0101804), kt 55, havaintopiste: Vahijärven vedenottamo (018020002)  
Mrl 90, kloridipitoisuus >25-50 mg/l, kunnossapitoluokka Is  
Pinta-ala 1,7 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja alueelta (Santalanrannan vo.) vuosilta 1979 -1994

\* Hanko, Sändö-Grönvik (0107802), vt 25, havaintopisteet: Viskon uusi vo ja havaintoputki  
319  
Mrl 94 (79-82), kloridipitoisuus >10-25 mg/l, kunnossapitoluokka Is  
Tyypimuodostuma IV pinta-ala 14,5 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1970 -1996  
- Alueella pilaantumistapaus

\* Helsinki, Tattarisuo (0109101), vt 4, havaintopisteet: Tattarisuon vo + havaintoputki  
Mrl 100, kloridipitoisuus >100 mg/l, kunnossapitoluokka Is  
Pinta-ala 1,3 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1983 -1993

\* Hyvinkää, Noppo (0110653), tie 130, havaintopisteet: Noppon vedenottamo + muutamat  
havaintoputket  
Mrl 68, kloridipitoisuus >25-50 mg/l, kunnossapitoluokka Ib  
Pinta-ala 4,6 km<sup>2</sup>. Alueelle rakennettu suojaus v. 1992.

\* Karjalohja, Pukkilanharju (0122301), tie 104, havaintopisteet: Karjalohja kk, uusi vedenotta-  
mo + havaintoputki  
Mrl 64, kloridipitoisuus >25-50 mg/l, kunnossapitoluokka II  
Tyypimuodostuma IV pinta-ala 4,6 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1991-1996

\* Lohja, Lohjanharju (0142851), vt 25, havaintopisteet: Takaharju (I), Lempolan (Is) ja Lehmi-  
järven (Is) ottamot + muutama havaintoputki

Mrl 97 (64-97), kloridipitoisuustaso 10-25 mg/l, kunnossapitoluokka I (Is)  
 Tyyppimuodostuma IV pinta-ala 29,9 km<sup>2</sup>  
 - Lisäksi alueelta ehdotetaan seurattavaksi Partek Oy:n vedenottamo.

- \* Loviisa, Panimonmäki (0143451), vt 7, havaintopisteet: Panimonmäen vedenottamo + havaintoputki  
 Mrl 93, kloridipitoisuustaso >50-100 mg/l, kunnossapitoluokka Is  
 Tyyppimuodostuma IIB pinta-ala 5,5 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1980 -1996. Alueelle rakennettu suojaus v. 1992.
- \* Mäntsälä, Ojala (0150501), tie 147, havaintopisteet: Ojalan vedenottamo (505010002)  
 Mrl 60, kloridipitoisuustaso 10-25 mg/l, kunnossapitoluokka Ib  
 Tyyppimuodostuma IV pinta-ala 3,3 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1980 -1996
- \* Nurmijärvi, Teilinummi (0154305), vt 25, havaintopisteet: Teilinummen vedenottamo, havaintoputket ja kaivot  
 Mrl 81, kloridipitoisuustaso >50-100 mg/l, kunnossapitoluokka Ib  
 Tyyppimuodostuma IIB pinta-ala 1,6 km<sup>2</sup>
- \* Nurmijärvi, Rajamäki (0154351), vt 7, havaintopisteet: Marsin vedenottamo (543900008) ja havaintoputki  
 Mrl 82, kloridipitoisuustaso <10 mg/l, kunnossapitoluokka Is  
 Tyyppimuodostuma IV pinta-ala 17,1 km<sup>2</sup>
- \* Tammisaari, Skogby (0183530), Harparskogin vo  
 - Yksi kloridihavainto vuodelta 1998, 61,9 mg/l, ei riskinarviointia.
- \* Tammisaari / Pohja, Ekerö (0160651), vt 25, havaintopisteet: Ekerön vo ja mahdollisesti uusi havaintoputki  
 Mrl 85, kloridipitoisuustaso 10-25 mg/l, kunnossapitoluokka Is.  
 Alueelle rakennettu suojaus v. 1984.  
 Tyyppimuodostuma IV pinta-ala 10,3 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1969-1998
- \* Tuusula, Rusutjärvi (0185803), kt 45, havaintopisteet: Rusutjärven tekopohjavesilaitos ja havaintoputkia  
 Mrl 88, kloridipitoisuustaso 10-25 mg/l, kunnossapitoluokka Is  
 Tyyppimuodostuma IIA pinta-ala 2,8 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1976 -1996. Alueelle rakennettu suojaus v. 1995
- \* Tuusula, Hyrylä (0185801), tie 145, havaintopisteet: Koskenmäen vedenottamo (858110013) ja havaintoputki  
 Mrl 89, kloridipitoisuustaso >25-50 mg/l, kunnossapitoluokka Is  
 Tyyppimuodostuma IIA pinta-ala A: 3,8 km<sup>2</sup> ja B: 0,5 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1979 -1996. Alueelle rakennettu suojaus v. 1995.
- \* Tuusula, Mätäkiivi (0185802), kt 45, havaintopisteet: Kuninkaanlähteen vedenottamo (092010002)  
 Mrl 87 (92), kloridipitoisuustaso >25-50 mg/l, kunnossapitoluokka Isk  
 Tyyppimuodostuma IIA pinta-ala A: 1,4 km<sup>2</sup> B: 2,9 km<sup>2</sup>
- \* Vihti, Nummenkylä-Nummelanharju (0192755), vt 25, havaintopisteet: Rataskorven ja Niitylän uudet vedenottamot ja havaintoputket  
 Pohjavesialueen Mrl 90, tyyppimuodostuma IV pinta-ala 13 km<sup>2</sup>  
 - Alueella seurataan Luontolan vedenottamo sekä havaintopisteitä T3 ja T4.
- \* Vihti, Lautoja (0192705) Lautojan uusi vedenottamo ja havaintoputki  
 Mrl 69, kloridipitoisuustaso <10 mg/l, kunnossapitoluokka Is  
 Tyyppimuodostuma IV pinta-ala 4,4 km<sup>2</sup>

