

Torjunta-aineiden esiintyminen pohjavedessä

Loppuraportti

**Paula Vuorimaa, Merja Kontro,
Jarkko Rapala ja Juhani Gustafsson**

YMPÄRISTÖN-
SUOJELU



Torjunta-aineiden esiintyminen pohjavedessä

Loppuraportti

**Paula Vuorimaa Merja Kontro
Jarkko Haapala ja Juhani Gustafsson**

Helsinki 2007

SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS



S Y K E

SUOMEN YMPÄRISTÖ 42 | 2007
Suomen ympäristökeskus

Taitto: DTPage Oy

Julkaisu on saatavana myös internetistä:
www.ymparisto.fi/julkaisut

Vammalan Kirjapaino Oy, Vammala 2008

Julkaisu on painettu paperille, joka on
valmistettu ympäristöä säästäen.

ISBN 978-952-11-2914-8 (nid.) tai (sid.)
ISBN 978-952-11-2915-5 (PDF)
ISSN 1238-7312 (pain.)
ISSN 1796-1637 (verkkokj.)

ALKUSANAT

Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) hankkeessa ”Torjunta-aineiden esiintyminen pohjavedessä (TOPO)” selvitettiin torjunta-aineiden esiintymistä pohjavedenottamoiden raakavedessä. Selvityksessä mukana olleet pohjavesialueet sijaitsivat yhdentoista ympäristökeskuksen alueilla. Hankkeessa tutkittiin vuosien 2002–2005 aikana torjunta-aineiden esiintymistä 295 näytteestä 282 havaintopisteestä 190 pohjavesialueelta.

SYKE koordinoi hanketta, antoi torjunta-aineisiin ja pohjavesiin liittyvää asiantuntija-apua sekä vastasi resurssien hankkimisesta, tiedottamisesta ja raportoinnista. Näytteenottokohteet valittiin alueellisissa ympäristökeskuksissa, ja valintaan vaikuttivat alueiden maankäyttö sekä mahdollinen nykyinen tai aikaisempi torjunta-aineiden käyttö. Alueelliset ympäristökeskukset ottivat vesinäytteet tai vesilaitokset ottivat näytteet aluekeskuksen ja laboratorion ohjeistamana. Määritysten tulokset toimitettiin kyseisille vesilaitoksille, alueellisille ympäristökeskuksille ja SYKelle sekä terveydensuojeluviranomaisille.

Alueellisten ympäristökeskusten ja vesihuoltolaitosten lisäksi SYKEN yhteistyökumppaneina olivat ympäristöministeriö, maa- ja metsätalousministeriö, sosiaali- ja terveysministeriö, Sosiaali- ja terveydenhuollon tuotevalvontakeskus, Ratahallintokeskus, Vesi- ja viemäriulaitosyhdistys ry, Tiehallinto, Lahden tutkimuslaboratorio ja Helsingin yliopiston ympäristöekologian laitos. Hanketta rahoittivat ympäristöministeriö, maa- ja metsätalousministeriö, Tiehallinto, Ratahallintokeskus sekä Vesi- ja viemäriulaitosyhdistys ry. Sosiaali- ja terveysministeriö, STTV:n ympäristöterveydenhuollon yksikkö, SYKEN kemikaali- ja vesivarayksiköt ja Helsingin yliopiston ympäristöekologian laitos ovat osallistuneet hankkeeseen virkatyöpanoksella.

Projektin edistymistä seurasi ohjausryhmä, joka koostui hankkeen rahoittajatahojen edustajista sekä asiantuntijoista. Ryhmän kokoonpanossa tapahtui muutoksia projektin aikana. Ryhmän kuuluivat Leena Hiisvirta (sosiaali- ja terveysministeriö), Jarkko Rapala (Sosiaali- ja terveydenhuollon tuotevalvontakeskus), Elina Nikkola (maa- ja metsätalousministeriö), Tapani Suomela (ympäristöministeriö), Heli Herkamaa (Uudenmaan ympäristökeskus), Marita Honkasalo (Hyvinkään kaupunki), Kaija Kallio-Mannila ja Sari Autio (Suomen ympäristökeskuksen kemikaaliyksikkö), Tuulikki Suokko (Suomen ympäristökeskus vesivarayksikkö), Tuula Säämänen (Tiehallinto), Arto Hovi, Marita Luntinen ja Susanna Koivujärvi (Ratahallintokeskus), Riku Vahala (Vesi- ja viemäriulaitosyhdistys), Anri Aallonen ja Johanna Vainio (Lahden tutkimuslaboratorio) sekä Merja Kontro ja Paula Vuorimaa Helsingin Yliopiston ympäristöekologian laitokselta. Lisäksi ohjausryhmän kokouksiin osallistuivat tarvittaessa alueellisen ympäristökeskuksen pohjavesiasiantuntijoita. Projektipäällikkönä toimi Juhani Gustafsson Suomen ympäristökeskuksen vesivarayksiköstä.

Vuosien 2002 ja 2003 tuloksista julkaistiin väliraportti Suomen ympäristökeskuksen monistesarjassa vuonna 2004 (Gustafsson (toim.), 2004). Lisäksi projektin tuloksia on julkaistu Ympäristö- ja terveystiedon (5/2005) artikkelissa (Rapala ja Gustafsson, 2005). Vesi- ja viemärilaitosten kehittämisrahaston lisärahoituksella laadittiin ”Torjunta-aineet pohjavesissä – opas vesilaitoksille”, joka julkaistiin Vesi- ja viemäriulaitosyhdistyksen julkaisusarjassa vuonna 2006. Hankkeen etenemisestä ja tuloksista on tiedotettu kaksi kertaa. Väliraportin julkistamisen yhteydessä järjestettiin tiedotustilaisuus vuonna 2004. Vuonna 2005 SYKE ja STTV julkaisivat yhteisen tiedotteen hankkeen tuloksista.

Päävastuu loppuraportin kirjoittamisesta oli Paula Vuorimaalla ja Merja Kontrolla Helsingin Yliopiston ympäristöekologian laitokselta. Jarkko Rapala (STTV) osallistui raportin laatimiseen erityisesti talousveden laadun ja lainsäädännön osalta. Pohjaveden suojelun erityiskysymyksistä raportin laatimisessa vastasi Juhani Gustafsson (SYKE). Käsikirjoituksen tarkistajina ovat toimineet ylitarkastaja Pia Korjus Sosiaali- ja terveydenhuollon tuotevalvontakeskuksesta (STTV) ja vesiasian päällikkö Riku Vahala Vesi- ja viemäri- ja viemäri- ja viemäriyhdistyksestä.

Haluan lämpimästi kiittää kaikkia projektiin osallistuneita henkilöitä ja tahoja.

Helsingissä 20.11.2007

Juhani Gustafsson

SISÄLLYS

Alkusanat	3
Sanastoa	7
Johdanto	9
I Torjunta-aineet	10
1.1 Torjunta-aineiden myynti, ennakkovalvonta ja käyttö Suomessa	11
1.2 Torjunta-aineiden kulkeutuminen ja siihen vaikuttavat tekijät	13
1.3 Torjunta-aineiden hajoaminen.....	18
1.4 Torjunta-aineiden käyttö ja esiintyminen pohjavesissä Euroopassa	19
2 Aineisto ja tutkimusmenetelmät	21
2.1 Pohjavesinäytteet.....	21
2.2 Näytteiden analysointi	22
3 Tulokset	23
3.1 Tulosten tarkastelu tehoaineittain	24
3.2 Tulosten tarkastelu alueittain	26
3.2.1 Uudenmaan ympäristökeskus.....	28
3.2.2 Lounais-Suomen ympäristökeskus.....	34
3.2.3 Hämeen ympäristökeskus.....	39
3.2.4 Pirkanmaan ympäristökeskus.....	44
3.2.5 Kaakkois-Suomen ympäristökeskus	46
3.2.6 Etelä- ja Pohjois-Savon ympäristökeskus.....	52
3.2.7 Keski-Suomen ympäristökeskus	55
3.2.8 Länsi-Suomen ympäristökeskus	58
3.2.9 Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus.....	61
3.2.10 Kainuun ympäristökeskus.....	64
3.3 Selvityksessä pohjavesistä todetut torjunta-aineet.....	67
3.3.1 Symmetriset triatsiinit.....	67
3.3.2 Pyrimidiinit eli urasiilit.....	71
3.3.3 Luokittelemattomat heterosykliset typpiyhdisteet.....	71
3.3.4 Muita heteroatomeja sisältävät sylkiset yhdisteet	72
3.3.5 Fenoksialkaanihapot.....	73
3.3.6 Amidit	74
4 Lainsäädäntö	75
4.1 Terveydensuojelulainsäädäntö.....	75
4.2 Ympäristönsuojelulainsäädäntö.....	77
5 Tulosten tarkastelu	79
5.1 Torjunta-ainepitoisuudet pohjavedessä muualla Euroopassa	79
5.2 Tulosten tarkastelu asetettujen raja-arvojen näkökulmasta	80
5.3 Pitoisuuksien vaihtelut	81
5.4 Maankäytön vaikutus torjunta-aineiden esiintymisessä.....	82
6 Yhteenveto ja johtopäätökset	85

Liitteet

1.	Tutkitut torjunta-aineyhdisteet sekä käytetyt määrittämenetelmät ja -rajat	90
2–11.	Tutkittujen pohjavesialueiden pääasiallinen luokiteltu maankäyttö sekä tutkittujen pohjavesialueiden vedenottamot ja niiden vesijohtoverkoston johtamat talousveden määrät sekä veden käsittelymenetelmä ympäristökeskuksittain	92
	Kuvailulehdet	109

SANASTOA

Absorptio	Imeytyminen, pidättyminen.
Adheesio	Kiinnitarttumisen, liittyminen, vetovoima. Kahden toisiaan koskettavan pinnan molekyyliä yhteen vetävä voima. Torjunta-ainemolekyyli kiinnittyy maahiukkaseen pinnalle adheesiovaikutuksesta.
Adsorptio	Nesteissä tai kaasuissa olevien aineiden kerääntyminen kiinteiden kappaleiden pinnalle. Esim. yhdiste voi kulkeutuessaan maaperässä kiinnittyä maahiukkaseen eikä näin ole mikrobiston saatavilla.
Advektio	Liuenneiden aineiden liikkumista veden virtausten mukana.
Akarisidi	Punkkien torjunta-aine.
Akuutti myrkyllisyys kaloille (LC_{50} mg/l)	Lyhytkestoisesta altistumisesta aiheuttama myrkyllisyys. Yleisimmin käytössä olevat kokeet ovat (i) akuutti myrkyllisyys kaloille (LC_{50} 96 t); (ii) akuutti myrkyllisyys vesikirpuille (EC_{50} 48 t); (iii) levän kasvun estyminen ($(E_b C_{50}/E_r C_{50})$ 0–72 t).
Alkylidit	Liittää alkaaneja alkeenien kaksoissidoksiin.
Biokertymis-kerroin (BCF)	Kuvaa yhdisteen kertyvyyttä ympäristöstä eliöön ilmoittamalla eliöstä mitatun pitoisuuden suhteen ympäristöstä mitattuun pitoisuuteen.
2,4-D	2,4-dikloorietikkahappo.
Desorptio	Adsorption vastakohta.
Diffuusio	Hiukkasten lämpöliikkeeseen perustuva aineiden leviäminen ja sekoittuminen.
Dispersio	Hajonta, hajoaminen, hajallaan olo, leviäminen, sekoittuminen veteen.
DDT	Dikloori-difenyylitrikloorietaani.
EQS-arvo	(Environmental quality standard) – ympäristölaatuvaatimus. Ympäristöviranomaisen asettama kemiallisia, fysikaalisia tai biologisia ominaisuuksia koskeva ehto, joka ympäristön tulee täyttää.
Fungisidi	Kasvitautilien torjunta-aine.
Gus-indeksi	Menetelmä torjunta-aineen huuhtoutumisriskin arvioimiseksi.
Hapettuminen ja pelkistyminen	Reaktioita, joissa tapahtuu elektronien siirtymistä. Elektroneja luovuttava aine hapettuu ja vastaanottava pelkistyy.
Henry'n lain vakio (K_h)	Kuvaa yhdisteen jakautumista tasapainotilanteessa vesi- ja ilmafaasien välillä.
Herbisidi	Rikkakasvien torjunta-aine.
Heterosyklinen	Orgaaninen rengasrakenteinen yhdiste, jossa renkaaseen sisältyy jokin muu alkuaine kuin hiili.
Hydrolyyttinen puoliintumisaika (DT_{50})	Kuvaa torjunta-aineen hajoamisnopeutta vedessä pH-alueella 7–9.
Höyrinpaine (P_{vp})	Kuvaa aineen pyrkimystä haihtua ympäröivään ilmaan.
Insektisidi	Hyönteisten torjunta-aine.

Jakautumis- kerroin (K_{oc})	Kuvaa aineen jakautumista orgaanisen hiilen ja veden välillä, esim. maaperän huokosveden ja maaperän orgaanisen hiilen välillä.
Jakaantumis- kerroin (K_{ow})	Kuvaa aineen jakautumista oktanolin ja veden välillä.
Krooninen myrkyllisyys (NOEC, mg/l)	Pitkäkestoisen altistumisen aiheuttama myrkyllisyys. Yleisimmin käytössä olevat kokeet ovat (i) vaikutus kalan poikasten kasvuun (NOEC I. pienin vaikutukseton pitoisuus, 28 vrk); (ii) vaikutus vesikirppujen lisääntymiseen (NOEC, 21 vrk).
Lag-vaihe	Mikrobien kasvussa viivevaihe. Mikrobien tai pieneliöiden sopeutumisvaihe torjunta-aineille.
MCPA	2-metyyli-4-kloorifenoksisietikkahappo.
Metaboloitua	Muuttua eliön aineenvaihdunnassa usein vaarattomaksi ja helpoimmin erittyviksi yhdisteiksi.
Molluskisidi	Nilviäisten torjunta-aine.
Nematisidi	Ankeroisten torjunta-aine.
Pestisidi	Yleisnimitys torjunta-aineelle.
pH	Liuoksen happamuutta eli vetyionipitoisuutta luonnehtiva luku. Väkevän hapon pH on 0, puhtaan neutraalin veden 7 ja väkevän emäksen 14.
PIMA	Pilaantunut maa-alue.
Puoliintumisaika, DT₅₀ (Degradation Time)	Kuvaa torjunta-aineen hajoamisnopeutta. Se on laskennallinen aika, jossa puolet aineesta on muuttunut primaariksi hajoamistuotteeksi, tai joissain tapauksissa mineralisoitunut.
Rasvaliukoisuus (log K_{ow})	Aineen kyky liueta rasvaan. Mitataan oktanoli-vesi jakaantumisen (K_{ow}) avulla.
Redox (hapetus-pelkistys)- potentiaali	Laskennallinen hapetus-pelkistyskyky.
Rodentisidi	Jyrsijöiden torjunta-aine.
Selektiivinen	Valikoiva, vaikutuksiltaan vain tiettyihin eliöryhmiin kohdistuva.
Sorptio	Adsorptio tai absorptio liuoksesta (esim. maavesi) kiinteään (esim. maapartikkeli).
Substituentti	Atomi tai molekyyli, joka korvaa hiilivetyketjussa vetyatomin.
Tappava annos, LD₅₀-arvolla (Lethal Dose)	Kuvaa torjunta-aineiden myrkyllisyyttä. Se on ainemäärä eläimen (lintu tai nisäkäs) painokiloa kohti, joka tappaa puolet koe-eläimistä tietynä aikana, tavallisesti 24 tunnissa.
Tehoaine	a.i. eli active ingredient. Torjunta-ainevalmisteen sisältämä biologisesti aktiivinen vaikuttava aine. Tässä raportissa torjunta-aineella tarkoitetaan tehoainetta ja/tai sen hajoamistuotetta.
Toksinen	Myrkyllinen.
Vesiliukoisuus (S) (mg/l)	Aineen kyky liueta veteen.
Viskositeetti	Nesteiden ja kaasujen sisäinen kitka.
Yksi- ja kaksi- valenssinen	Atomiarvo, arvoisuus. Valenssi on niiden vetyatomien lukumäärä, joiden kanssa alkuaine voi yhtyä.

Johdanto

Torjunta-aineita on käytetty Suomessa 1950-luvun alusta lähtien maa- ja metsätaloudessa, ja 1960-luvulla käyttö laajeni puutarhoissa, taimitarhoilla ja kotitalouksissa rikkakasvien, sienitautien ja tuhoeläinten torjuntaan. Radanvarsialueilla sekä maanteiden pientareilla ja liikenneväylien viheralueilla käytetään tai on käytetty 1950-luvun lopulta lähtien torjunta-aineita lähinnä rikkakasvien ja lehvästöjen torjuntaan (Seppälä 1997). Torjunta-aineet on kehitetty ja niitä käytetään haitallisia kasveja ja eliöitä torjumaan, mutta ne saattavat aiheuttaa haittaa myös muille eliöille. Torjunta-aineiden käytöstä aiheutuvien ympäristö- ja terveyshaittojen ehkäisemiseksi valmisteet tarkastetaan ja hyväksytään ennen käyttöönottoa. Kasvinsuojeluaineista annetun lain (1259/2006) mukaan vain sellaisia valmisteita voidaan hyväksyä käytettäväksi, joilla ei ole haitallisia vaikutuksia muun muassa pohjaveteen. Pohjavesien pilaantumisen ehkäisemiseksi valmisteiden hyväksymisen ehdoksi voidaan edellyttää käytön rajoittamista tärkeillä tai muilla vedenhankintaan soveltuvilla pohjavesialueilla (Gustafsson 2004).

Ennen vuotta 2000 todettuja torjunta-aineiden aiheuttamia pohjaveden pilaantumistapauksia tunnetaan Suomessa vain muutamia. Toisaalta torjunta-aineiden säännöllistä pohjavesiseurantaa ei ole tehty. Torjunta-aineiden hyväksymisen jälkeen ei myöskään edellytetä niiden seurantaa pohjavesissä (Gustafsson 2004). Aikaisemat selvitykset pohjaveden torjunta-ainepitoisuuksista ovat liittyneet yksittäisiin tutkimushankkeisiin, kuten valtakunnalliseen kaivovesitutkimukseen (Korkka-Niemi ym. 1993), Tarinaharjun golfkentän pinta- ja pohjavesitutkimukseen Siilinjärven kunnassa (Suoninen ym. 2002), taimitarhojen torjunta-ainetutkimuksiin pohjavesissä Suonenjoen ja Juuan kunnissa (Mälkki ym. 1988) sekä selvitykseen torjunta-aineiden esiintymisestä Lahden ja sen ympäristökuntien pohjavesissä (Gustafsson ym. 2002, Gustafsson 2004). Lisäksi Etelä-Savon alueella on tehty tutkimus orgaanisista ja epäorgaanisista haitta-aineista Etelä-Savon tärkeimpien vedenottamoiden raaka- ja pohjavesissä (Ylönen 2005). Viime vuosina analysointimenetelmien kehittyminen ja niiden saatavuuden parantuminen ovat lisänneet huomattavasti tehtyjen torjunta-aineanalyysien määrää ja tällöin myös vastaavasti torjunta-ainehavaintojen määrä pohjavesistä on lisääntynyt.

Tehtyjen tutkimusten nojalla on havaittu, että torjunta-aineita esiintyy pohjavedessä Suomessa. Pohjavesinäytteistä on määritysmenetelmien tarkentumisen myötä löydetty myös yhä useampia torjunta-aineita. Esimerkiksi Lahdessa ja Hyvinkäällä on torjunta-aineita löytynyt pohjavedestä yli talousvedelle asetetun raja-arvon (0,10 µg/l). Pohjavedestä todettujen torjunta-ainepitoisuuksien vuoksi nähtiin tarpeellisena selvittää niiden esiintymistä laajemmin (Gustafsson 2004).

1 Torjunta-aineet

Torjunta-aineilla eli pestisideillä tarkoitetaan sellaisia aineita tai valmisteita, joita käytetään haitallisten mikrobien, kasvien ja eläinten torjuntaan maa- ja metsätaloudessa, puutarhoissa, maanteiden pientareilla ja radanvarsialueilla sekä kotitalouksissa (Paasivirta ja Rytsä 1987). Torjunta-aineiden käytön tärkeimpiä tavoitteita ovat erilaisten puutarha- ja viljelykasvien satojen parantaminen, hyötyeläinten loisten tuhoaminen ja ihmisen kannalta haitallisten tautien torjuminen (Tuomisto 2001). Yleensä torjunta-aineiden käytöllä pyritään lisäämään hyötykasveista ja -eläimistä saatavaa taloudellista hyötyä. Torjunta-aineen levitystapa riippuu luonnollisesti valmisteesta. Yleisesti torjuntavalmiste voi olla pölyte, sirote, vedellä tai orgaanisella liuoksella laimennettava neste, laimentamaton liuos tai peittäusaine (Seppälä 1997). Lisäksi torjunta-ainetta voidaan levittää aerosoli-, syötti-, savupanos- tai salvamuodossa (Paasivirta ja Rytsä 1987). Torjunta-aineet ryhmitellään yleensä käyttökohteen (Taulukko 1) tai kemiallisen koostumuksen mukaan.

Taulukko 1.

Torjunta-aineiden luokittelu käyttökohteen mukaan (Paasivirta ja Rytsä 1987).

Torjunta-aineryhmä	Käyttökohde
Insektisidit	Hyönteiset
Fungisidit	Kasvitaudit
Herbisidit	Rikkakasvit
Akarisidit	Punkit
Molluskisidit	Nilviäiset
Rodentisidit	Jyrsijät
Nematisidit	Ankeroiset

Torjunta-aineiden käytössä on tärkeää mahdollisimman hyvä selektiivisyys, jottei samalla hävitettäisi myös hyödyllisiä lajeja tai aiheutettaisi vahinkoa ihmisille. Torjunta-aineet on hyvin laaja heterogeeninen aineryhmä, joista toiset ovat äärimmäisen toksisia ja toisista ei tunneta juuri mitään haittoja normaalissa käytössä (Tuomisto 2001). Tämän vuoksi jokainen aine on arvioitava erikseen ja punnittava huolellisesti kunkin aineen haitat sen etuja vasten. Torjunta-aineiden terveys- ja ympäristöhaittojen ehkäisemiseksi Suomen lainsäädännössä on annettu määräyksiä, jotka koskevat aineiden ennakkotarkastusta, myyntiä, käyttöä ja käytön valvontaa.

Rikkakasvien torjunta-aineet voidaan jakaa vaikutustavan mukaan *lehti-* eli *kosketusvaikutteisiin*, ja *sisä-* eli *maavaikutteisiin*. Kosketusvaikutteiset torjunta-aineet tuhoavat polttamalla tai syövyttämällä tehoaineen kanssa välittömään kosketukseen joutuneet maanpäälliset kasvien versot, jolloin niiden vaikutus on nopea. Maavaikutteiset aineet vaikuttavat hitaammin. Ne kulkevat kasvin johtojänteitä pitkin lehtien ja juurien välillä, ja aiheuttavat häiriöitä kasvien elintoinnoissa, esimerkiksi estävät solujen jakaantumista tai fotosynteesiä. Tarvittava levitysmäärä hehtaarille vaihtelee valmisteiden välillä, esim. pölytteillä 5–20 kg/ha, siroteilla 5–200 kg/ha ja laimennetuilla nesteillä noin 50–2000 l/ha (Paasivirta ja Rytsä 1987). Pienannosherbisideillä käyttömäärät ovat tyypillisesti enintään muutamia kymmeniä grammoja hehtaarille. Atratsiini ja simatsiini ovat sekä maavaikutteisia että kosketusvaikutteisia herbisidejä. Mekoproppi ja dikloroproppi ovat sisävaikutteisia torjunta-aineita.

Arvioiden mukaan 0,1–1,0 % Suomessa käytetyistä torjunta-aineista päätyy vesistöihin, riippuen aineesta ja olosuhteista (Laitinen ym. 1994). Rekolaisen ym. (1988) tutkimuksessa vuosilta 1985–1987 kahden joen vedestä löydettiin 14 eri torjunta-ai-

netta 20 määritetystä. Tutkituista näytteistä yli 60 % sisälsi fenoksihappojohdannaisia (MCPA, dikloropropi, mekopropi).

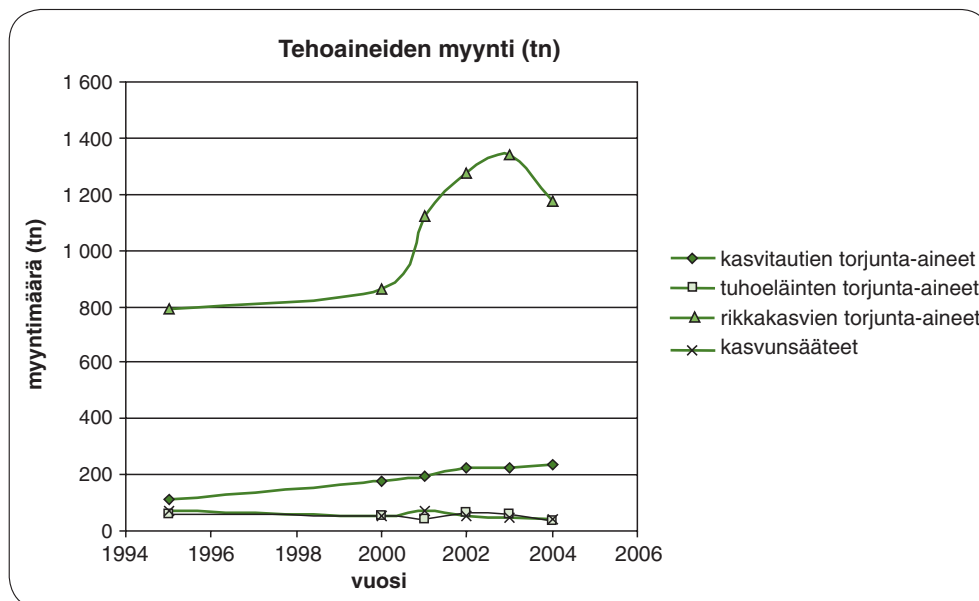
1.1

Torjunta-aineiden myynti, ennakoivalvonta ja käyttö Suomessa

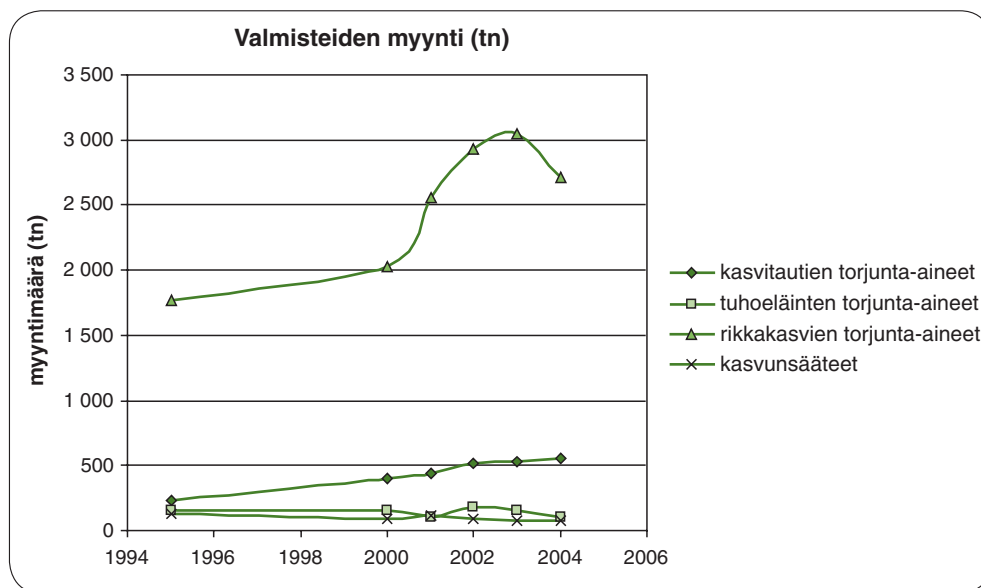
Torjunta-aineiden myynti tuli luvanvaraiseksi Suomessa vuonna 1952, ja siitä alkaen kasvinuojeluaineviranomaiset ovat tilastoineet torjunta-aineiden myyntiä. Elin-tarviketurvallisuusviraston (Evira) maataloustuotannon valvontaosasto tilastoi ja julkaisee torjunta-aineiden myyntiä koskevia tilastoja. Laaditut tilastot ilmoitetaan tehoaineiden ja valmisteiden myyntimäärinä (Kuvat 1 ja 2). Tehoaineen tai -aineiden lisäksi valmisteissa voi olla liuottimia, kantaja-aineita, väriaineita sekä muita koostu-mukseen vaikuttavia aineita. Torjunta-aineiden myynti kasvoi Suomessa 1950-luvulta 1970-luvulle, jonka jälkeen käyttömäärät ovat vaihdelleet. Myyntimäärät nousivat huomattavasti 1980-luvulle asti ja olivat enimmillään jopa yli 2500 tehoainetonnia vuodessa. Myyntimäärät kääntyivät laskuun 1990-luvun alkupuolella, koska markki-noille alkoi tulla uusia pienannosherbisidejä eli ns. gramma-aineita, jotka korvasivat aiempia torjunta-aineita. Esimerkiksi rikkakasvien torjuntaan näitä aineita käyte-tään 4–20 g/ha. Samaan tarkoitukseen tarvitaan fenoksihappoherbisidejä 1–2 kg/ha (Hynninen ja Blomqvist 1994). Myyntimäärät kääntyivät jälleen kasvuun 2000-luvun alkupuolella (Kuvat 1 ja 2).

Torjunta-aineiden käyttöä on vaikea arvioida pelkkien myyntilukujen perusteella, koska käyttäjien varastossa olevien käyttämättömien aineiden määrää ei tiedetä. Tarkasteltaessa atratsiinin myyntiä, on huomioitavaa, että atratsiinia sisältävien tor-junta-aineiden käyttö on vaihdellut 1960- ja 1970-luvuilla, mutta sen myynti kasvoi huomattavasti 1980-luvun alkupuolella ja enimmillään sitä myytiin 10 000 kg vuodessa. Atratsiinin myynti loppui vuonna 1992 (Kuva 3).

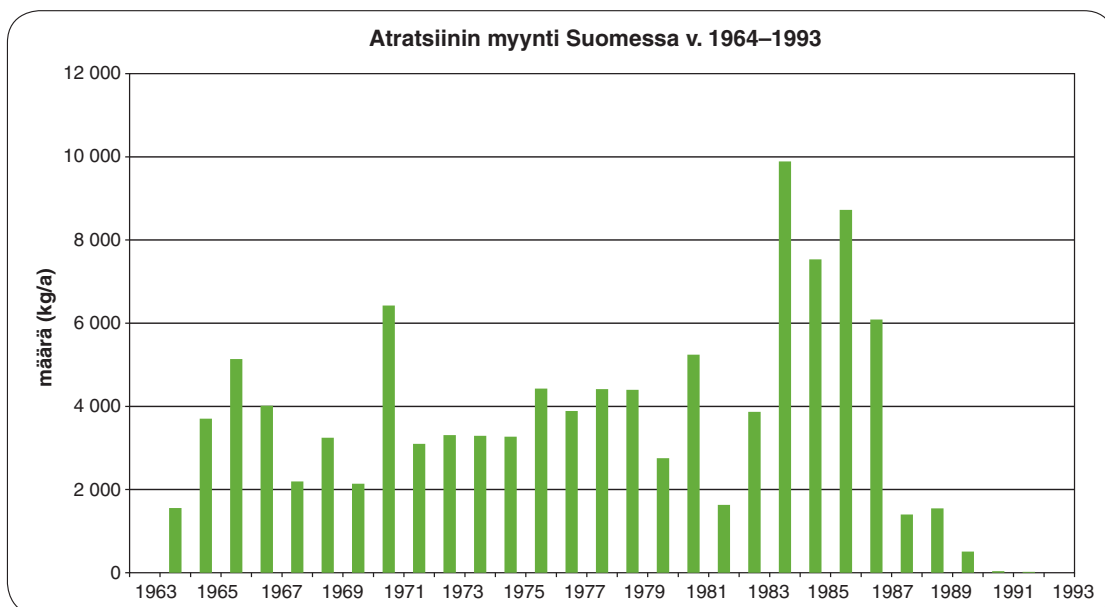
Aineiden käyttökohteet ovat laajentuneet uusien aineiden tullessa markkinoille. Taulukossa 2 on lueteltu muutamia käytössä olleita tai olevia aineita ja niiden käyt-tökohteita.



Kuva 1. Torjunta-aineiden teho-aineiden myynti Suomessa vv. 1995–2004 (Kasvintuotannon tarkastuskeskus, 2006).



Kuva 2. Torjunta-ainevalmisteiden myynti Suomessa vv. 1995–2004 (Kasvintuotannon tarkastuskeskus 2006).



Kuva 3. Atratsiinin myynti Suomessa vuosina 1964–1993 (Savela ja Hynninen 2004)

Torjunta-aineiden aiheuttamien terveys- ja ympäristöhaittojen ehkäisemiseksi torjunta-aineet tarkastetaan ennen niiden käyttöönottoa. Tätä ennakkotarkastusta säädelään kasvinsuojeluaineista annetulla lailla (1259/2006), joka tuli voimaan 1.1.2007. Suomen lainsäädäntö on mukautettu Euroopan Yhteisön kasvinsuojeluaineista annetun direktiivin (91/414/ETY) säädöksiä vastaavaksi. Ennakkotarkastukseen osallistuu useita viranomaisia, jotka arvioivat valmisteiden hyväksyttävyyttä oman asiantunteuksensa perusteella. Muun muassa valmisteiden biologinen tehokkuus, käyttökelpoisuus sekä terveys- ja ympäristövaikutukset arvioidaan. Evira toimii ennakkotarkastusta koordinoivana viranomaisena ja tekee valmisteiden hyväksymispäätökset.

Torjunta-aineiden ympäristövaikutukset arvioidaan SYKEN kemikaaliyksikössä valmistajan toimittamien tutkimusten sekä muun olemassa olevan tiedon perusteella. Riskiarvioinnin perusteella SYKE antaa lausunnon kasvinsuojeluvalmisteiden hyväksyttävyydestä haettuun käyttökohteeseen. Usein hyväksymisen edellytyksenä

Taulukko 2.

Torjunta-aineiden käyttökohteita Suomessa (Mukula 1980 ja Eviran kasvisuojeluainerekisteri).

Tehoaine	Käyttökohde vuosina 1964–2004	Valmiste
MCPA, dikloropropi ja mekopropi	Rikkakasvien torjunta mm. viljapelloilla ja pientareilla	Hormotuho 80, Herbotal Plus
tralkoksidiimi	hukkakauran torjunta viljapelloilla	Grasp SC
bentatsoni	rikkakasvien torjunta mm. nurmi- ja perunapelloilla	Basagran
simatsiini ja atratsiini*	rikkakasvientorjunta	Primatol-Simatsin, Atranex
etofumesaatti ja metamitroni	rikkakasvien torjunta sokerijuurikaspedoilla	Tramat, Goltix
tifensulfuronimetyyli ja tribenuronimetyyli	rikkakasvien torjunta viljoista	mm. Ratio 50 T, Express 50 T
linuroni	rikkakasvien torjunta mm. perunaviljelyksillä	Hankkija Afalon
atsoksistrobiini	viljojen kasvitautien torjunta (härmä, ruosteet, laikut)	Amistar, Ortiva
terbutylatsiini	perunan rikkakasvien torjunta	Gardoprim 80
pirimikarbi	lehtikirvojen torjunta viljapelloilla ja kasvihuoneissa	

* simatsiini poistettiin torjunta-ainerekisteristä 30.9.2004 ja atratsiinin poistui markkinoilta vuoden 1991 lopussa.

valmisteiden myyntipakkauksiin esitetään käytön rajoituksia, varoituksia tai huomautuksia ympäristöhaittojen ehkäisemiseksi. Tällaisia rajoituksia ovat muun muassa käytön kieltäminen tiettyä etäisyyttä lähempänä vesistöjä tai pohjavesialueilla sekä käytön rajoittaminen peräkkäisinä vuosina.

Päätöksen torjunta-ainevalmisteen hyväksyttävyydestä tekee Evira. Vain hyväksytyjä valmisteita saa markkinoida ja käyttää. Kasvisuojeluaineista annetun lain mukaan ainoastaan sellaiset valmisteet on mahdollista hyväksyä, jotka ovat haettuun käyttötarkoitukseen riittävän tehokkaita, eivätkä aiheuta asianmukaisesti käytettyinä kohtuuttomia haittavaikutuksia kasveihin, kasvituotteisiin ja ympäristöön tai kohtuuttomia kärsimyksiä selkärankaisille eläimille ja joilla ei ole haitallisia vaikutuksia ihmisten tai eläinten terveyteen eikä pohjaveteen. Kasvisuojeluaineita saa käyttää ainoastaan hyväksytyihin käyttötarkoituksiin, ja käytössä tulee noudattaa myyntipakkauksessa annettuja käyttömääriä ja -aikoja, käyttöön liittyviä ohjeita ja rajoituksia sekä ohjeita myyntipakkausten hävittämisestä ja ylijääneiden tai muutoin käyttökelvottomien torjunta-aineiden vaarattomaksi tekemisestä. Kasvisuojeluaineita saatetaan kuitenkin päästä vesistöihin huolimattoman ja ohjeiden vastaisen valmisteiden käsittelyn ja varastoinnin, ruiskutusnesteiden valmistamisen tai levitysvälineiden puhdistamisen yhteydessä (Gustafsson 2004).

1.2

Torjunta-aineiden kulkeutuminen ja siihen vaikuttavat tekijät

Torjunta-aineiden kulkeutumista maaperässä säätelevät fysikaaliset ja kemialliset prosessit sekä maan pintaosien biologiset toiminnot. Torjunta-aineet voivat kulkeutua maaperässä vajoveteen liuenneena tai suspensiossa humukseen tai maahiukkasiin kiinnittyneinä. Torjunta-ainemolekyylit adsorboituu eli kiinnittyy maahiukkasen pinnalle adheesion vaikutuksesta. Tarttuminen riippuu orgaanisen aineksen eli humuksen tai epäorgaanisen aineksen eli saveksen pH:sta ja vesipitoisuudesta (Kolari

ja Salkinoja-Salonen 1993). Maaperässä kulkeutuvan liukenemattoman yhdisteen liikkumiseen vaikuttavat kemikaalin tiheys ja viskositeetti. Veteen liunneen yhdisteen kulkeutumiseen vaikuttavat advektio (liunneiden aineiden liikkuminen veden virtausten mukana), dispersio (sekoittuminen veteen), sorptio (adsorptio ja absorptio) maa-ainekseen ja desorptio maa-aineksestä sekä biologinen ja kemiallinen muuttuminen (Mackay ym. 1985).

Maaperään joutuvien epäpuhtauksien vaikutukset pohjaveteen riippuvat myös kyseisen alueen hydrogeologisista olosuhteista, kuten maaperän laadusta, rakenteesta ja maakerrosten paksuudesta sekä pohjaveden määrästä ja pohjaveden virtausnopeudesta. Suomen oloissa tärkeitä tekijöitä esimerkiksi torjunta-aineiden pohjavesiin huuhtoutumisen kannalta ovat maaperän oikovirtaukset makrohuokosissa, matala keskilämpötila, sadannan jakautuminen vesi- ja lumisateeseen sekä roudan vaikutukset maaperän hydrologiaan (mm. halkeilu ja veden jäätyminen) (Seppälä ja Yli-Halla 2001). Esimerkiksi maan halkeilu sekä veden siirtyminen maan huokosia pitkin kapillaarisesti ja kasvien imuvoiman vaikutuksesta edistävät maan kuivumista pohjavesitasoon asti ja lisäävät maahan rakoja, joita pitkin vesi pääsee liikkumaan myös vaikeasti vettä läpäisevissä maalajeissa (Mustonen 1986).

Torjunta-aineiden kulkeutumiseen vaikuttavat myös kemialliset ilmiöt, joissa tapahtuu elektronien siirtymistä, kuten hapettuminen ja pelkistyminen (Hatva 1987, Seppälä 1997). Erityisesti metallinen sorptio riippuu pH:sta ja Redox (hapetus-pelkistys)-potentiaalista (Komulainen ja Karvonen 1996, Young ym. 1984). Aineiden kulkeutuminen pohjavesialueella voi tapahtua pintaveden mukana, pohjaveden yläpuolisessa vyöhykkeessä tapahtuvan maaveden virtausten avulla tai advektiona pohjavesivirtausten mukana (Tolppanen 1989). Advektio on tärkeä prosessi erityisesti hyvin vettä johtavissa maakerroksissa (Mackay ym. 1985). Tällaisia ovat hyvin lajittuneet hiekka- ja sora muodostumat. Diffuusiota ja siten myös dispersiota tapahtuu sekä virtaussuunnassa että sitä vastaan poikittaisessa suunnassa (Heikkinen 2000). Pitkittäisharjuissa pohjaveden virtausnopeudet 20–40 m/vrk ovat tavallisia. Suurimmat mitatut virtausnopeudet ovat yli 100 m/vrk. Ruotsissa on samanlaisissa muodostumissa havaittu jopa useiden satojen metrien luokkaa olevia virtausnopeuksia vuorokaudessa (Mustonen 1986). Hienojakoisissa maalajeissa ja moreeneissa virtausnopeudet ovat pieniä (Hatva 1987).