**Lounais-Suomen ympäristökeskuksen alueella sijaitsevat pohjaveden laadun seurantakohteet:**

- Alastaro / Oripää, Säköharju-Virtaankangas (0278351) kt 41, havaintopisteet: putket 200601, 200602, 200603, 200604 ja 256101  
Mrl 67, kunnossapitoluokka I  
Tyyppimuodostuma I pinta-ala 56 km<sup>2</sup> kloridipitoisuushavainto TSRR:ssä vuodelta 1988 (2,3 mg/l).
- Eura, Harjunummi (0205003), kt 43, havaintopisteet: vedenottamo (105003) ja putket 205001, 205002, 205003, 205004 ja 205005  
Mrl 80, kloridipitoisuustaso >25-50 mg/l, kunnossapitoluokka I  
Tyyppimuodostuma IIB pinta-ala 0,6 km<sup>2</sup>. Alueelta kloridipitoisuushavainto vuodelta 1990 (52 mg/l).
- Kokemäki / Köyliö, Koomankangas (0227153), tie 2140, havaintopisteet: vedenottamot (127101 ja 127102)  
Mrl 71, kloridipitoisuustaso < 10 mg/l, kunnossapitoluokka I  
Tyyppimuodostuma IIA pinta-ala 17,2 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1980, 1988 ja 1996
- Laitila, Puntari (0240003), vt 8, havaintopiste: Puntarin vedenottamo (400010001) ja putki 240001  
Mrl 70, kloridipitoisuustaso 10-25 mg/l, kunnossapitoluokka I  
Tyyppimuodostuma IIA pinta-ala 1,5 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1968-1992
- Lieto, Alhojoki-Rauvola (0242301), vt 10, havaintopisteet: Rauvolan vedenottamo (423010001) ja (423020001) sekä putket: 242301, 242302 ja 242303  
Pinta-ala 5,3 km<sup>2</sup>.
- Loimaan kunta, Leppikankaanselkä (0243152), vt 2, havaintopiste Metsämaan vedenottamo (4310101) ja putket 243101, 243102 ja 243103  
Mrl 91, kloridipitoisuustaso >50-100 mg/l, kunnossapitoluokka I  
Pinta-ala 3,4 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1979 -1991
- Masku, Humikkala-Alho (0248101), vt 8, havaintopiste: Humikkalan vedenottamo (4811101) ja Alhon vedenottamo (4811111) ja putki 248101  
Tyyppimuodostuma IIB pinta-ala 1,7 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja Humikkalan vedenottamolta v. 1971-1992 ja Alhon vedenottamolta v. 1986-1992.
- Masku, Karevansuo (0248251), vt 8, havaintopiste vedenottamo (148103)  
Mrl 83, kunnossapitoluokka Isk  
Pinta-ala 6,0 km<sup>2</sup>. Alueelle rakennettu suojaus v. 1993/1994.
- Masku, Linnavuori (0248103), vt 8, havaintopiste: putki 250000  
Mrl 67, kunnossapitoluokka Isk  
Pinta-ala 0,8 km<sup>2</sup>.
- Mynämäki, Hiivaniitty (0250301), vt 8, havaintopisteet: Hiivaniityn vedenottamo (5030101) ja putki 250301  
Mrl 86, kloridipitoisuustaso >25-50 mg/l, kunnossapitoluokka I  
Tyyppimuodostuma IIA pinta-ala 1,2 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1977, 1980 -1990.  
Alueelle rakennettu suojaus v. 1997.
- Mynämäki, Laajoki (0250303), vt 8, havaintopisteet: Laajoen vedenottamo (503010001) ja putki 250302  
Mrl 90, kloridipitoisuustaso >25-50 mg/l, kunnossapitoluokka I  
Tyyppimuodostuma IIA pinta-ala 4 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1972, 1980-1990.

Paimio, Nummenpää-Aakkoinen (0257704), tie 181, havaintopiste: Nummenpään vedenottamo (5770104), Aakkosen vedenottamo (577010004) ja putket 257701, 257702, 257703, 257704, 257705 ja 257706.

Mrl 86, kloridipitoisuus >25-50 mg/l, kunnossapitoluokka I  
Pinta-ala 1,6 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1983, 1984, 1985, 1990 ja 1991

Punkalaidun / Huittinen, Huhtamo-Kanteenmaa (0210251), vt 2, havaintopisteet: vedenottamo (161901) ja putket 210201, 261901 ja 261902

Mrl 76, kloridipitoisuus < 10 mg/l, kunnossapitoluokka I  
Tyypimuodostuma IIB pinta-ala 2,9 km<sup>2</sup>.

**Pirkanmaan ympäristökeskuksen alueella sijaitsevat pohjaveden laadun seurantakohteet:**

Kangasala, Keisarinharju (0421103), vt 12, havaintopiste: Kaivannon sairaalan vedenottamo (211900101)

Mrl 89, kloridipitoisuus >25 - 50 mg/l, kunnossapitoluokka Is  
\* Tullaan poistamaan käytöstä TAVASE-projektin valmistuttua.  
Tyypimuodostuma I pinta-ala 2,6 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1977 -1997

Kuru, Karusta (0430301), tie 330, havaintopiste Karustan vedenottamo (303110001)

Mrl 73, kloridipitoisuus 10-25 mg/l, kunnossapitoluokka Ib  
Tyypimuodostuma IIB pinta-ala 1,3 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1980 -1995

Lempäälä, Lempäälä-Mäyhäjärvi (0441801), tie 3041. Alueelle rakenteilla uusi moottoritie. havaintopiste: Sotavaltan vedenottamo (418010002). Alueelle rakennettu suojaus v. 1992.

Mrl 68, kloridipitoisuus 10-25 mg/l, kunnossapitoluokka III  
\* Alueella rakennetaan suojaus moottoritien rakentamisen yhteydessä. Jatkossa kunta seuraa alueelle sijoitetusta havaintoputkesta.  
Tyypimuodostuma IIA pinta-ala A: 0,7 km<sup>2</sup> B: 0,2 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1993-1997

Ruovesi, Ruhala (0470202), kt 66, havaintopiste Ruhalan vedenottamo (702030001).

Mrl 74, kloridipitoisuus >25-50 mg/l (>50-100 mg/l), kunnossapitoluokka Ib  
\* Seuranta tulee jatkaa.  
Pinta-ala 0,7 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1992 -1997

Ruovesi, Kirkkokangas (0470203), kt 66, havaintopiste: Kautunharju, piste 1 (= Kautun vedenottamo)

Mrl 73 (64), kloridipitoisuus 10-25 mg/l, kunnossapitoluokka Ib (II)  
Tyypimuodostuma I pinta-ala A: 6,5 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja alueelta vuosilta 1992, 1993 ja 1996

Tampere, Epilänharju-Villilä (0483702), vt 12, havaintopiste: Mustalammen vo (837010005)

Mrl 97, kloridipitoisuus >25- 50 mg/l, kunnossapitoluokka Isk  
Pinta-ala 5,3 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1980 -1990 ja 1995

Urpala, Laukeela (0488701), vt 9, havaintopiste: Laukeelan vedenottamo (887010001)

Mrl 88, kloridipitoisuus >25-50 mg/l, kunnossapitoluokka I  
\*Seuranta tulee jatkaa.  
Tyypimuodostuma IIA pinta-ala 1,0 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1986, 1991-1997

Virrat, Puttosharju (0493601), kt 66, havaintopiste: Kankaan vedenottamo (8936110001)

Alueelle rakennettu suojausv. 1969. Suojauksia on uusittu v 1995.  
Mrl 78, kloridipitoisuus 10 - 25 mg/l, kunnossapitoluokka Ib  
Pinta-ala 3,6 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1986 -1997

**Lisäksi ehdotetaan seurattavaksi:**

Kihniö, Kirkonkylä (0225002), vt 23, havaintopiste: Kirkonkylän vedenottamo (250010001)  
 Mrl 69, kloridipitoisuustaso >25-50 mg/l, kunnossapitoluokka Ib  
 Pinta-ala 0,5 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1973 -1996  
 \* Kloridin alkuperän selvittäminen

**Hämeen ympäristökeskuksen alueella sijaitsevat pohjaveden laadun seurantakohteet:**

Heinolan mlk, Vierumäki (0608901), vt 4, havaintopisteet: Vierumäki 1 (VIER1) ja Vierumäki 2 (VIER2).

Mrl 87 (62-87), kloridipitoisuustaso >25-50 mg/l, kunnossapitoluokka Ib (II)  
 Pinta-ala 1,9 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1993 ja 1994

Heinolan mlk, Heinolan kk (0608902), vt 4, havaintopiste Heinola 2 (HEINOLA2).

Mrl 82 (74), kloridipitoisuustaso 10-25 mg/l, kunnossapitoluokka Is (Ib)  
 Tyypimuodostuma IIA pinta-ala 1,7 km<sup>2</sup>. Alueelle rakennettu suojaus v. 1993.

Heinolan mlk, Myllyoja (0608903), vt 4 havaintopiste Heinola 1 (HEINOLA1).

Mrl 71, kloridipitoisuustaso <10 mg/l, kunnossapitoluokka Ib (Ala-Musteri)  
 Tyypimuodostuma I pinta-ala 4,8 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1993 ja 1994. Alueelle rakennettu suojaus v. 1992.

Hollola, Salpakangas (0409852), vt 12, havaintopiste ? (riskinarviointi tehty Tiilijärven vo:lle)

Mrl 70, kunnossapitoluokka Is  
 Tyypimuodostuma IV pinta-ala 14,27 km<sup>2</sup>. Alueelle rakennettu suojaus v. 1992.

Hämeenkoski, Ilola-Kukkolanharju (0428351), vt 12, havaintopiste: Kellolähde (283900002)

Mrl 66, kunnossapitoluokka I  
 Pinta-ala 7,89 km<sup>2</sup>

Hämeenlinna, Hattelmanharju (0410901), vt 10, havaintopiste: Kylmälahden vo (109010001)

Mrl 81, kunnossapitoluokka Is  
 Tyypimuodostuma I pinta-ala 3,26 km<sup>2</sup>

Kalvola, Kankainen (0421001), vt 3, havaintopiste: Kankaisen vedenottamo (210010001)

Mrl 66, kloridipitoisuustaso >25-50 mg/l, kunnossapitoluokka II  
 Tyypimuodostuma IIA pinta-ala 1,2 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1990 ja 1996

Orimattila, Ämmäntöyräs (0156001), tie 167, havaintopisteet: Uudenkartonon vedenottamo (560010001) ja Pakaantien vedenottamo (560010002).

Mrl 67 ja 79, kloridipitoisuustaso 10 - 25 mg/l (Pakaantie), kunnossapitoluokka I  
 Tyypimuodostuma IIA, pinta-ala 5,1 km<sup>2</sup>

Riihimäki, Herajoki (0469451), vt 3, havaintopiste: Herajoen vedenottamo (694010001). Alueelle rakennettu suojaus v. 1989.

Mrl 76, kloridipitoisuustaso 10-25 mg/l, kunnossapitoluokka Isk  
 Tyypimuodostuma I pinta-ala 9,2 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1962 -1990, vedenlaatutiedot saatu tutkimusraporteista.

**Lisäksi ehdotetaan seurattavaksi:**

Renko, Renko (0469254), vt 10, havaintopiste: Isomäen vedenottamo (692010001) tai Renkolan vedenottamo (692010002)

Mrl 83, kloridipitoisuustaso > 25- 50 mg/l, kunnossapitoluokka I  
 Pinta-ala 16 km<sup>2</sup>, kloridipitoisuushavaintoja vuosilta 1991 - 1995

**Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen alueella sijaitsevat pohjaveden laadun seuranta-kohteet:**

Joutseno, Joutsenonkangas (0517351), vt 6, havaintopisteet: Joutsenopulpin vedenottamo (17301), Ahvenlammen vedenottamo (173010002), Peräsuonniityn vedenottamo (173010003), Pohjavesiputket 11 (PVP11), 11a (PVP11A), 11c (PVP11C), 12 (PVP12), 2 (PVP2), 20 (PVP20), 3 (PVP3).  
Mrl 89 (19-87), kloridipitoisuustaso 10-25 mg/l, kunnossapitoluokka Is  
Pinta-ala A: 33,5 km<sup>2</sup> B: 2,9 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta pisteestä riippuen 1971 -1998

Luumäki, Taavetti (0544101), vt 6 ja kt 61, havaintopiste: Taavetin vedenottamo (441010001).  
Alueelle rakennettu suojaus v.1993 ja 1994.  
Mrl 95 (73-95), kloridipitoisuustaso >50-100 mg/l, kunnossapitoluokka Is (Is-II)  
Tyyppimuodostuma IV pinta-ala 6,1 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1955, 1967-1974 ja 1977-97

Taipalsaari, Taipalsaari (0583101), st 408 havaintopiste: Kirkonkylän vedenottamo (831020001).  
Alueelle rakennettu suojaus v. 1991.  
Mrl 86, kloridipitoisuustaso >25-50 mg/l, kunnossapitoluokka I  
Tyyppimuodostuma I pinta-ala 0,9 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1980 -1996

**Lisäksi ehdotetaan seurattavaksi:**

Anjalankoski, Kaipainen (0575401), vt 6, havaintopiste Kaipaisen vedenottamo (754070001)  
Mrl 94, kloridipitoisuustaso > 25-50 mg/l, kunnossapitoluokka Is  
Tyyppimuodostuma IV pinta-ala 4,6 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1981-1994

Joutseno, Joutsenonkangas (0517351), vt 6, havaintopiste: Ilottulan (Muukon) vedenottamo (405010003)  
Mrl 89 (19-87), kloridipitoisuustaso 10-25 mg/l, kunnossapitoluokka Is  
Pinta-ala A: 33,5 km<sup>2</sup> B: 2,9 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta pisteestä riippuen 1971 -1998

Parikkala, Likolampi (0558001 A), v t6, havaintopiste: Likolammen vedenottamo (580010001)  
Mrl 75, kloridipitoisuusluokka > 25 - 50 mg/l, kunnossapitoluokka Ib  
Tyyppimuodostuma I pinta-ala 2,7 km<sup>2</sup>.

Valkeala, Utti (0590906), vt 6, havaintopiste Utin varuskunnan vedenottamo  
Mrl 86, kloridipitoisuustaso < 10 mg/l, kunnossapitoluokka Is  
Tyyppimuodostuma IV pinta-ala 22,7 km<sup>2</sup>, kloridihavaintoja vuosilta 1977-1995  
\* Alueella rakennettu pohjavesisuojaus vuonna 1995-1996

**Etelä-Savon ympäristökeskuksen alueella sijaitsevat pohjaveden laadun seuranta-kohteet:**

Juva, Hatsola (0617801), vt 5, havaintopisteet: Murtosen vedenottamo (1780101), Hatsola1 (HATSOLA) ja Hatsola 2 (HATSOLA). Pohjavesialueelle rakennettu suojaus v. 1994.  
Mrl 87, kloridipitoisuustaso 10-25 mg/l, kunnossapitoluokka Is  
Tyyppimuodostuma I pinta-ala 1,9 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1993 ja 1994

Juva, Rapionkangas (0617802), vt 5, havaintopisteet: Rapio1 (RAPIO1) ja Rapio2 (RAPIO2). Pohjavesialueelle on rakennettu suojaus v. 1995.  
Mrl 81, kloridipitoisuustaso 10-25 mg/l, kunnossapitoluokka I  
Tyyppimuodostuma I pinta-ala 1,4 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1993 ja 1994

Joroinen, Tervaruunkinsalo (0617151), vt 23. havaintopisteet TER1 ja TER2.  
Mrl 71, kloridipitoisuustaso <10 mg/l, kunnossapitoluokka Ib  
Tyyppimuodostuma I pinta-ala 22,6 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1993 ja 1994. Alueelle rakennettu suojaus v. 1989.

Mikkeli, Pursiala (0649151) vt 5, havaintopisteet PUR1, PUR2, PUR3, PUR4, PUR5 ja PUR6.  
Mrl 80 (75-80), kloridipitoisuustaso >25-50 mg/l, kunnossapitoluokka Is  
Pinta-ala 1,8 km<sup>2</sup>.

Pieksänmäen mlk, Naarajärvi (0659401), vt 23, havaintopisteet: Naarajärvi 1 (NAARA1), Naarajärvi2 (NAARA2) ja Naarajärvi3 (NAARA3) sekä NAA4, NAA5 ja NAA6  
Mrl 71 (62), kloridipitoisuustaso 10-25 mg/l, kunnossapitoluokka I (II)  
Tyyppimuodostuma I pinta-ala 3,7 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1993 ja 1994

Punkaharju, Punkasalmi (0661803), vt 14 ja Punkaharju (0661801), vt 14, havaintopisteet PUN1 ja PUN2.  
Mrl 83, kloridipitoisuustaso >25-50 mg/l, kunnossapitoluokka I  
01: Tyyppimuodostuma I pinta-ala 1,2 km<sup>2</sup>; 03: Pinta-ala 0,8 km<sup>2</sup>

**Pohjois-Savon / Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen alueella sijaitsevat pohjaveden laadun seurantakohteet:**

Kontiolahti, Jaamankangas (0727602) vt6, 7 havaintopaikkaa, uusi tarkkailupiste  
Mrl 74, kloridipitoisuustaso < 10 mg/l, kunnossapitoluokka Is (Lehmon ottamon riskipisteet)  
Pinta-ala A: 38,5 km<sup>2</sup> ja B: 5,2 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuodelta 1990