Monet torjunta-aineet liukenevat suhteellisen heikosti veteen, eivätkä ne siten huuhtoutu merkittävästi vesivirtausten mukana. Pidätykseen vaikuttavat kuitenkin sekä torjunta-aineen kemialliset ominaisuudet että maaperän ominaisuudet. Voimakkaasti huuhtoutuviksi ryhmiä on arvioitu organofosfaatti-insektisidit ja -akarisidit (esim. parationi, trimetyylifosfaatti, dimetooatti), fenoksisietikkahappoherbisidit (esim. mekopropi, 2-metyyli-4-kloorifenoksisietikkahappo (MCPA), 2,4-dikloorietikkahappo (2,4-D) ja dikloropropi) ja bipyridiniumherbisidit (dikvatti), jotka voivat kulkeutua biologisesti aktiivisesta maakerroksesta alempiin maakerrokseen. Sadannan vaikutus torjunta-aineiden kulkeutumiseen riippuu sekä maaperän että torjunta-aineen ominaisuuksista. Voimakkaasti maaperään sitoutunut aine voi kulkeutua eroosion ja pintavalunnan maa-aineksen mukana, kun taas maassa liukoisena esiintyvä aine voi kulkeutua pystyvirtausten mukana pohjavesiin. Itä- ja Järvi-Suomen rakeisuudeltaan karkeammilla alueilla torjunta-aineiden huuhtoutuminen voi olla suurempi ongelma kuin Länsi- ja Lounais-Suomen savivaltaisilla mailla, jossa saveksen suuri pidätyskapasiteetti todennäköisesti estää torjunta-aineiden huuhtoutumisen pohjavesiin. Maalajitarkastelun perusteella Mikkelin, Keski-Suomen, Kainuun ja Kuopion maatalouskeskusten alueella saattaa moreenimailla olla torjunta-aineiden suhteen ongelmia (Seppälä 1997).

Torjunta-aineiden huuhtoutumiseen vaikuttavat niiden ominaisuudet (esimerkiksi hajoisuus), ilmasto, kastelun runsaus ja maalaji sekä kasvien kyky sitoa vettä ja sen mukana tulevia aineita (Servomaa ym. 2001). Torjunta-aineet voivat kulkeutua

vesistöön tai pohjavesiin myös tuulikulkeutumaan ruiskutuksen yhteydessä, ilmaan haihduttuaan laskeuman mukana, maaperässä vajovesien mukana ja maasta pintavalunnan mukana. Maassa yhdisteet yleensä sitoutuvat maahiukkasiin. Sitoutumiseen vaikuttavat maan ja torjunta-aineen ominaisuudet sekä viljelytoimenpiteet. Runsaasti humusta tai savesta sisältävässä maassa aineet sitoutuvat tiukasti eivätkä kulkeudu veteen liuenneena. Maahiukkasiin sitoutuneena tällaisiakin aineita voi kuitenkin kulkeutua pintavaluntana rankkasateen seurauksena. Veteen hyvin liukeneva ja maahiukkasiin heikosti sitoutunut aine voi kulkeutua maassa valuma- ja vajovesien mukana pohjavesiin asti (Suomen ympäristökeskus, 1998).

Torjunta-aineen pysyvyys maaperässä riippuu aineen haihtuvuudesta, kemiallisesta pysyvyydestä erilaisia hajottavia vaikutuksia vastaan ja vesiliukoisuudesta. Pysyvyyteen vaikuttaa lisäksi joukko muitakin tekijöitä, esimerkiksi maalaji, kosteus, lämpötila, pH, ravinteet, happi sekä maaperän eliöstö (Paasivirta ja Rytsä 1987). Ulkoiset tekijät voivat muuttaa samankin torjunta-aineen pysyvyyttä huomattavasti, ja ne voivat vaikuttaa esimerkiksi tietyn herbisidimäärän toksisuuteen. Torjunta-aineen fysikaalis-kemialliset ominaisuudet vaikuttavat sen leviämiseen, kulkeutumiseen, imeytymiseen ja myrkyllisyyteen (Lodenius 1995). Määritettäessä aineen pysyvyyttä maassa on huomioitava sen adsorptio maakolloideihin, sekä kasvien ottokyky että torjunta-aineen muutonta ja hajoaminen (Alloway 1992). Torjunta-aineiden pidättäminen eli adsorptio saveen ja orgaaniseen ainekseen vähentää aineen kulkeutumista ja yleensä myös biosaataavuutta. Toisaalta esim. sitoutuneiden simatsiinijäämien määrän ja orgaanisen aineksen pitoisuuden on havaittu korreloivan keskenään (Hurle ja Walker 1980). Kasvien otto puolestaan vähentää aineen pitoisuutta maassa, ja on riippuvainen maa-ainekseen pidättymisestä. Muutonta ja hajoaminen poistavat aineen lopullisesti maasta, kasvusta tai vesistöistä (Seppälä 1997). Karbamaatti- ja ureaherbisidit sitoutuvat helposti maapartikkeleihin, jolloin niiden biosaataavuus pienenee, ja ne ovat selvästi vähemmän toksisia rikkakasveille orgaanisissa maissa kuin kevyissä hiekka- ja hietamaissa (Schepel 1996).

Torjunta-aineiden huuhtoutumista pohjavesiin on Suomessa tutkittu vähän ja tiedot esiintymisestäkin perustuvat vain harvoihin ja suppeisiin tutkimuksiin. Torjunta-aineiden huuhtoutuminen riippuu sääolosuhteista, aineen ominaisuuksista (liikkuvuus, pysyvyys, myrkyllisyys), maaperän ominaisuuksista, viljelykasveista sekä käytetystä levitysmenetelmästä ja muusta viljelymenetelmästä. Erityisesti sääolosuhteiden merkitys on suuri (Rekolainen ym. 1988). Lisäksi eliökohtaiset herkkyserot ja eri eliöiden väliset vuorovaikutukset monimutkaistavat ympäristövaikutuksen arviointia.

Torjunta-aineen kulkeutuvuutta kuvataan vesiliukoisuudella (S), haihtuvuudella (höyrynpaine, P_{vp} ja Henryn lain vakio, H), pidättymisellä maaperän orgaaniseen ainekseen ja sedimenttiin (K_{oc}) sekä rasvaliukoisuudella (K_{ow}). Myös tiheys vaikuttaa aineen kulkeutumiseen. Torjunta-aineen huuhtoutumisriskiä voidaan esimerkiksi arvioida Gus-indeksillä.

Vesiliukoisuus, S . Vesiliukoisuudella (S , mg/l) kuvataan aineen kykyä liueta veteen (Taulukko 3). Vesiliukoisuus kuvaa kemikaalin poolisia ominaisuuksia ja se antaa alustavan arvion aineen kulkeutumisesta. Aineen niukkaliukoisuus ei tarkoita sitä, että sen liuenneen pitoisuus ei voisi olla terveydelle tai ympäristölle haitallinen, tai ettei aine voisi kulkeutua veden mukana. Kulkeutumista voi tapahtua hiukkasiin sitoutuneena, emulsiona tai toiseen kemikaaliin liuenneena. Huono vesiliukoisuus voi viitata kemikaalin kertymiseen maahan (Nikunen ja Leinonen 2002).

Höyrynpaine, P_{vp} . Höyrynpaine (P_{vp}), kuvaa aineen pyrkimystä haihtua ympäröivään ilmaan. Mitä korkeampi höyrynpaine on, sitä haihtuvampaa aine on. Höyrynpaine kasvaa lämpötilan kasvaessa. Vaikka höyrynpaine olisi melko korkea, aine ei haihdu helposti, jos se on hyvin vesiliukoinen (Nikunen ja Leinonen 2002). Haihtuminen on merkittävä kulkeutumistapa suuren höyrynpaineen omaaville aineille, kuten

eräille torjunta-aineille, etenkin karkearakeisessa maaperässä (Nash ja Gish 1989). Höyrynpaineen ja aineen haihtuvuuden riippuvuus on esitetty Taulukossa 4.

Taulukko 3.

Aineen vesiliukoisuus.

Vesiliukoisuus, S (mg/l)	Ryhmittely	Esimerkkiyhdiste
> 1000	hyvin liukeneva	Heksatsinoni
10–1000	liukeneva	Bromasiili
0,1–10	niukkaliukoinen	Simatsiini
< 0,1	hyvin niukkaliukoinen	

Taulukko 4.

Höyrynpaineen vaikutus aineen haihtumiseen vedestä.

Höyrynpaine, P_{vp} (Pa, 20–25°C)	Ryhmittely	Esimerkkiyhdiste
>100	erittäin haihtuva	-
1–100	haihtuva	-
10^{-2} –1	kohtalaisen haihtuva	-
10^{-4} – 10^{-2}	heikosti haihtuva	Simatsiini
$<10^{-4}$	hyvin heikosti haihtuva	Terbutylatsiini

Henry'n lain vakio, H. Henry'n lain vakio (H) kertoo yhdisteen jakautumisen tasapainotilanteessa vesi- ja ilmafaasien välillä. Henry'n lain vakio on aineen höyrynpaineen P_{vp} ja vesiliukoisuuden S suhde. Henry'n lain vakio kertoo suuntaa-antavasti yhdisteen pyrkimyksestä haihtua vedestä (Taulukko 5). Vakio kuvaa tavallisesti tilannetta 25 °C lämpötilassa (Nikunen ja Leinonen 2002).

Taulukko 5.

Aineen haihtuvuus vedestä.

Henry'n lain vakio, H (Pa m ³ mol ⁻¹)	Haihtuvuus vesiliuoksesta	Esimerkkiyhdiste
>100	erittäin helposti haihtuva	-
1–100	helposti haihtuva	-
10^{-2} –1	heikosti haihtuva	Simatsiini
$<10^{-2}$	hyvin heikosti haihtuva	Terbutylatsiini

Jakautumiskertoimet K_{oc} ja K_{ow} sekä biokertymiskerroin, BCF. Jakautumiskerroin K_{oc} kuvaa aineen jakautumista orgaanisen hiilen ja veden välillä, esim. maaperän huokosveden ja maaperän orgaanisen hiilen välillä. Se kuvaa aineen pidättymistä maan orgaaniseen ainekseen (Nikunen ja Leinonen 2002). K_{oc} kuvaa karkeasti aineen kulkeutumisenopeutta maaperässä ja siitä voidaan käyttää myös nimitystä adsorptio-kerroin (Taulukko 6). Mitä suurempi K_{oc} on sitä hitaammin yhdiste kulkeutuu maaperässä. Jakautumiskerroin K_{ow} kuvaa aineen jakautumista oktanolin ja veden välillä eli n-oktanoli-vesi-jakautumiskerointa. Se kuvaa karkeasti aineen rasvaliukoisuutta. Rasvaliukoinen aine kiinnittyy maaperään ja voi kertyä eliöihin. Kemikaalin todellinen kertyvyys eliöön ja sen rikastuminen ravintoketjussa riippuu käytännössä kemikaalin käyttäytymisestä ja erityisesti eliön aineenvaihdunnasta. Biokertymiskerroin eli BCF (bioconcentration factor) kuvaa yhdisteen kertyvyyttä ympäristöstä eliöön, esimerkiksi vedestä vesieliöön pintaepiteelin tai kidusten läpi. BCF saadaan jakamalla kemikaalin pitoisuus eliössä pitoisuudella ympäristössä, esimerkiksi vedessä tai maaperässä (Taulukko 7) (Suomen ympäristökeskus, kemikaaliyksikkö 2002).

Tiheys. Myös aineen tiheys vaikuttaa kulkeutumiseen. Kevyet yhdisteet kulkeutuvat pohjaveden pinnalla tai kapillaarikerroksessa joko omana faasinaan tai veteen liuenneena, ja vettä raskaammat yhdisteet pyrkivät painumaan pohjalle. Vettä raskaampien aineiden vajoaminen pysähtyy vasta läpäisemättömän kerroksen tullessa vastaan. Vettä raskaammat yhdisteet kertyvät yleensä vesistöjen pohjasedimenttiin

Taulukko 6.

Aineen kulkeutumisnopeus maaperässä.

Jakautumiskerroin, K_{oc}	Ryhmittely	Esimerkkiyhdiste
<50	erittäin kulkeutuva	Mekoproppi
50–150	helposti kulkeutuva	Atratsiini
150–500	kohtalaisen kulkeutuva	Terbutylatsiini
500–2000	hieman kulkeutuva	-
2000–5000	heikosti kulkeutuva	-
>5000	kulkeutumaton	-

Taulukko 7.

Aineen rasvaliukoisuus viittaa aineen mahdolliseen biokertyvyyteen.

K_{ow}	BCF	Biokertyvyys	Esimerkkiyhdiste
>1000	>100	hieman kertyvä	-
>10 000	>2000	kohtalaisen kertyvää	-
>100 000	>5000	erittäin kertyvää	-

sekä pohjavesimuodostuman alapinnalle, jolloin ne eivät kulkeudu kovin pitkälle, mutta vapautuvat sieltä hitaasti aiheuttaen pitkäaikaista paikallista saastumista (Laitinen ja Toivonen 1994).

Gus-indeksi. Torjunta-aineen huuhtoutumisriskin arvioimiseksi on olemassa erilaisia teoreettisia laskentamenetelmiä. Bottoni ja Funari (1989) ovat esittäneet yksinkertaisen tavan huuhtoutumisriskin arvioimiseksi. Siinä huuhtoutumisriski ilmoitetaan Gus-indeksinä, jonka laskennassa käytetään aineen jakautumiskerrointa (K_{oc}) ja puoliintumisaikaa ($t_{1/2}$) maassa.

$$Gus = \log_{10}(t_{1/2} \text{ maa}) (4 - \log_{10}(K_{oc})) \quad (1)$$

Torjunta-aineet voidaan Gus-indeksin avulla alustavasti luokitella todennäköisesti huuhtoutuviin, jonkin verran huuhtoutuviin ja huuhtoutumattomiin. Mitä suurempi Gus-indeksi on, sitä helpommin torjunta-aine huuhtoutuu. Taulukossa 8 on esitetty eri torjunta-aineiden Gus-indeksejä.

Taulukko 8.

Eri torjunta-aineiden Gus-indeksi.

Pestisidi	Ryhmä	GUS
Atratsiini	Triatsiini	3,68
Simatsiini	Triatsiini	3,25
Aldikarbi	Karbamaatti	2,34
Oksamyyl	Ditiokarbamaatti	2,33
Toksafeeni	Klooratut hiilivedyt	1,23
Dieldriini	Klooratut hiilivedyt	-0,25
DDT	Klooratut hiilivedyt	-6,09

Suomen ympäristökeskuksessa on kehitetty torjunta-aineiden riski-indikaattori, joka huomioi aineiden myyntimäärän lisäksi tiedot kunkin torjunta-aineen pysyvyydestä maassa, kertyvyydestä eliöihin, myrkyllisyydestä vesieliöille sekä kulkeutumisesta pohjavesiin. Ominaisuustietojen valinnassa on pyritty ottamaan huomioon Suomen kylmä ilmasto ja maaperän erityisominaisuudet. Lisäksi valitut tiedot edustavat varovaisuusperiaatteen mukaisesti pahinta mahdollista tilannetta (esim. aineen pisintä puoliintumisaikaa tai myrkyllisintä testitulosta). Riski-indikaattori ei ota huomioon torjunta-aineiden hajoamistuotteita eikä niiden ominaisuuksia. Torjunta-aineiden vesiliukoisuus, heikko sitoutuminen maa-ainekseen ja hidaskulkeutuminen maaperässä tekevät niistä ympäristön kannalta ongelmallisia. Tutkimusten mukaan

monien tehoaineiden hajoamistuotteet ovat varsinaista tehoainetta kulkeutuvampia, mutta toisaalta usein vähemmän myrkyllisiä (Nummivuori ja Seppälä 2005). Nykyisin käytössä olevat torjunta-aineet eivät rikastu ravintoketjussa, koska biokertyvistä torjunta-aineista on ennakkotarkastuksen myötä pyritty luopumaan tai niitä ei ole hyväksytty käyttöön ollenkaan. Rikastumista tapahtuu aineen kulkeutuessa ravintoketjussa lajista toiseen, jolloin kudospitoisuudet kasvavat ravintoketjussa ylöspäin, esimerkiksi DDT:n rikastuminen. Ekosysteemin ylimmällä trofiatasolla pitoisuudet voivat olla tuhat kertaa suuremmat kuin alatasoilla.

1.3

Torjunta-aineiden hajoaminen

Torjunta-aineen hajoamisnopeutta kuvataan puoliintumisajalla DT_{50} (Degradation). Se on laskennallinen aika, jossa puolet aineesta on muuttunut primaariksi hajoamistuotteeksi tai joissain tapauksissa mineralisoitunut (SYKE, Kemikaaliyksikkö 2002). Se on erilainen aineen ollessa vedessä, ilmassa, maassa tai kudoksessa. Yhdiste luokitellaan pysyväksi, jos sen puoliintumisaika maassa ylittää 90 vuorokautta. Esimerkiksi propakloori-herbisidi puoliintuu maassa biologisesti 2–8 vrk:ssa, kun taas aikaisemmin käytetyn torjunta-aineen dikloori-difenyylitrikloorietaanin (DDT) puoliintumisaika on jopa 10 vuotta (Seppälä 1997). Torjunta-aine on nopeasti hajoavaa, jos aineen puoliintumisaika maaperässä on alle viikon. Aine on kohtalaisen nopeasti hajoavaa, mikäli sen puoliintumisaika on 1–4 viikkoa. Erittäin hitaasti hajoavaa aine on silloin, kun sen puoliintumisaika on yli 8 kuukautta (Lodenius 1995).

Torjunta-aineiden hajoamiseen maaperässä vaikuttavat monet fysikaaliset ja kemialliset prosessit (Schepel 1996). Maanperän pintaosissa aineet hajoavat nopeimmin mikrobiologisesti, valokemiallisesti ja kemiallisesti (Mustonen 1986). Torjunta-aineen kemiallisesta rakenteesta ja ympäristöoloista riippuu, kuinka altis se on erilaisille hajotustavoille. Hajoamiseen vaikuttavia ympäristötekijöitä ovat paikalliset ilmastotilat ja maaperän ominaisuudet sekä torjunta-aineiden levitystapa ja olomuoto. Pysyvyystutkimuksissa on todettu, että veteen liuotettava jauhe oli ympäristössä lyhytikäisin, kun taas rakeistettu torjunta-aine kaikkein pysyvin. Rakeistetun muodon pitkäikäisyys pätee erityisesti voimakkaasti haihtuviin herbisideihin, jotka muussa muodossa joudutaan multaamaan (Seppälä 1997).

Torjunta-aineen levittäminen maahan ja levitysmenetelmä vaikuttavat mm. fotokemiallisesti (valokemiallinen) tapahtuvaan hajoamiseen ja haihtumiseen. Monilla aineilla fotokemiallinen hajoaminen on merkittävää ennen kuin aine imeytyy maan sisään. Valon vaikutuksesta helposti hajoavien aineiden lisäksi voimakkaasti haihtuvat aineet on mullattava, jotta ne eivät häviäisi vaikutuskohteestaan liian nopeasti. Fotolyttisesti hajoamattomilla tai haihtumattomilla aineilla (esim. simatsiini ja atratsiini) multaaminen ei juurikaan vaikuta aineen kulkeutumiseen (Seppälä 1997). Fotokemialliseen hajoamiseen voi liittyä muuta kemiallista ja biologista hajotusta. Esimerkiksi auringon säteily- ja lämpöenergian vaikutuksesta torjunta-aineet voivat höyrystyä maaperästä ilmakehään ja kulkeutua muualle. Maasta tai ilmasta kasvit voivat ottaa torjunta-aineita suoraan soluihinsa, tai ne voivat vaikuttaa torjunta-aineiden kulkeutumiseen ottamalla juurillaan maasta runsaasti vettä estäen tehokkaasti torjunta-aineiden huuhtoutumisen. Torjunta-aineita voi joutua pohjaveteen, jos kasvusto on heikkoa tai kasvin juuret eivät ole hyvin kehittyneet, koska silloin torjunta-aineet pääsevät vajoveden mukana syvemmälle maahan, jossa niiden hajoaminen on hitaampaa kuin biologisesti aktiivisessa pintamaassa (Suoninen ym. 2002).

Torjunta-aineet hajoavat harvoin suoraan hiilidioksidiksi ja vedeksi, vaan kyseessä on yleensä lukuisia vaiheita sisältävä muutunta. Täydellinen hajoaminen edellyttää aineen mineralisoitumista maaperässä (Seppälä 1997). Torjunta-aineet hajoavat mik-

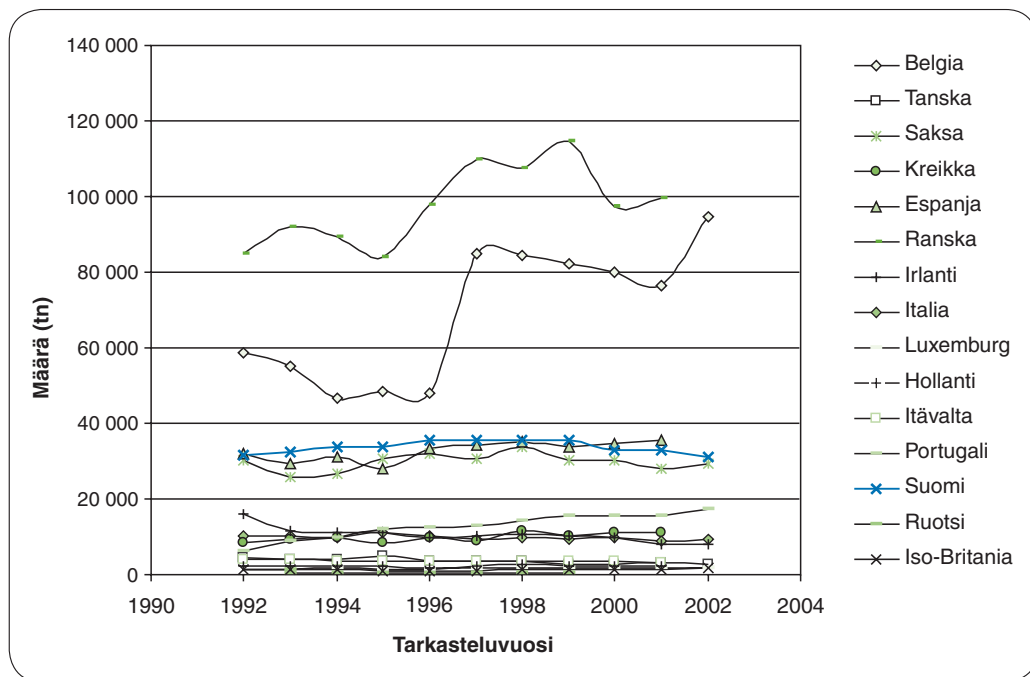
robiologisesti, jos maan olosuhteet ovat pieneliöille suotuisat. Maan on oltava ilmavaa ja kosteaa sekä happamuudeltaan ja lämpötilaltaan sopivaa (Schepel 1996). Lämpötila vaikuttaa biologisen aktiivisuuden ohella myös kemiallisiin reaktioihin kuten hydrolyysiin ja sen nopeuteen. Tärkein edellytys mikrobiologiselle hajoamistoiminnalle on lämpö, joka usein Suomen maaperässä on rajallista. Torjunta-aineen käyttömäärä vaikuttaa mikrobiologisen hajotuksen alkamiseen siten, että käytettävän torjunta-aineanneoksen kasvu voi pidentää mikrobien lag- eli sopeutumisvaihetta. Kaikilla aineilla kyseistä sopeutumisvaihetta ennen hajotuksen alkua ei esiinny. Ilmiön syyksi on epäilty maan reaktiopaikkojen vähentymistä tai mikrobeihin sekä entsyymaattisiin systeemeihin kohdistuvia myrkyvaikutuksia (Seppälä 1997). Jos maassa käytetään pitkään samaa mikrobien ravintona käyttämää yhdistettä (metabolisesti hajoavaa), mikrobit sopeutuvat siihen ja pystyvät hajottamaan sitä yhä nopeammin. Ruotsissa on mm. havaittu, että 2-metyyli-4-kloorifenoksietikkahapon (MCPA) hajoamisaika on parissa kymmenessä vuodessa lyhentynyt 20 viikosta 7 viikkoon (Heinonen ym. 1992). Tätä torjunta-ainetta käytetään yleisesti Suomessa kaksisirkkaisten rikkakasvien torjuntaan. Torjunta-aineiden kemiallinen hajoaminen muistuttaa mikrobien aiheuttamaa prosessia, ja tärkeimmät kemialliset reaktiot ovat samat kuin mikrobien toiminnassa eli hydrolyysi, oksidaatio ja pelkistyminen (Suoninen ym. 2002). Kemiallinen hajoaminen on kuitenkin yleensä huomattavasti mikrobiologiasta hajoamista hitaampaa.

Maaperässä kauan pysyviin herbisideihin kuuluvat meillä aikaisemmin käytössä olleista torjunta-aineista atratsiini ja simatsiini, jotka voivat säilyä maassa jopa useita vuosia. Hajoamistuotteet voivat joissakin tapauksissa olla jopa myrkyllisempiä kuin alkuperäiset kemikaalit, ja niillä on vastaavasti omat puoliintumisaikansa (Schepel 1996). Myös diklobeniilin hajoamistuote 2,6-diklooribentoamididi (BAM) säilyy useita vuosia. Maaperän kosteus lisää yleensä haihtuvien herbisidien häviämistä, sillä vesi syrjäyttää herbisidin, joka näin ollen ei pääse sitoutumaan maahiukkasten pintaan (Turunen 1985). Pohjavesiolosuhteissa mikrobiaktiivisuus on yleensä vähäistä (Vesi- ja ympäristöhallitus 1993).

1.4

Torjunta-aineiden käyttö ja esiintyminen pohjavesissä Euroopassa

Torjunta-aineiden käyttökohteet ja myyntimäärät vaihtelevat Euroopan eri alueilla suuresti eri viljelykasvien, -olosuhteiden ja -menetelmien takia (Seppälä 1997). Myyntimäärien vaihteluun vaikuttavat erikoiskasvien viljely, ilmasto ja ympäristöolot. Maatalous on ylivoimaisesti suurin kasvinsuojeluaineiden käyttäjä. Tehoaineiden vuosittainen myynti Euroopan Yhteisössä on noin 320 000 tonnia, joka vastaa nykyisellään noin neljäsosaa maailmanmarkkinoista. Tärkeimmät tuotetyypit ovat kasvitautien torjunta-aineet (noin 43 % markkinoista), rikkakasvien torjunta-aineet (36 %) ja hyönteistorjunta-aineet (12 %) (Eurostat 2005). Euroopan Yhteisön 15 jäsenmaan torjunta-aineiden myyntitilastoista havaitaan, että Ranskassa ja Italiassa torjunta-aineita myydään eniten ja seuraavaksi eniten Iso-Britanniassa, Espanjassa ja Saksassa (Kuva 4). Käyttömäärien vaihteluun on selviä syitä. Pesticidien käyttö korreloi voimakkaasti sadon määrän kanssa. Suomen pohjoisen sijainnin ja ympäristöolosuhteiden vuoksi hehtaarisadot ovat yleensä huomattavasti pienempiä kuin muissa Euroopan Yhteisön maissa. Alueellisesti suuret torjunta-aineiden käyttömäärät liittyvät intensiiviseen puutarhanhoitoon ja yleensä korkeisiin hehtaarisatoihin kuten Pohjois-Italiassa ja Ranskan etelärannikkoalueella. Vihanneksien ja hedelmien viljely on yhteydessä korkeisiin torjunta-aineiden käyttömääriin, ja erikoiskasvien kuten sokerijuurikkaan ja rypsin viljelyssä rikkakasvien torjunnan tarve on suurempi kuin viljanviljelyssä (Seppälä 1997).



Kuva 4. Torjunta-aineiden myynti tehoaineena Euroopan Yhteisön alueella (Eurostat 2005).

Kaikkialla Euroopassa yksityisellä ja julkisella sektorilla torjunta-aineita käytetään rikkakasvien torjuntaan rautateiden ja teiden varsilla, autojen paikoitusalueiden pientareilla ja lentokenttäalueilla. Lisäksi valmisteita on käytetty urheilukentillä, hautausmailla ja puistoissa sekä rakennusten pinnoitteissa (European Environment Agency 1999). Euroopan ympäristökeskuksen (EEA) mukaan tietoa pohjavesien torjunta-ainepitoisuuksista ei ole kattavasti saatavilla. Vuoden 2004 selvitykseen ainoastaan 11 Euroopan maata on toimittanut pohjaveden laatutietoa torjunta-aineiden osalta. Kymmenen maata on ilmoittanut, että pohjavesi on vaarassa torjunta-aineiden aiheuttaman pilaantumisen vuoksi (EEA, 2004).

2 Aineisto ja tutkimusmenetelmät

2.1

Pohjavesinäytteet

Projektissa selvitettiin pohjaveden torjunta-ainepitoisuuksia kaikkiaan 11 alueellisen ympäristökeskuksen alueella ja 130 kunnassa. Pohjavesinäytteitä otettiin yhteensä 189 pohjavesialueelta ja 275 havaintopaikalta. Torjunta-ainepitoisuudet analysoitiin 295 pohjavesinäytteestä, joista uusintänäytteitä oli 20 (Taulukko 9). Näytteet otettiin toukokuun ja lokakuun välisenä aikana vuosina 2002–2005 pääosin pohjavedenotto-
moiden käsittelemättömästä vedestä eli raakavedestä. Selvityksessä oli mukana myös kaksi tekopohjavesilaitoksen kaivoa (Haukkajärvi, Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen alueella ja Kyllikinranta, Pohjois-Savon ympäristökeskuksen alueella) sekä yksi selkeä rantaimetytystä hyödyntävä vedenottamo Lahdessa.

Näytteenotto suunnattiin niille pohjavesialueille, joilla sijaitsi toimintoja, joihin liittyy tai on aikaisemmin liittynyt torjunta-aineiden käyttöä. Kohteita valittaessa otettiin lisäksi huomioon pohjavesialueen ja kyseisen vedenottamon merkitys vedenoton kannalta ja painotettiin tärkeiden pohjavesialueiden ja vedenottamoiden tutkimista. Pohjavesialueita pitkin kulkevan rautatien läheisyydessä sijaitsevat vedenottamot pyrittiin ottamaan mukaan etenkin silloin, kun pohjaveden virtaussuunta oli rautatieltä ottamolle päin. Lisäksi näytteenottopaikkojen valinnassa otettiin huomioon pohjavesialueella sijaitseva muu ihmistoiminta esimerkiksi maa- ja metsätalous, tiet ja asutus.

Alueelliset ympäristökeskukset ottivat vesinäytteet tai vesilaitokset ottivat näytteet aluekeskuksen ja laboratorion ohjeistamana. Raakavesinäytteet otettiin vedenottamoiden kaivojen tai ottamoiden raakavesihanoista kahteen tummaan yhden litran lasiseen vesinäytepulloon ja yhteen yhden litran muoviseen näytepulloon. Näytteet otettiin 3–5 minuutin veden juoksutuksen jälkeen tai kunnes veden lämpötila oli vakio. Veden annettiin virrata näytepulloihin hitaasti välttämättä veden kuplimista. Näytteet toimitettiin viileässä ja valolta suojattuna välittömästi näytteiden oton jälkeen laboratorioon.

Taulukko 9.

Tutkimusalueet, havaintopaikat ja näytteet.

Ympäristökeskus	Kunnat (kpl)	Pohjavesialueet (kpl)	Havaintopaikat (kpl)	Näytteet (kpl)
Uusimaa	7	17	57	77
Häme	18	36	55	55
Pirkanmaa	16	22	27	27
Kaakkois-Suomi	8	11	20	20
Länsi-Suomi	18	19	21	21
Pohjois-Pohjanmaa	11	15	18	18
Kainuu	10	16	18	18
Pohjois-Savo	13	18	20	20
*Etelä-Savo	1	2	2	2
Keski-Suomi	7	9	11	11
Lounais-Suomi	21	24	26	26
Yhteensä	130	189	275	295

* Etelä-Savon ympäristökeskus on tutkinut omana projektinaan alueensa 19 kunnassa pohja- ja pintavedenottamoiden raakaveden laatua. Tutkimuksessa on kartoitettu eräitä orgaanisia ja epäorgaanisia haitta-aineita Etelä-Savon tärkeimpien vedenottamoiden raaka- ja pohjavesissä (Ylönen 2005).

Näytteiden analysointi

Uudenmaan ympäristökeskuksen alueelta vuonna 2002 otetut 17 vesinäytettä analysoitiin Valtion Teknisen Tutkimuskeskuksen (VTT) laboratoriossa. Vuodesta 2003 lähtien kaikki näytteet analysoitiin Lahden tutkimuslaboratoriossa kaasukromatografisesti (GC/MS) neutraalin kiinteäfaasiuuton jälkeen tai nestekromatografisesti (LC/MS/MS) happaman (pH 3) kiinteäfaasiuuton jälkeen. Molemmissa tekniikoissa torjunta-aineet detektoitiin massadetektorilla. Nollanäyte, vertailunäytteet ja standardit esikäsiteltiin jokaisen näytesarjan yhteydessä kuten näytteet. Menetelmät oli akkreditoitu osalle tutkituista näytteistä (Liite 1) (FINAS, Finnish Accreditation Service, T039 EN/ISO/IEC 17025).

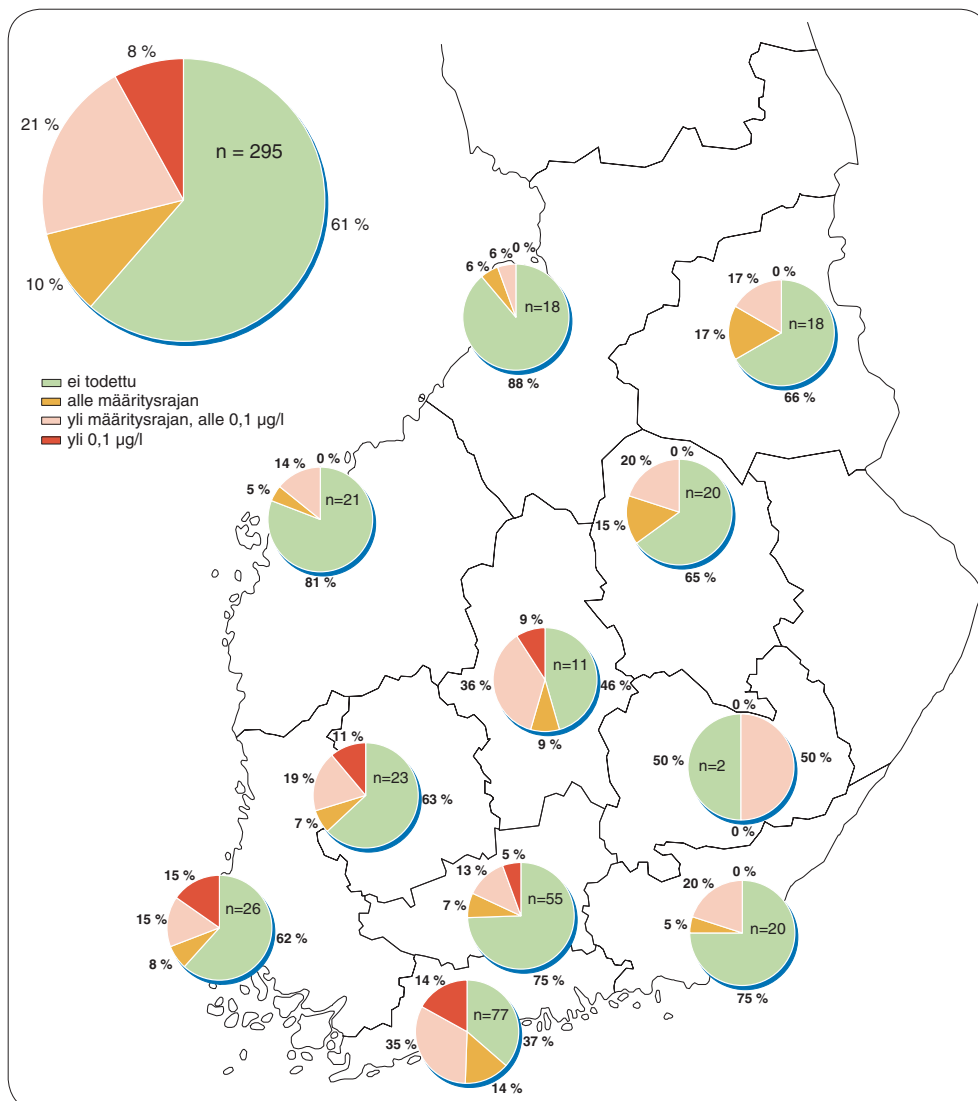
Lahden tutkimuslaboratoriossa analysoitiin kustakin näytteestä noin 100 eri torjunta-ainetta tai niiden hajoamistuotetta. Vuonna 2004 tutkittiin yhteensä kuudesta kohteesta glyfosaatti- ja AMPA-pitoisuus. Näytteitä otettiin Hämeen, Pirkanmaan ja Lounais-Suomen ympäristökeskusten alueilla kultakin alueelta kaksi näytettä. Analysoitujen yhdisteiden määrä vaihtelee eri vuosina otettujen näytteiden osalta, koska analysointimenetelmät kehittyivät projektin aikana kattamaan yhä enemmän yhdisteitä. Lahden tutkimuslaboratorion analysoitavien torjunta-aineiden luettelo täydentyi vuonna 2004 mm. BAM:n osalta. Vuonna 2003 Uudenmaan, Kaakkois-Suomen ja osittain Hämeen ympäristökeskuksen alueilta otetuista näytteistä ei vielä analysoitu BAM:a. Vuosina 2003 ja 2004 pohjavesinäytteistä analysoitiin yhteensä noin 100 yhdistettä. Vuonna 2005 analysoitavien yhdisteiden määrä kasvoi huomattavasti yhteensä noin 145 yhdisteeseen. Analysoitaviin yhdisteisiin tuli lisää mm. desetyyliterbutylatsiini. Määrittämisrajojen osalta ei vuosien 2003 ja 2005 välisenä aikana tapahtunut suurta muutosta.

Myös luotettavasti todetut, mutta alle menetelmien määrittämisrajojen jääneet torjunta-ainehavainnot kirjattiin. Virherajat pohjavesistä havaituille torjunta-aineille ja niiden hajoamistuotteille vaihtelivat 25 % – 40 % välillä (atratsiini, terbutylatsiini ja DEDIA, 25 %; simatsiini, mekoproppi, DEA ja BAM, 30 %; DIA, 35 %, bromasiili, heksatsinoni ja bentatsoni, 40 %). Lista tutkituista torjunta-aineista, niiden määrittämisrajoista ja akkreditoituista määrittämismenetelmistä on liitteenä 1.

3 Tulokset

Tutkimuksessa selvitettiin torjunta-aineiden esiintymistä pohjavedessä yhteensä 189 vedenhankintaa varten tärkeällä pohjavesialueella (luokka I). Suomessa oli vuoden 2006 lopussa noin 6500 luokiteltua pohjavesialuetta, joista vedenhankintaa varten tärkeiksi (luokka I) oli luokiteltu noin 2300 kappaletta. Tutkimuksen pohjavesialueet edustavat 8,5 % tärkeiksi luokitelluista pohjavesialueista ja kaikista luokitelluista pohjavesialueista noin 3%:a.

Torjunta-aineita tai niiden hajoamistuotteita todettiin 37 % tutkituilta pohjavesialueilta, 35 % havaintopisteistä ja 39 % näytteistä (Kuva 5). Määritysrajan ylittäneitä pitoisuuksia todettiin 28 % tutkituista pohjavesialueista, 26 % havaintopisteistä ja 29 % näytteistä. Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa 461/2000 talousvedelle asetettu raja-arvo (0,1 µg/l) ylittyi 15 pohjavesialueella eli 8 % tutkituista pohjavesialueista. Yli raja-arvon suuruisina pitoisuuksina todettiin pohjavedessä atratsiinia, DEA:aa,



Kuva 5. Selvityksessä vuosina 2002–2005 analysoitujen näytteiden määrät ja tulosten prosentuaalinen osuus eri pitoisuusluokissa alueellisissa ympäristökeskuksissa. Pienessä kuvassa analysoitujen näytteiden pitoisuuksien prosentuaalinen jakautuminen eri pitoisuusluokissa koko Suomessa.

DEDIA:aa, heksatsinonia, bentatsonia, bromasiilia sekä BAM:a. Yli määritysrajan mutta alle asetetun raja-arvon suuruisia torjunta-ainepitoisuuksia todettiin 20 % pohjavesialueista.

Tutkimus kohdistui pohjavesialueille, joilla sijaitsi tai on aikaisemmin sijainnut toimintaa, johon liittyy torjunta-aineiden käyttöä. Tällaisia toimintoja ovat mm. maa- ja metsätalous, taimi- ja kauppapuutarhat, virkistysalueet, hautausmaat, maantie- ja raideliikenne ja teollisuuslaitokset. Pohjavesialueilla, jotka rajoittuvat pintavesistöön, pintaveden imeytyminen pohjaveteen saattaa aiheuttaa mahdollisesti pohjaveden laadun muuttumista tai sen vaarantumista. Koska tutkimuskohteet on valittu edellä kuvatun mukaisesti, tuloksia ei voi suoraan yleistää kaikkiin pohjavesialueisiin.