Lapinlahti, Haminanmäki-Humppi (0840202), vt 5, havaintopiste: Haminanmäen vedenottamo (402010002) ja pohjavesiputki E3. Suojaus rakennettu v. 1996-1997 .  
Mrl 82, kloridipitoisuustaso 10-25 mg/l, kunnossapitoluokka Isk  
Tyyppimuodostuma IIB pinta-ala 3,1 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vedenottamolta vuosilta 1986 -1996

Nurmes, Porokylä (0754103), kt 75, havaintopiste Kötsinmäen vo (541010001)  
Mrl 78, kunnossapitoluokka Is  
Tyyppimuodostuma I pinta-ala 5,0 km<sup>2</sup>

Nurmes, Lamminkangas (0754101), kt 75, havaintopiste: Lamminkankaan vo  
Mrl 69, kunnossapitoluokka Is (Kumpulammen riskinarviointi)  
Pinta-ala 3,94 km<sup>2</sup>

Siilinjärvi, Harjamäki-Kasurila (0874901), vt 5, havaintopisteet: Koivuniemen vedenottamo (749020001), Hakkaralan vedenottamo (749020002) ja Oikeakätinen (E1). Pohjavesialueelle on rakennettu suojaus v. 1991-92.  
Mrl 88 (51), kloridipitoisuustaso 10-25 mg/l, kunnossapitoluokka Isk  
Tyyppimuodostuma I pinta-ala 8,9 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vedenottamoilta vuosilta 1986 -1997, pisteestä vuosilta 1993-1997

Suonenjoki, Lintharju (0877801), vt 5, havaintopisteet: Kaatron vedenottamo (778010001), Tolmuslammen vedenottamo (778010002) ja Valatatie 9 (E2).  
Mrl 78, kloridipitoisuustaso 10-25 mg/l, kunnossapitoluokka I  
Tyyppimuodostuma I pinta-ala 14,4 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1986 -1996

**Länsi-Suomen ympäristökeskuksen alueella sijaitsevat pohjaveden laadun seurantakohteet:**

Alahärmä, Sudenportti (Holmankangas) (1000401), kt 64, havaintopisteet: Sudenportti I- vedenottamo (004900201), Sudenportti II-vedenottamo (004010004) ja Mutkanvedenottamo (004010006).

Mrl 81, kloridipitoisuustaso <10 mg/l, kunnossapitoluokka I

Tyyppimuodostuma III pinta-ala 4,1 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1993 ja 1994. Alueelle rakennettu suojaus v. 1994.

\* Havaintoputket / -pisteet 2002, 2003 ja 2004, sijainti valtatie 19 varrella.

Kloridihavaintoja vuosilta 1996 -1998

- Alajärvi, Hyöringinharju (1000501), vt16, havaintopisteet: Hyöringinharjun vedenottamo (005110001) sekä useita havaintoputkia, joista ainoastaan 1-2 näyteen tiedot TSRR:ssä. Mrl 80 (64), kloridipitoisuustaso 10-25 mg/l, kunnossapitoluokka I (III)  
 Tyypimuodostuma III pinta-ala 5,6 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1981, 1990, 1993 - 1995  
 \* Havaintoputki/-piste 2018, sijainti valtatie 16 varrella. Kloridihavaintoja vuosilta 1996-1998
- Alavus, Tastulanmäki (1001002), kt 66, st 712, havaintopisteet: Niinistö, kaivo1(010010005) ja Niinistö kaivo2 (KAIVO2).  
 Mrl 81 (59), kloridipitoisuustaso 10-25 mg/l, kunnossapitoluokka I (III)  
 Tyypimuodostuma III pinta-ala 4,3 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja alueelta vuosilta 1990 -1996. Alueelle rakennettu suojaus v. 1997.  
 \* Havaintoputket / -pisteet 2010 ja 2014, sijainti kantatie 66 varrella.
- Alavus, Pyylampi (1001003), kt 66, havaintopisteet: Pyylampi, kaivo1 (010010004), Pyylampi, kaivo 2 (KAIVO2), Pyylammen vo (RKV1) ja (RKV2).  
 Mrl 85, kloridipitoisuustaso >25-50 mg/l, kunnossapitoluokka I  
 Tyypimuodostuma III pinta-ala 2,1 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja kattavimmin kaivo 1:stä vuosilta 1986 -1996. Alueelle rakennettu suojaus v. 1998.  
 \* Havaintoputket / -pisteet 2013 ja 2017, sijainti kantatie 66 varrella. Kloridihavaintoja vuosilta 1996-1998
- Kaustinen, Åsen (1023651) vt 13, havaintopisteet: Puumalan vedenottamo (236010003), hp (A1, HP1, HP4, HP40, HP41, PK1, PK2, PK3, V2, V4, V5, V6, V7), Grusmarkin vedenottamo (40,52, 53, 54, 55, 58, GK1, GK2, GK3, GK4).  
 Mrl 70, kloridipitoisuustaso 10-25 mg/l, kunnossapitoluokka Ib  
 Tyypimuodostuma III pinta-ala A:3,5 km<sup>2</sup> B: 6,2 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja Puumalan vedenottamolta vuosilta 1975, 1981 -1995 ; Grusmarkin vedenottamolta 1968 -1981, Havaintopisteistä v. 1990-1993  
 \* Havaintoputket / -pisteet 2019 ja 2020, sijainti 13 tien varrella, lisäksi alueelle asennetaan kaksi tarkkailtavaa havaintoputkea lisää lähiaikoina. Kloridihavaintoja vuosilta 1996 -1998
- Närpiö, Källmossa (1054502), vt 8, havaintopiste: Källmossan vedenottamo (545120001).  
 Mrl 88, kloridipitoisuustaso >25-50 mg/l, kunnossapitoluokka I  
 Pinta-ala 4,3 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuodelta 1995  
 \* Vierekkäiset havaintoputket /-pisteet 2005 ja 2005A, sijainti valtatie 8 varrella. Kloridihavaintoja vuosilta 1996 -1998
- Uusikaarlepyy, Hysalheden (1089301), vt 8, havaintopiste: Kovjoki vatten ab (893110001).  
 Mrl 77, kloridipitoisuustaso 10-25 mg/l, kunnossapitoluokka I  
 Tyypimuodostuma III pinta-ala 6,7 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vuosilta 1972 -1996  
 \* Havaintoputket /-pisteet 2024 ja 2025, sijainti valtatie 8 varrella.
- Veteli, Hirvelänkangas (1092401), vt 13, havaintopisteet: Seppälän vedenottamo (924010001) ja A2.  
 Mrl 80, kloridipitoisuustaso >25-50 mg/l, kunnossapitoluokka Ib  
 Tyypimuodostuma III pinta-ala A: 2,8 km<sup>2</sup> B: 2,1 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja vo:lta vuosilta 1974, 1979 -1996 ja hp:sta 1990 - 1993  
 \* Havaintoputket / -pisteet 2021 ja 2022, sijainti valtatie 13 varrella. Kloridihavaintoja vuosilta 1996 -1998

Lisäksi ehdotetaan seurattavaksi:



Ilmajoki, Salonmäki A (1014502), vt 3, havaintoputki / -piste 2009

Mrl 94, kloridipitoisuustaso > 25 - 50 mg/l (Koskuslähteen ottamon arviointi)

Tyypimuodostuma III pinta-ala 5,8 km<sup>2</sup>. Kloridipitoisuushavainnot pohjavesialueelta vuosilta 1990 ja 1993-1996

Ylihärmä, Pöyhösenkangas (1097151), vt 19 havaintoputket / -pisteet 2000 ja 2001.

Mrl 86, kloridipitoisuustaso 10-25 mg/l, kunnossapitoluokka I (Pöyhösen ottamon arviointi)

Tyypimuodostuma III pinta-ala A: 2,0 km<sup>2</sup> B: 4,3 km<sup>2</sup> kloridihavainnot vuosilta 1992-1996. Alueelle rakennettu suojaus v. 1995.

**Keski-Suomen ympäristökeskuksen alueella sijaitsevat pohjaveden laadun seuranta-**  
**kohteet:**

Keuruu, Haapamäki (0924909), vt 23, mt 6007, havaintopisteet 400, vedenottamo,

Mrl 78, kloridipitoisuustaso > 25-50 mg/l, kunnossapitoluokka III

Tyypimuodostuma I pinta-ala 1,94 km<sup>2</sup>, kloridihavainnot vuodesta 1967.

Karstula, Pönkä (0922601), vt 13, havaintopisteet 48,53, vedenottamo,

Mrl 70, kloridipitoisuustaso > 25-50 mg/l, kunnossapitoluokka-

Tyypimuodostuma I pinta-ala 4,53 m<sup>2</sup>, kloridihavainnot vuodesta 1985.

Karstula, Kiminki (0922602), vt 13 havaintopisteet 48,53, vedenottamo

Mrl 63, kloridipitoisuustaso > 25-50 mg/l, kunnossapitoluokka -

Tyypimuodostuma I pinta-ala 1,95 m<sup>2</sup>, kloridihavainnot vuodesta 1982.

Karstula, Rillakangas (0922651), vt 13 havaintopisteet 2,17,32, Rillakankaan ja Rällimontun vedenottamo

Mrl 58, kloridipitoisuustaso 10 - 25 mg/l, kunnossapitoluokka -

Tyypimuodostuma IA pinta-ala 2,5 m<sup>2</sup>, kloridihavainnot vuodesta 1980.

**Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksen alueella sijaitsevat pohjaveden laadun seuranta-**  
**kohteet:**

Kempele, Kempeleenharju (11244001), vt 8, pohjavesiputket 1, 3, 5, 11, 101. Ei tietoja

TSRR:ssä.

Mrl 86, kloridipitoisuustaso >25-50 mg/l, kunnossapitoluokka I (Riskinarviointi Monkkasen vo.)

Pinta-ala 38,6 km<sup>2</sup> kloridihavainnot pohjavesialueelta vuosilta 1996 ja 1998.

**Lisäksi ehdotetaan seurattavaksi mm.:**

Kuivaniemi, Santamäki (11292001) vt 4

Mrl 72, kloridipitoisuustaso < 10 mg/l, kunnossapitoluokka Is

Pinta-ala 2,4 km<sup>2</sup> kloridihavainnot vuodelta 1979 (0,25 mg/l)

Oulu, Hangaskangas (11564001) kt 22

Mrl 70, kloridipitoisuustaso < 10 mg/l, kunnossapitoluokka I

Pinta-ala 11,3 km<sup>2</sup>, kloridihavainnot alueelta 1979, 1985, 1991-1994.

Pattijoki, Palokangas-Selänmäki (11582051 A ja B) vt 8

Mrl 67 (65), kloridipitoisuustaso < 10 mg/l, kunnossapitoluokka I (II ja III)

Pinta-ala A: 5,3 km<sup>2</sup> B: 10,5 km<sup>2</sup> Kloridihavainnot alueelta vuosilta 1968, 1988, 1994 ja 1998.

Kiiminki, Jolosharju (11255002) vt 20

Mrl 75, kloridipitoisuustaso < 10 mg/l, kunnossapitoluokka Is

Pinta-ala 2,9 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja alueelta v. 1993.

Raahe, Antinkangas (1167851 A) vt 8

Mrl 89, kloridipitoisuus >25-50 mg/l, kunnossapitoluokka Is

Pinta-ala 9,8 km<sup>2</sup> kloridihavaintoja alueelta v. 1979, 1985, 1991-1994.

Nivala, Tihunkorpi (1153504), vt 28?

Mrl 68 (64, 51), kloridipitoisuus >25-50 mg/l, kunnossapitoluokka Ib, I

Pinta-ala 1,5 km<sup>2</sup>.

**Kainuun ympäristökeskuksen alueella sijaitsevat pohjaveden laadun seurantakohteet:**

Sotkamo, Vuokatti (1176502 A) vt 18, havaintopiste: Vuokatin vo.

Mrl 57, kloridipitoisuus 10 - 25 mg/l.

Pinta-ala A; 9,53 km<sup>2</sup>

Vaala, Laajakangas-Kankari (1178501), vt 22, havaintopiste vedenottamo

Mrl 61, kunnossapitoluokka

Pinta-ala A; 6,37 km<sup>2</sup>, B; 4,85 km<sup>2</sup>

**Lapin ympäristökeskuksen alueella sijaitsevat pohjaveden laadun seurantakohteet:**

Kemi, Ajos (12240001) havaintopiste: vo (2400101)

Mrl 68, kloridipitoisuus 10-25 mg/l, kunnossapitoluokka Ib

Pinta-ala 4,2 km<sup>2</sup>.

**Lisäksi alueita, joilla seuranta voidaan tarvittaessa aloittaa:**

Simo, Maksniemi (1275153), vt 4, havaintopisteet: Maksniemen vedenottamo (7515353) ja havaintoputki.

Mrl 67, kloridipitoisuus <10 mg/l, kunnossapitoluokka I

Pinta-ala A: 1,8 km<sup>2</sup> B: 0,4 km<sup>2</sup>.

Simo, Palokangas (1275102), vt 4, havaintopisteet: Palokankaan vedenottamo (7510202) ja havaintoputki.

Mrl 66, kloridipitoisuus <10 mg/l, kunnossapitoluokka I

Pinta-ala 2,1 km<sup>2</sup>.

Tervola, Peura (1284508), vt4, havaintopiste: Peuran vedenottamo (8450808)

Mrl 68, kloridipitoisuus <10 mg/l, kunnossapitoluokka Ib

Pinta-ala 0,5 km<sup>2</sup>.

Tornio, Kyläjoenkangas (1285109), vt 21, havaintopisteet: Useita putkia

Mrl 62, kloridipitoisuus <10 mg/l, kunnossapitoluokka I

Pinta-ala 1,4 km<sup>2</sup>.

**Julkaisussa käytettyjen lyhenteiden selitteet:**

## Alueelliset ympäristökeskukset:

- UUS Uudenmaan ympäristökeskus
- LOS Lounais-Suomen ympäristökeskus
- HAM Hämeen ympäristökeskus
- KAS Kaakkois-Suomen ympäristökeskus
- ESA Etelä-Savon ympäristökeskus
- PSA Pohjois-Savon ympäristökeskus
- PKA Pohjois-Karjalan ympäristökeskus
- LSU Länsi-Suomen ympäristökeskus
- KSU Keski-Suomen ympäristökeskus
- KPO Keski-Pohjanmaan ympäristökeskus
- PPO Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus
- KAI Kainuun ympäristökeskus
- LAP Lapin ympäristökeskus

## Tiepiirit:

- U Uudenmaan tiepiiri
- T Turun tiepiiri
- KaS Kaakkois-Suomen tiepiiri
- H Hämeen tiepiiri
- SK Savo-Karjalan tiepiiri
- KeS Keski-Suomen tiepiiri
- V Vaasan tiepiiri
- O Oulun tiepiiri
- L Lapin tiepiiri

## Pohjavesialueenluokat

- I Vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue
- II Vedenhankintaan soveltuva pohjavesialue
- III Muu pohjavesialue

## Talvihoitoluokat:

- Isk vilkasliikenteiset 2-ajorataiset suolattavat tiet, normaalisti aina paljaana
- Is vilkasliikenteiset, suolattavat tiet, normaalisti aina paljaana
- I koko talven suolattavat tiet, tingitään öisin
- Ib pakkaskelillä suolaamattomat tiet, osan talvea lumipeitteinen
- II hiekoitettavat tiet
- III vain pistekohtaisesti hiekoitettavat tie

## Tyypimuodostumat:

- I matalaan veteen kerrostunut pitkittäisharju
- IIA syvään veteen kerrostunut, antikliininen pitkittäisharju
- IIB syvään veteen kerrostunut, synkliininen pitkittäisharju
- III Pohjanmaan harjutyyppejä
- IV reunamuodostuma