Pohjavesialueiden maankäytön ja torjunta-ainepitoisuuksien välisien yhteyksien selvittämiseksi tulokset käsiteltiin tilastollisesti pääkomponenttianalyysillä ja Pearsonin korrelaatioanalyysillä (Windows SPSS 11 ohjelmistolla, SPSS Inc, Chicago, IL).

3.1

Tulosten tarkastelu tehoaineittain

Atratsiinia ja sen hajoamistuotteita DEA:a ja DEDIA:a sekä heksatsinonia, bentatsonia, bromasiilia ja lisäksi klooritiamidin ja diklobeniilin hajoamistuotetta BAM:ia todettiin tutkituissa pohjavesinäytteissä yli 0,10 µg/l pitoisuuksia (Taulukko 10). Muita pohjavedestä todettuja torjunta-aineita olivat simatsiini, propatsiini, terbutylatsiini ja sen hajoamistuote desetyyliterbutylatsiini, mekopropi, dikloproppi, sekä atratsiinin, simatsiinin ja terbutylatsiinin hajoamistuote DIA. Lisäksi tutkittiin glyfosaatti ja AMPA kuudesta näytteestä, mutta kumpaakaan yhdistettä ei todettu näytteissä.

Torjunta-aineita todettiin kaikkiaan 39 % näytteistä, joista yli menetelmän määritysrajan oli 29 %. Yleisimmät pohjavedestä todetut torjunta-aineet olivat atratsiini ja sen hajoamistuotteet DEA ja DEDIA. Kahdeksassa prosentissa näytteistä niiden pitoisuus oli suurempi kuin 0,10 µg/l (Kuva 5, Taulukko 10).

Tutkituista pohjavesinäytteistä 8 %:ssa torjunta-ainepitoisuus ylitti talousvesikäyttöön tarkoitettulle vedelle asetetun raja-arvon (0,10 µg/l). Torjunta-aineiden ja niiden hajoamistuotteiden summalle asetetun raja-arvon (0,50 µg/l) ylitti seitsemän näytettä, eli 2 % kaikista selvityksessä otetuista pohjavesinäytteistä.

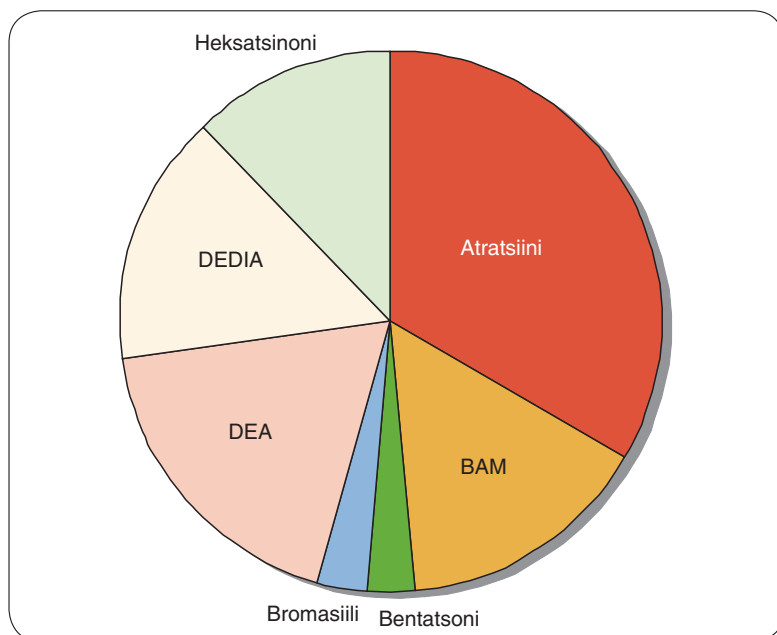
Atratsiinia esiintyi yli 0,10 µg/l pitoisuuksia 4 %:ssa tutkituista näytteistä. Yli määritysrajan, mutta alle 0,10 µg/l pitoisuuksia havaittiin 13 % näytteistä. Suurin todettu pitoisuus atratsiina oli 0,34 µg/l.

DEA:a ja DEDIA:a todettiin yli 0,10 µg/l pitoisuuksina 2 % näytteistä. Suurimmat todetut pitoisuudet DEA:a oli 0,16 µg/l ja DEDIA:a 0,43 µg/l.

Lisäksi pohjavedestä todettiin klooritiamidi ja diklobeniili torjunta-aineiden hajoamistuotetta **BAM:ia**, jonka pitoisuus ylitti 0,10 µg/l kolmessa prosentissa tutkituista näytteistä. Yli määritysrajan, mutta alle 0,10 µg/l suuruisia pitoisuuksia todettiin 8 % näytteissä. Suurin todettu BAM-pitoisuus oli 2,40 µg/l. BAM:n esiintymistä ei tutkittu Uudenmaan, Kaakkois-Suomen ja osittain Hämeen ympäristökeskusten alueilta, koska torjunta-aineelle kehitetty analysointimenetelmä oli saatavilla vasta vuodesta 2004 lähtien.

Edellä mainittujen lisäksi yli raja-arvon (0,10 µg/l) suuruisia pitoisuuksia todettiin **heksatsinonia** (neljässä näytteessä) ja **bromasiilia** (yhdessä näytteessä). Korkein mitattu pitoisuus heksatsinonia oli 0,90 µg/l ja bromasiilia 1,00 µg/l. **Bentatsonia** havaittiin yhdessä pohjavesinäytteessä yli 0,47 µg/l.

Useiden tässä selvityksessä pohjavedestä todettujen torjunta-aineiden myynti ja käyttö on kielletty tai muutoin loppunut. Atratsiini on ollut torjunta-aineiden tehoaineena myynnissä vuosina 1962–1991 ja simatsiini vuosina 1959–2004. Bromasiilin myynti loppui vuonna 1986 ja heksatsinonin vuonna 1999. Vanhojen jo käytöstä



Kuva 6. Raja-arvon (0,10 µg/l) ylittäneiden näytteiden sisältämien torjunta-aineiden tai niiden hajoamistuotteiden suhteelliset osuudet.

poistuneiden tehoaineiden käyttömääristä ja -tavoista ei ole enää saatavilla luotettavaa tietoa (Jaakkonen ja Sorvari 2006). Pohjavedessä torjunta-aineet ovat saattaneet kulkeutua kaukaakin, joten varsinaisen päästökohteen paikantaminen on vaikeaa. Käytöstä poistettujen torjunta-aineiden löytyminen pohjavedestä on merkki siitä, etteivät ne pohjaveteen päästyään hajoa nopeasti, vaan poistuvat pääosin normaalin pohjaveden kierron kautta. Joissakin pisteissä oli havaittavissa varsinaisen tehoaineen pitoisuuden olevan pienempi kuin hajoamistuotteen, mikä on merkki aineen hajoamisesta pohjavesiolosuhteissa.

Taulukko 10.

Pohjavesinäytteiden lukumäärä, havaitut torjunta-aineet ja niiden pitoisuudet pohjavedessä.

Torjunta-aine	Näytteitä		Ei todettu		Todettu		Alle määritysrajan		Yli määritysrajan, alle 0,1 µg/l		Yli 0,1 µg/l	
	kpl		kpl	%	kpl	%	kpl	%	kpl	%	kpl	%
AMPA	6		6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Atratsiini	295		217	78	26	29	10	37	13	11	4	
BAM	168		140	28	17	10	6	13	8	5	3	
Bentatsoni	277		274	3	1	0	0	2	1	1	0	
Bromasiili	274		266	8	3	3	1	4	1	1	0	
DEA	295		237	58	20	27	9	25	8	6	2	
DEDIA	295		267	28	9	20	7	3	1	5	2	
Desetyyli-terbutylatsiini	90		84	6	7	2	2	4	4	0	0	
DIA	295		269	26	9	20	7	6	2	0	0	
Dikloproppi	295		79	3	1	0	0	3	1	0	0	
Glyfosaatti	6		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Heksatsinoni	278		260	18	6	7	3	7	3	4	1	
Mekoproppi	295		288	7	2	4	1	3	1	0	0	
Propatsiini	295		294	1	0	1	0	0	0	0	0	
Simatsiini	295		248	47	16	36	12	11	4	0	0	
Terbutylatsiini	277		257	20	7	7	3	13	5	0	0	

Tulosten tarkastelu alueittain

Kaikkien tutkimuksessa mukana olleiden ympäristökeskusten alueilta todettiin pohjavedestä torjunta-aineita (Taulukot 11 ja 12). Eri tehoaineiden esiintyminen ja pitoisuudet vaihtelivat huomattavasti alueittain. Yksittäisten selvityksessä todettujen torjunta-aineiden lukumäärä oli suurin Etelä-Suomessa. Samoin pitoisuudet olivat korkeampia Etelä-Suomessa kuin muualla tutkimusalueella. Pohjaveden torjunta-ainepitoisuuksia, jotka ylittivät talousvedelle asetetun raja-arvon, todettiin Uudenmaan (35 % alueelta tutkituista pohjavesialueista), Lounais-Suomen (17 %), Pirkanmaan (14 %), Keski-Suomen (11 %) ja Hämeen (3 %) ympäristökeskusten alueilta.

Atratsiinia, simatsiinia tai terbutylatsiinia, sekä niiden hajoamistuotteita DEA:a, DIA:a, tai DEDIA:a, tai heksatsinonia esiintyi kaikkien muiden ympäristökeskusten alueilla paitsi Pohjois-Pohjanmaalla. Atratsiinia tai sen hajoamistuotteita DEA:a tai DEDIA:a löytyi yli raja-arvon suuruisia pitoisuuksia Hyvinkään, Karjaan (Meltola-Mustio B ja C), Lohjan (Lohjanharju A ja B), Maskun (Humikkala-Alho) ja Lahden kuntien alueilla sijaitsevilta pohjavesialueilta.

Klooritiamidin ja diklobeniilin hajoamistuotetta BAM:a esiintyi useissa näytteissä Hämeen, Pirkanmaan ja Lounais-Suomen ympäristökeskusten alueilla, sekä yksittäisinä tapauksia muuallakin Suomessa. Talousvedelle asetetun raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia BAM:ia todettiin Piikkiön (Puutarhantutkimuslaitos), Turun (Kaarnikko), Kylmäkosken ja Tampereen (Aakkulanharju ja Epilänharju-Villilä) kuntien alueilla sijaitsevilla pohjavesialueilla. BAM:n esiintymistä ei tutkittu Uudenmaan, Kaakkois-Suomen ja osittain Hämeen ympäristökeskusten alueilta, koska torjunta-ainelle kehitetty analysointimenetelmä oli saatavilla vasta vuodesta 2004 lähtien.

Heksatsinonia esiintyi yli 0,10 µg/l pitoisuuksina Lahden, Hangon (Isolähde), Karjaan (Meltola-Mustio C) ja Keuruun (Kaleton) kuntien alueilla sijaitsevilla pohjavesialueilla. Bentatsonin määrä ylitti talousveden raja-arvon Euran (Vaani) kunnan alueella sijaitsevalla pohjavesialueella ja bromasiilin Lahden pohjavesialueella.

Torjunta-aineiden summan raja-arvo 0,50 µg/l ylittyi Lahden, Karjaan (Meltola-Mustio C), Lohjan (Lohjanharju B), Turun (Kaarnikko) ja Piikkiön (Puutarhantutkimuslaitos) kuntien alueilla sijaitsevilla pohjavesialueilla.

Kaakkois-Suomen, Länsi-Suomen, Pohjois-Pohjanmaan, Kainuun, Etelä- ja Pohjois-Savon ympäristökeskusten alueilla torjunta-aineiden pitoisuudet pohjavedessä jäivät alle 0,10 µg/l (Taulukko 11 ja 12).

Taulukko II.

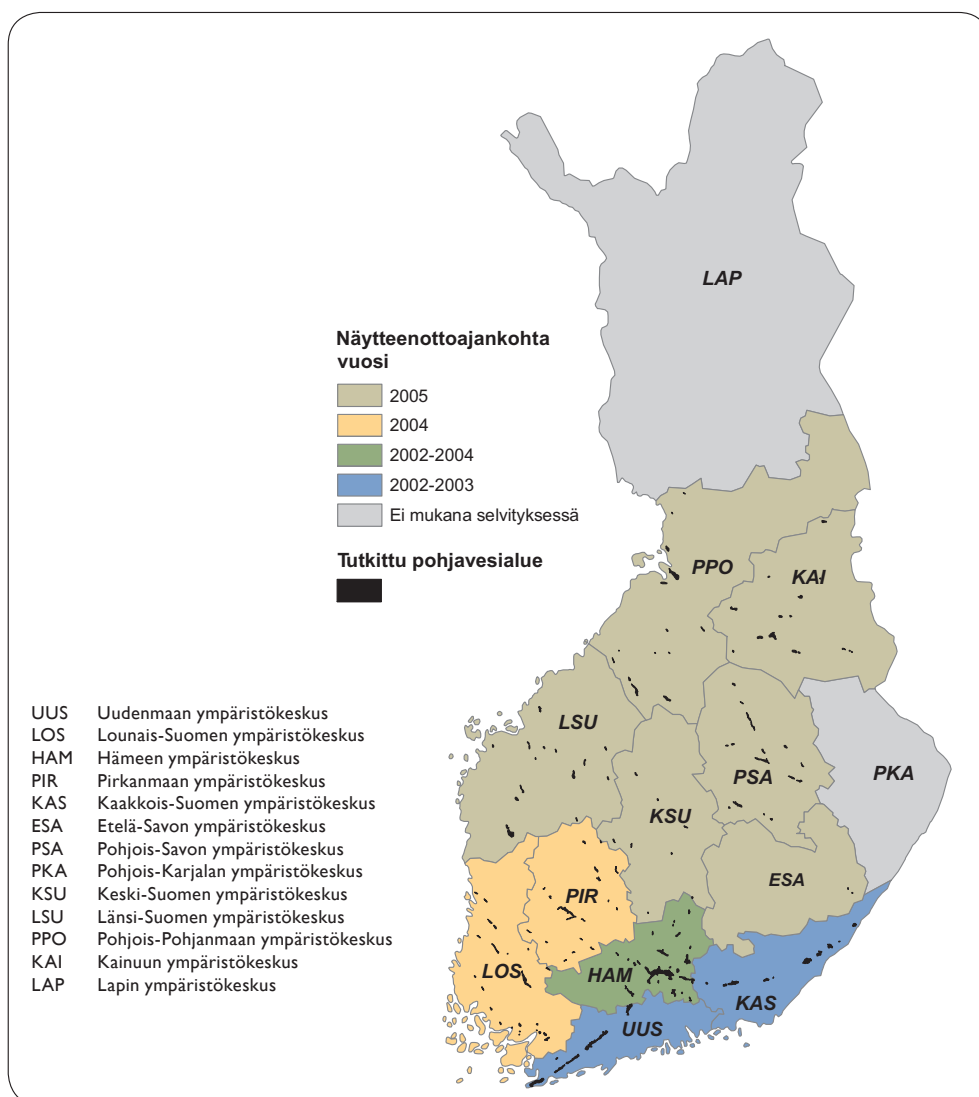
Alueelliset ympäristökeskukset, tutkitut pohjavesialueet ja niillä todetut torjunta-ainepitoisuudet.

Ympäristökeskus	Pohjavesialueita (kpl)	Ei todettu		Alle määritysrajan		Yli määritysrajan, alle 0,10 µg/l		Yli 0,10 µg/l	
		(kpl)	(%)	(kpl)	(%)	(kpl)	(%)	(kpl)	(%)
Uusimaa	17	2	12	1	6	8	47	6	35
Lounais-Suomi	24	16	67	2	8	2	8	4	17
Häme	36	24	67	4	11	7	19	1	3
Pirkanmaa	22	14	64	2	9	3	14	3	14
Kaakkois-Suomi	11	7	64	0	0	4	36	0	0
Etelä-Savo	2	1	50	0	0	1	50	0	0
Pohjois-Savo	18	13	72	2	11	3	17	0	0
Keski-Suomi	9	4	44	1	11	3	33	1	11
Länsi-Suomi	19	15	79	1	5	3	16	0	0
Pohjois-Pohjanmaa	15	13	87	1	7	1	7	0	0
Kainuu	16	10	63	3	19	3	19	0	0
Yhteensä	189	119	63	17	9	38	20	15	8

Taulukko 12.

Alueelliset ympäristökeskukset, tutkitut pohjavesinäytteet (havaintopaikat) ja niillä todetut torjunta-ainepitoisuudet.

Ympäristökeskus	Näytteitä (havaintopaikkoja)	Ei todettu		Alle määritysrajan		Yli määritysrajan, alle 0,10 µg/l		Yli 0,10 µg/l	
	(kpl)	(kpl)	(%)	(kpl)	(%)	(kpl)	(%)	(kpl)	(%)
Uusimaa	77 (57)	28 (25)	36 (44)	11 (7)	14 (12)	25 (15)	32 (26)	13 (10)	17 (18)
Lounais-Suomi	26	16	62	2	8	4	15	4	15
Häme	55	41	75	4	7	7	13	3	5
Pirkanmaa	27	17	63	2	7	5	19	3	11
Kaakkois-Suomi	20	15	75	1	5	4	20	0	0
Etelä-Savo	2	1	50	0	0	1	50	0	0
Pohjois-Savo	20	13	65	3	15	4	20	0	0
Keski-Suomi	11	5	45	1	9	4	36	1	9
Länsi-Suomi	21	17	81	1	5	3	14	0	0
Pohjois-Pohjanmaa	18	16	89	1	6	1	6	0	0
Kainuu	18	12	67	3	17	3	17	0	0
Yhteensä	295	181	61	29	10	61	21	24	8



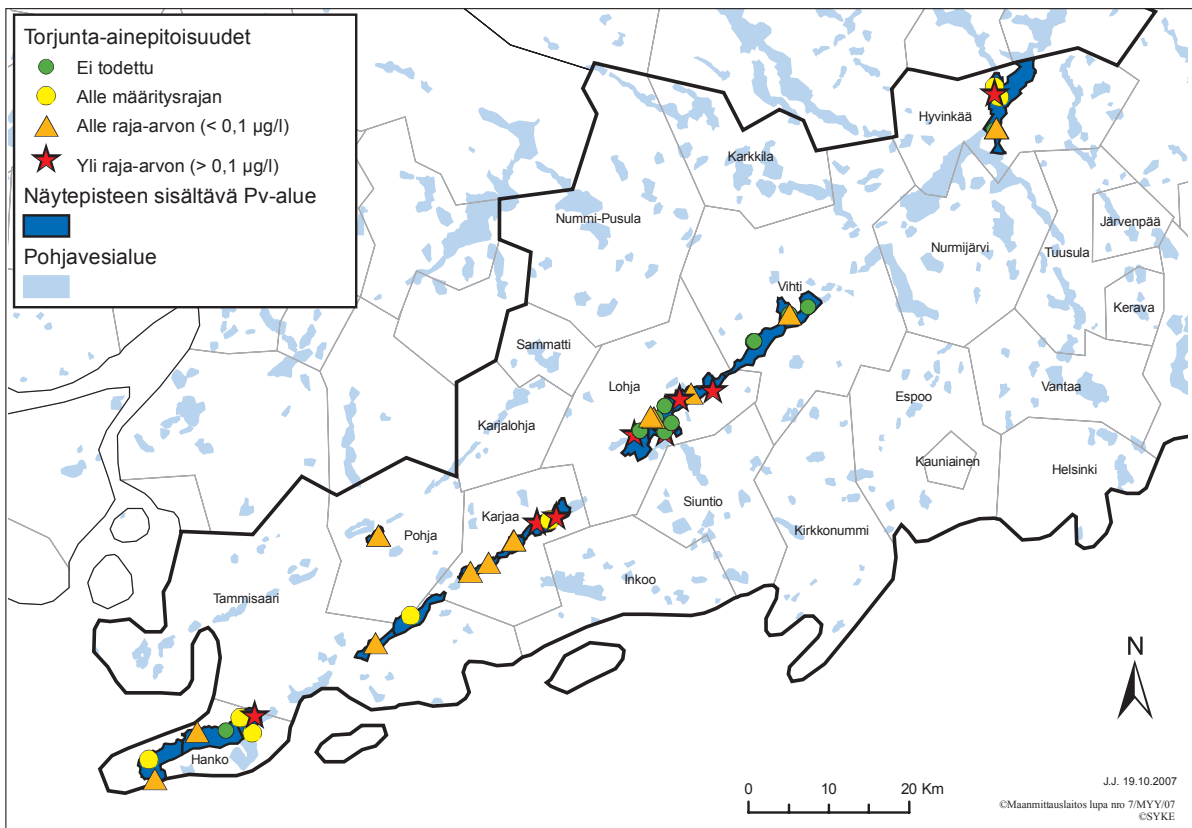
Kuva 7. Selvityksessä mukana olleet pohjavesialueet sekä näytteenoton eteneminen projektin aikana eri ympäristökeskuksissa.

Uudenmaan ympäristökeskus

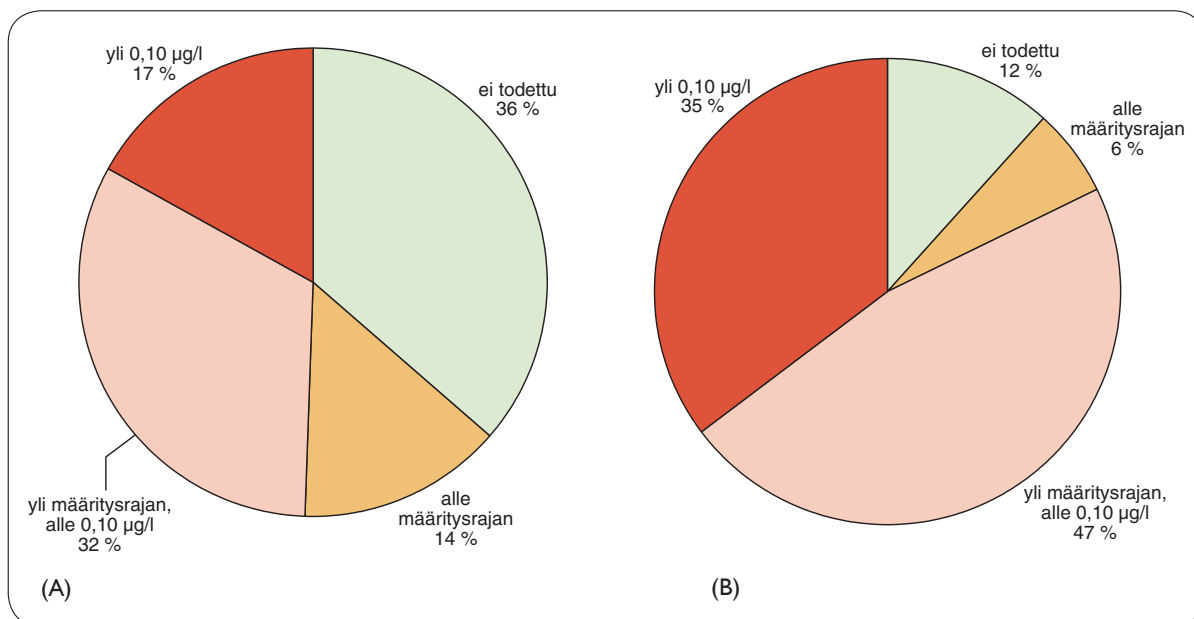
Uudenmaan ympäristökeskuksen alueella selvityksessä mukana olleista pohjavesialueista suurin osa kuuluu Ensimmäiseen Salpausselkään. Uudenmaan ympäristökeskuksen alueella on yhteensä 491 pohjavesialuetta, joista vedenhankintaa varten tärkeitä on 240 kappaletta, vedenhankintaan soveltuvia 102 aluetta ja muita pohjavesialueita (luokka III) yhteensä 149 kappaletta. Pohjavesialueiden kokonaispinta-alat vaihtelevat huomattavasti. Pienimmät alueet ovat 0,1 km² ja suurin pohjavesialue on pinta-alaltaan noin 29 km². Alueiden laskennallinen antoisuus vaihtelee noin 15 m³ – 20 000 m³ vuorokaudessa.

Torjunta-aineita tutkittiin yhteensä 17 pohjavesialueelta, joiden kokonaispinta-alat vaihtelivat 191–2906 hehtaarin välillä (Liite 2). Yleisimpiä maankäyttömuotoja pohjavesialueilla ovat metsätalous (30–88 %), haja-asutus (1–31 %) ja peltoviljely (0–24 %). Lisäksi pohjavesialueilta löytyy mm. virkistysalueita (0–24 %), maa-aineksen ottoa (0–12 %), vesistöjä (0–9 %), teollisuus- ja varastoaluetta (0–7 %), taajama-asutusta (0–5 %) sekä maanteitä ja rautateitä. Alueen vedenottamoiden jakamat vesimäärät vesijohtoverkostoon vuorokaudessa ovat 83–4100 m³/d. Karjaan Lindnäsin ja Lohjan Porlan vedenottoilta ei ole vedenottoa (Liite 2).

Selvityksessä mukana olleilta pohjavesialueilta torjunta-aineita todettiin 15 pohjavesialueella, eli 88 % alueista (Kuva 8, Taulukko 13). Torjunta-aineiden pitoisuus ylitti talousvedelle asetetun 0,10 µg/l raja-arvon kuudella pohjavesialueella, Hangossa Isolähteen, Hyvinkään, Karjaalla Meltola-Mustio B ja C, sekä Lohjalla Lohjanharju A ja B pohjavesialueilla. Kahdeksalla pohjavesialueella torjunta-aineita esiintyi yli



Kuva 8. Selvityksessä mukana olleet Uudenmaan ympäristökeskuksen pohjavesialueet.



Kuva 9. Torjunta-aineiden esiintyminen Uudenmaan ympäristökeskuksen alueen 77 pohjavesinäytteessä (A) ja 17 pohjavesialueella (B).

määritysrajan, mutta alle 0,10 µg/l pitoisuutena. Yhdellä pohjavesialueella havaittiin torjunta-aineita alle määritysrajan, ja kahdelta pohjavesialueelta ei havaittu torjunta-aineita.

Tutkituista 77 näytteestä torjunta-aineita todettiin 49 näytteessä, joka on 64 % kaikista Uudenmaan ympäristökeskuksen alueelta tutkituista näytteistä (Kuva 9, Taulukko 13). Atratsiinia, simatsiinia, terbutylatsiinia, niiden hajoamistuotteita DEA tai DEDIA, tai mekopropia havaittiin 14 % näytteissä alle määritysrajan pitoisuuksia. Näytteistä 33 %:ssa esiintyi atratsiinia, simatsiinia, terbutylatsiinia, niiden hajoamistuotteita DEA tai DEDIA, heksatsinonia, mekopropia tai bromasiilia yli määritysrajan, mutta alle 0,10 µg/l suuruisia pitoisuuksia. Samoissa näytteissä havaittiin usein alle määritysrajan pitoisuuksina atratsiinia, simatsiinia, terbutylatsiinia, sekä niiden hajoamistuotteita, DEA, DIA tai DEDIA, tai heksatsinonia. Atratsiinin, DEA:n tai DEDIA:n, tai heksatsinonin pitoisuus ylitti 0,10 µg/l pitoisuuden 17 %:ssa näytteistä pohjavesialueilta, ja näissä näytteissä esiintyi usein samanaikaisesti alle raja-arvon pitoisuuksia atratsiinia, simatsiinia, terbutylatsiinia, DEA:aa, DIA:aa tai DEDIA:aa, bromasiilia tai heksatsinonia.

Näytteitä, joissa torjunta-aineiden pitoisuuksien summa ylitti talousvedelle asetetun raja-arvon (0,5 µg/l), oli Uudenmaan ympäristökeskuksen alueella otetuissa näytteissä yhteensä kaksi kappaletta. Aina kun atratsiinin pitoisuus ylitti talousveden raja-arvon 0,10 µg/l, näytteistä löytyi myös sen hajoamistuotteita. Joissakin tapauksissa hajoamistuotteita esiintyi enemmän kuin varsinaista tehoainetta atratsiinia tai simatsiinia.

Hangon Isolähteen pohjavesialueella heksatsinonipitoisuus ylitti talousvedelle sallitun raja-arvon 0,10 µg/l Lappohjan vedenottamon kaivossa 1 (Taulukko 13). Pohjavedestä havaittiin myös atratsiinia ja sen hajoamistuotetta DEA:a. Lappohjan vedenottamolta johdetaan vesijohtoverkostoon talousvettä 208 m³/d (Liite 2). Isolähteen pohjavesialue on Uudenmaan ympäristökeskuksen alueelta tutkituista pohjavesialueista metsäisin (Liite 2). Torjunta-aineiden käytön kannalta muita riskitoimintoja alueella ovat maantiet, rautatiet, ampumarata, hautausmaa ja teollisuus.

Hyvinkään pohjavesialueella Sveitsin vedenottamon raakaveden atratsiinipitoisuus ylitti asetetun raja-arvon. Hyvinkäänkylän vedenottamon kaivoissa 306 ja 311 todettiin raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia DEA:aa ja lisäksi raakavedestä havaittiin bromasiilia, simatsiinia, terbutylatsiinia sekä DIA:aa (Taulukko 13). Samalla pohjavesialueella Hyvinkäänkylän kaivossa 100 ei havaittu torjunta-aineita. Hyvinkään pohjavesialueella otetaan vettä Hyvinkäänkylän vedenottamolta 4100 m³/d ja Sveitsin vedenottamolta 1679 m³/d (Liite 2). Hyvinkäällä on otettu käyttöön aktiivihiihisuodatus, joka poistaa torjunta-aineet talousvedestä. Yleisimmät maankäyttömuodot pohjavesialueella ovat metsätalous, peltoviljely, virkistysalue sekä haja- ja taajama-asutus (Liite 2). Alueella on myös maa-ainesten ottoja ja teollisuus- ja varastoalueita. Hyvinkään pohjavesialueella on eniten teitä ja rautateitä tutkituista Uudenmaan ympäristökeskuksen pohjavesialueista. Pohjavesialueella on myös kaupunkikeskus.

Karjaalla Meltola-Mustio B:n pohjavesialueelta löydettiin atratsiinia yli talousvedelle sallitun pitoisuuden Ingvalsbyn lähteestä (Taulukko 13), ja alueen vedessä esiintyi myös simatsiinia, terbutylatsiinia, hajoamistuotteita DEA, DIA ja DEDIA, sekä heksatsinonia. *Meltola-Mustio C:n* pohjavesialueelta Mjölbnarbyn vedenottamon raakavedestä todettiin atratsiinia, DEA ja heksatsinonia yli talousvedelle sallitun raja-arvon. Torjunta-aineiden summapitoisuus ylitti myös talousvedelle asetetun raja-arvon. Lisäksi pohjavesialueella esiintyi simatsiinia, terbutylatsiinia, ja hajoamistuotteita DIA tai DEDIA. Mjölbnarbyn vedenottamolla otetaan vettä 92 m³/d (Liite 2). Ottamolle on asennettu aktiivihiihisuodatus vuonna 1995 (VVY, 2006). Molemmilla Karjaan pohjavesialueilla yleisimmät maankäyttömuodot ovat metsätalous, peltoviljely ja haja-asutus (Liite 2). Meltola-Mustio B:n pohjavesialueella on maanteitä, rautateitä ja soranottoalue.

Lohjalla Lohjanharju A:n (Myllylampi) pohjavesialueella todettiin atratsiinin hajoamistuotetta DEDIA:a yli talousvedelle asetetun raja-arvon 0,10 µg/l. Lisäksi pohjavedestä todettiin atratsiinia, simatsiinia ja hajoamistuote DEA:a (Taulukko 13). *Lohjanharju B:n* pohjavesialueella (Lehmijärvi, Takaharju, Uusniitty) atratsiinin ja DEDIA:n pitoisuudet ylittivät talousvedelle asetetun raja-arvon. Myös torjunta-ainepitoisuuksien summalle asetettu raja-arvo 0,50 µg/l ylittyi Lohjanharju B pohjavesialueella (Lehmijärvi, Uusniitty), sillä pohjavedestä todettiin lisäksi bromasiilia, heksatsinonia, simatsiinia, terbutylatsiinia ja hajoamistuotteita DEA ja DIA. Myllylammen vedenottamolta johdetaan verkostoon talousvettä 1426 m³/d, Lehmijärveltä 995 m³/d, Takaharjulta 799 m³/d ja Uusniityltä 187 m³/d (Liite 2). Lohjanharjun pohjavesialueilla A ja B yleisimpiä maankäyttömuotoja ovat metsätalous, peltoviljely, haja- ja taajama-asutus sekä teollisuus- tai varastoalue. Lohjanharju A:n pohjavesialueella on huomattava osa virkistyskäytössä (Liite 2).

Taulukko 13.

Torjunta-aineiden esiintyminen ja pitoisuudet Uudenmaan ympäristökeskuksen alueen tutkituissa pohjavesissä.

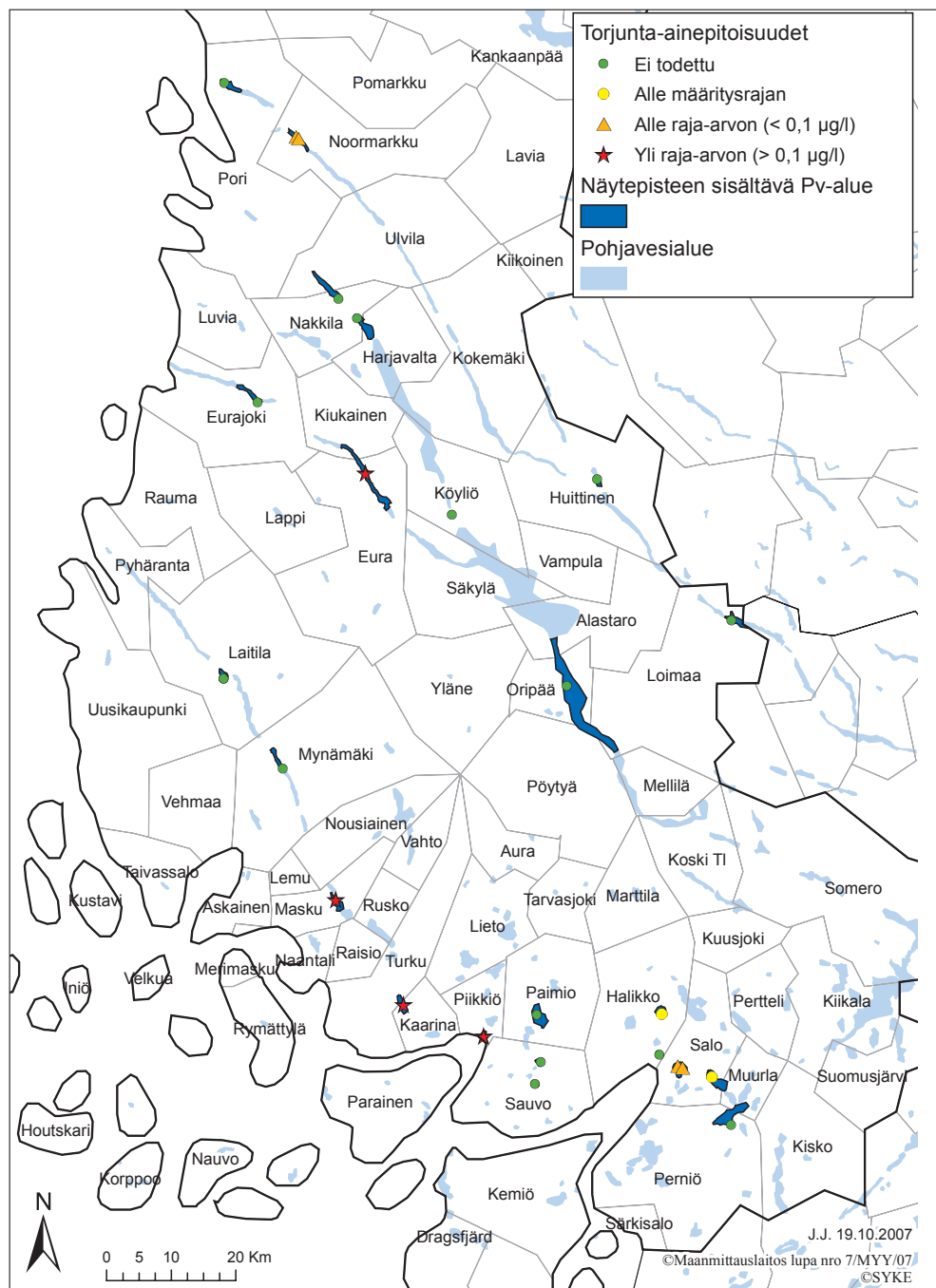
Kunta / Pohjavesialue	Havaintopaikka	Pvm	µg/l													
			Atrat-siini	DEA	DEDIA	DIA	Heksa-tsinoni	Simat-siini	Meko-proppi	Terbutyl-atsiini	Benta-tsoni	Broma-siili	Diklo-proppi	Propat-siini	Yhteensä	
Hanko																
0107801	Hanko	Mannerheimintie	07/02	< 0,005	0	0,013	0	-	< 0,005	0	-	-	-	0	0	0,013
		Hopearanta	07/02	< 0,005	0	< 0,01	0	-	< 0,005	0	-	-	-	0	0	tod.
0107803	Isolähde	Lappohjan vo, kaivo 1	06/03	0,006	< 0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,006
		Lappohjan vo, kaivo 1	09/03	0,019	< 0,02	0	0	0,26	0	0	0	0	0	0	0	0,279
		Lappohjan vo, kaivo 1	10/03	0,008	< 0,02	< 0,1	< 0,02	0	< 0,01	0	-	-	0	0	0	0,008
		Isolähde	07/02	< 0,005	0	< 0,01	0	-	< 0,005	0	-	-	-	0	0	tod.
0107802	Sandö-Grönvik	Koverhar	07/02	< 0,005	0	< 0,01	0	-	< 0,005	0	-	-	-	0	0	tod.
		Santalanranta	07/02	< 0,005	0	0,01	0	-	< 0,005	0	-	-	-	0	0	0,01
		Tikan vo, kaivo 2	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hyvinkää																
0110651	Hyvinkää	Hyvinkäänkylä, kaivo 311	10/02	0,07	0,15	0	< 0,02	0	< 0,01	0	0,005	0	0,07	0	0	0,29
		Hyvinkäänkylä, kaivo 306	10/02	0,07	0,13	0	< 0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2
		Hyvinkäänkylä, kuilukaivo	10/02	0,06	0,08	0	< 0,02	0	< 0,01	0	< 0,005	0	0	0	0	0,14
		Hyvinkäänkylä, kaivo 100	10/02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Sveitsin vo, kuilukaivo	10/02	0,11	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,15
		Sveitsin vo, kaivo 2	10/02	< 0,005	0	0	0	0	< 0,01	0	0	0	0	0	0	tod.
		Sveitsin vo, kaivo 38	10/02	< 0,005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	tod.
Karjaa																
0122001 B	Karjaa B	Landsbro	07/02	0,01	0	< 0,01	0	-	< 0,005	0	-	-	-	0	0	0,01
0122001 C	Karjaa C	Nyby	07/02	0,02	0	< 0,01	0	-	< 0,005	0	-	-	-	0	0	0,02
0122051 A	Meltola-Mustio A	Meltola	06/03	0,01	0	0	0	0	0	0	0,007	0	0	0	0	0,017
		Meltola	09/03	0,009	< 0,02	0	< 0,02	0	< 0,01	0	0,007	0	0	0	0	0,016
		Meltolan sairaala	06/03	0,008	< 0,02	0	0	0	0	0	0,006	0	0	0	0	0,014
		Meltolan sairaala	09/03	0,006	< 0,02	0	0	0	0	0	< 0,005	0	0	0	0	0,006
0122051 B	Meltola-Mustio B	Ingvalsby, lähde	06/03	0,12	0,06	0	0	< 0,02	< 0,01	0	< 0,005	0	0	0	0	0,18
		Ingvalsby, lähde	09/03	0,1	0,07	< 0,1	< 0,02	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0,17
		Lindnäsin vo	09/03	0,007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,007
		Lindnäsin vo	06/03	< 0,005	0	0	0	0	< 0,01	0	< 0,005	0	0	0	0	tod.
0122051 C	Meltola-Mustio C	Mjölmarby	09/03	0,28	0,1	< 0,1	0,04	0,13	< 0,01	0	0,02	0	0	0	0	0,57
		Mjölmarby	06/03	0,34	0,09	0	< 0,02	0,08	< 0,01	0	0,03	0	0	0	0	0,46

Kunta / Pohjavesialue	Havaintopaikka	Pvm	Atrat-	DEA	DEDIA	DIA	Heksa-	Simat-	Meko-	Terbutyl-	Benta-	Broma-	Diklo-	Propat-	Yhteensä
			siini				tsinoni	siini	proppi	atsiini	toni	siili	proppi	siini	
µg/l															
Lohja															
014285I A	Lohjanharju A	Myllylampi	07/02	< 0,005	0	0,43	0	-	0,015	0	-	-	0	0	0,445
		Myllylampi	10/02	< 0,001	0,012	< 0,005	0	-	< 0,001	0	-	-	0	0	0,012
		Myllylampi	10/02	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0
		Porla, kaivo 1	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Porla, kaivo 2	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
014285I B	Lohjanharju B	Kaivola, kaivo 1	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Kaivola, kaivo 2	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Lehmijärvi	07/02	0,15	0	0,35	0	-	< 0,005	0	-	-	0	0	0,5
		Lehmijärvi	10/02	0,02	0,088	0,011	0	-	< 0,001	0	-	-	0	0	0,119
		Lehmijärvi	10/02	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0
		Lempola, kaivo 1	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Lempola, kaivo 2	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Moisionpelto, kaivo 1	06/03	0	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02
		Moisionpelto, kaivo 1	09/03	0,005	0,03	0	0	< 0,02	0	0	0	0	0	0	0,035
		Moisionpelto, kaivo 4	06/03	0	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,03
		Moisionpelto, kaivo 4	09/03	< 0,005	0,05	0	0	< 0,02	0	0	0	0	0	0	0,05
		Moisionpelto, kaivo 5	06/03	0,009	0,03	0	0	0	0	0	0	0,02	0	0	0,059
		Moisionpelto, kaivo 5	09/03	0,009	0,07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,079
		Moisionpelto, kaivo 2	06/03	0	< 0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	tod.
		Moisionpelto, kaivo 2	09/03	0	< 0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	tod.
		Moisionpelto, kaivo 3	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Pappilankorpi, kaivo 1	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Pappilankorpi, kaivo 2	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Uusniitty	07/02	< 0,005	0	< 0,01	0	-	0,025	0	-	-	0	0	0,025
		Uusniitty	10/02	0,26	0,087	0,13	0,059	0	0,034	0	0,056	0	-	0	0,626
		Uusniitty	10/02	0,14	0,012	< 0,005	0	-	0,001	0	-	-	0	0	0,153
		Takaharju	07/02	< 0,005	0	0,2	0	-	< 0,005	0	-	-	0	0	0,2
		Takaharju	10/02	< 0,001	< 0,005	< 0,005	0	-	< 0,001	0	-	-	0	0	tod.
		Takaharju	10/02	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0

Kunta / Pohjavesialue	Havaintopaikka	Pvm	Atrat-	DEA	DEDIA	DIA	Heksa-	Simat-	Meko-	Terbutyl-	Benta-	Broma-	Diklo-	Propat-	Yhteensä	
			siini			tsinoni	siini	proppi	atsiini	tsoni	siili	proppi	siini			
µg/l																
Pohja																
0160602	Brötörpsåsen	Brödtorpin vo. kaivo 3	10/03	0,03	< 0,02	0	0	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0,07
		Brödtorpin vo. kaivo 2	10/03	0,02	< 0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02
Tammisaari																
0183551	Björknäs	Björknäs	07/02	< 0,005	0	< 0,01	0	-	0,022	0	-	-	-	0	0	0,022
0160651	Ekerö	Ekerö	07/02	< 0,005	0	< 0,01	0	-	< 0,005	0	-	-	-	0	0	tod.
Vihti																
0192704	Isolähde	Isolähde, kaivo 3	06/03	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0,01
		Isolähde, kaivo 3	09/03	0	0	0	0	0	0	< 0,01	0	0	0	0	0	tod.
		Isolähde, kaivo 1	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Isolähde, kaivo 2	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0192705	Lautoja	Uusi Lautoja	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0192755	Nummelanharju	Luontola, kaivo 1 (uusi)	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Luontola, kaivo 2 (uusi)	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Luontola, kaivo 3	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Luontola, kaivo 5	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Luontola, kaivo 6	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Luontola, kaivo 7	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Luontola, kaivo 8	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Luontola, kaivo 9	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Luontola, kaivo 10	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Niittylä	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Rataskorpi	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Lounais-Suomen ympäristökeskus

Lounais-Suomen ympäristökeskuksen alueella selvityksessä mukana olleet alueet ovat suurimmaksi osaksi Lounais-Suomen alueelle tyypillisten kapeiden pitkäikäis-harjujen erillisiä pohjavesialueita. Koko ympäristökeskuksen alueella on yhteensä 303 pohjavesialuetta, joista vedenhankintaa varten tärkeitä on 225 kappaletta ja vedenhankintaan soveltuvia yhteensä 78 aluetta. Pohjavesialueiden kokonaispinta-alat vaihtelevat huomattavasti. Pienimmät alueet ovat alle 1 km² ja suurin pohjavesialue on pinta-alaltaan noin 80 km². Alueiden laskennallinen antoisuus vaihtelee 10 ja 35 000 m³ vuorokaudessa välillä.