# Kuvailulehti

|  |  |                                |
|--|--|--------------------------------|
| Julkaisija   | Suomen ympäristökeskus   | Julkaisuaika<br>Marraskuu 1999 |
| Tekijä(t)  | Juhani Gustafsson  |                                |
| Julkaisun nimi   | Tiesuolauksen riskikartoitus - valtakunnallinen yhteenveto   |                                |
| Julkaisun osat/<br>muut saman projektin<br>tuottamat julkaisut |  |                                |
| Tiivistelmä  | <p>Pohjavesialueiden kartoitus- ja luokitusprojektin valmistuttua koko Suomessa vuonna 1997, tuli aiheelliseksi päivittää edellinen tiesuolauksen riskikartoitus ja jatkaa riskinarviointia uusilla vedenhankintaa varten tärkeillä ja vedenhankintaan soveltuvilla pohjavesialueilla. Riskinarviointityön helpottamiseksi Tielaitos ja Suomen ympäristökeskus ovat yhteistyössä kehittäneet Access-pohjaisen tiesuolauksen riskirekisterin (TSRR), johon kerättiin tiedot sekä pohjavesialueista ja niillä kulkevista teistä että pohjaveden laatumietoja mahdollisimman kattavasti. Selvityksessä käytiin läpi yhteensä 1100 pohjavesialuetta, joille määritettiin yhteensä noin 1400 vedenottoaluetta. Noin 600 vedenottoalueelle pystyttiin vedenlaatumietojen perusteella määrittämään kloridipitoisuustaso.</p> <p>Riskikartoituksen tarkoituksena on pisteytyksen avulla löytää ne alueet, joilla tiesuolaus mahdollisesti aiheuttaa pohjaveden pilaantumisriskin. Yli 65 riskipistettä saaneilla alueilla tulisi tienpidon vaikutuksia pohjaveden laatuun tutkia tarkemmin. Tällaisia pohjavesialueita on kartoituksen perusteella yhteensä 290. Edelliseen kartoitukseen verrattuna lukumäärä kasvoi 17 alueella. Eniten korkeita riskipisteitä saaneita alueita on Etelä- ja Kaakkois-Suomessa sekä rannikkoseudulla. Alueellinen jakautuminen selittyy sääolosuhteista.</p> <p>Pohjaveden kloridipitoisuuden kehitystä on tarkasteltu kolmella eri ajanjaksolla, jotka eroavat toisistaan suolan käyttömäärän perusteella. Koko 1980-luvun nousussa olleet suolan käyttömäärät olivat korkeimmillaan 1990-luvun alussa, mikä näkyy vastaavasti ajanjakson (1988-1992) pohjaveden kloridipitoisuuksien keskiarvoissa lievästi nousuna. Tiesuolan käyttömäärien vähentäminen 1990-luvun alun maksimiarvoista näkyy vastaavasti 1990-luvun lopun (1993-1997) kloridipitoisuuksien keskiarvojen hienoisena laskuna.</p> <p>Riskikartoituksen perusteella on koottu ehdotus seuranta-alueista, joilta tiesuolan vaikutusta pohjavedeen tulisi seurata säännöllisesti ja raportoida vuosittain. Tiesuolauksen riskirekisteriin tullaan jatkossa tallentamaan vedenlaatumietoja sekä teillä liukkaudentorjuntaan käytetyn suolan määrät.</p> |                                |
| Asiasanat  | pohjavesi, tiet, suolaus, kloridi, pohjavedensuojelu, riskit, arviointi  |                                |
| Julkaisusarjan nimi ja numero                                  | Suomen ympäristö 361   |                                |
| Julkaisun teema  | ympäristönsuojelu  |                                |
| Projektihankkeen nimi ja projektinumero                        |  |                                |
| Rahoittaja/toimeksiantaja                                      | Tielaitos, Suomen ympäristökeskus, ympäristöministeriö   |                                |
| Projektiryhmään kuuluvat organisaatiot                         |  |                                |
|  | ISSN<br>1238-7312  | ISBN<br>952-11-0606-9          |
|  | Sivuja<br>101  | Kieli<br>suomi                 |
|  | Luottamuksellisuus<br>julkinen   | Hinta<br>87 mk                 |
| Julkaisun myynti/jakaja  | Oy Edita Ab<br>asiakaspalvelu puh. (09) 566 0266<br>faksi (09) 566 0380  |                                |
| Julkaisun kustantaja   | Suomen ympäristökeskus   |                                |
| Painopaikka ja -aika   | Oy Edita Ab, Helsinki 1999   |                                |

# Presentationsblad

|  |  |                        |
|--|--|------------------------|
| Utgivare   | Finlands miljöcentral  | Datum<br>November 1999 |
| Författare   | Juhani Gustafsson  |                        |
| Publikationens titel   | Tiesuolauksen riskikartoitus pohjavesialueilla - valtakunnallinen yhteenveto<br>Riskvärderingen av vägsaltning på grundvattenområden - nationalt sammandrag  |                        |
| Publikationens delar/<br>andra publikationer<br>inom samma projekt |  |                        |
| Sammandrag   | <p>Då karterings- och klassificeringsprojektet av finska grundvattenområden blev färdigt år 1997 i hela Finland visade det sig finnas orsak att uppdatera den tidigare karteringen av riskerna med vägsaltning och att fortsätta riskvärderingen med nya viktiga och för vattentäkt lämpliga grundvattenområden. För att underlätta riskvärderingen har Vägverket och Finlands miljöcentral utvecklat i samarbete ett Access-baserat riskregister över vägsaltning (TSRR), vari samlades uppgifter över både grundvattenområden och vägar som går över dem och kvalitetsuppgifter om grundvattnet. I utredningen kontrollerades totalt 1129 grundvattenområden, där 1475 vattentäktsoområden definierades. På cirka 600 vattentäktsoområden kunde man bestämma kloridhaltsnivån. Avsikten med riskkarteringen är att med hjälp av poängsättning finna de områden, där vägsaltning eventuellt är en risk för förorening av grundvattnet. På områden som fått över 65 poäng borde effekten av väghållning på grundvattnet undersökas närmare. Dyliga områden finns enligt karteringen totalt 290. Jämfört med den tidigare karteringen ökade områdenas antal med 17. Mest områden med höga riskpoäng fanns i Södra och Sydöstra Finland samt på kustregionen. Den regionala fördelningen kan förklaras med väderleksförhållandena. Utvecklingen av grundvattenområdets kloridhalt har skarskådats under tre olika perioder som skiljer sig från varandra gällande använda saltmängder. De under hela 1980-talet ökade saltmängderna var som högst i början av 1990-talet, vilket avspeglas som en höjning av kloridhaltsmedeltalet i grundvattnet under samma tid (1988-1992). Minskningen av vägsaltsmängderna från maximimängderna i början av 1990-talet syns på motsvarande sätt som en liten sänkning av kloridhaltsmedeltalet i slutet av 1990-talet (1993-1997).</p> <p>Utgående från riskkarteringen har ett förslag av sådana områden uppgjorts, där effekterna av vägsaltning borde kontrolleras regelbundet och rapporteras årligen. I riskregistret över vägsaltning kommer i framtiden att registreras vattenkvalitetsuppgifter samt mängderna salt som använts för halkbekämpning för vägar.</p> |                        |
| Nyckelord  | grundvatten, vägar, saltning, klorid, grundvattenskydd, risker, värdering  |                        |
| Publikationsserie<br>och nummer                                    | Miljön i Finland 361   |                        |
| Publikationens tema  | miljövård  |                        |
| Projektets namn<br>och nummer                                      |  |                        |
| Finansjär/<br>uppdragsgivare                                       | Vägverket, Finlands miljöcentral, miljöministeriet   |                        |
| Organisationer<br>i projektgruppen                                 |  |                        |
|  | ISSN<br>1238-7312  | ISBN<br>952-11-0606-9  |
|  | Sidantal<br>101  | Språk<br>finska        |
|  | Offentlighet<br>Offentlig  | Pris<br>87 mk          |
| Beställningar/<br>distribution                                     | Oy Edita Ab kundservice<br>tel. (09) 5660266<br>telefax (09) 6550380   |                        |
| Förläggare   | Finlands miljöcentral  |                        |
| Tryckeri/<br>tryckningsort och -år                                 | Oy Edita Ab, Helsingfors 1999  |                        |