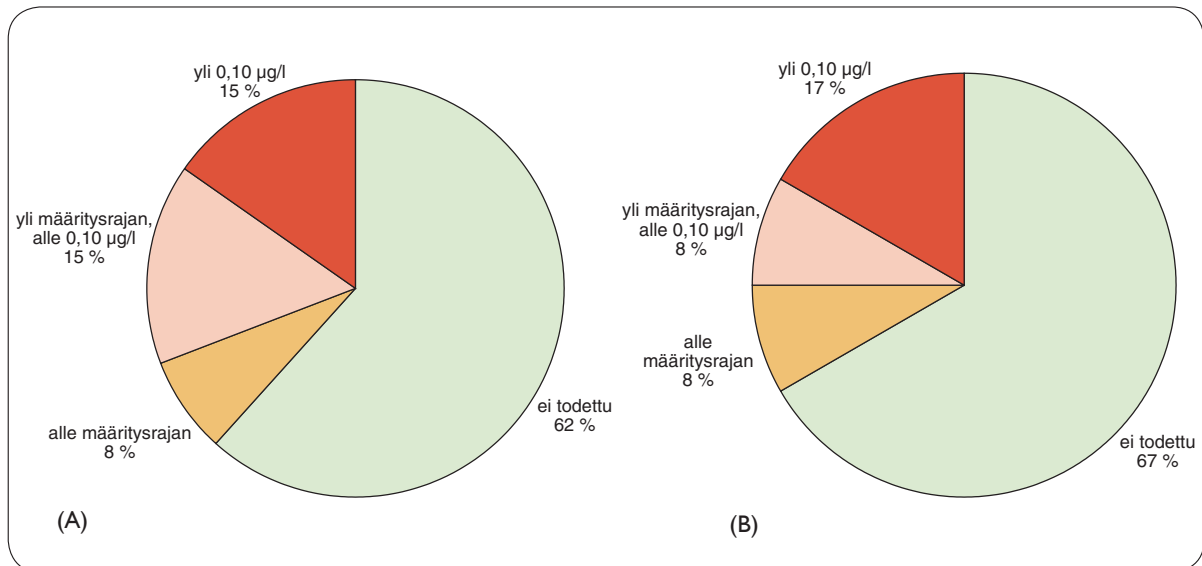


Kuva 10. Selvityksessä mukana olleet Lounais-Suomen ympäristökeskuksen pohjavesialueet.

Lounais-Suomen ympäristökeskuksen alueelta torjunta-aineita tutkittiin 24 pohjavesialueelta, joiden pinta-alat vaihtelivat 31–3127 ha välillä (Liite 3). Pohjavesialueilla yleisiä maankäyttömuotoja ovat metsätalous (13–91 %), peltoviljely (1–53 %), haja-asutus (0–28 %), maa-ainesten otto (0–17 %) ja teollisuus- tai varastoalue (0–10 %). Maanteitä kulkee kahta pohjavesialuetta lukuun ottamatta kaikilla alueilla, ja rautateitä kolmella tutkituista pohjavesialueista. Selvityksessä mukana olleiden vedenottamoiden vedenottomäärät vaihtelivat 0–853 m³/d (Liite 3).

Tutkituilta 24 pohjavesialueelta torjunta-aineita todettiin yhdeksältä, mikä on 38 % alueista (Kuva 10, Taulukko 14). Torjunta-aineita esiintyi yli 0,10 µg/l suuruisina pitoisuuksina Turussa Kaarnikon, Piikiössä Puutarhantutkimuslaitoksen, Maskussa Humikkala-Alhon ja Euralla Vaanin pohjavesialueilla. Alle raja-arvon mutta yli määritysrajan suuruisia torjunta-ainepitoisuuksia todettiin kolmelta pohjavesialueelta. Lisäksi kahdelta pohjavesialueelta havaittiin torjunta-aineita alle määritysrajan.

Tutkituista 26 näytteestä torjunta-aineita todettiin 10 näytteessä, eli 39 % alueelta tutkituista vesinäytteistä (Kuva 11, Taulukko 14). Klooritiamidin ja diklobeniilin hajoamistuotetta BAM:ia tai mekopropia havaittiin kahdessa näytteessä alle määritysrajan.



Kuva 11. Torjunta-aineiden esiintyminen Lounais-Suomen ympäristökeskuksen alueen 26 pohjavesinäytteessä (A) ja 24 pohjavesialueella (B).

BAM:ia, mekopropia, atratsiinia, simatsiinia tai hajoamistuote DEA:a todettiin neljässä näytteessä yli määritysrajan mutta alle 0,10 µg/l suuruisina pitoisuuksina. Talousvedelle asetetun raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia todettiin atratsiinia ja bentatsonia. Lisäksi kahdessa pohjavesinäytteessä todettiin talousvedelle asetetun raja-arvon ylittävänä pitoisuutena BAM:a.

Euran Vaanin pohjavesialueella sijaitsevan Mölsin ottamon raakavedestä todettiin bentatsonia 0,47 µg/l (Taulukko 14). Mölsin vedenottamolta johdetaan verkostoon talousvettä 487 m³/d (Liite 3). Viimeisimpien tietojen mukaan vedenottoa on vähennetty Mölsin ottamolta ja vastaavasti muilta vedenottamoilta on pyritty lisäämään vedenottoa, jotta talousveden torjunta-ainepitoisuudelle asetettu raja-arvo ei ylitä käyttöpisteissä. Pohjavesialueesta suurin osa on peltoviljelyä ja metsätaloutta. Alueella on taajama- ja haja-asutusta, teollisuus- tai varastoaluetta, maanteitä ja rautateitä sekä virkistysaluetta (Liite 3). Pohjavesialue rajoittuu vesistöön.

Maskun Humikka-Alhon pohjavesialueella olevan Humikkalan vedenottamon raakavedestä todettiin atratsiinia 0,1 µg/l ja lisäksi simatsiinia ja hajoamistuotteita DEA ja DIA pienempinä pitoisuuksina (Taulukko 14). Humikkalan vedenottamolta johdetaan verkostoon talousvettä 830 m³/d (Liite 3). Kyseisen vedenottamon kaivon käyttöä on rajoitettu ja vastaavasti muiden ottamon kaivojen vedenottomäärää lisätty, jotta torjunta-ainepitoisuus ei ylitä talousvedelle asetettua raja-arvoa käyttöpisteissä. Maankäytöllisesti pohjavesialueella on metsätaloutta, peltoviljelyä, haja-asutusta, vesistöjä, teollisuus- tai varastoaluetta, maanteitä ja alle kilometri rautateitä. Muita toimintoja alueella ovat golfkenttä ja hautausmaa. Lisäksi alueella on pohjavesilammikkoja (Liite 3).

Piikkiön Puutarhantutkimuslaitoksen vedenottamon raakavedestä todettiin klooritiamidin ja diklobeniilin hajoamistuote BAM:a 2,4 µg/l. Todettu pitoisuus on korkein kaikista tässä tutkimuksessa määritettyjen näytteiden sisältämistä torjunta-ainepitoisuuksista. Pohjavedestä todettiin myös atratsiinia ja simatsiinia (Taulukko 18). Vedenottamo on puutarhantutkimuslaitoksen omassa käytössä ja vettä ei enää käytetä talousvetenä. Pohjavesialueen tärkeimpiä maankäyttömuotoja ovat metsätalous, peltoviljely ja vesistöt (Taulukko 16).

Turussa Kaarnikon pohjavesialueella esiintyi myös yli raja-arvon pitoisuutena klooritiamidin ja diklobeniilin hajoamistuote BAM:a (1,3 µg/l) (Taulukko 14). Turun Kaarnikon vedenottamo on jakanut verkostoon vettä 788 m³/d vuonna 2002, mutta vettä ei enää käytetä talousvetenä (Liite 3). Vedenottamolla on merkitystä Turun kriisiajan vedenhankinnassa. Maankäytöllisesti pohjavesialueella on metsätaloutta, peltoviljelyä, haja-asutusta, teollisuus- tai varastoaluetta sekä maanteitä. Pohjavesialueella on myös hautausmaa (Liite 3).

Taulukko 14.

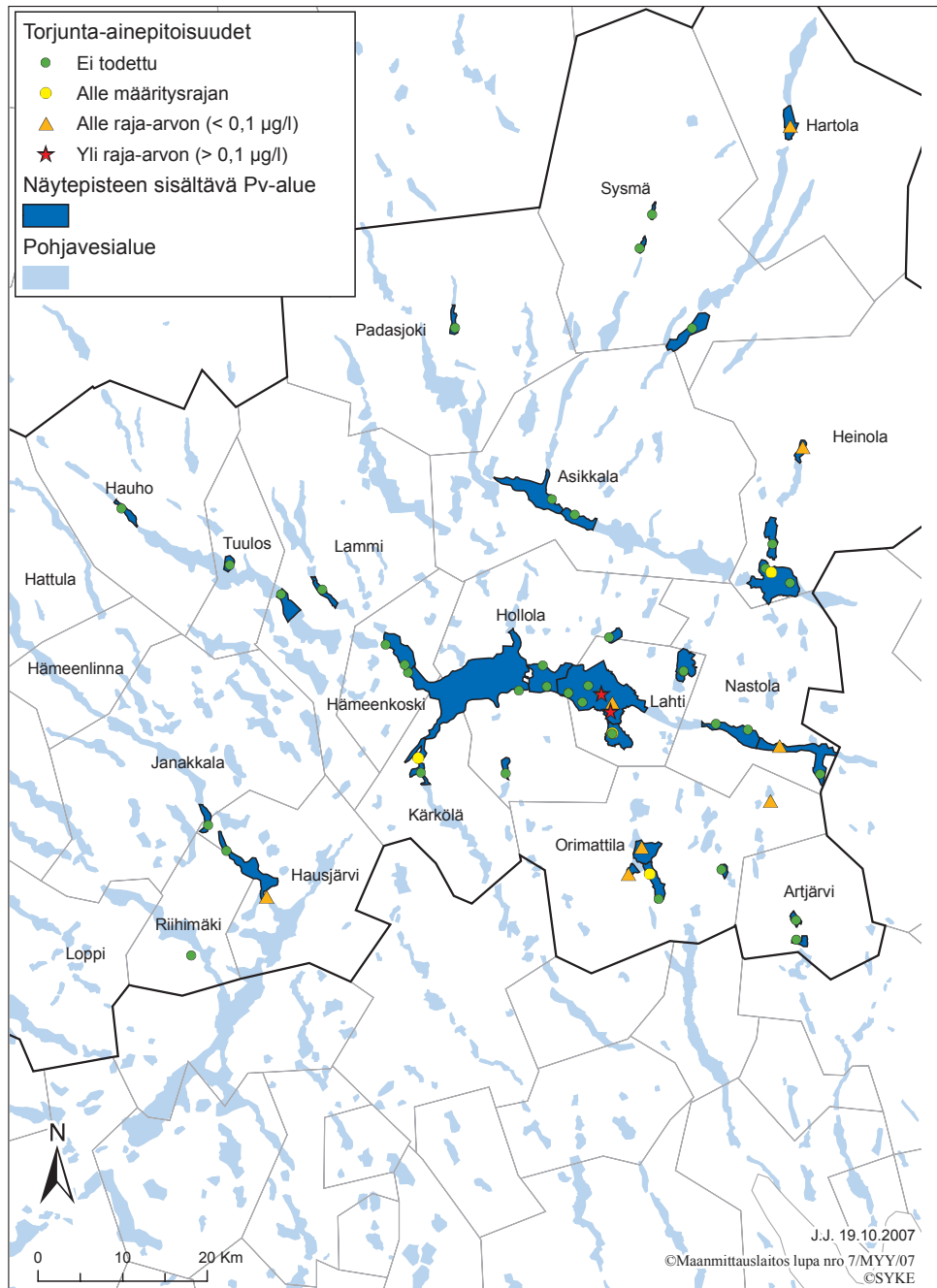
Torjunta-aineiden esiintyminen ja pitoisuudet Lounais-Suomen ympäristökeskuksen alueen tutkituissa pohjavesissä.

Kunta / Pohjavesialue	Havaintopaikka	Pvm	mg/l																
			Atrat-siini	BAM	DEA	DEDIA	DIA	Heksa-tsinoni	Simat-siini	Meko-proppi	Terbutyl-atsiini	Benta-tsoni	Broma-siili	Diklo-proppi	Propat-siini	Glyfo-saatti	AMPA	Yhteensä	
Eura																			
0205051 Vaani	Mölsin ottamo	09/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,47	0	0	0	-	-	0,47
Eurajoki																			
0205101 Irjanne	Irjanne I ottamo	09/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
Hailikko																			
0207304 Märynummi	Märynummi, sairaala	08/04	0	< 0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	tod.
0207302 Viurila	Viurilan ottamo	08/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
Huittinen																			
0210201 Pyöriälä	Pöyriälän ottamo	09/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
Köyliö																			
0231901 Yttilä	Yttilän ottamo	09/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
Laitila																			
0240004 Kovero	Koveron ottamo	08/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
Loimaan kunta																			
0243152 Leppikankaanselkä	Metsämaan ottamo	09/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
Masku																			
0248101 Humikkala-Alho	Humikkalan ottamo	08/04	0,1	0	0,03	0	< 0,02	0	< 0,01	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0,13
Mynämäki																			
0250303 Motelli	Motellin eli Laajoen ottamo	08/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
Nakkila																			
0253151 Viikkala-Pirilä	Viikkalan ottamo	09/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
Noormarkku																			
0253701 Matalakoski	Kankaan vedenottamo (Vuorela)	09/04	0	0,07	0	0	0	0	< 0,01	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0,07
	Kankaan vedenottamo (Sillanpää)	09/04	0	0,04	0	0	0	0	< 0,01	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0,04
Oripää																			
0256151 Oripäänkangas	Pruukan ottamo	09/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
Paimio																			
0257701 Saari-Nummensuo	Saari	08/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
Perniö																			
0250151 Pyymäki-Tuohittu	Tuohitun vok	08/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0

Kunta / Pohjavesialue	Havaintopaikka	Pvm	mg/l															
			Atrat- siini	BAM	DEA	DEDIA	DIA	Heksa- tsinoni	Simat- siini	Meko- proppi	Terbutyl- atsiini	Benta- tsoni	Broma- siili	Diklo- proppi	Propat- siini	Glyfo- saatti	AMPA	Yhteensä
Piikkiö																		
0260204 Puutarhan- tutkimuslaitos	Puutarhantutkimus- laitoksen ottamo	08/04	< 0,005	2,4	0	0	0	0	< 0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	2,4
Pori																		
0260902 Alhainen	Ahlaisten ottamo	09/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
Pyhäranta																		
0263101 Nihtiö	Kaunissaaren ottamo	08/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
Salo																		
0273451 Kurjenpahna- Risinummi	Kurjenpahnan ottamo	08/04	0	0	0	0	0	0	< 0,01	0	0	0	0	0	0	-	-	tod.
0273402 Ylhäinen-Kärkkä	Kärkän ottamo	08/04	0,009	0,06	< 0,02	0	0	0	< 0,01	0	0	0	0	0	0	-	-	0,069
	Ylhäisten ottamo	08/04	0,02	0,07	< 0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0,09
Sauvo																		
0273804 Mäntykankare	Mäntykankareen ottamo	08/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0273801 Nummenpää	Nummenpään ottamo	08/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
Turku																		
0285352 Kaarnikko	Kaarnikko	08/04	0	1,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	1,3
Ulvila																		
0288651 Haistila-Ravani	Anolan ottamo	09/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0

Hämeen ympäristökeskus

Hämeen ympäristökeskuksen alueella selvityksessä mukana olleet alueet sijoittuivat sekä Ensimmäiselle että Toiselle Salpausselkämudostumalle. Lisäksi näytteitä otettiin pitkittäisharjumuotoisilta pohjavesialueilta, aluekeskuksen pohjoisosassa. Hämeen ympäristökeskuksen alueella on yhteensä 385 pohjavesialuetta, joista vedenhankintaa varten tärkeitä on 146 kappaletta, vedenhankintaan soveltuvia 134 aluetta ja muita pohjavesialueita (luokka III) yhteensä 105 kappaletta. Pohjavesialueiden kokonaispinta-alat vaihtelevat huomattavasti; pienimmät alueet ovat alle 1 km² ja suurin pohjavesialue on pinta-alaltaan noin 61 km². Pohjavesialueiden laskennallinen antoisuus vaihtelee 4 ja 45 000 m³ välillä vuorokaudessa.

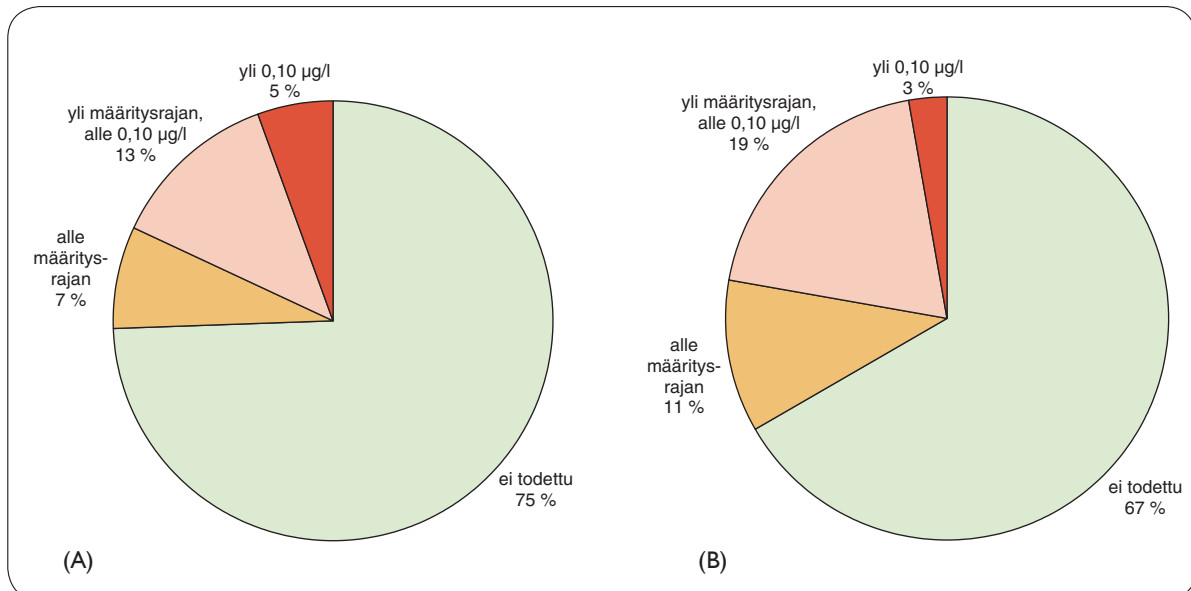


Kuva 12. Selvityksessä mukana olleet Hämeen ympäristökeskuksen pohjavesialueet.

Hämeen ympäristökeskuksen alueelta torjunta-aineita tutkittiin 36 pohjavesialueelta, joiden kokonaispinta-alat vaihtelivat 77–6109 hehtaarin välillä (Liite 4). Pohjavesialueiden yleisimpiä maankäyttömuotoja ovat metsätalous (23–84 %), peltoviljely (1–43 %), haja-asutus (1–36 %), vesistöt (0–19 %), ja teollisuus- ja varastoalue (0–11 %). Rautateitä tutkituista pohjavesialueista oli vain viidellä, mutta maanteitä kolmea lukuun ottamatta jokaisella. Tutkituilla pohjavesialueilla sijaitsevien vedenottamoiden vesijohtoverkostoon johtamat vesimäärät vaihtelevat 64–10757 m³ välillä vuorokaudessa (Liite 4).

Selvityksessä mukana olleilta 36 pohjavesialueelta torjunta-aineita todettiin 12 alueelta, mikä on 33 % aluekeskuksen alueen tutkituista pohjavesialueista (Kuva 12, Taulukko 15). Torjunta-ainepitoisuus pohjavedessä ylitti talousveden raja-arvon Lahden pohjavesialueella. Yhteensä seitsemällä pohjavesialueella Hartolassa, Hausjärvellä, Heinolassa, Nastolassa ja Orimattilassa, torjunta-aineita esiintyi yli määritysrajan, mutta alle 0,10 µg/l suuruisina pitoisuuksina. Lisäksi torjunta-aineita todettiin neljällä pohjavesialueella Heinolassa (Urheiluopisto), Kärkölässä (Supinmäki-Myllykylä), Lahdessa (Renkomäki) ja Orimattilassa (Ämmäntöyräs). Tutkituista pohjavesialueista 24 alueella ei todettu torjunta-aineita.

Hämeen ympäristökeskuksen alueelta otetuista 55 näytteestä torjunta-aineita todettiin 14 näytteessä, joka on 26 % kaikista alueelta tutkituista näytteistä (Kuva 13, Taulukko 15). Atratsiinia, simatsiinia tai niiden hajoamistuotetta DEA:a, tai heksatsinonia havaittiin 7 % näytteistä alle määritysrajan suuruisina pitoisuuksina. Atratsiinia, simatsiinia, tai hajoamistuotteita DEA, DIA, DEDIA tai BAM esiintyi 13 % näytteistä yli määritysrajan, mutta alle 0,10 µg/l suuruisina pitoisuuksina. Lisäksi samoista näytteistä mitattiin alle määritysrajan suuruisina pitoisuuksina hajoamistuotteita DEA, DIA, DEDIA tai BAM. Atratsiinin, tai hajoamistuotteiden DEA tai DEDIA, heksatsinonin tai bromasiilin pitoisuus raakavedessä ylitti 0,10 µg/l pitoisuuden kolmessa näytteessä Lahden pohjavesialueella, joista kahdella alueella myös torjunta-aineiden summalle asetettu raja-arvo 0,50 µg/l ylittyi.



Kuva 13. Torjunta-aineiden esiintyminen Hämeen ympäristökeskuksen alueen 55 pohjavesinäytteessä (A) ja 36 pohjavesialueella (B).

Lahden pohjavesialueen Urheilukeskuksen vedenottamon kaivossa 2 todettiin atratsiinin hajoamistuotteen DEA:n (0,14 µg/l) ja bromasiilin (1,0 µg/l) pitoisuudet, jotka olivat yli talousvedelle asetetun raja-arvon. Lisäksi vedestä havaittiin myös hajoamistuote DIA:a yli määrittämissä rajoissa. Näiden todettujen torjunta-aineiden pitoisuuksien summa ylitti talousveden torjunta-aineiden summalle asetetun raja-arvon. (Taulukko 15). Paasivaara Oy:n vedenottamon kaivossa 1 heksatsinonin (0,9 µg/l), atratsiinin (0,24 µg/l) ja sen hajoamistuotteiden DEA:n (0,16 µg/l) ja DEDIA:n (0,15 µg/l) pitoisuudet ylittivät talousveden raja-arvon. Lisäksi vedenottamon raakavedessä esiintyi myös bromasiilia, terbutylatsiinia, simatsiinia ja hajoamistuotteista DIA:a. Torjunta-aineiden pitoisuuksien summa oli 1,69 µg/l näytteessä.

Launeen vedenottamon raakavedessä ylittyi torjunta-aineille asetettu raja-arvo. Raakavedessä todettiin atratsiinia 0,10 µg/l ja sen hajoamistuotteista DEA:a 0,11 µg/l. Lisäksi vedenottamon vedestä mitattiin heksatsinonia yli määrittämissä rajoissa pitoisuuksia ja hajoamistuotteita DIA:aa ja DEDIA:aa alle määrittämissä rajoissa pitoisuuksia.

Urheilukeskuksen vedenottamolta on johdettu vesijohtoverkostoon vettä 4292 m³/d ja Launeen vedenottamolta 1879 m³/d (Liite 4), mutta molemmista on vedenotto lopetettu korkeiden torjunta-ainepitoisuuksien takia. Alueella sijaitsevia toimintoja, joihin liittyy tai on liittynyt torjunta-aineiden käyttöä ovat metsätalous, vesistöt, haja- ja taajama-asutus, teollisuus- ja varastoalue, maantiet, rautatiet ja rautatieasema, puutarha, virkistysalue, urheilukeskus ja kaupunkialue (Liite 4). Samaan pohjavesialueeseen kuuluvien Riihelän ja Kärpäsän pohjavedenottamoiden pohjavesissä ei havaittu selvityksessä torjunta-aineita.

Taulukko 15.

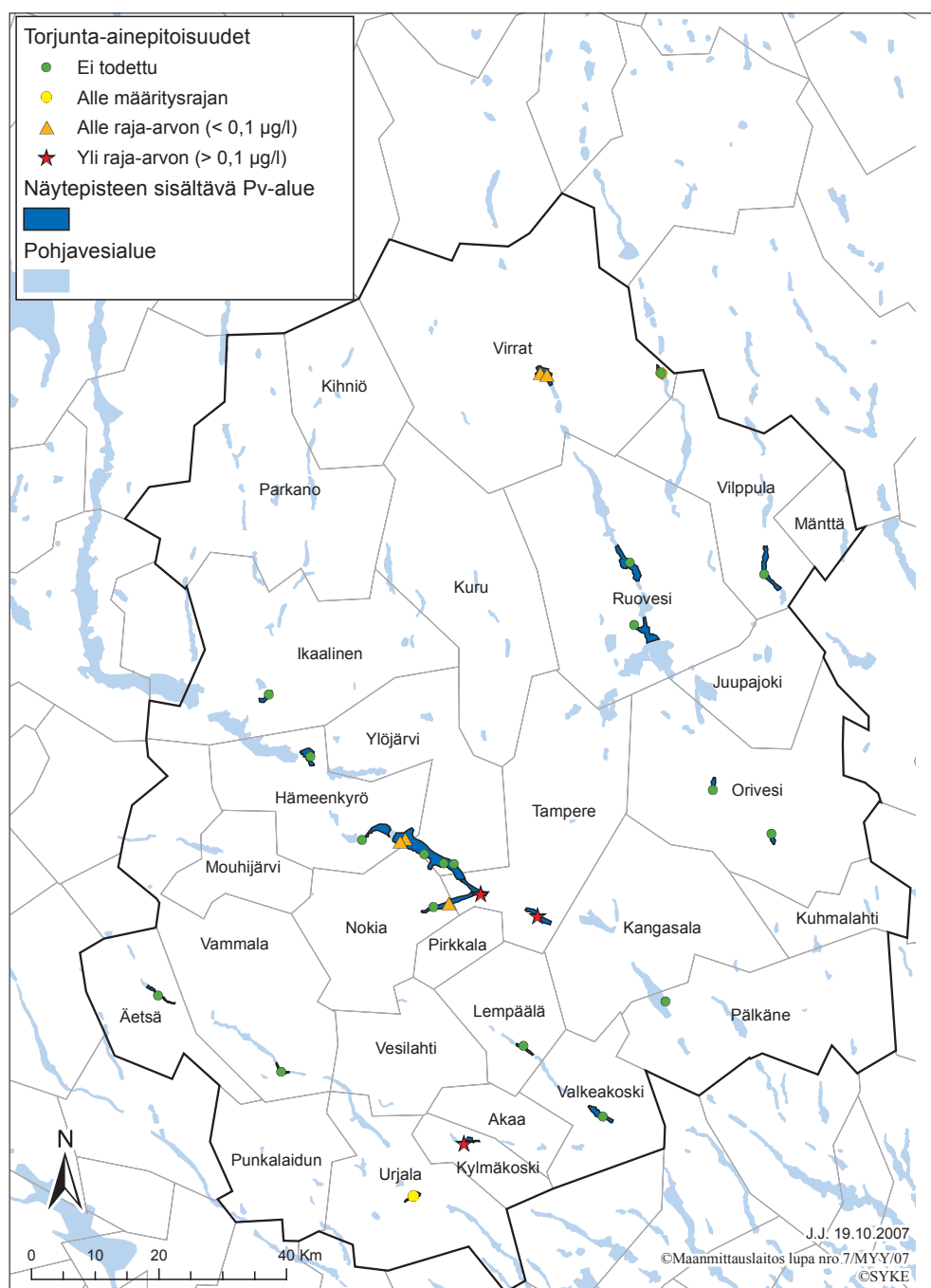
Torjunta-aineiden esiintyminen ja pitoisuudet Hämeen ympäristökeskuksen alueen tutkituissa pohjavesissä.

Kunta / Pohjavesialue	Havaintopaikka	Pvm	µg/l																
			Atrat-siini	BAM	DEA	DEDIA	DIA	Heksa-tsinoni	Simat-siini	Meko-proppi	Terbutyl-atsiini	Benta-tsoni	Broma-siili	Diklo-proppi	Propat-siini	Glyfo-saatti	AMPA	Yhteensä	
Artjärvi																			
0101501	Kirkonmäki	Kirkonkylä	08/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
01015039	Koivulehto	Kyttämaa	08/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
Asikkala																			
0401602 A	Anianpelto	Anianpelto	07/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
0401601	Aurinkovuori	Kolavainen	07/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
Hartola																			
0608101	Hartola kk	Kirkonkylä	08/03	0	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0,02
Hauho																			
0408301	Vuorenselänharju	Kirkonkylä	09/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hausjärvi																			
0408602	Hausjärvi	Hikiän vo	06/03	0	-	0	< 0,1	0,05	0	0,03	0	0	0	0	0	0	-	-	0,08
		Piirivuori, kaivo 2	06/03	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
0408651	Somervuori	Kolmilampi vo	06/03	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
Heinola																			
0608902	Heinola kk	Kirkonkylä	09/03	0,01	0,02	< 0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0,03
0608903	Myllyoja	Ala-Musteri	09/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
0608904	Urheilupuisto	Saarijärvi	09/03	< 0,005	0	< 0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	tod.	
		Kullaanlähde	09/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	
		Onkijärvi	09/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	
Hollola																			
0409801	Herrala	Herralan vedenottamo	06/03	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	
0409809	Kukkila	Huljala (Helvetinlähde)	07/03	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	
		Kukkila	06/03	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	
0409851	Kukkonkoivu-Hatsina	Ruoppa, kaivo 5	06/03	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	
0409852	Salpa-Mattila	Salpa-Mattila	06/03	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	
		Tiilijärven vo	06/03	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	
Hämeenkoski																			
0428351	Ilola-Kukkolanhari	Ilolanharju	09/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	
		Kellolähteen vo, k4	07/03	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	
0431601 B	Järvelä I	Hiidenmäen vo, kaivo I	06/03	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	
0431602	Supinmäki-Myllykylä	Kärkölän vo	06/03	0	-	< 0,02	0	0	< 0,02	< 0,01	0	0	0	0	0	-	-	tod.	
Lahti																			
0439851	Kunnas	171 Kunnas, kaivo 1	05/02	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	
		172 Kunnas, kaivo 2	05/02	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	

Kunta / Pohjavesialue	Havaintopaikka	Pvm	µg/l																
			Atrat- siini	BAM	DEA	DEDIA	DIA	Heksa- tsinoni	Simat- siini	Meko- proppi	Terbutyl- atsiini	Benta- tsoni	Broma- siili	Diklo- proppi	Propat- siini	Glyfo- saatti	AMPA	Yhteensä	
0439801	Lahti	132 Laune, kaivo 2	05/02	0,1	-	0,11	<0,1	<0,02	0,07	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0,28
		131 Paasivaara Oy, kaivo 1	05/02	0,24	-	0,16	0,15	0,09	0,9	0,03	0	0,05	0	0,07	0	0	-	-	1,69
		122 Urheilukeskus, kaivo 2	05/02	0	-	0,14	0	0,022	0	0	0	0	0	1,0	0	0	-	-	1 162
		121 Urheilukeskus, kaivo 1	05/02	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
		111 Jalkaranta, kokooma	05/02	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
		161 Kärpänen, kaivo 1	05/02	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
		151 Riihelä, kaivo 1	05/02	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
		152 Riihelä, kaivo 2	05/02	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
0439802	Renkomäki	144 Renkomäki, kaivo 4	05/02	< 0,005	-	< 0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	tod.	
		143 Renkomäki, kaivo 3	05/02	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
		45 Renkomäki kaivo 5	05/02	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
Lammi																			
0440101	Linnanmäki	Kirkonkylä	09/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	
0440153 A	Hauskalankangas	Pyssymäki	09/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	
Nastola																			
0453252 A	Nastolanharju-Uusikylä A	Mälkönen, kaivo 85	06/03	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	
		Peltola	06/03	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
0453252 B	Nastolaharju-Uusikylä B	Uusikylä, kaivo 2	06/03	0,01	-	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0,04	
		Alimmainen	06/03	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
Orimattila																			
0156034	Arvela	Niinikoski	08/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	
0156005	Kuivanto	Kuivanto	08/03	0	0	0	0	< 0,02	0	0,01	0	0	0	0	0	-	-	0,01	
0156002	Sikosuo	Sikosuo	08/03	0,03	0,02	0,03	0	< 0,02	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0,09	
0156013 A	Tönnö	Tönnö	08/03	0,01	< 0,02	< 0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0,01	
0156001	Ämmäntöyräs	Pakaantie	08/03	< 0,005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	tod.	
		Uusikartano	08/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
0457601	Kullosvuori	Kullasvuori	07/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	
Riihimäki																			
0469451	Herajoki	Herajoki vo, kaivo 5	06/03	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	
Syvä																			
0678101	Otamo	Otamo	08/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	
0678102	Kuokkamäki	Kuokkamäki	08/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	
0678111	Leeniharju	Leeniharju	08/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	
Tuulos																			
0485501	Laikanmäki	Laikanmäki	09/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	

Pirkanmaan ympäristökeskus

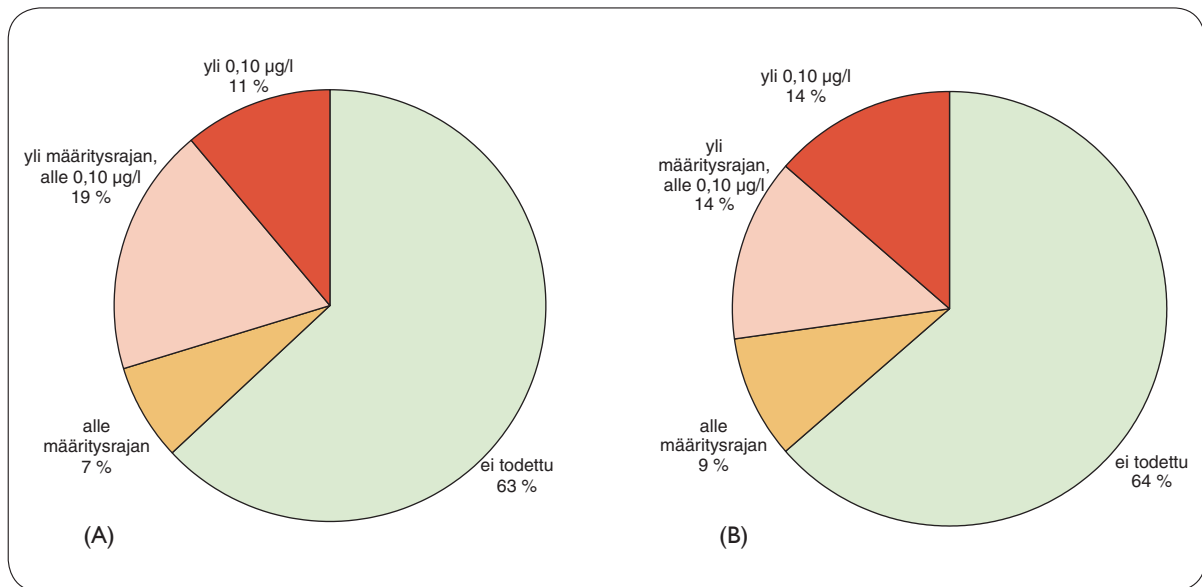
Pirkanmaan ympäristökeskuksen alueella selvityksessä mukana olleet alueet sijoittuivat sekä ns. Keski-Suomen saumamuodostuman alueelle (Tampere - Ylöjärvi) että pitkittäisharjumuotoisille pohjavesialueille. Pirkanmaan ympäristökeskuksen alueella on yhteensä 183 pohjavesialuetta, joista vedenhankintaa varten tärkeitä on 92 kappaletta, vedenhankintaan soveltuvia 55 aluetta ja muita pohjavesialueita (luokka III) yhteensä 36 kappaletta. Pohjavesialueiden kokonaispinta-alat vaihtelevat huomattavasti; pienimmät alueet ovat alle 1 km² ja suurin pohjavesialue on pinta-alaltaan noin 21 km². Alueiden laskennallinen antoisuus vaihtelee 40 ja 16 500 m³ välillä vuorokaudessa.



Kuva 14. Selvityksessä mukana olleet Pirkanmaan ympäristökeskuksen pohjavesialueet.

Pirkanmaan ympäristökeskuksen alueelta torjunta-aineita tutkittiin 22 pohjavesialueelta, joiden kokonaispinta-ala vaihteli 66–2096 hehtaarin välillä (Liite 5). Pohjavesialueiden yleisimpiä maankäyttömuotoja ovat metsätalous (5–78 %), peltoviljely (0–73 %), asutus (haja-asutus 1–35 %, taajama-asutus 0–11 %) ja vesistöt (0–34 %). Lisäksi joillakin pohjavesialueilla on huomattavan paljon maa-ainesten ottoa (0–9 %), teollisuus- tai varastoalueita (0–9 %), ja virkistysalueita (0–5 %). Pohjavesialueista viidellä on rautateitä ja jokaisella alueella kulkee maanteitä. Pohjavesialueilla sijaitsevien vedenottamoiden vesijohtoverkkoon jakamat vesimäärät vaihtelevat 25–5598 m³ välillä vuorokaudessa. Hämeenkyrön Miharin ja Oriveden Naarajoen vedenottoilta ei ole vedenottoa (Liite 5).

Selvityksessä mukana olleilta 22 pohjavesialueelta torjunta-aineita todettiin pohjavedestä kahdeksalta alueelta, mikä on 37 % kaikista tutkituista alueista (Kuva 14, Taulukko 16). Torjunta-ainepitoisuus ylitti raja-arvon kolmella pohjavesialueella, jotka sijaitsivat Tampereella ja Kylmäkoskella. Kolmella pohjavesialueella (Tampere, Virrat ja Ylöjärvi) esiintyi torjunta-aineita yli määrittäjärajan, mutta alle 0,10 µg/l suuruisina pitoisuuksina. Lisäksi torjunta-aineita todettiin kahdella pohjavesialueella Urjalassa ja Virroilla. Pirkanmaan ympäristökeskuksen alueelta selvityksessä mukana olleista pohjavesialueista 14:lla ei havaittu torjunta-aineita.



Kuva 15. Torjunta-aineiden esiintyminen Pirkanmaan ympäristökeskuksen alueen 27 pohjavesinäytteenä (A) ja 22 pohjavesialueella (B).

Pirkanmaan ympäristökeskuksen alueelta tutkituista 27 näytteestä torjunta-aineita todettiin 10 näytteessä, mikä on 37 % kaikista alueelta tutkituista näytteistä (Kuva 15, Taulukko 16). Simatsiinia, terbutylatsiinia tai BAM todettiin 7 % näytteistä alle määrittämissä suuruisina pitoisuuksina. Yli määrittämissä, mutta alle 0,10 µg/l pitoisuuksina todettiin terbutylatsiinia, atratsiinia sekä DEA:a ja BAM:a. Näytteissä esiintyi edellisten yhdisteiden lisäksi heksatsinonia, simatsiinia, DEDIA:a ja DIA:a. BAM:n pitoisuus pohjavedessä ylitti asetetun (0,10 µg/l) raja-arvon Kylmäkoskella ja kahdessa näytteessä Tampereella, eli yhteensä 11 %:ssa otetuista näytteistä.

Kylmäkoskella Pappilan vedenottamon kaivossa BAM:n pitoisuus (0,13 µg/l) ylitti asetetun raja-arvon (Taulukko 16). Vedenottamolta johdetaan vesijohtoverkostoon talousvettä 130 m³ vuorokaudessa (Liite 5). Pohjavesialueella maankäyttömuotoja ovat mm. metsätalous, peltoviljely, haja-asutus, sekä hautausmaa. Pohjavesialueella on vähän maanteitä eikä ollenkaan rautateitä (Liite 5).

Tampereen Aakkulanharjun pohjavesialueella esiintyi BAM:a yli talousvedelle asetetun raja-arvon 0,10 µg/l Messukylän vedenottamolla (0,22 µg/l), ja lisäksi vedestä mitattiin heksatsinonia. **Epilänharju-Villilä A:n** pohjavesialueella Hyhkyn vedenottamon raakavedestä todettiin BAM:a 0,1 µg/l (Taulukko 16). Lisäksi vedenottamon raakavedestä todettiin heksatsinonia, atratsiinia, simatsiinia ja terbutylatsiinia sekä DEA:a, DIA:a ja DEDIA:a. Messukylän vedenottamolta johdetaan vesijohtoverkostoon talousvettä 5598 m³ ja Hyhkyn vedenottamolta 1943 m³ vuorokaudessa (Liite 5). Tampereen vesilaitoksella otettiin käyttöön aktiivihiilisuodatus, joka poistaa torjunta-aineet talousvedestä. Tampereen pohjavesialueiden maankäyttömuotoja ovat mm. metsätalous, haja- ja taajama-asutus (kaupunkialue), teollisuus- tai varastoalue, vesistöt ja virkistysalueet. Epilänharju-Villilä A:n pohjavesialueella kulkee rautatietä noin viisi kilometriä. Lisäksi ko. pohjavesialueella sijaitsee ratapiha, huoltoasema, sekä maanteitä ja risteysalueita. Akkulanharjun pohjavesialueella sijaitsee golf-kenttä, PIMA-alue, hautausmaa ja yritystoimintaa, mm. huoltamoja (Liite 5).

Taulukko 16.

Torjunta-aineiden esiintyminen ja pitoisuudet Pirkanmaan ympäristökeskuksen alueen tutkituissa pohjavesissä.

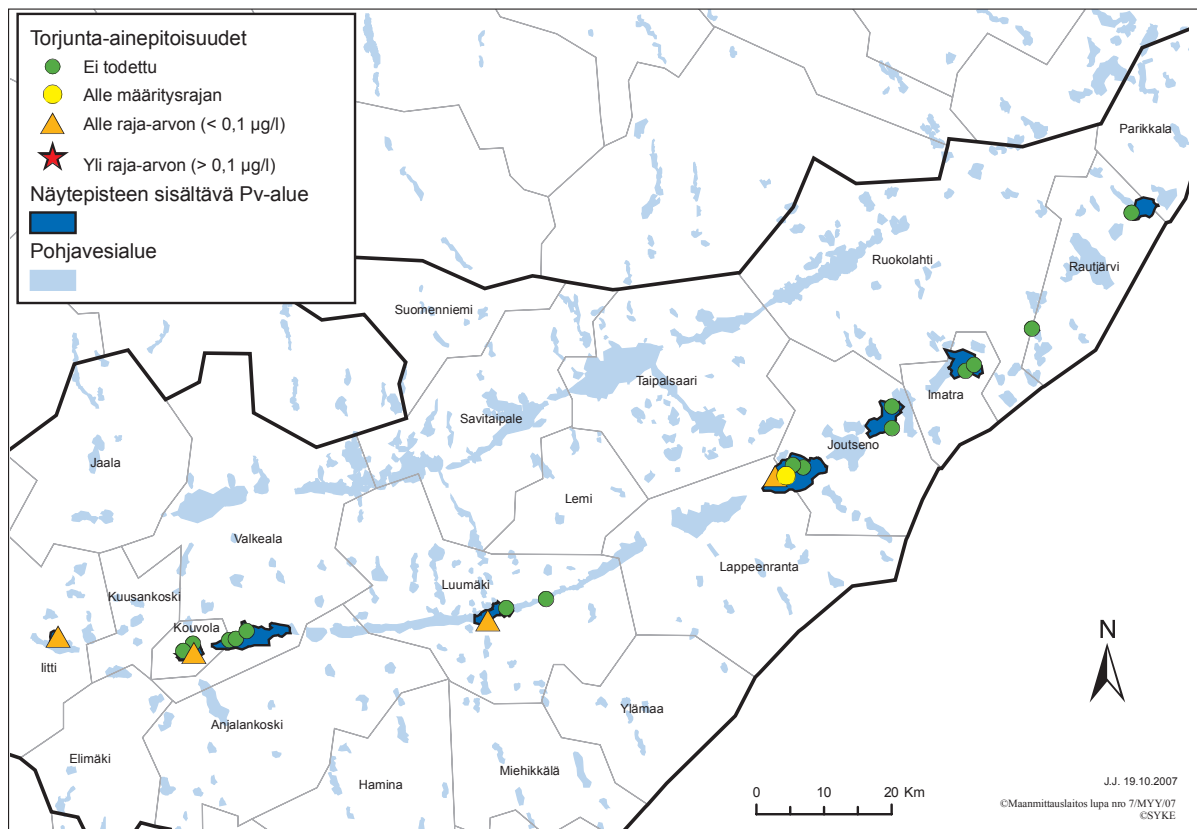
Kunta / Pohjavesialue	Havaintopaikka	Pvm	µg/l															
			Atrat-siini	BAM	DEA	DEDIA	DIA	Heksa-tsinoni	Simat-siini	Meko-proppi	Terbutyl-atsiini	Benta-tsoni	Broma-siili	Diklo-proppi	Propat-siini	Glyfo-saatti	AMPA	Yhteensä
Hämeenkyrö																		
0210802 Mannanmäki	Enonlähteen vo	07/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
0210808 Mihari	Miharin vo	08/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ikaalinen																		
0214302 Heiniöstö	Heinistön vo	08/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
Kylmäkoski																		
0431001 B Kylmäkoski	Pappilan vo	09/04	0	0,13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0,13
Lempäälä																		
0441801 C Lempäälä-Mäyhäjärvi	Sotavallan vo	08/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
Nokia																		
0453601 A Maatialanharju	Vihnusjärven vo	08/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
Orivesi																		
0456202 Hirtolahti	Hirtolahden vo.	07/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
0456204 Oriveden keskusta	Naarajoen vo	07/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
Pälkäne																		
0463551 A Isokangas-Syrjänharju	Kinnalan vo	08/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
Ruovesi																		
0470201 Jäminkipohja	Jäminkipohjan vo	08/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
0470203 A Kirkkokangas	Kirkonkylän vo	08/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
Tampere																		
0483701 Aakkulanharju	Messukylän vo	07/04	0	0,22	0	0	0	< 0,02	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0,22
0483702 A Epilänharju-Villilä	Hyhkyn vo	07/04	< 0,005	0,1	< 0,02	< 0,1	< 0,02	0,02	< 0,01	0	< 0,005	0	0	0	0	-	-	0,12
0483702 B Epilänharju-Villilä	Mustalammen vo	08/04	< 0,005	0,05	0	0	0	0	0	0	< 0,005	0	0	0	0	-	-	0,05
Urjala																		
0488701 Laukeala	Laukeelan vo	08/04	0	< 0,02	0	0	0	0	< 0,01	0	0	0	0	0	0	-	-	tod.
Valkeakoski																		
0490801 B Sääskmäki	Kemmolan vo.	08/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
Vammala																		
0291202 A Sammaljoki	Sammanjoen vo	08/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0

Kunta / Pohjavesialue	Havaintopaikka	Pvm	µg/l																
			Atrat- siini	BAM	DEA	DEDIA	DIA	Heksa- tsinoni	Simat- siini	Meko- proppi	Terbutyl- atsiini	Benta- tsoni	Broma- siili	Diklo- proppi	Propat- siini	Glyfo- saatti	AMPA	Yhteensä	
Vilppula																			
049330I Rautainharju	Pynnöskylän vo	08/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	
Virrat																			
049360I Puttosarju	Kankaan vo	09/04	< 0,005	0,02	0	0	0	0	< 0,01	0	0,02	0	0	0	0	-	-	0,04	
	Puttosarjun vo	09/04	0,005	0,07	0	0	0	0	< 0,01	0	0,02	0	0	0	0	0	0	0,095	
049365I Piili	Kotalan vo	08/04	0	0	0	0	0	0	0	0	< 0,005	0	0	0	0	-	-	tod.	
Ylöjärvi																			
049805I Ylöjärvenharju	Pinsiön taimitarhan vo	07/04	0,08	0,08	0,04	< 0,1	< 0,02	< 0,02	< 0,01	0	0,02	0	0	0	0	-	-	0,22	
	Pinsiön vo	07/04	0,02	0,05	0,02	< 0,1	< 0,02	< 0,02	0	0	0,005	0	0	0	0	-	-	0,095	
	Ahveniston vo	08/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	
	Julkujärven vo	08/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	
	Saurion vo	08/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	
Äetsä																			
029880I B Kinnala	Kinnalan vo	08/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	

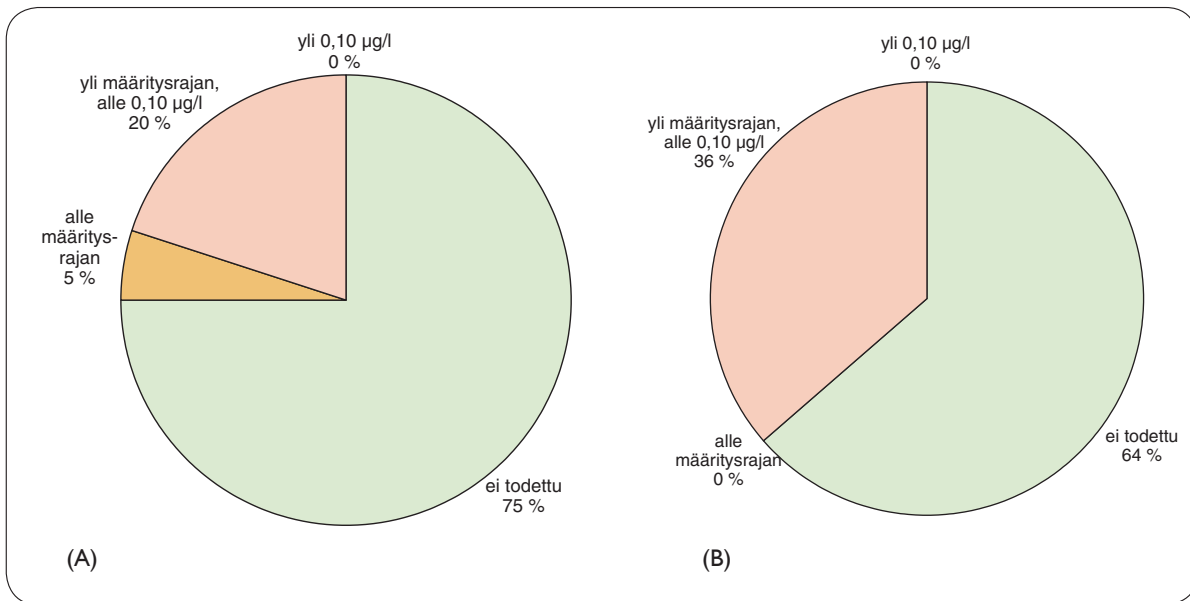
Kaakkois-Suomen ympäristökeskus

Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen alueella selvityksessä mukana olleet pohjavesialueet sijoittuivat kaikki Ensimmäiselle Salpausselälle. Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen alueella on yhteensä 473 pohjavesialuetta, joista vedenhankintaa varten tärkeitä on 131 kappaletta, vedenhankintaan soveltuvia 143 aluetta ja muita pohjavesialueita (luokka III) yhteensä 199 kappaletta. Pohjavesialueiden kokonaispinta-alat vaihtelevat huomattavasti; pienimmät alueet ovat alle 1 km² ja suurin pohjavesialue on pinta-alaltaan noin 55 km². Alueiden laskennallinen antoisuus vaihtelee noin 30 ja 32 000 m³ välillä vuorokaudessa.

Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen alueelta torjunta-aineita tutkittiin yhteensä 11 pohjavesialueelta, joiden kokonaispinta-alat vaihtelevat 54–3349 hehtaarin välillä (Kuva 16, Liite 6). Pohjavesialueiden yleisin maankäyttömuoto on metsätalous (48–94 %). Lisäksi alueilla on asutusta (haja-asutus 1–19 %, taajama-asutus 0–4 %, loma-asutus 0–12 %), peltoviljelyä (4–13 %), teollisuus- ja varastoalueita (0–9 %) ja vesistöjä (1–11 %). Maanteitä sijaitsee useimmilla pohjavesialueilla ja rautatie kulkee viidellä pohjavesialueella. Pohjavesialueiden vedenottamoiden vesijohtoverkostoon johtamat talousvesimäärät vaihtelevat 85–4208 m³ vuorokaudessa. Joutsenossa Ahvenlammen ja Valkealassa Utin varuskunnan vedenottoilta ei oteta vettä talousvesikäyttöön (Liite 6).



Kuva 16. Selvityksessä mukana olleet Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen pohjavesialueet.



Kuva 17. Torjunta-aineiden esiintyminen Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen alueen 20 pohjavesinäytteessä (A) ja 11 pohjavesialueella (B).

Selvityksessä mukana olleilta 11 pohjavesialueelta torjunta-aineita todettiin yhteensä neljältä, eli 36 % kaikista selvityksessä mukana olleista pohjavesialueista (Kuva 17, Taulukko 17). Talousveden 0,10 µg/l raja-arvon ylittäviä torjunta-ainepitoisuuksia ei kuitenkaan todettu tutkituilla pohjavesialueilla. Torjunta-ainepitoisuus ylitti pohjavedessä määritysrajan, mutta oli alle 0,10 µg/l iitissä Arolan, Joutsenossa Joutsenonkan-kaan, Kouvolassa Tornionmäen ja Luumäellä Taavetin pohjavesialueilla. Seitsemältä tutkimuksessa mukana olleelta pohjavesialueelta ei todettu torjunta-aineita tai niiden hajoamistuotteita. Tutkituista 20 näytteestä torjunta-aineita todettiin viidessä, joka on 25 % kaikista alueelta tutkituista näytteistä. Pohjavedestä todettuja torjunta-aineita olivat atratsiini, simatsiini ja niiden hajoamistuote DEA, ja bentatsoni.

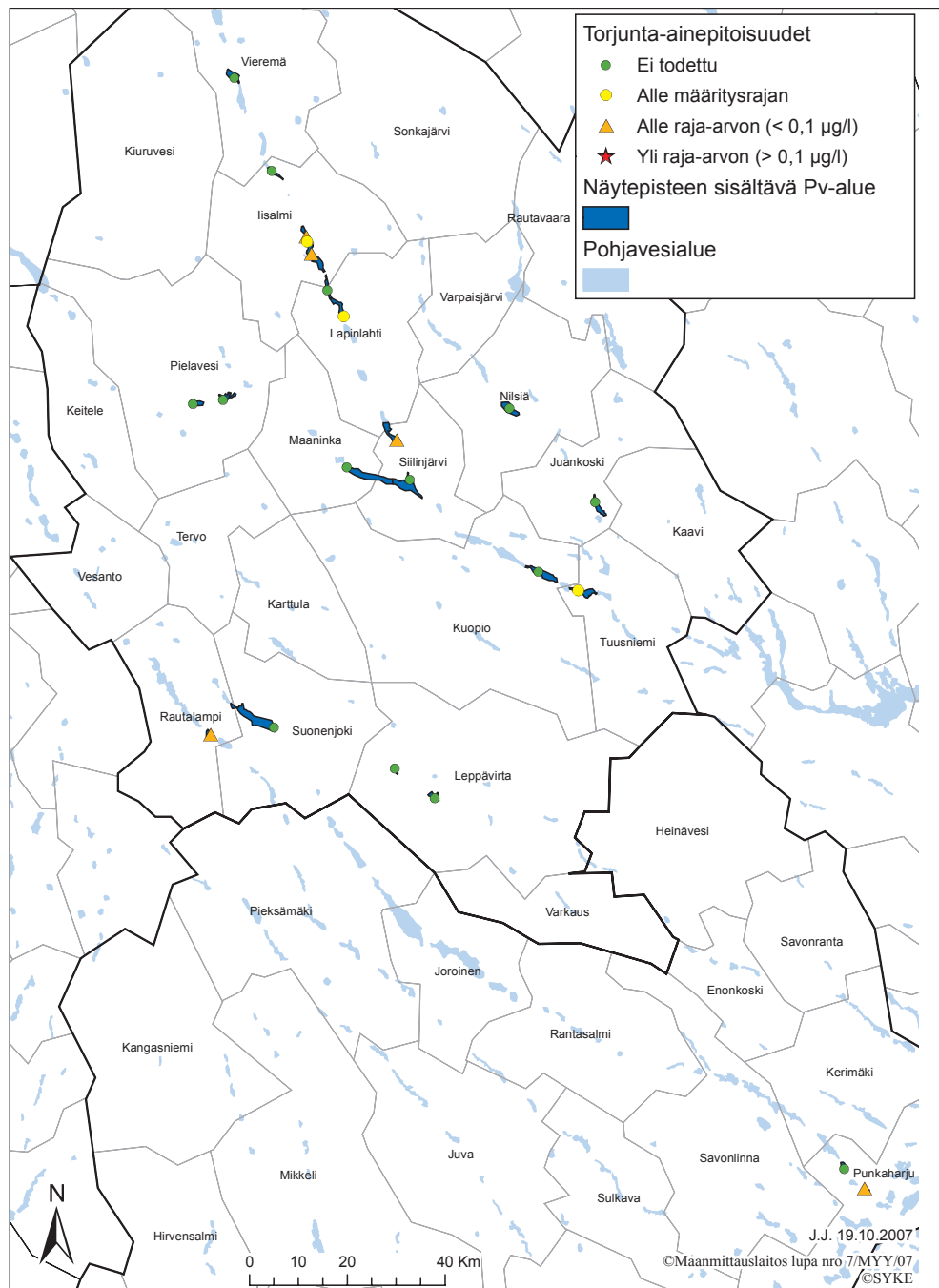
Taulukko 17.

Torjunta-aineiden esiintyminen ja pitoisuudet Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen alueen tutkituissa pohjavesissä.

Kunta / Pohjavesialue	Havaintopaikka	Pvm	Atrat-	DEA	DEDIA	DIA	Heksa-	Simat-	Meko-	Terbutyl-	Benta-	Broma-	Diklo-	Propat-	Yhteensä	
			siini													tsiini
Iitti																
0514205 Arola	Arola	Arolahden ottamo	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04	0	0	0	0,04
Imatra																
0515351	Vesioronkangas	Hiekkoinlahden vedenottamo	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Joutseno																
0517351 A	Joutsenonkangas	Ilottulan vo, kaivo I	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0,01
		Puslamäen vo, kaivo 3	06/03	< 0,005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	tod.
		Ahvenlammen vo	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Peräsuonniityn vo	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0517301	Tiurinniemi	Korvenkylän vo	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Rauhan ottamo	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kouvola																
05286019	Tornionmäki	Valio, Tehontie	06/03	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0,01
		Käyrälammen pohjavesi-	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		pumppaamo, PI														
		Valansuon pohjavesipumppaamo	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luumäki																
0544103	Kaunisranta	Jurvalan vedenottamo	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0544112	Rantsilanmäki	Taavetin lomakylä	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0544101	Taavetti	Taavetin vedenottamo	06/03	0,01	< 0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01
Rautjärvi																
0558051	Laikko	Simpleen vo	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0568902 A	Tulilampi	Aseman seudun vo	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ruokolahti																
0515351	Vesioronkangas	Huhtasenkylän vedenottamo	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valkeala																
0590906	Utti	Haukkajärven tekopohjavesilaitos	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Utin varuskunnan vedenottamo	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Utti Kaivo 3	06/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Etelä- ja Pohjois-Savon ympäristökeskus

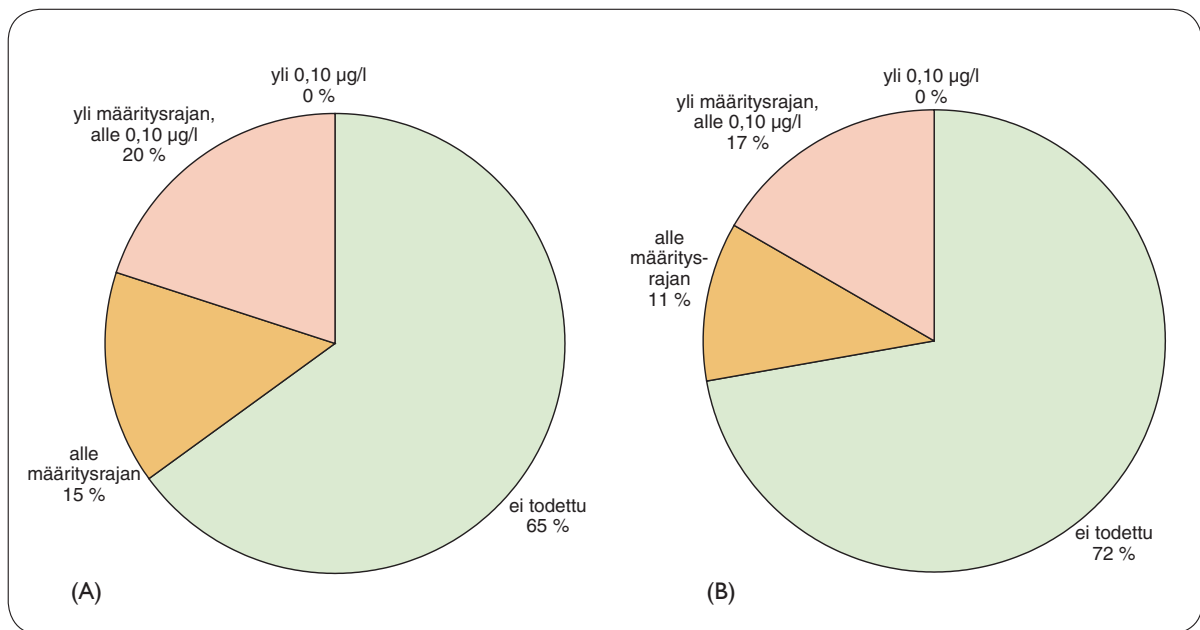
Etelä- ja Pohjois-Savon ympäristökeskusten alueilla selvityksessä mukana olleet pohjavesialueet edustavat alueille tyypillisiä pitkittäisharjuja. Pohjois-Savon ympäristökeskuksen alueella on yhteensä 390 pohjavesialuetta, joista vedenhankintaa varten tärkeitä on 108 kappaletta, vedenhankintaan soveltuvia 66 aluetta ja muita pohjavesialueita (luokka III) yhteensä seitsemän kappaletta. Vastaavasti Etelä-Savon ympäristökeskuksen alueella on 209 pohjavesialuetta, joista vedenhankintaa varten tärkeitä on 59 kappaletta, vedenhankintaan soveltuvia 84 aluetta ja muita pohjavesialueita (luokka III) yhteensä 66 kappaletta. Pohjavesialueiden kokonaispinta-alat



Kuva 18. Selvityksessä mukana olleet Etelä- ja Pohjois-Savon ympäristökeskuksen pohjavesialueet.

vaihtelevat huomattavasti; pienimmät alueet ovat alle 1 km² ja suurin pohjavesialue on pinta-alaltaan noin 24 km². Pohjavesialueiden laskennallinen antoisuus vaihtelee Etelä- ja Pohjois-Savon ympäristökeskusten alueella noin 40 ja 35 000 m³ välillä vuorokaudessa.

Etelä- ja Pohjois-Savon ympäristökeskuksien alueilta torjunta-aineita tutkittiin yhteensä 20 pohjavesialueelta, joiden kokonaispinta-alat vaihtelivat 82–1438 hehtaarin välillä (Liite 7). Pohjavesialueiden yleisimpiä maankäyttömuotoja ovat metsätalous (33–87 %) ja peltoviljely (0–25 %). Alueilla on haja-asutusta (1–22 %), vesistöjä (0–21 %) ja myös maa-ainesten ottoa (0–9 %). Kaikilla pohjavesialueilla on maanteitä ja kahdeksalla kulkee rautatie. Pohjavesialueiden vedenottamoiden vesijohtoverkoston johtamat vesimäärät ovat 0–1846 m³/d (Liite 7).



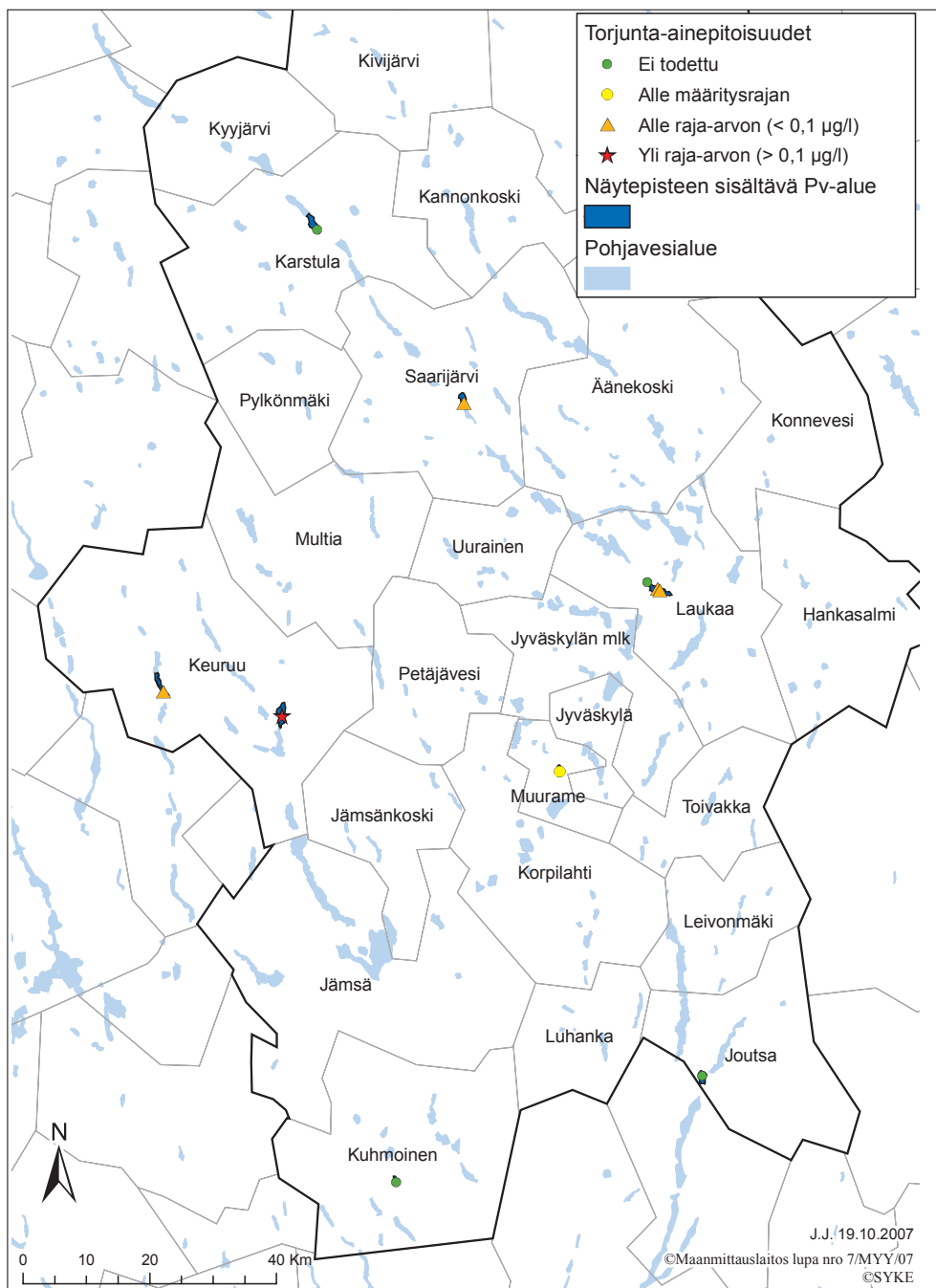
Kuva 19. Torjunta-aineiden esiintyminen Pohjois-Savon ympäristökeskuksen alueen 22 pohjavesinäytteessä ja 18 pohjavesialueella.

Selvityksessä oli mukana yhteensä 20 pohjavesialuetta; 18 kappaletta Pohjois-Savon ja 2 Etelä-Savon ympäristökeskuksen alueelta. Etelä-Savon ympäristökeskus on selvittänyt laajemmin omassa tutkimuksessaan tärkeimpien vedenottamoidensa torjunta-ainepitoisuudet (Ylönen, 2005). Tämän selvityksen yhteydessä torjunta-aineita todettiin kuudella pohjavesialueella, mikä on 30 % kaikista tutkimuksessa mukana olleista alueista (Kuvat 18 ja 19, Taulukko 18). Yli määrittärajän, mutta alle 0,10 µg/l raja-arvon pitoisuuksina torjunta-aineita todettiin Iisalmen Peltosalmi-Ohenmäeltä, Punkaharjun Punkasalmelta ja Rautalammin Tallinniemieltä. Edellisten lisäksi alle määrittärajän suuruisia torjunta-ainepitoisuuksia todettiin kahdella pohjavesialueella. Asetetun (0,10 µg/l) raja-arvon ylittäviä torjunta-ainepitoisuuksia ei kuitenkaan pohjavedestä todettu. Torjunta-aineita ei havaittu 14 tutkitulla pohjavesialueella.

Tutkituista 22 näytteestä torjunta-aineita todettiin kahdeksassa, joka on 36 % kaikista alueelta tutkituista näytteistä. Pohjavedestä todettuja torjunta-aineita olivat atratsiini, simatsiini ja niiden hajoamistuotteet DEA, DIA ja DEDIA, propatsiini, hajoamistuote desetyyliterbutylatsiini, bromasiili ja BAM.

Keski-Suomen ympäristökeskus

Keski-Suomen ympäristökeskuksen alueella selvityksessä mukana olleet pohjavesialueet edustavat pääosin Järvi-Suomen alueelle tyypillisiä kohomuotoisia pitkäikäisiä harjuja. Keski-Suomen ympäristökeskuksen alueella on yhteensä 294 pohjavesialuetta, joista vedenhankintaa varten tärkeitä on 146 kappaletta, vedenhankintaan soveltuvia 65 aluetta ja muita pohjavesialueita (luokka III) yhteensä 83 kappaletta. Pohjavesialueiden kokonaispinta-alat vaihtelevat huomattavasti; pienimmät alueet ovat alle 1 km² ja suurin pohjavesialue on pinta-alaltaan noin 16 km². Alueiden laskeutuminen vaihtelee noin 10 ja 15 000 m³ välillä vuorokaudessa.

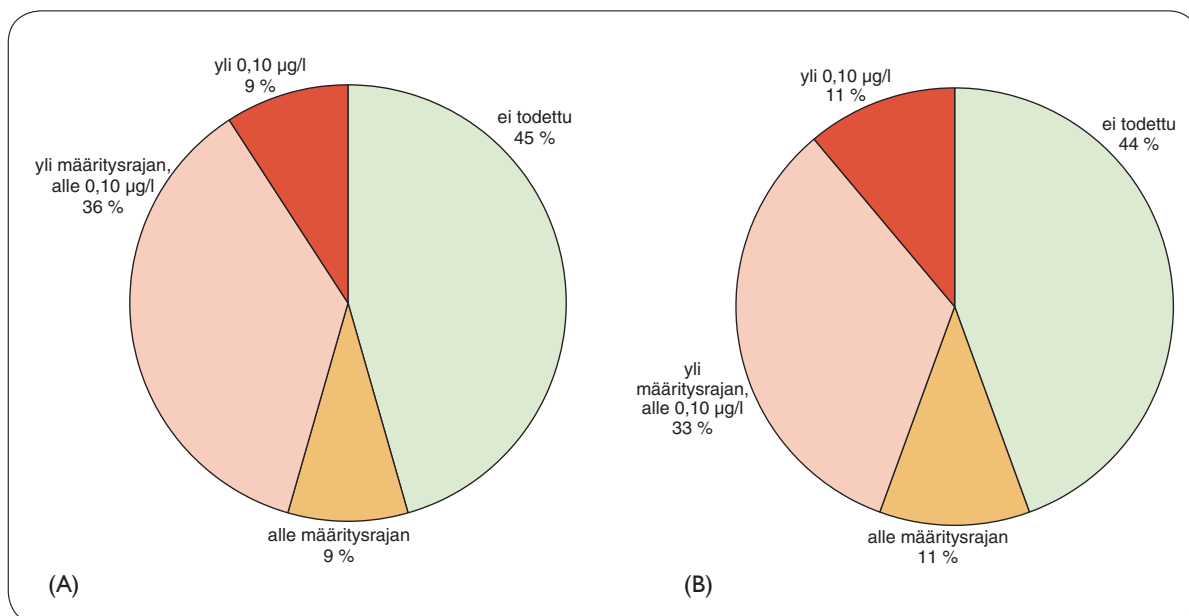


Kuva 20. Selvityksessä mukana olleet Keski-Suomen ympäristökeskuksen pohjavesialueet.

Keski-Suomen ympäristökeskuksen alueelta otettiin pohjavesinäytteitä yhteensä 9 pohjavesialueelta, joiden kokonaispinta-alat vaihtelivat 59–277 ha välillä (Liite 8). Pohjavesialueiden yleisimpiä maankäyttömuotoja ovat metsätalous (27–83 %) ja peltoviljely (0–37 %). Alueella on haja-asutusta (0–22 %), maa-ainesten ottoa (0–16 %), vesistöjä (0–12 %) ja teollisuus tai varastoaluetta (0–7 %). Maanteitä on kaikilla tutkituilla pohjavesialueilla ja rautateitä kulki viidellä tutkituista pohjavesialueista. Tutkituilla pohjavesialueilla sijaitsevilta vedenottamoilta johdetaan vesijohtoverkostoon talousvettä 0–1101 m³ vuorokaudessa (Liite 8).

Selvityksessä mukana olleilta 9 pohjavesialueelta torjunta-aineita todettiin viidellä, mikä on 56 % kaikista tutkituista alueista (Kuvat 20 ja 21, Taulukko 19). Tutkituista 11 raakavesinäytteestä torjunta-aineita todettiin kuudessa, eli 55 % kaikista tutkituista näytteistä. Keuruun Kalettoman pohjavesialueella todettiin heksatsinonia tasan talousveden raja-arvon 0,10 µg/l suuruisen pitoisuus pohjavedessä. Keuruun Haapamäen, Laukaan ja Saarijärven Voudinniemen pohjavesialueilla esiintyi torjunta-aineita yli määritysrajan mutta alle talousveden 0,10 µg/l raja-arvon suuruisina pitoisuuksina. Lisäksi Muuramen Rannankylän pohjavesialueella todettiin torjunta-aineita, mutta vain alle määritysrajan suuruisia pitoisuuksia. Näillä alueilla pohjavedestä havaittuja torjunta-aineita olivat atratsiini, simatsiini, terbutylatsiini, tai hajoamistuotteet DEA, DIA tai desetyyliterbutylatsiini, heksatsinoni ja BAM.

Keuruun Kalettoman pohjavedestä todettiin heksatsinonia raja-arvon (0,10 µg/l) suuruisena pitoisuutena ja lisäksi myös yli määritysrajan suuruisena pitoisuutena atratsiinia ja sen hajoamistuotetta DEA, sekä terbutylatsiinia ja sen hajoamistuotetta desetyyliterbutylatsiinia (Taulukko 19). Kalettoman vedenottamolta otetaan vettä 475 m³ vuorokaudessa (Liite 8). Yleisin yksittäinen maankäyttömuoto pohjavesialueella on metsätalous. Asutusta ja vesistöjä on pohjavesialueen pinta-alasta muutama prosentti, maanteitä ja rautateitä kulkee pohjavesialueella muutama kilometri.



Kuva 21. Torjunta-aineiden esiintyminen Keski-Suomen ympäristökeskuksen alueen II pohjavesinäytteessä (A) ja 9 pohjavesialueella (B).

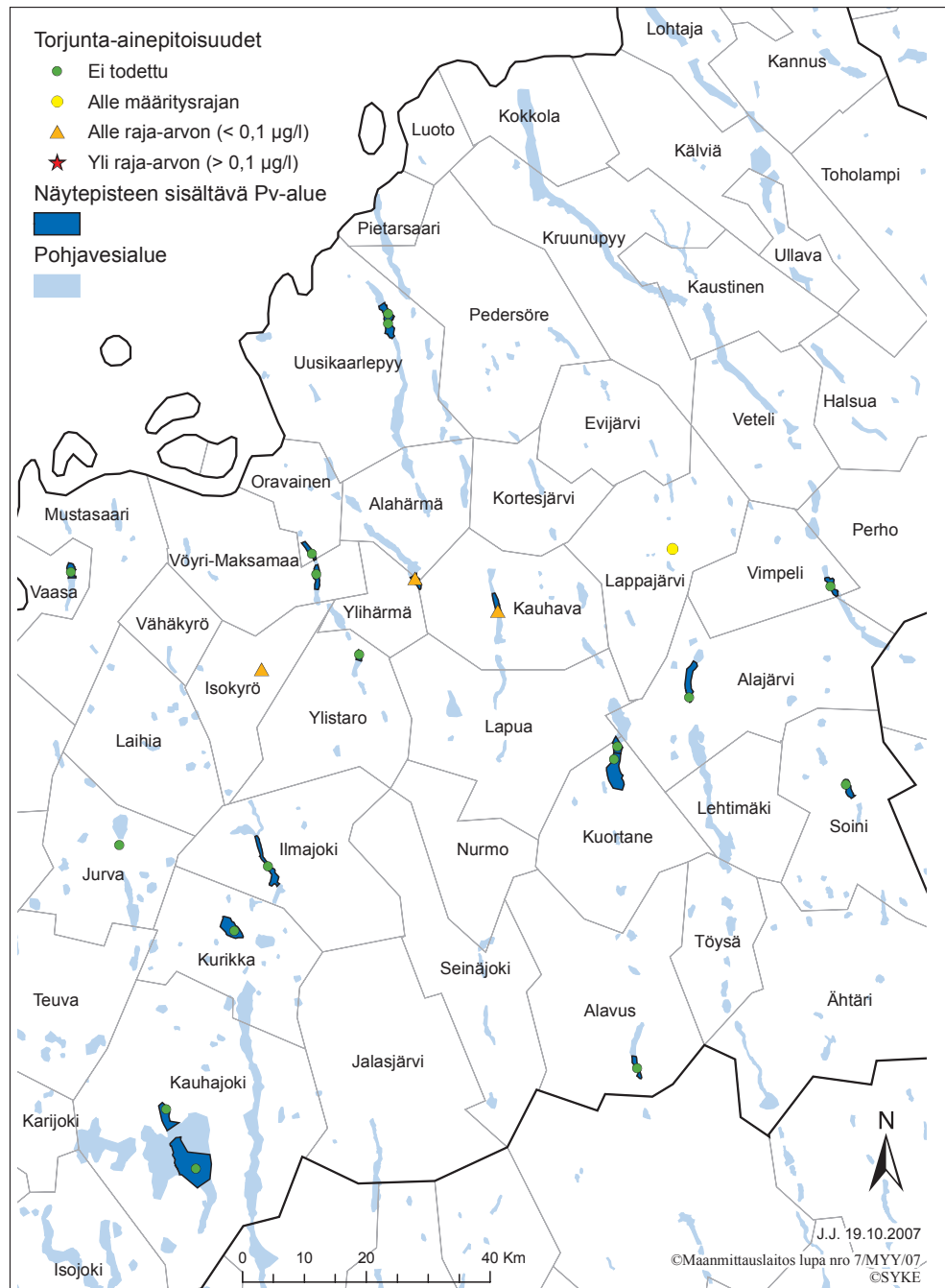
Taulukko 19.