# Documentation page

|  |  |                       |               |
|--|--|-----------------------|---------------|
| Publisher  | Finnish Environment Institute  | Date                  | November 1999 |
| Author(s)  | Juhani Gustafsson  |                       |               |
| Title of publication                                   | Tiesuolauksen riskikartoitus pohjavesialueilla - valtakunnallinen yhteenveto<br>The riskassessment of road salting on groundwater areas - national summary   |                       |               |
| Parts of publication/<br>other project<br>publications |  |                       |               |
| Abstract   | <p>An extensive project involving mapping and classification of Finnish groundwater areas was completed in 1997, greatly increasing the number of mapped aquifers. It also proved necessary to update the assessment of groundwater areas at risk of being affected by road salt. The database was sent to the Regional Environment Centres and the Road Districts to be updated. The risk assessment has so far been carried out on about 1100 groundwater areas, with approximately 1400 water intake areas. On about 600 waterintake areas a chloride concentration level were detremined.</p> <p>The aim of the assessment is to select the groundwater areas in order of priority by the need for and urgency of preventive actions. On areas with risknumber high than 65 more detailed studies about the potential risk of road salt contaminating the groundwater should carry out. According to the risk assement there are 290 areas with risknumber higher than 65. Compared with the previous risk assessment the numeber of these areas has increased with 17 areas. Most of areas with high risk numeber is situated in South and Southeast Finland and on the coast. The regional distribution can be explained with weather conditions.</p> <p>The trend of the average chloride concentrations in groundwater were compared between three different periods. Variation in the amount of salt used for de-icing during these three periods could be detected in groundwater quality to some extent. During the last period the use of salt was somewhat diminished, but the restoration of chloride concentrations in groundwater will take a long time and needs more remarkable reduction in salt amounts.</p> <p>On the basis of the risk assessment, there is a proposal for areas where the effect of road salting on groundwater should be monitored regularly and report annually. In the future the amounts of salt used for de-icing and the groundwater quality data is collected to the database.</p> |                       |               |
| Keywords   | groundwater, roads, road salt, chloride, groundwater protection, risks, assessment   |                       |               |
| Publication series<br>and number                       | The Finnish Environment 361  |                       |               |
| Theme of publication                                   | environmental protection   |                       |               |
| Project name and<br>number, if any                     |  |                       |               |
| Financier/<br>commissioner                             | Finnish National Road Administration, Finnish Environment Institute, Ministry of Environment   |                       |               |
| Project organization                                   |  |                       |               |
|  | ISSN<br>1238-7312  | ISBN<br>952-11-0606-9 |               |
|  | No. of pages<br>101  | Language<br>Finnish   |               |
|  | Restrictions<br>Public   | Price<br>FIM 87       |               |
| For sale at/<br>distributor                            | Edita Ltd, customer service<br>tel +358 9 566 022<br>telefax +358 9 566 0380   |                       |               |
| Financier<br>of publication                            | Finnish Environment Institute  |                       |               |
| Printing place and year                                | Edita Ltd, Helsinki 1999   |                       |               |

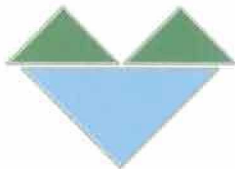
## Suomen ympäristö

239. Grönroos, Juha; Rekolainen, Seppo; Palva, Reetta; Granlund, Kirsti; Bärlund, Ilona; Nikander, Antero & Laine, Yki: Maatalouden ympäristötuki. Toimenpiteiden toteutuminen ja vaikutukset 1995-1997. Suomen ympäristökeskus.
240. YVA-lainsäädännön tarkistamistyöryhmän mietintö. Ympäristöministeriö.
241. Survo, Kyösti & Hänninen, Otto: Altistuminen ympäristömelulle Suomessa. Esiselvitys. Pohjois-Savon ympäristökeskus.
242. Hassi, Laura: Korkotuki ylivelkaantuneiden asumisen tukena. Ympäristöministeriö.
243. Vartiainen, Perttu: Itämeren alueen kaupunkiverkoston kuvausjärjestelmä. Ympäristöministeriö.
244. Lehto, Mervi: Tekniikkaa ikä kaikki. Käyttäjän käsitys asumisen automaatiosta. Ympäristöministeriö.
245. Nevalainen, Jukka; Dahlbo, Helena: Suolakyllästämoalueen maaperän saastuneisuuden selvittäminen ja kunnostaminen. Pirkanmaan ympäristökeskus.
246. Assessment of the competence and suitability of the Finnish Environment Institute Laboratory - as national environmental reference laboratory. Ympäristöministeriö.
247. Turkki, Hanna; Joensuu, Elina, Kirkkala, Teija; Lavinto, Ari; Mäkinen, Seppo & Siitonen, Mikko: Järviluonnon vaaliminen. Pomarkun/Siikaisten Valkjärven esimerkki. Lounais-Suomen ympäristökeskus.
248. Maaperänsuojelun tavoitteet. Maaperänsuojelun tavoitetyöryhmän mietintö. Ympäristöministeriö.
249. Mujunen, Satu-Pia; Linderborg, Irma; Hirvikallio, Hilka; Minkkinen, Pentti & Wirkkala, Riitta-Sisko: Adenosiinitrifosfaatin (ATP) soveltuvuus seurantaparametriksi sellu- ja paperitehtaiden biologisessa jäteveden puhdistuksessa. Kaakkois-Suomen ympäristökeskus.
250. Perttula, Heli: Puurijärven tila ja lintuveden kunnostusperiaatteet. Lounais-Suomen ympäristökeskus.
251. Rikkidioksidi- ja typenoksidipäästöjen vähentämismahdollisuudet. Ympäristöministeriö.
252. Koivusaari, Juhani; Koskenniemi, 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 kestävän kehityksen ohjelma. Valtioneuvoston periaatepäätös ekologisen kestävyuden 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: Materiaalivirtatilinpito 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. Kaipainen, Maarit: Tiivis ja matala puurakentaminen. Ympäristöministeriö.
271. Rintanen, Tapio & Kare, Päivi: Suomen uhanalaisia lajeja: Sorsanputki (*Sium latifolium*). Suomen ympäristökeskus.
272. Wesamaa, Pekka: Kaavojen laatimisaajat 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 kestävän 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. Ekokylien ekologinen tase. Neljän suomalaisen asuntoalueen arviointi kestävän 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: Päijänteiden, Konnivesi-Ruotsalaisen ja Kymijoen säännöstelyn vaikutukset. Kyselytutkimus alueen vakinaisten ja lomamasukkaiden 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 kestävän kehityksen reunaehdot. Ympäristöministeriö.
292. Palmu, Jukka-Pekka: Moreenimuodostumien inventointi. Esitutkimus Pohjois-Uudenmaan ja Etelä-Hämeen alueella. Ympäristöministeriö.
293. Hudd, Richard & Kälax, Pia: Fiskyngelförekomst och fiskbestånd i Kyro älvs mynning 1980 - 1997. Länsi-Suomen ympäristökeskus.
294. Asuntopoliittisten tukien kestävä kehittäminen. Ympäristöministeriö.
295. Lovio, Raimo: Suuntaviivoja ympäristöraportointiin. Suomen ympäristökeskus.
296. Saura, Matti & Saukkonen, Sari: Etelä-Päijänteiden kuormitus ja veden laadun turvaaminen. Tutkimushankkeen 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 Rejokilaakson maankäytön historia, kasvillisuus ja kasvisto. Suomen ympäristökeskus.
307. Räsänen, Milja: Entsyyiaktiivisuuksien mittaaminen maanäytteistä - esimerkkinä fosfodiesteraasi ja arylsulfataasi. Suomen ympäristökeskus.
308. Sinisalmi, Tuomo; Mustonen, Teemu & Lahti, Markku: Päijänteiden ja Konnivesi-Ruotsalaisen 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 PRJORI. Pirkanmaan ympäristökeskus.
311. Laakso, Seppo & Loikkanen, Heikki A.: Asuntomarkkinat ja asumisen tukijärjestelmät. Taustaa asuntopoliittikan kehittämiseksi. 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 zinc 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. Käyttö - Laadinta - Esimerkki. Ympäristöministeriö.
320. Liponkoski, Markku: Fluori ja sen poistaminen talousvedestä. Suomen ympäristökeskus.
321. Korhonen, Pekka: Päijänteiden ja Konnivesi-Ruotsalaisen säännöstelyjen kehittäminen. Suomen ympäristökeskus.