Torjunta-aineiden esiintyminen ja pitoisuudet Keski-Suomen ympäristökeskuksen alueen tutkituissa pohjavesissä.

Kunta / Pohjavesialue	Havaintopaikka	Pvm	µg/l														Yhteensä
			Atrat-siini	BAM	DEA	DEDIA	DIA	Heksa-tsinoni	Simat-siini	Meko-proppi	Benta-toni	Broma-siili	Terbutyl-atsiini	Desetyyli-terbutylat-siini	Diklo-proppi	Propat-siini	
Joutsa																	
0917202 Pekkanen	Pekkasen vedenottamo	09/05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Karstula																	
0922601 Pönkä	Pöngän vedenottamo	09/05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Keuruu																	
0924905 Kaleton	Kalettoman vedenottamo	09/05	0,03	0	0,02	0	0	0,1	0	0	0	0	0,04	0,02	0	0	0,21
0924909 Haapamäki	Haapamäen vedenottamo	09/05	0	0	0	0	0	0,03	0	0	0	0	0,04	0	0	0	0,07
Keuruu/Virrat																	
0493651 Piili	Kotalan vedenottamo	09/05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kuhmoinen																	
0929101 Mällykäinen	Mällykäisen vedenottamo	09/05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Laukaa																	
0941001 Laukaa	Paviljongin vedenottamo	09/05	0,04	0	0,02	0	< 0,02	0	< 0,01	0	0	0	0	0	0	0	0,06
	Sulkusillan vedenottamo	09/05	0,05	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
	Toramäen vedenottamo	09/05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Muurame																	
0950003 Rannankylä	Muureme Golf Oy:n kaivo	09/05	0	< 0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	tod.
Saarijärvi																	
0972901 Voudinniemi	Voudinniemen vedenottamo	09/05	0,01	0	0,03	0	0	0,03	0	0	0	0	0	< 0,01	0	0	0,07

Länsi-Suomen ympäristökeskus

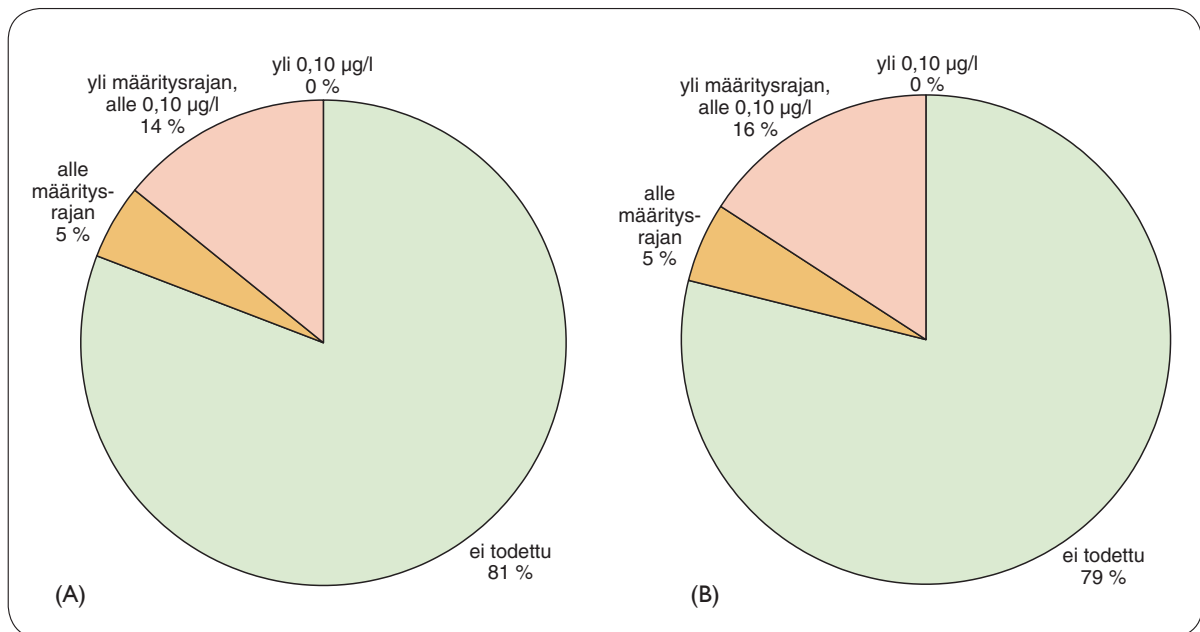
Länsi-Suomen ympäristökeskuksen alueella selvityksessä mukana olleet pohjavesialueet edustavat pääosin alueelle tyypillisiä matalia, osittain savenalaisia pitkäikäisiä harjuja. Länsi-Suomen ympäristökeskuksen alueella on yhteensä 493 pohjavesialuetta, joista vedenhankintaa varten tärkeitä (luokka I) on 392 kappaletta, vedenhankintaan soveltuvia (luokka II) 93 aluetta ja muita pohjavesialueita (luokka III) yhteensä 8 kappaletta. Pohjavesialueiden kokonaispinta-alat vaihtelevat huomattavasti; pienimmät alueet ovat alle 1 km² ja suurin pohjavesialue on pinta-alaltaan noin 30 km². Alueiden laskennallinen antoisuus vaihtelee noin 10 ja 11 700 m³ välillä vuorokaudessa.



Kuva 22. Selvityksessä mukana olleet Länsi-Suomen ympäristökeskuksen pohjavesialueet

Länsi-Suomen ympäristökeskuksen alueelta torjunta-aineiden esiintymistä pohjavedessä tutkittiin 19 pohjavesialueelta. Tutkittujen pohjavesialueiden kokonaispinta-alat vaihtelivat 37–2995 ha välillä (Liite 9). Pohjavesialueiden yleisimpiä maankäyttömuotoja ovat metsätalous (5–92 %) ja peltoviljely (3–81 %). Lisäksi alueilla on haja-asutusta (0–12 %) ja maa-ainesten ottoa (0–18 %). Pohjavesialueista kolmella ei ole maanteitä, kun taas neljällä pohjavesialueella maanteitä kulkee yli 5 kilometriä. Rautatie kulkee yhdellä pohjavesialueella 2,7 kilometriä. Pohjavesialueilla olevien vedenottamoiden vesijohtoverkostoon johtamat vesimäärät vaihtelivat 113–2521 m³ välillä vuorokaudessa. (Liite 9).

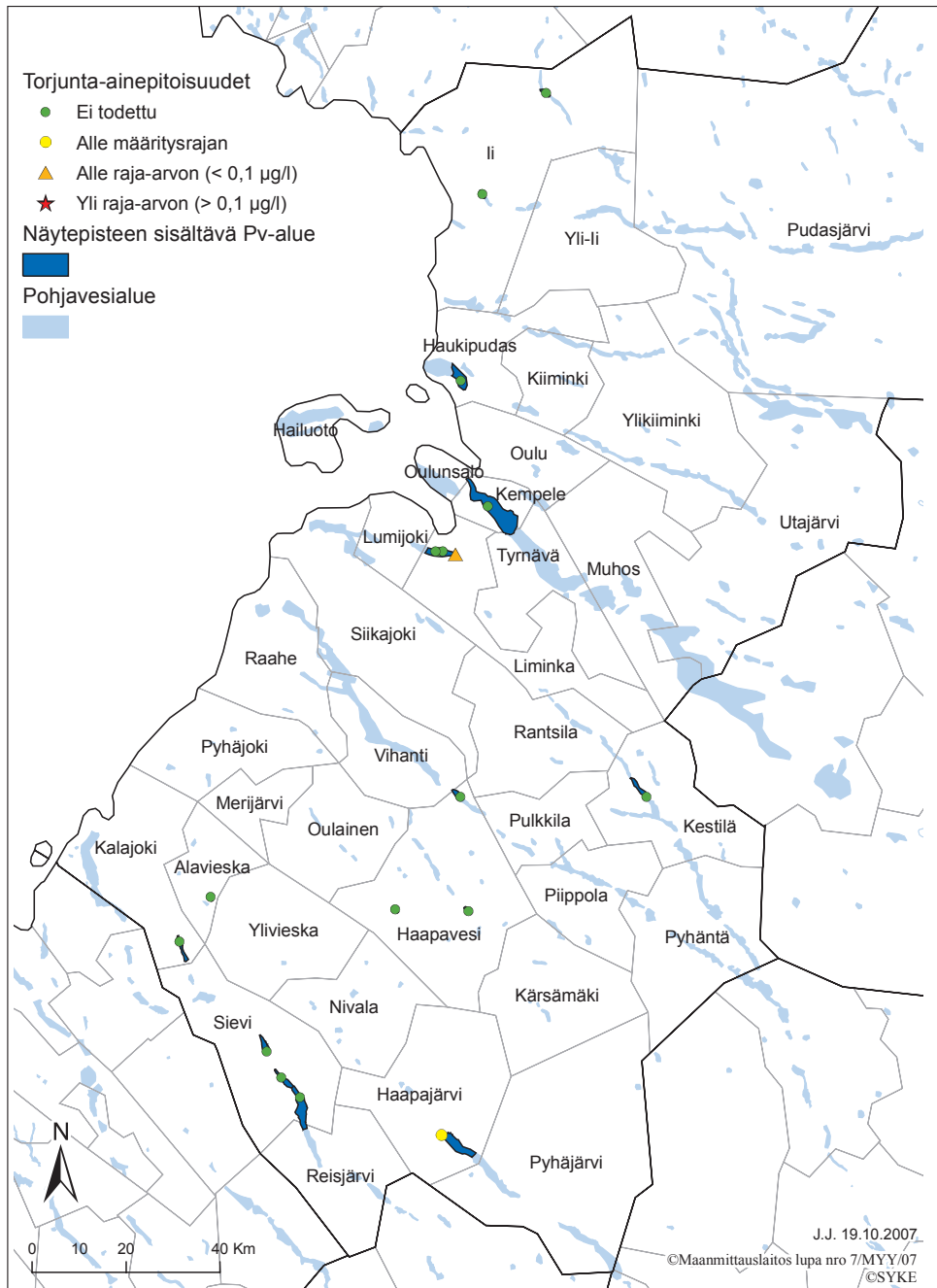
Selvityksessä mukana olleilta 19 pohjavesialueelta torjunta-aineita todettiin 4 alueella, mikä on 21 % kaikista tutkituista alueista (Kuvat 22 ja 23, Taulukko 20). Yli 0,10 µg/l suuruisia torjunta-ainepitoisuuksia ei todettu tutkituilla pohjavesialueilla. Torjunta-aineita esiintyi yli määrittäysrajan, mutta alle 0,1 µg/l raja-arvon pitoisuuksina Isonkyrön Suolaisen, Kauhavan Nahkalan ja Ylihärmän Pöyhösenkangas A:n pohjavesialueilla. Lappajärven Rajaniemen pohjavesialueella todettiin torjunta-aineita alle määrittäysrajan suuruisena pitoisuutena. Tutkituista 21 näytteestä torjunta-aineita todettiin neljässä näytteessä, mikä on 19 % kaikista tutkituista näytteistä. Pohjavedestä todettuja torjunta-aineita olivat atratsiini ja sen hajoamistuote DEA, desetyylliterbutylatsiini, mekopropi, dikloproppi, sekä klooritiamidin ja diklobeniilin hajoamistuote BAM.



Kuva 23. Torjunta-aineiden esiintyminen Länsi-Suomen ympäristökeskuksen alueen 21 pohjavesinäytteessä (A) ja 19 pohjavesialueella (B).

Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus

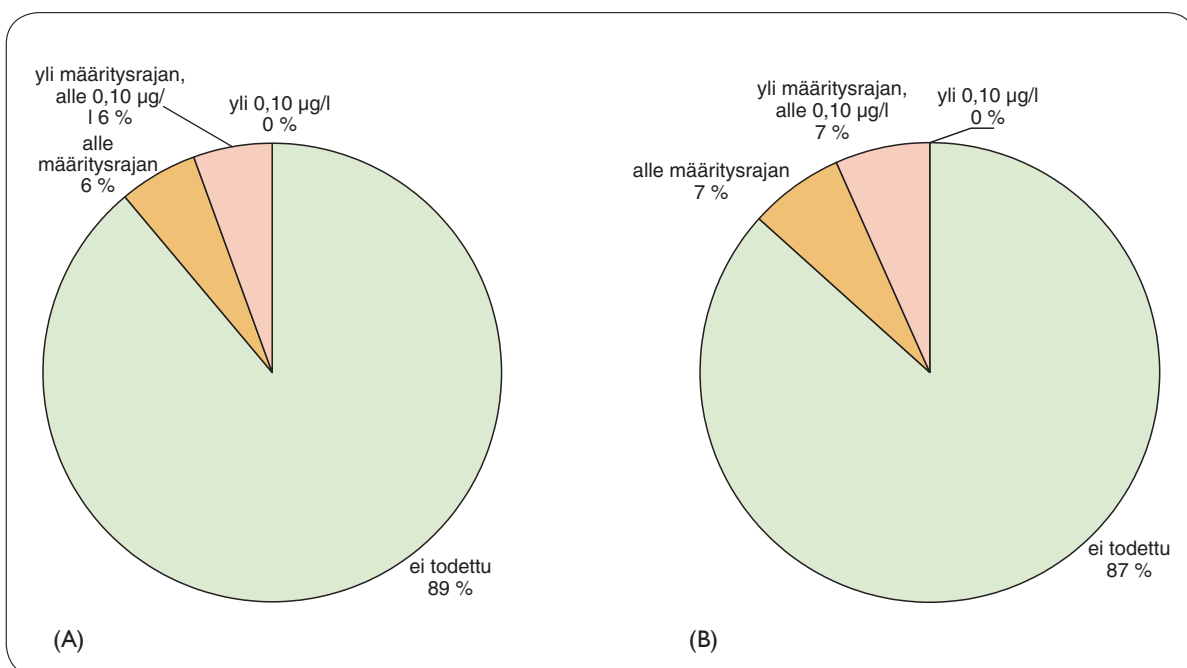
Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksen alueella selvityksessä mukana olleet pohjavesialueet edustavat pääosin alueelle tyypillisiä pitkittäisharjuja. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksen alueella on yhteensä 424 pohjavesialuetta, joista vedenhankintaa varten tärkeitä (luokka I) on 209 kappaletta, vedenhankintaan soveltuvia (luokka II) 100 aluetta ja muita pohjavesialueita (luokka III) yhteensä 115 kappaletta. Pohjavesialueiden kokonaispinta-alat vaihtelevat huomattavasti; pienimmät alueet ovat alle 1 km² ja suurin pohjavesialue on pinta-alaltaan noin 45 km². Alueiden laskennallinen antoisuus vaihtelee noin 10 m³ ja 20 000 m³ välillä vuorokaudessa.



Kuva 24. Selvityksessä mukana olleet Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksen pohjavesialueet.

Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksen alueelta torjunta-aineiden esiintymistä tutkittiin 15 pohjavesialueelta. Tutkimuksessa mukana olleiden pohjavesialueiden kokonaispinta-alat vaihtelevat 49–3866 ha välillä (Liite 10). Pohjavesialueiden yleisimpiä maankäyttömuotoja ovat metsätalous (12–90 %) ja peltoviljely (4–82 %). Alueen asutus on pääasiassa haja-asutusta (1–12 %). Vesistöjä pohjavesialueilla on 0–14 % ja maa-ainesten ottoa 0–12 %. Kaikilla pohjavesialueilla on maanteitä ja kahdella pohjavesialueella kulkee rautatie. Pohjavesialueiden vedenottoilta johdetaan vesijohtoverkostoon talousvettä 0–1356 m³/d (Liite 10).

Selvityksessä mukana olleilta 15 pohjavesialueelta torjunta-aineita todettiin kahdesta, mikä on 13 % kaikista ympäristökeskuksen alueelta tutkituista pohjavesialueista (Kuva 25, Taulukko 21). Yli 0,10 µg/l suuruisia torjunta-ainepitoisuuksia raakavedessä ei todettu. Dikloproppia ja mekoproppia esiintyi yli määritysrajan, mutta alle 0,10 µg/l suuruisena pitoisuutena Limingan Rantakylän pohjavesialueella. Haapajärven Pitkäkankaan pohjavesialueella todettiin BAM:a. Tutkituista 18 näytteestä torjunta-aineita todettiin yhteensä kahdessa, mikä on 11 % kaikista alueelta tutkituista pohjavesinäytteistä.



Kuva 25. Torjunta-aineiden esiintyminen Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksen alueen 18 pohjavesinäytteessä (A) ja 15 pohjavesialueella (B).

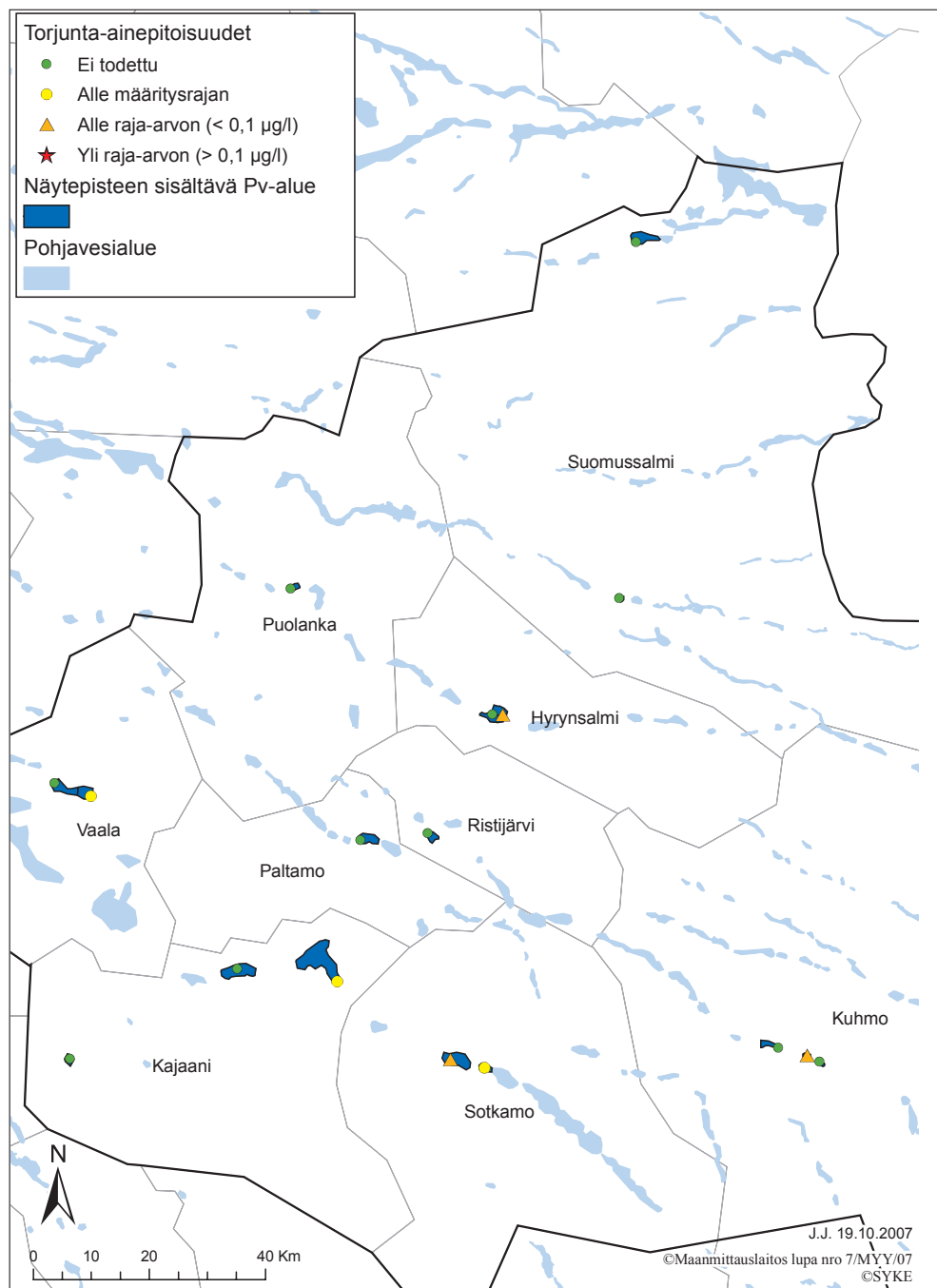
Taulukko 21.

Torjunta-aineiden esiintyminen ja pitoisuudet Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksen alueen tutkituissa pohjavesissä.

Kunta / Pohjavesialue	Havaintopaikka	Pvm	µg/l											Yhteensä				
			Atrat-siini	BAM	DEA	DEDIA	DIA	Heksa-tsinoni	Simat-siini	Meko-proppi	Benta-toni	Broma-siili	Terbutyl-atsiini		Desetyyli-terbutylat-siini	Diklo-proppi	Propat-siini	
Alavieska																		
I100902	Kiimamaa vo	08/05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Haapajärvi																		
I106903	Pitkäkangas	Kinnula vo	08/05	0	< 0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	tod.
Haapavesi																		
I1071003	Nevalanmäki	Nevalanmäki vo	08/05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I1071005	Kivikorpi	Kivikorpi vo	08/05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I1071001	Karhukangas	Karhukangas vo	08/05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Haukipudas																		
I1084001	Saviaronkangas	Saviaro vo	08/05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ii																		
I1139003	Kynkäänharju	Simpkala vo	09/05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kalajoki																		
I120802	Hollanti	Kaupunginmäki vo	08/05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kempele																		
I1244001	Kempeleenharju	Tuohino vo	08/05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kestilä																		
I1247001	Maksinharju	Maksinmäki vo	09/05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kuivaniemi																		
I1292005	Haarakoski	Haarakoski vo	09/05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Liminka																		
I1425051	Rantakylä	Foundila vo	08/05	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0	0	0	0	0,03	0	0,06
		Rantakylä vo / Kukkala	08/05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Rantakylä vo / Monttu	08/05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Virkkula IV vo	08/05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sievi																		
I174651	Isokangas	Kiiskilä I vo	08/05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I174602	Lähteenkangas	Lähdekangas vo	08/05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I174601	Pitkäkangas	Pitkäkangas vo	08/05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Kainuun ympäristökeskus

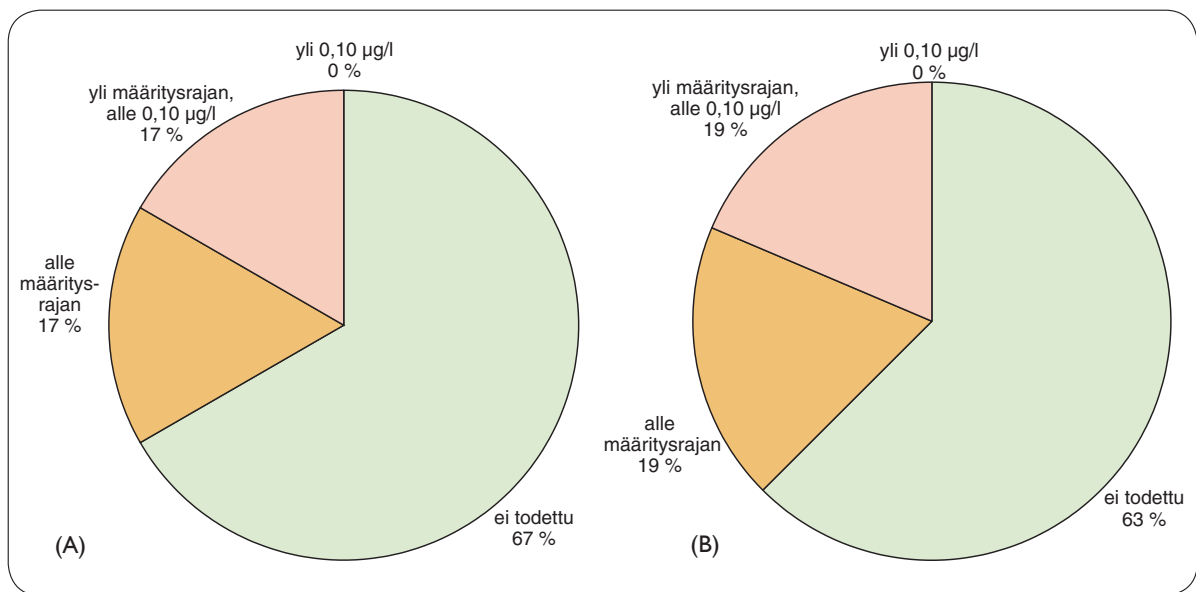
Kainuun ympäristökeskuksen alueella selvityksessä mukana olleet pohjavesialueet edustavat pääsoin alueelle tyypillisiä kapeita pitkittäisharjuja. Kainuun ympäristökeskuksen alueella on yhteensä 252 pohjavesialuetta, joista vedenhankintaa varten tärkeitä (luokka I) on 53 kappaletta, vedenhankintaan soveltuvia (luokka II) 159 aluetta ja muita pohjavesialueita (luokka III) yhteensä 40 kappaletta. Pohjavesialueiden kokonaispinta-alat vaihtelevat huomattavasti; pienimmät alueet ovat alle 1 km² ja suurin pohjavesialue on pinta-alaltaan lähes 100 km². Pohjavesialueiden laskennallinen antoisuus vaihtelee noin 40 ja 51 000 m³ vuorokaudessa välillä.



Kuva 26. Selvityksessä mukana olleet Kainuun ympäristökeskuksen pohjavesialueet.

Kainuun ympäristökeskuksen alueelta torjunta-aineita tutkittiin yhteensä 16 pohjavesialueelta. Tutkittujen alueiden pinta-alat vaihtelivat 81–2497 ha välillä (Liite 11). Pohjavesialueiden yleisin maankäyttömuoto on metsätalous (46–99 %). Lisäksi alueella on vesistöjä (0–28 %), peltoviljelyä (0–17 %), pääasiassa haja-asutusta (0–39 %), jonkin verran loma-asutusta (0–4 %), sekä maa-ainesten ottoa (0–12 %) ja teollisuus- tai varastoalueita (0–7 %). Maanteitä kulkee pohjavesialueilla 0–11 kilometriä ja rautatie sijaitsee viidellä tutkitulla pohjavesialueella. Selvityksessä mukana olleiden pohjavesialueiden vedenottoamailta otetaan talousvettä 0–3260 m³ vuorokaudessa välillä (Liite 11).

Selvityksessä mukana olleilta 16 pohjavesialueelta torjunta-aineita todettiin yhteensä kuudelta, mikä on 38 % kaikista alueella tutkituista pohjavesialueista (Kuvat 26 ja 27, Taulukko 22). Raja-arvon ylittäviä torjunta-ainepitoisuuksia ei kuitenkaan todettu tutkituilla pohjavesialueilla. Torjunta-aineita esiintyi Hyrynsalmen Mäntykankaan, Kuhmon Mammankaivon ja Sotkamon Vuokatin pohjavesialueilla yli määritysrajan, mutta alle 0,10 µg/l pitoisuuksina. Kolmella pohjavesialueella todettiin torjunta-aineita alle määritysrajan suuruisina pitoisuuksina. Tutkituista 18 pohjavesinäytteestä torjunta-aineita todettiin kuudessa, mikä on 33 % kaikista alueelta tutkituista näytteistä. Pohjavedestä todettuja torjunta-aineita olivat atratsiini, hajoamistuote BAM ja bromasiili.



Kuva 27. Torjunta-aineiden esiintyminen Kainuun ympäristökeskuksen alueen 18 pohjavesinäytteessä ja 16 pohjavesialueella.

Selvityksessä pohjavesistä todetut torjunta-aineet

Pohjavedestä Suomessa löydettyjen tehoaineiden – atratsiini, terbutylatsiini, simatsiini, heksatsinoni, bentatsoni, mekoproppi ja bromasiili – sekä niiden hajoamistuotteiden haitallisuus riippuvat fysikaalis-kemiallisista ja ekotoksisista ominaisuuksista (Taulukko 23). Vuonna 2005 Länsi-Suomen ympäristökeskuksen alueella tehdyissä kauppapuutarha-alueen maa- ja pohjavesitutkimuksissa todettiin pohjavedestä mm. permetriiniä ja sypmetretriiniä.

Torjunta-aineiden myrkyllistä annosta kuvataan LD₅₀-arvolla (tappava annos; Lethal Dose). Se on ainemäärä eläimen painokiloa kohti, joka tappaa puolet koe-eläimistä tietyssä aikana. LC₅₀-arvolla (Lethal Concentration) kuvataan akuutisti myrkyllistä pitoisuutta ilmassa, maassa ja vedessä. Aineilla voi olla kahdenlaisia myrkyllisiä vaikutuksia; joko akuutteja tai kroonisia. Akuutit vaikutukset ilmenevät lyhyen ajan kuluessa myrkyllisen aineen kerta-annoksesta. NOEC-arvoilla (No Observed Effect Concentration) kuvataan suurinta pitoisuutta, jossa ei vielä havainta kroonisia haittavaikutuksia. Kroonisella vaikutuksella tarkoitetaan pitkäaikaisvaikutusta, ja sen selvittäminen on vaikeampaa kuin akuuttien vaikutusten. Toistuvat ja vähäiset annokset voivat aiheuttaa kroonisia vaikutuksia (Turunen 1985).

Taulukko 23.

Suomen pohjavesinäytteistä havaittujen torjunta-aineiden fysikaalis-kemiallisia ja ekotoksikologisia ominaisuuksia ja suurimmat mitatut pitoisuudet (muokattu Rapala ja Gustafsson 2005).

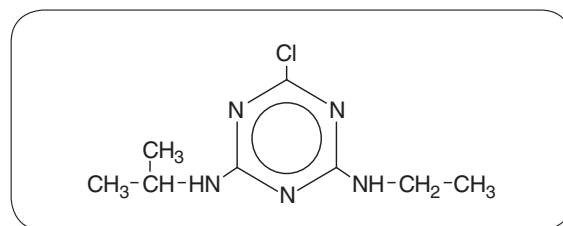
Torjunta-aine/ Ominaisuus	Atratsiini	Terbutylatsiini	Simatsiini	Heksatsinoni	Bentatsoni	Mekoproppi	Bromasiili
Vesiliukoisuus (mg/l)	33–45	5,0–8,5	5,3–6,2	3,3×10 ⁴	490–570	530–860	807–1300
Rasvaliukoisuus (log K _{ow})	2,6	3,0	2,2–2,5	1,1	0,55–0,77	2,3–3,1	2,1
Puoliintumisaika maassa (DT ₅₀ , 20°C, d)	41–146	84–170	20–270	60–180	8–102	3–13	120–275
Hydrolyyttinen puoliintumisaika (pH 7–9, d)	>200	>200	-	-	-	-	-
Myrkyllisyys leville (EC ₅₀ , mg/l)	<1	0,02	<1	0,02	10	220	-
Myrkyllisyys vesiselkärangattomille (EC ₅₀ , mg/l)	3,6–39	0,1–21,2	1–>100	151	>48	>100	-
Akuutti myrkyllisyys kaloille (LC ₅₀ , mg/l)	0,9–100	1,6–66	3,1–>100	274–952	>100	150–220	186
Suurin selvityksessä mitattu pitoisuus pohjavesissä (µg/l)	0,34	0,056	0,034	0,90	0,47	0,01	1,0

Symmetriset triatsiinit

Triatsiinit ovat heterosyklisiä typpiyhdisteitä, joissa bentseenirenkaan kolme hiiltä on korvattu tyvellä. Tavallisin triatsiini-isomeeri on symmetrinen, siis 1,3,5-triatsiini, jossa typpi ja hiili sekä yksi- ja kaksivalenssiset sidokset vuorottelevat. Symmetristen triatsiinien kasveille toksisissa johdoksissa molekyylirenkaan jokaiseen hiilijäseneen liittyy vedyn substituentti. Ensimmäisenä substituenttina on tavallisesti kloori. Toisena ja kolmantena substituenttina on alkyloitu aminoryhmä (NH₂), jonka toinen tai molemmat vedyt on korvattu –NHC₂H₅-ryhmällä, kuten simatsiini (Mukula 1980). Tähän torjunta-aineryhmään kuuluvat mm. simatsiini, atratsiini ja terbutylatsiini, joita käsitellään seuraavissa kappaleissa tarkemmin.

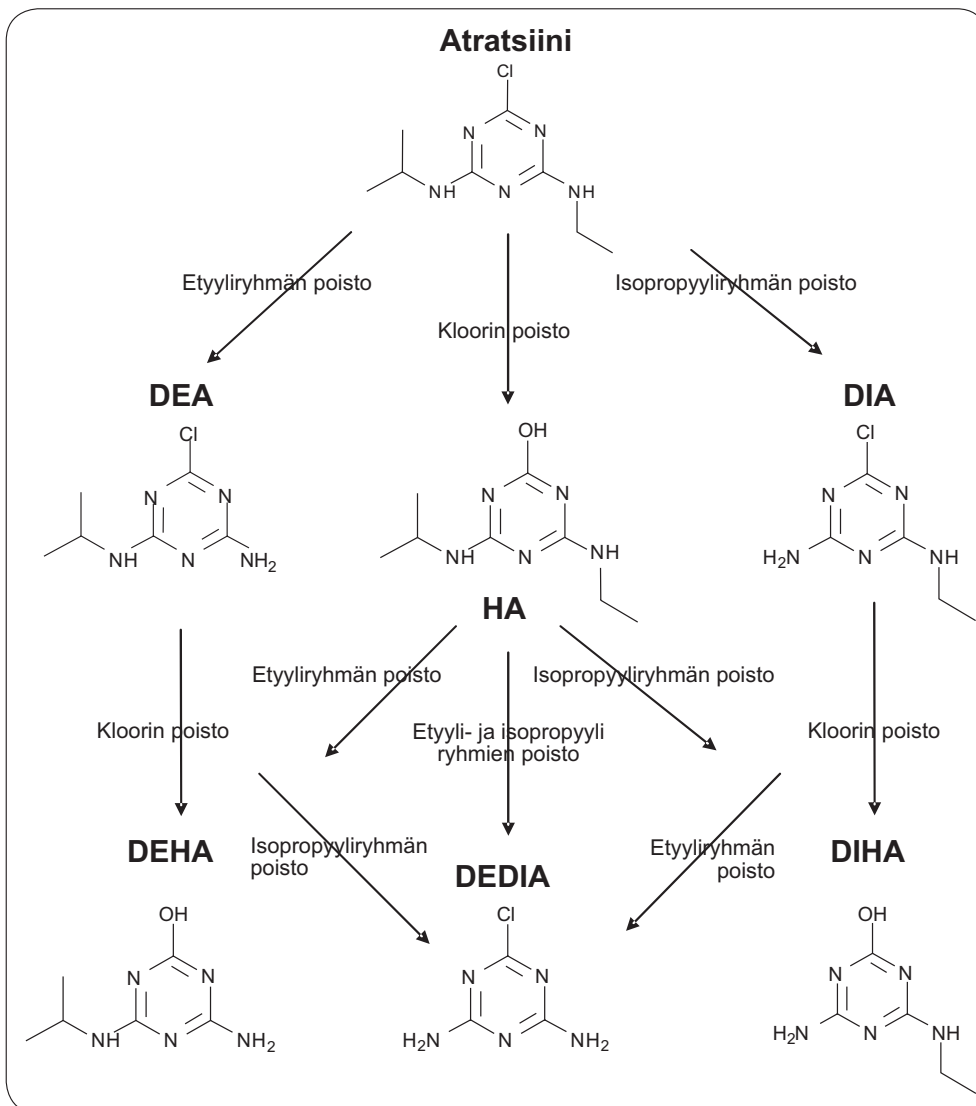
Atratsiini, ja sen hajoamistuotteet

Atratsiini (2-kloori-4-etyyliamino-6-isopropyliamino-1,3,5-triatsiini) (Kuva 28) on rikkakasvien torjunta-aine (Mukula 1980), joka on suurina pitoisuuksina myös nisäkkäiden terveydelle haitallinen aine (LD₅₀ 672 mg/kg). Myrkyllisyys kaloille ja vesiselkärangattomille vaihtelee lajista riippuen erittäin myrkyllisestä kohtalaiseen myrkylliseen (LC₅₀ 0,9–100 mg/l ja EC₅₀ 3,6–39 mg/l). Leville ja vesikasveille atratsiini on erittäin myrkyllistä (EC₅₀ <1 mg/l). Atratsiini on kohtalaisen (33–45 mg/l) vesiliukoinen yhdiste, joka maalajista riippuen hajoaa maaperässä kohtalaisen hitaasti tai hitaasti (DT₅₀ 41–146 d) (Taulukko 23). Se on helposti tai erittäin helposti kulkeutuva maaperässä, mikäli sitä tarkastellaan aineen kiinnittyvyyttä maahiukkasiin kuvaavan jakautumiskertoimen (K_{oc} 2,03) perusteella. Vesiliukoisuus, hidas hajoaminen ja vähäinen taipumus kiinnittyä maahiukkasiin viittaavat suureen kulkeutumisriskiin pohjavesiin. Atratsiinin hajoamista pohjavedessä on tutkittu kokeellisesti ja tulosten perusteella yhdiste ei hajoa lainkaan pohjavesiolosuhteissa tai se hajoaa hyvin hitaasti. Atratsiini kuuluu EY:n vesipuitedirektiivin ns. prioriteettiaineisiin, joiden pitoisuuksia jäsenvaltioiden tulee seurata vesistöissään. Suomessa atratsiinia sisältävien torjunta-aineiden myynti loppui 1992 (Kansainväliset kemikaalikortit 1994a, Kemikaalien ympäristötietorekisteri 2005).



Kuva 28. Atratsiinin (C₈H₁₄ClN₅) rakennekaava.

Atratsiini metaboloituu pääasiassa kolmeksi hydroksiatratsiiniyhdisteeksi ja kolmeksi klooratuksi atratsiiniyhdisteeksi (Kuva 29). Hydroksiyhdisteet ovat vallitsevia kasveissa ja klooratut eläinkudoksissa ja vesissä. Desetyyliatratsiini (DEA) on atratsiinin hyvin vesiliukoinen hajoamistuote (3200 mg/l). Jakautumiskertoimen (K_{oc} 13–80) perusteella DEA luokitellaan maaperässä erittäin kulkeutuvaksi tai helposti kulkeutuvaksi. Desetyyliatratsiini on kohtalaisen hitaasti hajoava maaperässä. Alhaisen rasvaliukoisuuden perusteella DEA:n riski kertyä eliöihin näyttää pieneltä. Desetyyliatratsiini oli vesikasveille huomattavasti myrkyllisempää kuin atratsiini. Toinen atratsiinin hajoamistuote on deisopropyli-atratsiini (DIA), joka hajoaa kohtalaisen hitaasti ja on erittäin kulkeutuvaa tai helposti kulkeutuvaa maaperässä adsorptioker-toimen (K_{oc} 13–80) perusteella (Gustafsson 2004).



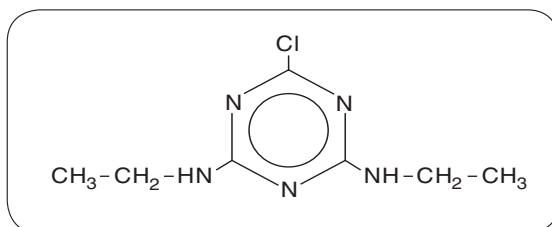
Kuva 29. Atratsiini hajoisreitti. Desetyyliatratsiini (DEA), deisopropyyliatratsiini (DIA), hydroksidesetyyliatratsiini (DEHA), desetyyli-deisopropyyliatratsiini (DEDIA) ja hydroksideisopropyyliatratsiini (DIHA).

Simatsiini

Simatsiini (2-kloori-4,6-bis(etyyliamino)-1,3,5-triatsiini) (Mukula 1980) (Kuva 30) on veteen niukkaliukoinen yhdiste (5,3–6,2 mg/l), jonka hajoamisnopeus maaperässä vaihtelee kohtalaisen hitaasta erittäin hitaaseen (DT_{50} 20–270 vrk). Maalajin lisäksi simatsiinin hajoamisnopeutta säätelevät lämpötila ja maan kosteus. Simatsiini on jakautumiskertoimen (K_{oc} 79–377) perusteella maaperässä helposti kulkeutuvaa tai vähintään kohtalaisen kulkeutuvaa. Biokertyvyyskertoimien ($BCF < 1-55$) perusteella arvioituna simatsiinin riski kertyä eliöihin on vähäinen. Simatsiini on kaloille ja vesiselkärangattomille yleensä enintään myrkyllistä tai kohtalaisen myrkyllistä (LC_{50} 3,1 > 100 mg/l ja EC_{50} 1 – > 100 mg/l). Sen sijaan simatsiini on atratsiinin tavoin erittäin myrkyllistä leville ($EC_{50} < 1$ mg/l) ja vesikasveille (Taulukko 23).

Simatsiinia sisältäviä torjunta-aineita myytiin 1990-luvun alussa tehoaineena laskeutena yli 10 000 kg vuodessa ja vielä 2000-luvun alussa vuosittaiset myyntimäärät olivat 4300 kg. Suomessa simatsiinia sisältävät valmisteet poistuivat torjunta-ainerekisteristä 30.9.2004, jolloin myös simatsiinia sisältävien torjunta-aineiden myynti loppui. Sitä käytettiin rikkakasvien torjuntaan mansikkaviljelyksillä ja hedelmäpuiden,

marjapensaiden ja koristepensaiden alustoilla. Simatsiini kuuluu EU:n prioriteettiaineisiin, joiden pitoisuuksia jäsenvaltioiden tulee seurata vesistöissään (Kansainväliset kemikaalikortit 1999, Kemikaalien ympäristötietorekisteri 2005). DIA ja DEDIA ovat myös simatsiinin samoin kuin atratsiinin hajoamistuotteita.

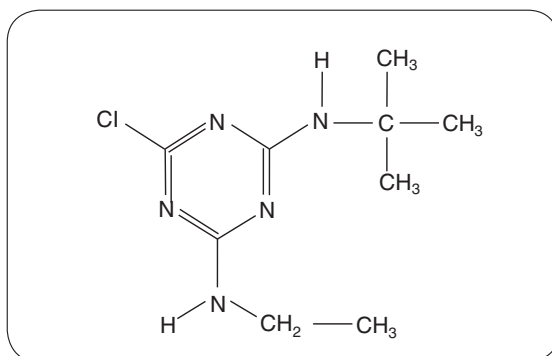


Kuva 30. Simatsiinin ($C_7H_{12}ClN_5$) rakennekaava.

Terbutylatsiini

Terbutylatsiini (2-kloori-4-etyyliamino-6-tert-butyliamino-1,3,5-triatsiini) (Kuva 31) luokitellaan veteen niukkaliukoiseksi yhdisteeksi (5,0–8,5 mg/l). Pohjavesien kannalta terbutylatsiinin haitallisin ominaisuus on hidas hajoaminen maassa ja vesistöissä. Maaperässä yhdiste luokitellaan kohtalaisen hitaasti tai hitaasti hajoavaksi (DT_{50} 84–170 vrk) ja viileässä lämpötilassa (10 °C) hajoaminen on erittäin hidasta. Terbutylatsiinin puoliintumisajan on todettu olevan yli vuoden. Ruotsissa on löydetty mittavia terbutylatsiinijäämiä peltomaasta 2–3 vuotta ruiskutuksen jälkeen. Myös vesistöissä yhdisteen puoliintumisajat ovat yli vuoden. Jakautumiskertoimen (K_{oc} 162–278) perusteella terbutylatsiini luokitellaan kohtalaisen kulkeutuvaksi maaperässä. Terbutylatsiinin rasvaliukoisuuden ($\log K_{ow}$ 3,04) perusteella arvioituna yhdiste on mahdollisesti eliöihin kertyvää, mutta kaloilla tehdyt testit osoittavat kertymisriskin olevan pienen (BCF 34). Terbutylatsiini on kaloille ja vesiselkärangattomille myrkyllistä tai kohtalaisen myrkyllistä (LC_{50} 1,6–66 mg/l ja EC_{50} 0,1–21,2 mg/l) ja leville erittäin myrkyllistä (EC_{50} 0,02 mg/l) (Taulukko 23).

Suomessa ei tällä hetkellä ole torjunta-ainerekisterissä yhtään terbutylatsiinia sisältävää torjunta-ainevalmistetta. Viimeisen valmisteen myynti loppui ja se poistettiin torjunta-ainerekisteristä 30.6.2004. Rekisteristä poistettua valmistetta käytettiin vuodesta 1994 lähtien rikkakasvien torjuntaan peruna- ja herneviljelyksiltä, mutta sen käyttö ei ollut sallittua pohjavesialueilla. Vielä 1990-luvun alussa terbutylatsiinia sisältäviä rikkakasvien torjunta-aineita myytiin enimmillään yli 40 000 kg (tehoainetta) vuodessa käytettäväksi mm. metsätaimitarhoilla, metsän uudistusalueilla sekä viljelemättömillä alueilla. Käyttö tähän tarkoitukseen loppui vuoteen 1998 mennessä (Kemikaalien ympäristötietorekisteri 2005). Desetyylliterbutylatsiini on terbutylatsiinin hajoamistuote, samoin kuin DIA on myös terbutylatsiinin hajoamistuote.



Kuva 31. Terbutylatsiinin ($C_6H_{16}ClN_5$) rakennekaava.

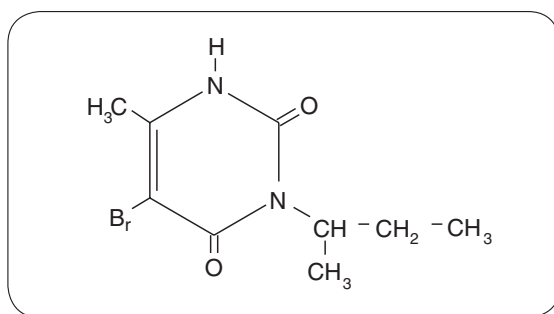
Pyrimidiinit eli urasiilit

Pyrimidiinit ovat bentseenistä johdettuja heterosyklisiä typpiyhdisteitä. Niiden molekyyliarenkaan kuudesta hiiliatomista kahden tilalla on typpi. Pyrimidiinien typpiatomit sijoittuvat 1,3-asemiin, joten ne ovat 1,3-diatsiineja. Pyrimidiinien 2,4-dioksijohdoksia nimitetään urasiileiksi (Mukula 1980). Uraasiilit, mm. bromasiili, terbasiili ja lenasiili, ovat hyvin voimakkaita maavaikutteisia rikkakasvien torjunta-aineita. Bromasiilia tarkastellaan seuraavassa kappaleessa tarkemmin.

Bromasiili

Bromasiili (5-bromi-3-sec-butyryli-6-metyyliurasiili) on maavaikutteinen rikkakasvien torjunta-aine (Kuva 32). Se on pH:sta riippuen veteen hyvin liukeneva tai vähintään liukeneva yhdiste (807–1300 mg/l). Vesiliukoisuuden lisäksi bromasiilin kulkeutumisriskiä pohjavesiin lisää yhdisteen vähäinen adsorptio maahiukkasiin ja hidas hajoaminen maaperässä. Jakautumiskertoimen (K_{oc}) perusteella yhdiste luokitellaan maaperässä yleensä erittäin kulkeutuvaksi tai vähintään kulkeutuvaksi (K_{oc} 2–289, keskiarvo 23). Laboratoriokokeiden puoliintumisaikojen perusteella bromasiili hajoaa maassa hitaasti tai erittäin hitaasti (DT_{50} 120–275 vrk) ja sama on todettu tutkittaessa jäämien häviämistä maaperästä kenttäolosuhteissa. Bromasiili ei ole rasvaliukoinen yhdiste ($\log K_{ow}$ 2,11) ja sen taipumus kertyä eliöihin on kalakokeissa havaittu vähäiseksi (BCF 3–27). Bromasiilin myrkyllisyydestä eliöille on niukasti tietoa, mutta ainakin kaloille yhdiste on vain lievästi myrkyllistä (LC_{50} 186 mg/l) (Taulukko 23).

Bromasiilia sisältäviä torjunta-ainevalmisteita ei ole käytetty enää 1990-luvulla. Vuoteen 1986 asti bromasiilia sisältävän valmisteen käyttö oli sallittua rikkakasvien torjuntaan viljelemättömillä alueilla (Kansainväliset kemikaalikortit 2003, Kemikaalien ympäristötietorekisteri 2005).



Kuva 32. Bromasiilin ($C_5H_9BrN_2O_2$) rakennekaava.

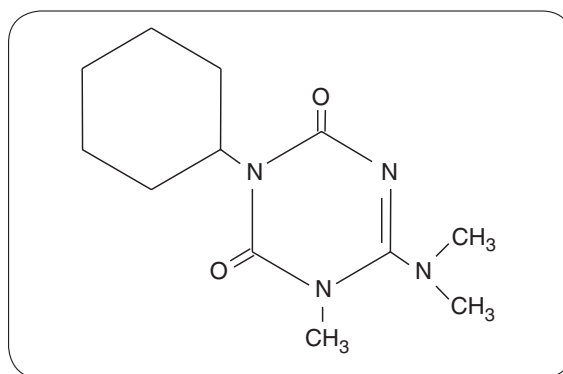
Luokittelemattomat heterosykliset typpiyhdisteet

Luokittelemattomat heterosykliset typpiyhdisteet ovat molekyyliarukenteeltaan vaihtelevia. Esimerkiksi heksatsinonin triatsiinirenkaan typpiatomit ovat symmetrisesti sijoittuneet. Typpi- ja hiiliatomien välisiä kaksoissidoksia on kuitenkin kolmen asemasta vain yksi, joten tässä suhteessa rengas ei ole symmetrinen (Mukula 1980). Tähän ryhmään kuuluvat difentsokvatti, amitroli, metamitroni ja heksatsinoni.

Heksatsinoni

Heksatsinoni (3-sykloheksyyli-6-dimetyyliamino-1-metyyli-1,3,5-triatsin-2,4-dioni), (Kuva 33), on hyvin vesiliukoinen yhdiste ($3,3 \times 10^4$ mg/l). Kiinnittyminen maahiukkasiin on vähäistä, sillä jakautumiskertoimen (K_{oc} 13–192, keskiarvo 55) perusteella heksatsinoni on keskimäärin erittäin kulkeutuvaa tai vähintään helposti kulkeutuvaa maaperässä. Vesiliukoisuus ja vähäinen adsorboituminen maahan viittaavat suureen kulkeutuvuusriskiin pohjavesiin. Erityisen suuri kulkeutumiskriisi on alueilla, joilla on vähän orgaanista ainesta sisältäviä karkeita maalajeja ja viileä ilmasto, sillä viileässä lämpötilassa (10 °C) yhdiste erittäin hitaasti hajoavaksi (DT_{50} 426–502 vrk) ja se täyttää pysyvän aineen kriteerit. Heksatsinoni on heikosti rasvaliukoinen yhdiste ($\log K_{ow}$ 1,05), jonka ei ole havaittu kalakokeissa kertyvän kudoksiin. Yhdiste on vain lievästi myrkyllistä kaloille ja vesiselkärangattomille (LC_{50} 274–952 mg/l ja EC_{50} 151 mg/l), mutta rikkakasvien torjunta-aineille tyypilliseen tapaan se on erittäin myrkyllistä leville (EC_{50} 0,02 mg/l) (Taulukko 23).

Suomessa ei ole käytetty heksatsinonia sisältäviä torjunta-ainevalmisteita vuoden 1999 jälkeen, mutta vielä 1990-luvun alussa valmisteita myytiin yli 1000 kg (tehoainetta) vuosittain rikkakasvien torjuntaan metsätaimatarhoilla ja viljelemättömillä alueilla (Kemikaalien ympäristötietorekisteri 2005).



Kuva 33. Heksatsinonin ($C_9H_{13}N_4O_2$) rakennekaava.

3.3.4

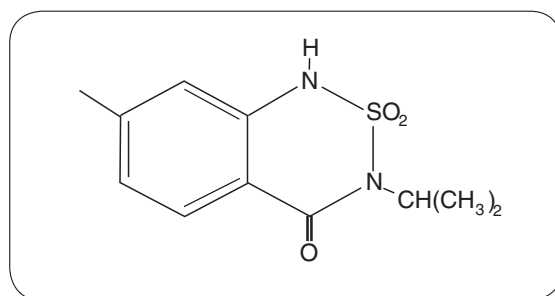
Muita heteroatomeja sisältävät sylkiset yhdisteet

Tähän ryhmään luetaan ne herbisideinä käytetyt heterosykliset yhdisteet, joiden molekyyliin sisältyy muitakin heteroatomeja kuin typpeä (Mukula 1980). Tämän ryhmän torjunta-aineita ovat etofumesaatti, metatsoni ja bentatsoni.

Bentatsoni

Bentatsoni (3-isopropyyli-(1H)-bentso-2,1,3-tiadiatsin-4-oni-2,2-dioksidi) (Kuva 34) on veteen liukeneva yhdiste, jonka kiinnittyminen maahiukkasiin on vähäistä ja jakautumiskertoimen (K_{oc} 13–78) perusteella yhdiste luokitellaankin erittäin kulkeutuvaksi tai vähintään helposti kulkeutuvaksi maaperässä. Bentatsonin hajoamisnopeus maaperässä vaihtelee maalajista riippuen kohtalaisen nopeasta hitaaseen (DT_{50} 8–102 vrk). Vesistöissä bentatsoni pysyy pääosin vesifaasissa, mutta hajoaminen on erittäin hidasta. Bentatsonin rasvaliukoisuus on hyvin alhainen ($\log K_{ow}$ 0,55–0,77) eikä yhdisteen ole kalakokeissa havaittu kertyvän eliöihin ($BCF < 6$). Bentatsoni on kaloille vain lievästi myrkyllistä ($LC_{50} > 100$ mg/l) ja vesiselkärangattomille kohtalaisen myrkyllistä ($EC_{50} > 48$ mg/l). Leville ja vesikasveille yhdiste on myrkyllistä (EC_{50} 10 mg/l) (Taulukko 23).

Bentatsoni kuuluu EU:n kasvinsuojeluaainedirektiivin hyväksytyjen tehoaineiden listalle (ns. Annex I-lista) ja yhdisteen hyväksymisdirektiivissä jäsenmaita velvoitetaan huomioimaan pohjavesien suojeleu bentatsonia sisältävien torjunta-ainevalmisteiden käyttöluvuissa. Suomessa on tällä hetkellä rekisteröitynä rikkakasvien torjuntaan peltoviljelyssä kaksi bentatsonia sisältävää torjunta-ainevalmistetta, joiden kummankin käyttö pohjavesialueilla on kuitenkin kielletty. Valmisteita myytiin 1990-luvun alussa enimmillään 14 000 kg (tehoainetta) vuodessa, mutta 2000-luvun alussa vuosittaiset myyntimäärät olivat laskeneet hieman yli 3000 kg:aan tehoainetta (Kansainväliset kemikaalikortit 1997, Kemikaalien ympäristötietorekisteri 2005).



Kuva 34. Bentatsonin ($C_{10}H_{12}N_2O_3S$) rakennekaava.

3.3.5

Fenoksialkaanihapot

Fenoksialkaanihapot ovat fenolin ja alkaanihapon yhdisteitä. Kasvien torjunta-aineina niistä käytetään fenoksietikkahapon eli fenoksietaanin hapon, fenoksipropionihapon eli fenoksipropanin hapon ja fenoksiisovalerianin hapon eli fenoksiisovalerianin johdoksia. Fenoksialkaanihapot ovat sellaisenaan melko vaikealiukoisia ja imeytyvät huonosti kasvien lehtiin. Sen vuoksi ne on herbisidivalmisteissa syntetisoitu alkalisuoloiksi tai estereiksi (Mukula 1980).

Dikloproppi

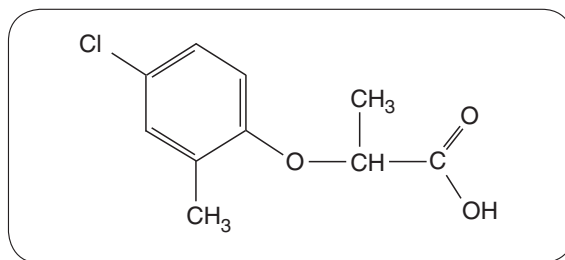
Dikloproppi 2-(2,4-dikloorifenoksi)propionihappo on fenoksialkaanihappoihin kuuluva torjunta-aine kuten mekopropi. Tähän ryhmään luetaan myös MCPA (4-kloori-2-metyylifenoksietikkahappo), 2,4-D (2,4-dikloorifenoksietikkahappo) ja 2,4,5-T (2,4,5-trikloorifenoksietikkahappo).

Mekopropi

Mekopropi 2-(4-kloori-2-metyylifenoksi)propionihappo (Kuva 35) kuuluu kloorifenoksi herbisideihin. Se on veteen liukeneva yhdiste (530–860 mg/l), mutta se hajoaa maaperässä nopeasti tai vähintään kohtalaisen nopeasti (DT_{50} 3–13 vrk), mikä vähentää yhdisteen riskiä kulkeutua pohjavesiin. Mekopropin on kokeellisesti havaittu hajoavan myös pohjavesiolosuhteissa. Vesistöissä mekopropi hajoaa pääosin vesifaasissa ja kertyminen sedimentteihin on vähäistä. Mekopropin riski kulkeutua pohjavesiin on kuitenkin suuri, koska yhdiste sitoutuu vähän maahiukkasiin (K_{oc} 8,4–25). Jakautumiskertoimen perusteella mekopropi luokitellaan maaperässä erittäin kulkeutuvaksi. Mekopropia on 1990-luvun alussa löydetty myös Suomen jokivesistä ja mitatut enimmäispitoisuudet ovat olleet luokkaa 0,2–0,3 µg/l. Mekopropi ei ole rasvaliukoinen yhdiste ($\log K_{ow}$ 2,3–3,1) ja tutkimukset ovat osoittaneet, että riski kertyä kaloihin on vähäinen. Kaikilla tutkituilla vesieliöillä – kalat (LC_{50} 150–220

mg/l), vesiselkärangattomat ($EC_{50} > 100$ mg/l) ja levät (EC_{50} 220 mg/l) – mekoproppi on ollut vain lievästi myrkyllistä (Taulukko 23).

Suomessa on tällä hetkellä torjunta-ainerekisterissä yksitoista mekoproppi-P tehoaineena sisältävää valmistetta, joita käytetään rikkakasvien torjuntaan viljakasvustoista. Kaikilla valmisteilla on käyttökielto pohjavesialueilla. Mekopropia sisältäviä valmisteita myytiin tehoaineeksi laskettuna enimmillään 1990-luvun alussa noin 87 000 kg vuosittain. Myyntimäärät alenivat kuitenkin nopeasti ja 1995 yhdiste korvautui tehokkaammalla mekopropi-P:llä, jonka myyntimäärä 2000-luvulle tultaessa oli 20 000 kg/vuosi (Kansainväliset kemikaalikortit 1994b, Kemikaalien ympäristötietorekisteri 2005).



Kuva 35. Mekopropin ($C_{10}H_{11}ClO_3$) rakennekaava.

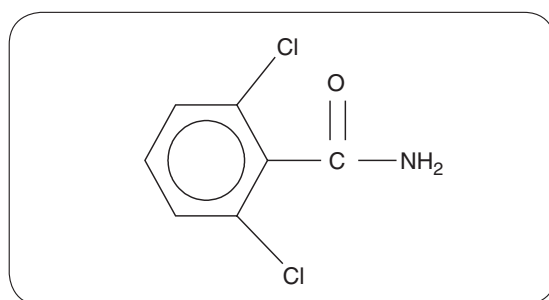
3.3.6

Amidit

Tämän ryhmän torjunta-aineiden molekyyliin sisältyy vaikuttavana osana amidiryhmä ($-CO-NH_2$) tai nitrili- eli syanidi-ryhmä ($-C=N$). Ryhmään kuuluvia torjunta-aineita ovat bentsonitriilit diklobeniili ja klooritiamidi (Mukula 1980).

2,6 – diklooribetsoamidi (BAM)

2,6-diklooribetsoamidi (Kuva 36) on rikkakasvien torjunta-aineina käytettyjen klooritiamidin (2,6-diklooribentsotiamidi) ja diklobeniilin (2,6-diklooribentsonitriili) hajoamistuote. Klooritiamidi hajoaa maaperässä nopeasti diklobeniiliksi, joka puolestaan voi hajota mikrobiologisesti BAM:ksi. Myös BAM hajoaa mikrobiologisesti, mutta sekä vedessä että maaperässä hajoaminen on erittäin hidasta ja olosuhteiden on oltava mikrobeille suotuisat. Lyhimmät BAM:n puoliintumisajat, 3–9 vuotta, on saavutettu 0–0,50 m maan pinnasta. Syvemmällä maaperässä ja anaerobisissa olosuhteissa BAM on lähes hajoamatonta. BAM liukenee hyvin veteen (vesiliukoisuus noin 2,7 g/l 20–25 °C) ja kulkeutuu helposti maaperässä. Pidättyminen erityisesti hiekka- ja sora- ja soramoreeneihin on vähäistä (Harkki ja Kuivamäki 2005).



Kuva 36. 2,6-diklooribetsoamidin (BAM) rakennekaava.

4 Lainsäädäntö

Terveydensuojelu- ja ympäristönsuojelulainsäädännön yhtenä päätavoitteena on ehkäistä kemikaalien ympäristö- ja terveyshaittoja jo ennen kuin ne ehtivät aiheuttaa ongelmia. Huomattava osa viimeisten yli 10 vuoden aikana lainsäädäntöön tehdyistä muutoksista on liittynyt pyrkimykseen hallita ympäristöriskejä aiempaa paremmin.

4.1

Terveydensuojelulainsäädäntö

Talousveden laatua valvovat kuntien terveydensuojeluviranomaiset terveydensuojelulain (763/1994) ja sen alemman asteisten säädösten nojalla. Terveydensuojelulain nojalla annettu Sosiaali- ja terveysministeriön asetus (461/2000) talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista perustuu Euroopan Yhteisön neuvoston direktiiviin (98/83/EY) ihmisten käyttöön tarkoitetun veden laadusta. Yksittäistä torjunta-ainetta eli orgaanisia hyönteis-, rikkaruoho-, sieni-, ankerois-, punkki-, levä- ja jyrnsijämyrkkijä, orgaanisia limantorjunta-aineita sekä yhdisteiden metabolia-, hajoamis- ja reaktiotuotteita saa asetuksen mukaan esiintyä talousvedessä enintään 0,10 µg/l ja torjunta-aineiden yhteismäärä saa olla enintään 0,50 µg/l. Maailman terveysjärjestön (WHO) terveysperusteisten ohjearvojen perusteella aldriinin, dieldriinin, heptakloorin ja heptaklooriepoksidin raja-arvoksi on asetettu kuitenkin 0,030 µg/l. Torjunta-aineiden määritykset talousvedestä voidaan jättää pois talousveden valvontatutkimuksesta, jos raakaveden muodostumisalueella ei ole käytetty torjunta-aineita.

Talousveden laatuvaatimusten raja-arvo torjunta-aineille on muutamaa poikkeusta lukuunottamatta annettu ennaltaehkäisyperiaatteen mukaan, eikä perustu WHO:n terveysperusteisiin arvoihin tai suosituksiin. Taulukkoon 24 on koottu joitakin tämän selvityksen yhteydessä pohjavedestä todettuja torjunta-aineita ja WHO:n juomavedelle antamia ohjearvoja.

Talousvettä toimittava laitos, jonka veden laatu ei täytä terveydensuojelulain nojalla säädettyjä talousveden laatuvaatimuksia, voi hakea poikkeuslupaa lääninhallitukselta kemiallisten laatuvaatimusten ylittymiselle. Lääninhallitus voi myöntää alueellaan sijaitsevalle talousvettä toimittavalle laitokselle poikkeusluvan, mikäli siitä ei aiheudu terveydellistä vaaraa, vedenottoa ei ole mahdollista järjestää muulla kohtuulliseksi katsottavalla tavalla eikä poikkeava pitoisuus ole raja-arvoon verrattuna kuin korkeintaan puolitoistakertainen. Poikkeuslupa on määräaikainen, ja se myönnetään enintään kolmeksi vuodeksi. Erityisestä syystä lääninhallitus voi myöntää poikkeusluvan toiseksi, enintään kolmen vuoden pituiseksi jaksoksi. Kuitenkin lähtökohtana on, että laitos tulisi suunnitella ja hoitaa siten, että talousvesi täyttää terveydensuojelulain nojalla asetetut vaatimukset.

Kunnan terveydensuojeluviranomaisen on yhteistyössä talousvettä toimittavan laitoksen kanssa laadittava valvontatutkimusohjelma laitoksen toimittaman veden laadun säännöllistä valvontaa varten. Valvontatutkimusohjelma on päivitettävä vähintään viiden vuoden välein. Torjunta-aineet kuuluvat ns. jaksottaisesti seurattaviin muuttujiin. Niiden määrittäminen riippuu laitoksen toimittamasta vesimäärästä. Pienten laitosten, jotka toimittavat alle 50 m³ vettä vuorokaudessa on määritettävä torjunta-aineet toimittamastaan talousvedestä joka toinen vuosi. Suurten vesilai-

Taulukko 24.

Esimerkkejä WHO:n terveysperusteisista ohjearvoista torjunta-aineille ja korkeimmat mitatut pitoisuudet Suomessa.

Torjunta-aine	Ohjearvo (µg/l)	Korkein pitoisuus Suomessa (µg/l)
Atratsiini	2	0,34
Simatsiini	2	0,04
Terbutylatsiini	7	0,056
Dikloproppi	100	0,03
Heksatsinoni	1000*	0,9
MCPA	7	-
Mekoproppi	10	0,03
Bentatsoni	300*	0,47
Bromasiili	400*	1,0
Permetriini	20 *	-

* laskennallinen arvo (WHO 2004, Rapala ja Gustafsson 2005). Maailman terveysjärjestö (WHO) ei ole antanut terveysperusteista ohjearvoa, koska se ylittää selvästi talousvedessä esiintyvät pitoisuudet. Laskennalliset arvot on saatu pääasiassa eläinkokeiden perusteella soveltamalla niihin turvakerrointa 100–1000.

tosten, jotka toimittavat yli 100 000 m³ talousvettä vuorokaudessa, on määritettävä torjunta-aineet toimittamastaan talousvedestä jopa yli 12 kertaa vuodessa. Vaikka talousvesitutkimukset tulee tehdä kuluttajien käyttämästä vedestä, voidaan torjunta-ainemääritys tehdä myös laitokselta lähtevästä vedestä, koska torjunta-ainepitoisuudet eivät verkostossa todennäköisesti muutu (Täydentäviä soveltamisohjeita, STM, Dno 14/61/2000). Vain sellaiset torjunta-aineet, joita on käytetty vedenmuodostumisalueella, on määritettävä. Määritys voidaan jättää myös tekemättä, mikäli pystytään osoittamaan ettei torjunta-aineita ole käytetty. Käytännössä selvitys käytetyistä torjunta-aineista on kuitenkin hankalaa. Tästä johtuen sosiaali- ja terveysministeriö suosittelee, että torjunta-ainetutkimus tehtäisiin jokaiselta vedenottamolta lähtevästä vedestä ainakin kerran riippumatta siitä onko alueella käytetty torjunta-aineita. Laboratoriot tarjoavat nykyisin kattavia torjunta-ainemäärityspaketteja, joiden kustannukset eivät juurikaan tule kalliimmiksi kuin yksittäisten torjunta-aineiden määritys.

Valvontatutkimusohjelmassa on otettava huomioon laitoksen erityispiirteet. Jos torjunta-aineita on havaittu laitoksen raakavedessä tai laitoksen toimittamassa talousvedessä, voi kunnan terveydensuojeluviranomainen velvoittaa laitoksen tekemään torjunta-ainemäärityksen vähimmäismäärää tiheämmin.

Vesihuoltolain (119/2001) mukaan vesilaitoksen on mm. tarkkailtava käyttämänsä raakaveden laatua, ja asetuksen (461/2000) mukaan käyttötarkkailuun tulee sisältyä riittävä raakaveden laadun seuranta sen varmistamiseksi, että veden käsittely on asianmukaista. Tarkempia velvoitteita talousvettä toimittavan laitoksen käyttötarkkailusta ei kuitenkaan ole annettu, vaan velvoitteiden asettaminen on kunnan terveydensuojeluviranomaisen harkittavissa.

Direktiivi (98/83/EY) edellyttää yhteisön jäsenmaita raportoimaan kolmen vuoden välein Euroopan komissiolle talousveden valvontaa ja laatua koskevat tiedot. Raportointijakson 2002–2004 aikana suurin osa valvontatutkimuksista täytti talousveden kemialliset laatuvaatimukset. Torjunta-aineiden aiheuttamia laatuhäiriöitä esiintyi muutaman laitoksen yksittäisissä talousvesinäytteissä (Zacheus 2005a,b). Talousveden laatuvaatimukset eivät täyttyneet torjunta-aineiden osalta 0,1 %:ssa kaikista tehdyistä torjunta-ainevalvontatutkimuksista. Yhden pohjavesilaitoksen toimittamassa talousvedessä havaittiin vuonna 2004 laatuvaatimuksen täyttämättömiä pitoisuuksia atratsiinia ja sen hajoamistuotetta desetyyliatratsiinia (DEA). Torjunta-ainehavainnot johtivat lisätutkimuksiin ja laitoksen veden puhdistuksen tehostamiseen. Vuoden 2005 aikana laitos otti käyttöön aktiivihiihliisuodatuksen torjunta-aineiden poistamiseksi.

Ympäristönsuojelulainsäädäntö

Kemikaalien aiheuttamia terveys- ja ympäristöhaittoja ehkäistään ja torjutaan kemikaalilain (744/1989 muutoksineen) säädöksiens nojalla. Kasvinsuojeluaineista annettu laki (1259/2006) koskee mm. torjunta-ainevalmisteiden käyttökelpoisuutta, hyväksymistä, valmistusta, maahantuontia sekä toimenpiteitä, joilla pyritään ehkäisemään niiden aiheuttamia ympäristö- ja terveyshaittoja.

Pohjaveden suojele perustuu ympäristönsuojelulain (86/2000) 8 §:n pohjaveden pilaamiskieltoon. Pohjaveden pilaamiskiellon mukaan ainetta tai energiaa ei saa panna tai johtaa sellaiseen paikkaan tai käsitellä siten, että tärkeällä tai muulla vedenhankintakäyttöön soveltuvalla alueella (pohjavesialueuokat I ja II) pohjavesi voi käydä terveydelle vaaralliseksi tai sen laatu muutoin olennaisesti muuttuu. Lisäksi pilaamiskiellon mukaan pohjavettä ei saa pilata toisen kiinteistöllä eikä toimenpiteillä vaikuttaa pohjaveden laatuun siten, että se loukkaa yleistä tai toisen yksityistä etua. Lisäksi pilaamiskiellossa viitataan valtioneuvoston päätökseen 364/1994, jolla on toimeenpantu ns. vanha pohjavesidirektiivi (80/68/ETY). Ympäristönsuojelulain pohjaveden pilaamiskiellossa todetaan, että mm. valtioneuvoston päätöksessä lueteltuja eräitä ympäristölle tai terveydelle vaarallisia aineita ei saa päästää pohjaveteen. Näitä ovat eliöntorjunta-aineet (biosidit) ja niiden johdannaiset sekä aineet, joilla on haitallinen vaikutus pohjaveden makuun tai hajuun, ja yhdisteet, jotka mahdollisesti vedessä muodostavat tällaisia aineita ja tekevät sen ihmisen käyttöön sopimattomaksi.

Vesilain (264/1961) 18§ sisältää ns. pohjaveden muuttamiskiellon, jonka perusteella pohjaveden ottamiseen tarvitaan pääsääntöisesti ympäristölupaviraston lupa. Lisäksi vesilaki mahdollistaa vedenottamoiden suoja-alueet, joilla rajoitetaan tiettyjä, pohjaveden pilaantumisriskiä aiheuttavia toimintoja.

Vesihuoltolain (119/2001) 14 §:ssä veloitetaan vesilaitoksia huolehtimaan talousveden laadusta siten, että se täyttää terveydensuojelulaissa säädetyt laatuvaatimukset. Lisäksi vesihuoltolain 15§ mukaan vesihuoltolaitoksen tulee tarkkailla ottamansa raakaveden laatua ja määrää. Em. pykälän osalta on perusteluissa todettu, että tarvittaessa sitä voidaan tarkentaa asetuksella. Tätä asetusta ei ole vielä annettu. Lisäksi kunnilta edellytetään vesihuollon kehittämissuunnitelman laatimista yhteistyössä vesilaitosten kanssa. Vesihuoltolain piiriin kuuluvat kaikki yhdyskuntien vesihuollosta huolehtivat laitokset.

Euroopan Yhteisön vesipolitiikan puitedirektiivi (2000/60/EY) edellyttää, että jäsenvaltioiden tulee edistää kestävää, vesivarojen pitkän ajan suojeleluun perustuvaa vedenkäyttöä sekä estää ja rajoittaa haitta-ainepäästöjä pohjaveteen ja estää pohjavesimuodostumien tilan huononeminen. Samoin niiden tulee suojella kaikkia pohjavesimuodostumia ja parantaa niiden tilaa. Kaikissa pohjavesimuodostumissa tulee saavuttaa hyvä määrällinen ja kemiallinen tila viimeistään vuonna 2015. Kaikki merkittävät ja pysyvät nousevat pitoisuusmuutokset, jotka johtuvat ihmisen toiminnoista, on käännettävä laskeviksi. Vesipolitiikan puitedirektiivi on pantu täytäntöön Suomessa lailla vesienhoidon järjestämisestä (1299/2004). Lain tavoitteena on suojella, parantaa ja ennallistaa vesiä niin, ettei pintavesien ja pohjavesien tila heikkene ja että niiden tila on vähintään hyvä. Pohjavedet luokitellaan kemiallisten ja määrällisten ominaisuuksien perusteella hyvään ja huonoon tilaan. Seuranta on järjestettävä niin, että vesienhoitoalueella pohjavesien tilasta saadaan yhtenäinen ja monipuolinen kokonaiskuva.

Lakia vesienhoidon järjestämisestä on tarkennettu mm. valtioneuvoston asetuksella vesienhoitoalueista (1303/2004), jossa määritellään vesienhoitoalueet sekä viranomaisten ja vesienhoidon järjestämistä varten perustettujen hallinnollisten ryhmien toiminnasta. Vesienhoidon järjestämiseen liittyy myös valtioneuvoston asetus

vesienhoidonjärjestämisestä (1040/2006), joka säätelee tarkemmin vesien seurannan järjestämistä ja pohjaveden tilan arviointia sekä vesienhoitosuunnitelman laatimista ja sen sisältö sekä siihen sisällytettäviä selvityksiä. Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista (1022/2006) liittyy pintavesien päästöjen hallintaan ja niiden tarkkailun järjestämiseen.

Vesipuidirektiivin artiklan 17 perusteella on annettu ns. pohjavesitytärdirektiivi (2006/118/2006), jossa säädetään tarkemmin mm. pohjaveden hyvän kemiallisen tilan arviointiperusteista ja -menettelystä sekä päästöjen rajoittamisesta pohjaveteen. Uusi pohjavesidirektiivi tullaan panemaan toimeen valtioneuvoston asetuksella, jossa mm. vahvistetaan kemiallisen tilaan käytettävät raja-arvot. Pohjavesidirektiivissä on annettu pohjavedelle laatu normit nitraatti- ja torjunta-ainepitoisuuden osalta. Pohjaveden nitraattipitoisuudelle on vahvistettu nitraattidirektiivin (91/676/EY) mukainen 50 mg/l laatu standardi. Torjunta-aineiden osalta pohjavesidirektiivissä on jo vahvistettu pohjaveden hyvän kemiallisen tilan arviointiin talousvesidirektiivin (98/83/EY) mukaiset laatu normit torjunta-aineille eli yksittäiselle tehoaineelle tai sen hajoamistuotteelle 0,1 µg/l ja edellisten summalle 0,5 µg/l. Muiden aineiden osalta jäsenvaltiot määrittävät kansallisesti raja-arvot ja ne aineet, joille raja-arvot vahvistetaan.

5 Tulosten tarkastelu

5.1

Torjunta-ainepitoisuudet pohjavedessä muualla Euroopassa

Tutkituista talousvesinäytteistä, joissa atrasiinipitoisuus ylitti raja-arvon 0,10 µg/l, oli Iso-Britanniassa 1,6 % ja Ranskassa 17 %. Saksassa on talousvedestä mitattu ajoittain WHO:n terveysperusteisen ohjearvon (2,0 µg/l) ylittäviä atrasiinipitoisuuksia, ja arviolta yli 16 000 henkilön talousvesi sisältää atrasiinia enemmän kuin 0,10 µg/l. Tutkituista maista huolestuttavin torjunta-ainetilanne on Romaniassa, jossa mm. kaivovesien keskimääräinen atrasiinipitoisuus on lähes 4 µg/l, ja organoklooriyhdisteiden (mm. aldriini, dieldriini ja DDT) pitoisuus talousvedessä ylittää 5 µg/l 30 % Etelä-Romanian 80 tutkitussa kaupungissa. Aldriinin ja dieldriinin pitoisuuksille on säädetty talousvedessä WHO:n terveysperusteinen, muita torjunta-aineita matalampi raja-arvo, 0,03 µg/l (WHO 2004). DDT:n osalta WHO:n terveysperusteinen ohjearvo on 2 µg/l (WHO 2004). Törnquist ym. (2002) ovat tehneet Ruotsissa yhteenvedon vuosien 1985-2001 pohjaveden torjunta-ainemäärityksistä (Taulukko 25). Pohjavesistä todettiin yhteensä 54 eri torjunta-ainetta tai niiden hajoamistuotetta ja näistä 49 eri yhdistettä ylitti talousvedelle asetetun raja-arvon 0,1 µg/l. Yleisempiä yhdisteitä olivat BAM (36 %), atrasiini (17 %), bentatsoni (15 %) ja DEA (16 %). Ruotsissa on löytynyt myös 14 muuta torjunta-ainetta tai niiden hajoamistuotetta pohjavedestä yli viisi kertaa.

Taulukko 25.

Suomen pohjavesistä todetut torjunta-aineet (11 kpl) verrattuna vastaavien aineiden esiintymiseen Ruotsissa ja Saksassa. Taulukoitujen aineiden lisäksi on Ruotsissa havaittu 43 ja Saksassa 13 muuta torjunta-ainetta tai niiden hajoamistuotetta. (n, näytteiden lukumäärä) (Törnquist ym. 2002; Wolter ym. 2000).

Torjunta-aine	Suomi 2002–2005			Ruotsi 1985–2001			Saksa 1998		
		<0,1 µg/l	>0,1 µg/l		<0,1 µg/l	>0,1 µg/l		<0,1 µg/l	>0,1 µg/l
	n	%	%	n	%	%	n	%	%
BAM (H) ¹	168	14	3	1287	36	23	0		
Atrasiini	295	22	4	1489	17	7	3980	17	4
– DEA (H) ¹	295	18	2	1238	16	6	3850	19	9
– DIA (H) ¹	295	9	0	1053	<1	<1	3294	2	<1
– DEDIA (H) ¹	295	8	2	*			*		
Terbutulatsiini	277	7	0	1377	2	1	3585	<1	<1
Simatsiini	295	16	0	1345	<1	<1	3904	4	<1
Heksatsinoni	278	5	1	*			2306	<1	<1
Bentatsoni	277	1	0	1344	15	10	1014	1	2
Mekoproppi	295	2	0	1331	2	1	1212	<1	<1
Bromasiili	274	3	0	*			2378	2	2

¹ (H), torjunta-aineen hajoamistuote: 2,6-diklooribentsoamidi (BAM), desetyyliatratsiini (DEA), desisopropyliatratsiini (DIA), desetyyli-desisopropyliatratsiini (DEDIA). * Ei raportoitu yksityiskohtaisesti.

Tulosten tarkastelu asetettujen raja-arvojen näkökulmasta

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 461/2000 talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista tuli voimaan vuonna 2000. Asetuksen mukaan yksittäisen torjunta-aineen tai sen hajoamistuotteen raja-arvo talousvedessä on 0,10 µg/l ja useiden torjunta-aineiden ja niiden hajoamistuotteiden yhteispitoisuuden raja-arvo on 0,50 µg/l. Asetus perustuu EU:n juomavesidirektiiviin 98/83/EY. Torjunta-aineiden osalta direktiivin ja siten asetuksen raja-arvot on annettu ennaltaehkäisyperiaatteen mukaisesti, eli ne ovat huomattavasti matalammat kuin Maailman terveysjärjestön WHO:n terveysperusteiset ohjearvot, jotka perustuvat aineiden vaikutuksiin ihmisen terveyteen pitkän aikavälin altistuksella. Taulukossa 26 on esitetty tutkimuksessa havaittujen torjunta-aineiden ja niiden hajoamistuotteiden suurimmat mitatut pitoisuudet, WHO:n terveysperusteiset ohjearvot juomavedessä ja pintavesille asetetut ympäristölaatunormit (EQS).