322. Pulliainen, Erkki; Korhonen, Kyllikki & Huuskonen, Markku: Perämeren mäteiden sukuraustusten 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. Lähiuudistus 2000 - oppia menneestä ja suuntia 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; Aunela-Tapola, Leena; Verta, Matti & Salmikangas, Tuomo: Raskasmetallien päästöt ilmaan Suomessa 1990-luvulla. Suomen ympäristökeskus.
330. Siikanen, Antti; Säylä, Markku & Tahvanainen, Markku: Suomalaisten asumismenot. Ympäristöministeriö.
331. Nystén, Taina; Gustafsson, Juhani & Oinonen, Teemu: Pohjaveden kloridipitoisuudet ensimmäisen Salpausselän alueella. Suomen ympäristökeskus.
332. Kukkonen, Jaana: Synobakteereiden maksatoksiinien osoitusmenetelmien vertailu. Suomen ympäristökeskus.
333. Kananoja, Tapio: Kallioperän suojele- ja opetuskohteita Pirkanmaalla, Kanta-Hämeessä ja Päijät-Hämeessä. Ympäristöministeriö.
334. Organoklooriyhdisteet ja raskasmetallit Kymijoen sedimentissä; esiintyminen, kulkeutuminen, vaikutukset ja terveysriskit. Suomen ympäristökeskus.
335. Luoma, Päivi: Ympäristöjärjestelmiin liittyvä ympäristönsuojelun tason jatkuva parantaminen. Esi-merkkinä massa- ja paperiteollisuus. Suomen ympäristökeskus.
336. Lankoski, Leena & Lankoski, Jussi: Economic globalisation and the environment. Ympäristöministeriö.
337. Östersjöns tillstånd. Ympäristöministeriö.
338. Ehdotus Suomen ympäristökeskuksen kehittämisestä. Ympäristöministeriön asettaman SYKE-työryhmän raportti Suomen ympäristökeskuksen kansainvälisen suosituksen toimeenpanemisesta. Ympäristöministeriö.
339. Numminen, Samu: Fladat ja kluuvijärvet saaristomerellä. Lounais-Suomen ympäristökeskus.
340. Water protection targets for the year 2000. Ympäristöministeriö.
341. Aluearkkitehtitoiminnan kehittäminen. Ympäristöministeriö.
342. Mikkola, Aaro; Jaakkola, Olli & Sucksdorff, Yrjö: Valtakunnallisten maankäyttö-, peitteisyys- ja maaperäaineistojen muodostaminen. Ympäristöministeriö.
343. Strandell, Anna: Asukaskysely suomalaisista asuin ympäristöistä. Ympäristöministeriö.
344. Ristimäki, Mika: Ehdotus yhdyskuntarakenteen seurannan järjestämiseksi ja kehittämiseksi. Ympäristöministeriö.
345. Berninger, Kati: EU:n aluekehitysohjelmien ympäristöindikaattorit Suomessa. Suomen ympäristökeskus.
346. Öljyisten alusjätteiden vastaanotto satamissa - alusjätetyöryhmän mietintö. Ympäristöministeriö.
347. Gynther, Lea; Torkkeli, Sirpa & Ötterström, Tomas: Suomen teollisuuden päästöjen ympäristökustannukset. Tapaustarkasteluna metsäteollisuus. Ympäristöministeriö.
348. Luhanka, Juha: Useamman direktiivin alaiset rakennustuotteet. Ympäristöministeriö
349. Hein, Kari; Pirinen, Auli & Salo, Petri: Toimitilakiinteistön huoltokirja. Ympäristöministeriö.
350. Tana, Jukka; Ruonala, Seppo & Ruoppa, Marja: Happikemikaalien käyttöön perustuvan massanvalkaisun ympäristövaikutuksia - Projektin yhteenvetoraportti. Suomen ympäristökeskus.
351. Tengvall, Jukka: Kaasujen käsittely bensiinillä saastuneen maaperän huokoskaasupuhdistuksessa. Uudenmaan ympäristökeskus.
352. Eerolainen, Riitta: Ympäristölupamenettelyn ympäristötaloudelliset näkökohdat. Hämeen ympäristökeskus.
353. Liukko, Ulla-Majja (toim.): Saukkokannan tila ja seuranta Suomessa. Suomen ympäristökeskus.
354. Housing of older people in the EU countries. Ympäristöministeriö.
355. Söderman, Guy: Diversity of pollinator communities in Eastern Fennoscandia and Eastern Baltics. Suomen ympäristökeskus.
356. Schroderus-Härkönen, Seija; Markkanen, Sirkka-Liisa & Helo, Teppo: Kainuun ympäristön laadun kuvaus. Kainuun ympäristökeskus.
357. Marttunen, Mika & Järvinen, Erkki: Päijänteen säännöstelyn kehittäminen - yhteenvetoraportti. Suomen ympäristökeskus.
358. Luosma, Kirsi & Hynynen, Raija: Sosiaalisten vuokra-asuntojen hakijoiden hakumenettelyn ja asukasvalinnan vertailu Helsingissä ja Lahdessa. Ympäristöministeriö.
359. Tanninen, Timo & Hirvonen, Jukka: Housing allowance in Finland in the 1990's. Results of the cutbacks and evaluation of the effects. Ympäristöministeriö.
360. Mäkinen, Heikki: 2000-luvun vesipiirit. Näkemyksiä Euroopan unionin vesipolitiikan puitteiden edellyttämästä aluejaosta. Suomen ympäristökeskus.



## YMPÄRISTÖN- SUOJELU

### Tiesuolauksen riskikartoitus pohjavesialueilla Valtakunnallinen yhteenveto

Valtakunnallinen tiesuolauksen riskikartoitus pohjavesialueilla toteutettiin ympäristöhallinnon ja tiehallinnon yhteistyönä. Työn tarkoituksena on riskipisteytysmenetelmää hyväksi käyttäen löytää ne pohjavesialueet, joilla tien talvikunnossapito voi aiheuttaa pohjaveden laadun vaarantumisen tai pilaantumisen.

Riskiarviointi on tehty yhteensä 1129 pohjavesialueella ja niille määritetyillä 1475 vedenottoalueella. Yli 65 riskipistettä saaneilla alueilla tulisi ryhtyä jatkotoimenpiteisiin. Selvityksen mukaan 290 pohjavesialueella eli 26 % kartoituksessa mukana olleista alueista riskiluku ylittää 65 pistettä. Riskipisteytystä voidaan hyödyntää alueiden tutkimus ja mahdollisten suojaustoimenpiteiden priorisointiin.

Tämä yhteenveto perustuu vuosien 1997-1998 aikana tiepiirissä ja alueellisissa ympäristökeskuksissa tehtyihin riskiarviointeihin. Selvityksen perusteella on valittu aineistosta alueita, joita ehdotetaan tarkempaan seurantaan. Tiesuolauksen riskirekisteri on käytössä sekä tiepiirissä että alueellisissa ympäristökeskuksissa ja siihen tullaan myös jatkossa tallentamaan vedenlaatutietoja sekä teillä liukkaudentorjuntaan käytetyn suolan määrät.

ISBN 952-11-0606-9

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



9 789521 106064