Millekään torjunta-aineelle asetettu terveysperusteinen ohjearvo ei ylittynyt yhdessäkään tutkitussa pohjavesinäytteessä. Sen sijaan talousvesiasetuksen 0,10 µg/l raja-arvo ylittyi atrasiinin (4 % näytteistä) ja sen hajoamistuotteiden DEA:n (2 %) ja DEDIA:n (2 %), kloritiamidin ja diklobeniilin hajoamistuotteen BAM:n (3 %), heksatsinonin (1 %), bromasiilin ja bentatsonin osalta. Torjunta-aineiden summalle talousvedessä asetetun raja-arvon (0,50 µg/l) ylittäviä näytteitä oli seitsemän. Kaikkein suurin tutkimuksessa havaittu torjunta-ainepitoisuus (2,4 µg/l) oli BAM:a (Taulukko 26). Pitoisuus on ainoastaan 0,53 % BAM:n laskennallisesta terveysperusteisesta ohjearvosta. Koska BAM:n laskennallinen terveysperusteinen raja-arvo juomavedessä on aikuisille noin 450 µg/l ja lapsille noin 150 µg/l, terveysperusteisen raja-arvon ylittymiseen olisi 70 kg painavan aikuisen juotava noin 188 litraa vettä ja 25 kg painavan lapsen noin 63 litraa vuorokaudessa. Terveysperusteiseen ohjearvoon suhteutettuna oli atrasiinin pitoisuus tutkituissa pohjavesinäytteissä korkein, sillä suurin mitattu atrasiinipitoisuus (0,34 µg/l) oli 17 % terveysperusteisesta ohjearvosta (2 µg/l). Terveysperusteiset ohjearvot on laskettu olettamalla, että 60 kg painava aikuinen juo vettä kaksi litraa päivässä, joten vettä pitäisi juoda päivässä noin 12 litraa, jotta annos ylittäisi terveysperusteisen raja-arvon.

Näytteitä otettiin pääosin vedenottamoiden raakavedestä. Selvityksessä mukana olleiden vedenottamoiden toimittamat vesimäärät vaihtelivat huomattavasti. Osa vedenottamoista oli ns. varavedenottamoita tai ainoastaan kriisiajan vedenhankintaan tarkoitettuja vedenottamoita, joista ei normaalioloissa toimiteta vettä talousvedeksi. Koska pohjavesi on yleensä sellaisenaan hyvälaatuista, sitä ei tarvitse juurikaan käsitellä. Tavallisesti pohjavettä joudutaan käsittelemään luonnosta peräisin olevien aineiden vuoksi tai Suomen oloissa luontaisen alhaisen pH:n takia. Yleisimmät veden käsittelymenetelmät selvityksessä mukana olleilla pohjavedenottamoilla olivat alkalointi ja raudan poisto. Nämä menetelmät eivät poista vedestä torjunta-aineita, vaan talousveden torjunta-ainepitoisuus säilyy samana kuin raakaveden pitoisuus. Osalla vesilaitoksista on tehostettu vedenkäsittelyä, jotta torjunta-ainepitoisuus saatiin lainsäädännön edellyttämälle tasolle (Tampere, Hyvinkää). Koska torjunta-aineiden määrä vaihteli paljon samankin pohjavesialueen kaivoissa, joillakin vesilaitoksilla riitti yksittäisen kaivon sulkeminen tai veden laimentaminen toisen, puhtaan kaivon tai ottamon vedellä.

Pintavesille on annettu ympäristölaatunormit atrasiinille ja simatsiinille (Taulukko 26). Ne ovat huomattavasti alemmat kuin talousvedelle asetetut terveysperusteiset ohjearvot, mutta korkeammat kuin talousvesiasetuksen raja-arvo 0,10 µg/l. Vertailtaessa selvityksessä todettuja pohjavesien torjunta-ainepitoisuuksia pintavesille asetettuihin raja-arvoihin, suurimmatkaan pohjavesistä todetut pitoisuudet eivät ylittäneet pintavesille asetettuja raja-arvoja.

Taulukko 26.

Torjunta-aineiden suurimmat mitatut pitoisuudet tutkituissa pohjavesissä v. 2002–2005, WHO:n terveysperusteiset ohjearvot juomavedessä ja EQS-arvot pintavedessä. Talousveden raja-arvona ja pohjaveden hyvän kemiallisen tilan arviointiin käytetään yksittäisen torjunta-aineen tai sen hajoamistuotteen pitoisuutta 0,1 µg/l ja vastaavasti edellä mainittujen summalle 0,5 µg/l.

Aine	Suurin pitoisuus pohjavedessä µg/l	Terveysperusteinen ohjearvo talousvedessä µg/l	EQS-arvo pintavedessä µg/l
BAM	2,4	450*	-
Atratsiini	0,34	2	0,6
DEA	0,16	-	-
DEDIA	0,43	-	-
DIA	0,09	-	-
Simatsiini	0,04	2	0,7
Bentatsoni	0,47	300*	-
Mekoproppi	0,03	10	-
Terbutylatsiini	0,056	7	-
Desetyyli-terbutylatsiini	0,04	-	-
Heksatsinoni	0,9	1000*	-
Dikloproppi	0,03	100	-
Propatsiini	<0,01	510*	-
Bromasiili	1,0	400*	-
Torjunta-aineet yhteensä	2,4		

* laskennallinen. Maailman terveysjärjestö WHO ei ole antanut terveysperusteista ohjearvoa, koska se ylittää selvästi talousvedessä esiintyvät pitoisuudet. Torjunta-aineiden hajoamistuotteista ei BAM:ia lukuun ottamatta ole saatavilla riittävästi tietoa, jotta niiden terveysvaikutukset voitaisiin arvioida (WHO, 2004; Rapala ja Gustafsson, 2005; EPA, 1998). Laskennalliset arvot on saatu pääasiassa eläinkokeiden perusteella soveltamalla niihin turvakerronta 100–1000 (WHO 2004).

5.3

Pitoisuuksien vaihtelut

Osasta selvityksessä mukana olleista pohjavesialueista otettiin näytteet useammasta eri havaintopaikasta. Pohjaveden torjunta-ainepitoisuudet saattoivat vaihdella saman näytteenoton näytteissä huomattavasti pohjavesialueen eri havaintopaikoista otetuissa näytteissä. Pohjavesialueita, joilla torjunta-aineita esiintyi vain osassa otetuista näytteistä, sijaitsi Hausjärvellä, Heinolassa (Urheiluoipisto), Hyvinkäällä, Joutsenossa (Joutse-nonkangas), Kouvolassa (Tornionmäki), Lahdessa (Renkomäki ja Lahti), Laukaalla, Limingalla (Rantakylä), Lohjalla (Lohjanharju A ja B), Nastolassa (Nastolanharju-Uusikylä B), Orimattilalla (Ämmäntöyräs), Sotkamossa (Hiukanharju-Pöllyvaara), Vaalassa (Laajankangas-Kankari), Vihdissä (Isolähde) ja Ylöjärvellä (Ylöjärvenharju).

Tulosten perusteella voidaan sanoa, että torjunta-aineiden esiintyminen voi olla hyvin paikallista. Yksittäinen torjunta-ainenäyte ei siis anna luotettavaa tietoa koko pohjavesialueen pohjaveden laadusta. Alueilla, joilla on ollut toimintaa, jonka yhteydessä on käytetty tai käytetään torjunta-aineita, olisi syytä kartoittaa torjunta-ainepitoisuudet useista havaintopisteistä, koska pitoisuudet voivat vaihdella huomattavasti eri puolilla pohjavesialuetta.

Torjunta-aineiden esiintyminen ja pitoisuudet saattoivat vaihdella myös huomattavasti samassa havaintopaikassa eri näytteenottoajankohtina. Hangon Isolähteen pohjavesialueen Lappohjan vedenottamon kaivossa 1 atratsiinipitoisuus vaihteli eri ajankohdina otetuissa näytteissä; ollen kesäkuussa 0,006 µg/l, syyskuussa 0,019 µg/l ja lokakuussa 0,008 µg/l. Samassa havaintopaikasta todettiin myös heksatsinonia syyskuussa 0,26 µg/l, mutta kesäkuussa ja lokakuussa sitä ei havaittu ollenkaan. Lohjalla Lohjanharju B:n Lehmijärven vedenottamon raakavedestä löytyi heinäkuussa atratsiinia 0,15 µg/l ja DEDIA:a 0,35 µg/l. Lokakuussa atratsiinin pitoisuus oli laskenut 0,02 µg/l, ja DEDIA:n 0,011 µg/l, mutta DEA:a esiintyi lokakuun näytteessä 0,088 µg/l. Samalla pohjave-

sialueella Takaharjun havaintopaikassa esiintyi DEDIA:a 0,2 µg/l heinäkuussa. Lokakuussa otetuissa kahdessa näytteessä DEDIA:n pitoisuus oli toisessa näytteessä alle määritysrajan, mutta toisessa sitä ei havaittu. Lohjanharju B:n Myllylammen vedenottamon raakavedessä oli DEDIA -pitoisuus 0,43 µg/l heinäkuussa, mutta lokakuussa otetuissa kahdessa uusintanäytteessä sitä havaittiin alle määritysrajan (<0,005µg/l) suuruinen pitoisuus tai ei ollenkaan. Koska torjunta-ainepitoisuuksien vaihtelu voi olla huomattavaa, olisi hyvä tehdä useampia torjunta-ainemäärytyksiä, mieluiten saman vuoden aikana, pitoisuuksien vaihteluvälin arvioimiseksi.

5.4

Maankäytön vaikutus torjunta-aineiden esiintymisessä

Torjunta-aineiden esiintymisen ja maankäytön välillä ei todettu tilastollisesti merkittäviä korrelaatioita tehdyn pääkomponenttianalyysin ja Pearsonin korrelaatioanalyysin perusteella. Torjunta-aineiden alkuperää ei voida tämän selvityksen tulosten perusteella todentaa. Pohjavesialueilla, joiden pohjavedestä todetaan torjunta-aineita, on maankäyttöä syytä tarkastella aina tapauskohtaisesti. Tässä selvityksessä käytetyt maankäyttötiedot koskivat koko pohjavesialuetta, eivätkä ne näin ollen anna tarkkaa kuvaa vedenottamoiden lähialueiden maankäytöstä. Torjunta-aineet voivat kulkeutua helposti pohjaveden virtauksen mukana ja olla peräisin kaukaakin eri päästölähteistä.

Torjunta-aineita esiintyi pohjavedessä yleisimmin Etelä-, Lounais- ja Keski-Suomessa. Niiden esiintyminen näytti liittyvän alueellisesti ja paikallisesti rakennettuun ympäristöön. Pohjavesialueilla, joilla pohjaveden torjunta-ainepitoisuus ylitti talousvedelle asetetun raja-arvon 0,10 µg/l, asutuksen, teollisuus- tai varastoalueen, virkistysalueiden ja vesistöjen osuus pohjavesialueen kokonaispinta-alasta, sekä teiden ja radan esiintyminen oli yleisempää kuin keskimäärin kaikilla tutkimuksessa mukana olleilla pohjavesialueilla (Taulukko 27).

Pohjavesialueilla, joilla pohjaveden torjunta-ainepitoisuus ylitti talousvedelle asetetun raja-arvon, 33 %:lla oli hautausmaa (Hanko, Masku, Turku, Kylmäkoski ja Tampere). Kaikilla selvityksessä mukana olleilla pohjavesialueilla hautausmaita oli ainoastaan 7 %:lla pohjavesialueista.

Rakentamattomassa ympäristössä torjunta-aineiden esiintyminen vaihteli. Peltoviljelyä, metsätaloutta ja maa-ainesten ottoa esiintyi vähemmän niillä pohjavesialueilla, joilla pohjaveden torjunta-ainepitoisuus ylitti 0,1 µg/l, kuin keskimäärin kaikilla selvityksessä mukana olleilla pohjavesialueilla. Selvityksessä mukana olleiden pohjavesialueiden peltoviljelyn piirissä olevan alueen pinta-ala pohjavesialueiden kokonaispinta-alasta vaihteli välillä 0–82 %. Keskimääräinen osuus pohjavesialueiden pinta-alasta, joka oli peltoviljelykäytössä oli tutkituilla alueilla 17 %. Pohjavesialueilla, joilla pohjaveden torjunta-ainepitoisuus todettiin olevan yli 0,1 µg/l, peltoviljelyn osuus koko pohjavesialueen maankäytöstä oli eniten Eurassa (49,3 %) ja Kylmäkoskella (36,1 %) (Taulukko 28).

Pohjavesialueiden pinta-alasta metsätalouden osuus vaihteli 5–99 %, ja keskimääräinen metsätalouden osuus selvityksessä mukana olleiden pohjavesialueiden pinta-alasta oli noin 60 %:a. Noin puolella (7 kpl, 47 %) pohjavesialueista, joilla todettiin torjunta-aineita pohjavedestä yli asetetun raja-arvon, pääasiallinen maankäyttömuoto (pinta-alasta yli 50 %) on metsätalous. Metsätalouden osuus pohjavesialueen maankäytöstä oli huomattava mm. Lohjalla, Hangossa ja Keuruulla (Taulukko 28).

Yhteensä kymmenellä pohjavesialueella kaikista niistä tutkimuksessa mukana olleista 15 pohjavesialueesta, joilla pohjavedestä todettiin torjunta-aineita yli asetetun raja-arvon, sijaitsee asutusta yli 10 % kokonaispinta-alasta ja lisäksi teollisuus- tai varastoalueita 1,4–9,6 %. Tällaisia pohjavesialueita on mm. Eurassa, Hyvinkäällä, Lohjalla (2 kpl), Maskussa, Turussa, Lahdessa, Kylmäkoskella ja Tampereella (2 kpl).

Taulukko 27.

Pohjavesialueiden keskimääräinen maankäyttö, tien ja radan keskipituudet sekä torjunta-aineiden esiintyminen.

Selvityksessä mukana olleiden pohjavesialueiden keskimääräisiä maankäyttömuotoja sekä teiden ja radan pituudet	Pohjavesialueet	Pinta-alojen keskiarvo	Taajama- tai haja-asutus	Loma-asutus	Peltoviljely	Metsä-talous	Maa-ainesten otto	Vesistöt	Teollisuus- tai varastoalue	Virkistysalue	Tie	Rata
	kpl	ha	%								km	km
Kaikki tutkimuksessa mukana olleet pohjavesialueet	183	602,0	8,3	0,7	16,6	59,3	2,2	4,1	1,4	0,9	5,2	1,1
Alueet, joilla ei todettu torjunta-aineita	115	545,4	5,7	0,9	18,5	61,0	2,3	4,3	0,8	0,6	4,7	0,3
Alueet, joilla todettiin torjunta-aineita	68	697,6	12,7	0,3	13,3	56,4	1,9	3,7	2,5	1,2	6,0	2,3
Alueet, joilla todettiin torjunta-aineita yli määritysrajan	52	697,8	14,4	0,3	13,1	53,7	1,4	3,9	3,0	1,4	6,0	2,9
Alueet, joilla torjunta-aineipitoisuus oli yli raja-arvon	15	938,6	15,8	0,2	12,2	52,5	0,5	4,2	3,6	1,6	6,8	4,1

Pohjavesialueista, joilla todettiin yli raja-arvon suuruisia pitoisuuksia torjunta-ainetta tai hajoamistuotteita pohjavedessä, seitsemällä on maa-ainesten ottoa ja kuudella virkistysalueita sekä kahdeksalla (53%) pohjavesialueella kulkee sekä tie että rata. Radan pituus näillä alueilla vaihtelee noin yhdestä kilometristä aina 23,5 kilometriin. Teitä kulkee pohjavesialueilla, joilla todettiin raja-arvon ylittävä pitoisuus torjunta-aineita, yhteensä 12 alueella. Teiden pituus näillä pohjavesialueilla vaihtelee 0,8 kilometristä aina 29,7 kilometriin. (Taulukko 28).

Atratsiinia sisältäviä torjunta-aineita on ollut rekisteröitynä rikkakasvien torjuntaan viljelemättömillä alueilla, metsäviljelyssä, omenapuiden ja marjapensaiden alustoilla sekä maissiviljelyksillä 1990-luvun alkuun asti, jolloin sen käyttö ja myynti loppui. *Atratsiinia* tai sen hajoamistuotteista DEA:a tai DEDIA:a esiintyi yli 0,10 µg/l raja-arvon pitoisuuksina pohjavedessä yhteensä seitsemällä pohjavesialueella, joilla kaikilla yleisiä maankäyttömuotoja ovat asutus, peltoviljely, metsätalous, ja teollisuus- tai varastoalue (Taulukko 28). Lisäksi pohjavesialueilla on maa-ainesten ottoa, virkistysalue, golfkenttä, puutarhantutkimuslaitos tai hautausmaa. Pohjavesialueista, joilla atratsiinipitoisuus pohjavedessä ylitti asetetun raja-arvon, yhteensä neljä sijaitsee vesistöjen vierellä ja niillä kulkee maanteitä ja rautateitä.

Klooritiamidin tai diklobeniilin hajoamistuotetta *BAM:a* todettiin pohjavedessä yli talousveden raja-arvon viidellä pohjavesialueella (Taulukko 28). Näillä kaikilla pohjavesialueilla merkittävänä maankäyttömuotoina on asutus, peltoviljely, metsätalous ja maantiet sekä ne rajoittuvat vesistöön. Edellä mainituista alueista yhdellä sijaitsee ratapiha ja rautatie (Tampere / Epilänharju-Villilä). Kolmella pohjavesialueella sijaitsee hautausmaa (Turku, Kylmäkoski, Tampere / Akkulanharju). Piikkiön puutarhantutkimuslaitos on ilmoittanut käyttäneensä kloritiamidia tai diklobeniiliä puutarhakäytävien rikkakasvien torjuntaan. Piikkiötä lukuun ottamatta kaikilla viidellä pohjavesialueella on teollisuus- tai varastoalueita ja lisäksi Tampereen molemmilla pohjavesialueilla sijaitsee virkistysalue.

Heksatsinonin osalta raja-arvo ylittyi pohjavedessä neljällä pohjavesialueella, joista kahdella (Hanko, Keuruu) on huomattavan paljon metsätaloutta. Lisäksi alueilla on jonkin verran asutusta, peltoviljelyä, teollisuus- tai varastoalueita ja virkistysalueita (Taulukko 28). Molemmilla edellä mainituilla pohjavesialueilla on maanteitä ja

rautateitä, sekä lisäksi Hangossa pohjavesialueella on hautausmaa ja ampumarata. Heksatsinonia todettiin pohjavedestä myös yli raja-arvon pitoisuus Karjaalta (Meltola-Mustio C) ja Lahdesta, joilla molemmilla pohjavesialueilla on asutusta, peltoviljelyä, metsätaloutta, ja teollisuus- tai varastoalueita. Lahdessa pohjavesialueeksi on lisäksi rajattu kuuluvaksi huomattavan paljon pintavesistöä. Lahden pohjavesialueella sijaitsee myös virkistysalue, kaupungin puutarha, maanteitä ja rautateitä, sekä rautatieasema ja ratapiha.

Bromasiilia todettiin yli raja-arvon pitoisuutena pohjavedestä Lahden pohjavesialueelta. Bentatsonia todettiin pohjavedestä yli raja-arvon pitoisuus Eurasta, jossa pohjavesialueen yleisin maankäyttömuoto on peltoviljely. Eurassa pohjavesialueella on lisäksi jonkin verran asutusta, metsätaloutta, vesistöjä, teollisuus tai varastoaluetta, virkistysalue, sekä maanteitä ja rautateitä.

Taulukko 28.

Maankäyttö pohjavesialuilla joilta löydettiin torjunta-aineita yli talousveden 0,10 µg/l raja-arvon (Pohjavesitietojärjestelmä, maankäyttötieto tuotettu SLICES-aineistosta)

Kunta	Pohjavesi-alueen tunnus	Pohjavesi-alueen nimi	Pinta-ala	Torjunta-aineiden pitoisuus (%)							Tiet		Rauta-tie	Hautausmaa	Torjunta-aineet, joita todettiin yli raja-arvon pitoisuutena	
			ha	Taajama-asutus	Haja- ja loma-asutus	Peltoviljely	Metsätalous	Maa-ainestenotto	Teollisuus- tai varastoalue	Vesistöt ja virkistysalueet	km	km				
Eura																
	0205051	Vaani	738	1,2	11,1	49,3	26,0	0	3,6	2,6	10,3	4,0				Bentatsoni
Hanko																
	0107803	Isolähde	750	0,2	0,7	1,0	87,9	0	0,3	1,6	8,6	3,2	X			Heksatsinoni
Hyvinkää																
	0110651	Hyvinkää	2906	5,0	14,6	5,1	56,6	3,2	4,3	1,9	23,8	23,5				Atratsiini, DEA
Karjaa																
	0122051 B	Meltola-Mustio B	608	0	5,9	17,8	66,8	1,6	0,2	0,1	8,3	4,3				Atratsiini
	0122051 C	Meltola-Mustio C	478	0	5,8	7,2	46,6	0,1	0,6	0	0	0				Atratsiini, DEA, heksatsinoni
Lohja																
	0142851 A	Lohjanharju A	865	3,5	30,7	15,5	83,6	0	7,0	14,7	0	0				DEDIA
	0142851 B	Lohjanharju B	2302	0,4	10,0	6,1	40,7	1,6	2,3	1	0	0				Atratsiini, DEDIA
Masku																
	0248101	Humikkala-Alho	211	0,1	20,9	12,3	37,8	0,8	3,1	4,3	6,8	0,7	X			Atratsiini
Piikkiö																
	0260204	Puutarhan-tutkimuslaitos	98	0	3,7	16,3	63,3	0	0	16,8	1,4	0				BAM
Turku																
	0285352	Kaarnikko	221	0,4	20,8	10,8	50,4	0	9,6	0,8	2,4	0	X			BAM
Lahti																
	0439801	Lahti	4036	8,4	15,5	1,5	32,9	0	6,5	21,3	29,7	20,0				Atratsiini, DEA, DEDIA, heksatsinoni, bromasiili
Kylmäkoski																
	0431001 B	Kylmäkoski	96	0	11,4	36,1	43,3	0,3	1,4	2,7	2,8	0	X			BAM
Tampere																
	0483701	Aakkulanharju	266	6,8	24,4	0	42,7	0	8,0	4,7	0,8	0	X			BAM
	0483702 A	Epilänharju-Villilä	284	8,5	27,4	1,1	26,6	0	6,2	10	3,8	5,0				BAM
Keuruu																
	0924905	Kaleton	220	0	3,3	2,6	83,0	0,1	0,2	5,2	2,7	0,9				Heksatsinoni

6 Yhteenvedo ja johtopäätökset

Tutkimuksessa oli mukana 189 pohjavesialueelta 275 havaintopaikkaa, joilta otettiin yhteensä 295 näytettä. Pohjavesinäytteenottoaikojen valinnassa painotettiin vedenottamoiden merkitystä ja lisäksi näytteenottoa suunnattiin pohjavesialueille, joilla oli runsaasti mm. asutusta, peltoviljelyä, rauta- ja maanteitä, puutarhoja, hautausmaita, vesistöjä sekä teollisuus- tai varastoalueita ja virkistysalueita. Torjunta-aineita todettiin pohjavedestä yli asetetun raja-arvon 0,10 µg/l pitoisuuksina yhteensä 15 pohjavesialueelta. Torjunta-aineiden summalle asetettu raja-arvo 0,50 µg/l ylittyi pohjavedessä kuudella pohjavesialueella. Tutkituissa pohjavesinäytteissä yli 0,10 µg/l pitoisuuksia todettiin atratsiinia ja sen hajoamistuotteita DEA:a ja DEDIA:a, heksatsinonia, bentatsonia, bromasiilia sekä kloritiamidin ja/tai diklobeniilin hajoamistuotetta BAM:ia.

WHO:n talousvedelle antamat terveysperusteiset suositukset eivät kuitenkaan ylittyneet yhdessäkään näytteenottoaikoissa eikä minkään torjunta-aineen kohdalla. Tämän selvityksen tulosten perusteella osalta tutkimuksessa mukana olleista vedenottamoista tai kaivoista on lopetettu pohjavedenotto (mm. Lahti, Turku, Piikkiö) ja osalla on tehostettu talousvedenkäsittelyä (mm. Tampere ja Hyvinkää). Yhtenä keinona saavuttaa talousvedelle asetetut laatuvaatimukset voidaan torjunta-ainepitoista pohjavettä myös laimentaa puhtaalla pohjavedellä esimerkiksi toisesta vedenottokavasta otetulla puhtaalla pohjavedellä.

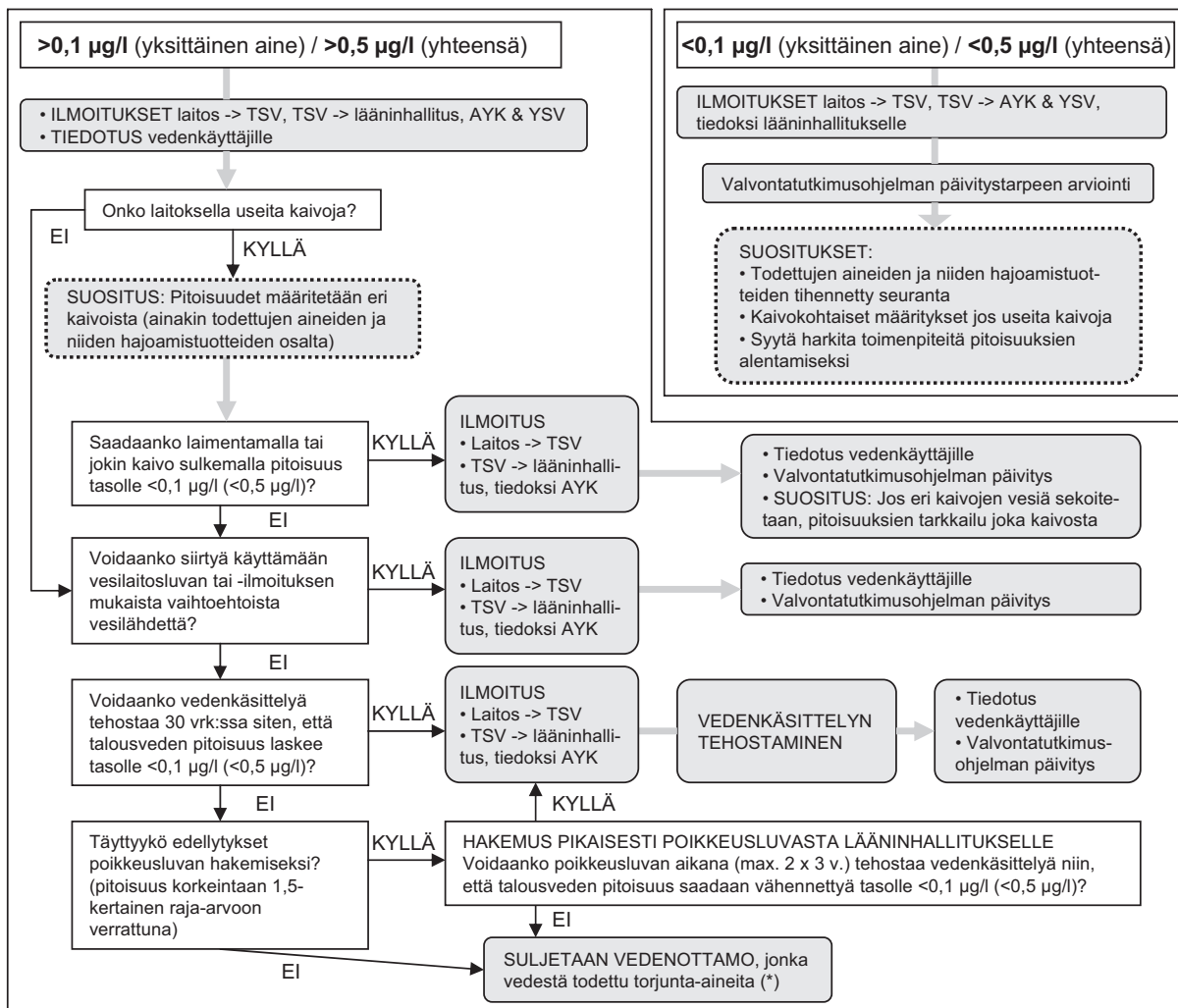
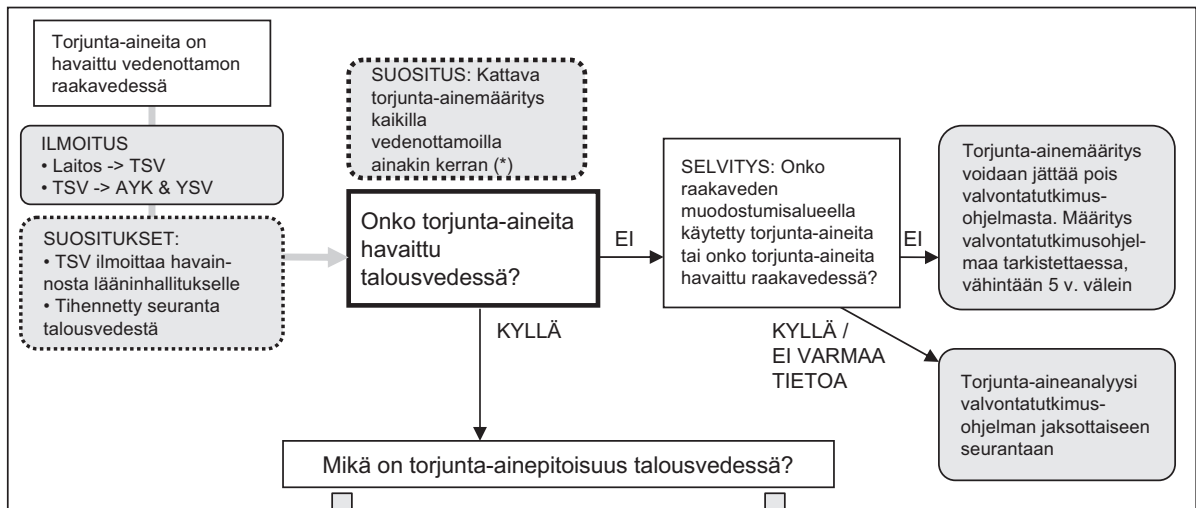
Varsinaista menetelmää pohjaveden kunnostamiseksi maaperässä ei ole vielä olemassa. Pääasiallinen keino ongelman ratkaisemiseksi on edelleen talousveden käsittely. Torjunta-aineiden on todettu hajoavan luonnossa nopeiten mikrobiologisesti, ja mikrobien hyödyntämistä torjunta-ainepitoisen pohjaveden puhdistamisessa tutkitaan.

Korkeimmat torjunta-ainepitoisuudet mitattiin Etelä-, Lounais- ja Keski-Suomessa. Tämän selvityksen aineistolla ei voitu selvästi osoittaa yhteyttä eri maankäyttömuotojen tai toimintojen ja torjunta-aineiden esiintymisen välille, vaan pohjavesialueita tulee aina tarkastella tapauskohtaisesti. Kuitenkin pohjavesialueilla, joilla esiintyi torjunta-aineita yli 0,10 µg/l suuruuksina pitoisuuksina oli keskimääräistä enemmän asutusta, teollisuus- tai varastoalueita, virkistysalueita, rautateitä ja hautausmaita sekä ne rajoittuvat useimmin pintavesistöön verrattuna kaikkiin tutkimuksessa mukana olleisiin pohjavesialueisiin. Peltoviljelyä ja metsätaloutta ei esiintynyt keskimääräistä enemmän raja-arvon ylittäneillä pohjavesialueilla. Samalla pohjavesialueellakin pohjavedestä todetut torjunta-aineidenpitoisuudet voivat vaihdella huomattavasti eri havaintopaikoissa tai eri näytteenottoaikoilla. Myös torjunta-ainepitoisuuksien vuodenaikavaihtelut voivat olla suuria. Aina kun atratsiinin pitoisuus ylitti talousveden raja-arvon 0,10 µg/l pohjavedessä, näytteistä todettiin myös sen hajoamistuotteita. Joissakin tapauksissa atratsiinin hajoamistuotteita esiintyi enemmän kuin lähtöaineita, atratsiinia tai simatsiinia.

Nykyisten maankäyttömuotojen perusteella on vaikeaa päätellä torjunta-aineiden esiintymistä pohjavedessä. Tässä selvityksessä pohjavedestä todetut torjunta-aineet ovat vanhoja ja niiden käyttö ja myynti on lopetettu vuosia jopa yli kymmenen vuotta sitten. Selvityksessä pohjavedestä todetut torjunta-aineet ovat olleet laajasti käytössä eri tarkoituksissa. Lisäksi kyseisten tehoaineiden pohjavesiriskiä lisää niiden suuri vesiliukoisuus. Pohjaveteen päästyään ne saattavat säilyä ja kulkeutua pitkiäkin matkoja varsinaisesta käyttö- tai päästölähteestä.

Suosituksia ja toimenpide-ehdotuksia

Mikäli on olemassa varmaa tietoa, ettei vedenottamon kaivojen pohjaveden muodostumisalueella ole käytetty torjunta-aineita, voidaan torjunta-aineiden määräitys jättää tekemättä talousvedestä. Torjunta-aineet tulisi kuitenkin analysoida talousvedestä vähintään kerran, koska riittävää tietoa pohjavesialueen maankäytöstä, sen muutoksista sekä nykyisestä tai aikaisemmasta torjunta-aineiden käytöstä alueella ei yleensä ole saatavilla. Torjunta-aineiden käyttö- ja päästölähteitä voi olla useita, minkä takia tulisi pyrkiä selvittämään mitä torjunta-aineita pohjavedenmuodostumisalueella on käytetty. Torjunta-aineet, erityisesti tässä selvityksessä pohjavedestä todetut tehoaineet, ovat hitaasti hajoavia ja ne voivat kulkeutua maaperässä ja pohjavedessä pitkiäkin matkoja. Niillä pohjavesialueilla, joissa tässä tutkimuksessa havaittiin torjunta-aineita yli asetetun raja-arvon, on syytä seurata pohjaveden laatua torjunta-aineiden osalta riittävän usein. Jatkoselvitystä torjunta-aineiden esiintymisestä pohjavedessä on syytä tehdä alueilla, joilta aineita on todettu, vaikka pieninäkin pitoisuuksina. Pohjavesialueilla, joilla on havaittu torjunta-aineita pohjavedessä, on varauduttava seuraamaan veden laatua ja käsittelemään tarvittaessa talousvettä. Käsittelymenetelmän valinta on ratkaistava kohdekohtaisesti. Pohjavettä raakavetenään käyttävien vesihuoltolaitosten näkökulmasta torjunta-aineiden esiintymistä, seuranta ja mahdollisen käsittelymenetelmän valintaa torjunta-aineiden poistamiseksi talousvedestä on tarkasteltu tarkemmin Vesi- ja viemärlaitosyhdistyksen julkaisussa ”Torjunta-aineet pohjavedessä – opas vesilaitoksille” (VVY, 2006). (Kuva 37).



* Suljettu ottamo voidaan ottaa käyttöön kun vedenkäsittelyä on tehostettu. Tällä välin on järjestettävä väliaikainen vedenjakelu muusta vesilähteestä.

Kuva 37. Vesihuoltolaitoksen toimintakaavio pohjaveden torjunta-ainepitoisuuksien selvittämisestä ja toimenpidevaihtoehdoista (TSV = kunnan terveydensuojeluviranomainen, YSV = kunnan ympäristönsuojeluviranomainen AYK = alueellinen ympäristökeskus).

KIRJALLISUUS

- Alloway, B.J. 1992. Land contamination and reclamation. In: Harrison, R.M. (ed.) Understanding our environment. An introduction to environment chemistry and pollution. The Royal Society of Chemistry. London. s 137-163.
- Bottoni, P. ja Funari, E. 1992. Criteria for evaluating the impact of pesticides on groundwater quality. The Science of the Total Environment 123/124 s. 581–590.
- EEA, 2004. Indicator Fact Sheet; Pesticides in groundwater (www.eea.europa.eu)
- European Environment Agency (EEA) 1999. Grounwater quality and quantity in Europe. Copenhagen. 582 s.
- Gustafsson, J., Waris, R. ja Rönkä, E. 2002. Vesipolitiikan puitedirektiivin perustuva pohjavesivarojen hallinta – selvitys Lahden ja Nurmijärven alueelta. Suomen ympäristökeskuksen moniste 270. 91 s.
- Gustafsson, J. 2004. Torjunta-aineiden esiintyminen pohjavedessä, väliraportti, Suomen ympäristökeskuksen moniste 299, Suomen ympäristökeskus, 113 s.
- Harkki, H. ja Kuivamäki, R. 2005. 2,6-diklooribentsoamidi (BAM) pohjavedessä – kulkeutuminen, vaikutukset, poistaminen, Case: Tampere. ([http://WWW.vvy.fi/koulvhpv/vhvp/2005/Vesihuolto 2005/](http://WWW.vvy.fi/koulvhpv/vhvp/2005/Vesihuolto%202005/))
- Hatva, T. 1987. Maaperän epäpuhtauksien kulkeutuminen pohjaveteen. Ympäristö- ja terveys 1/1987, vsk 18, s. 16-20.
- Heikkinen, P. 2000. Haitta-aineiden sitoutuminen ja kulkeutuminen maaperässä. Geologian tutkimuskeskus, tutkimusraportti 150. Espoo 2000. 75 s.
- Heinonen, R., Hartikainen, H., Aura, E., Jaakkola, A. ja Kempainen, E. 1992. Maa, viljely ja ympäristö. Helsinki.1992. 334 s.
- Hurle, K. ja Walker, A. 1980. Persistence and its prediction. In: Hance, R.J. (ed): Interactions between herbicides and the soil. Academic press. s., 83-123.
- Hynninen, E-L ja Blomqvist, H. 1994. Pesticide Sales in Finland 1993. Kemia-Kemi Vol. 21 (1994) 6:529-531.
- Jaakkonen, S. ja Sorvari, J. 2006. Metsätaimatarhoilla käytettyjen torjunta-aineiden ympäristövaikutukset ja riskiarviointi. Suomen ympäristön julkaisu n:o 819. Uudenmaan ympäristökeskus.92 s.
- Kansainväliset kemikaalikortit ICSC 0699. Simatsiini. Maaliskuu 1999. Sivulla vierailtu 19.12.2005. (<http://kappa.ttl.fi/kemikaalikortit/kpdf/nfin0699.pdf>)
- Kansainväliset kemikaalikortit ICSC 0828. Bentatsoni. Huhtikuu 1997. Sivulla vierailtu 19.12.2005. (<http://kappa.ttl.fi/kemikaalikortit/kpdf/nfin0828.pdf>)
- Kansainväliset kemikaalikortit ICSC 1448. Bromasiili. Toukokuu 2003. Sivulla vierailtu 19.12.2005. (<http://kappa.ttl.fi/kemikaalikortit/kpdf/nfin1448.pdf>)
- Kansainväliset kemikaalikortit ICSC 0055. Mekoproppi. Huhtikuu 1994b. Sivulla vierailtu 19.12.2005. (<http://kappa.ttl.fi/kemikaalikortit/kpdf/nfin0055.pdf>)
- Kansainväliset kemikaalikortit ICSC 0099. Atratsiini. Huhtikuu 1994a. Sivulla vierailtu 19.12.2005. (<http://kappa.ttl.fi/kemikaalikortit/kpdf/nfin0099.pdf>)
- Kasvintuotannon tarkastuskeskus, KTTK. 2006. Torjunta-aineet/tilastotietoja. Torjunta-aineiden myynti Suomessa/Pesticide Sales of Finland 2004. (<http://www.kttk.fi>)
- Kemikaalien ympäristötietorekisteri 2005. (www.ymparisto.fi)
- Kolari, M. ja Salkinoja-Salonen, M. 1993. Klooratut eteenit pohjavesien pilaajana. Vesitalous 1993, n:o 2:8-13.
- Komulainen, H. ja Karvonen, T. 1996. Haitallisten polttoaineyhdisteiden käyttäminen ja kulkeutuminen maassa ja pohjavedessä. Vesitalous 6/1996, s.9-15.
- Korkka-Niemi, K., ym. 1993. Valtakunnallinen kaivovesitutkimus. Talousveden laatu ja siihen vaikuttavat tekijät, 1993. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisu-sarja A 146, Sosiaali- ja terveysministeriön selvityksiä 2/93. Vesi- ja ympäristöhallitus & Sosiaali- ja terveysministeriö, Helsinki, 1993.
- Laitinen, R. ja Toivonen, J. 1994. Yleinen ja epäorgaaninen kemia. Hämeenlinna. Otatieto Oy. 339 s.
- Lapinlampi, T. ja Raassina, S. 2002. Vesihuoltolaitokset 1998 – 2000 Vesilaitokset. Suomen ympäristö n:o 541. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 480 s.
- Littunen, I. Britschgi, R. ja Gustafsson, J.1995. Tarinaharjun golfkentän vaikutukset pohja- ja pintavesiin. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja n:o 615. Helsinki. 73 s.
- Lodenius, M. 1995. Ympäristömyrkyt. Ympäristönsuojelun opetusmoniste n:o 3. Helsingin yliopisto. Limnologian ja ympäristönsuojelun laitos. Helsinki.54 s.
- Mackay, D.M., Roberts, P.V. ja Chetty, J.A. 1985. Transport of organic contaminants in groundwater. Distribution and fate of chemicals in sand and gravel aquifers. Environmental Science and Technology, vol. 19, No 5, 1985. s. 384-392.
- Mukula, J. 1980. Herbisidit. Rikkakasvien torjunta-aineet ja niiden käyttö. Kasvinsuojeluseuran julkaisu n:o 63. Helsinki. 111 s.
- Mustonen, S. 1986. Sovellettu hydrologia. Vesiyhdistys r.y. Helsinki 1986. 503 s.
- Mälkki, E., Sihvonen, K ja Suokko, T. 1988. Ihmistoiminnan vaikutus pohjaveteen II Taimitarhat. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja n:o 50. Vesi- ja ympäristöhallitus. Helsinki. 1988.
- Nash, R. G. ja Gish, T. J. 1989. Halogenated pesticide volatilization and dissipation from soil under controlled conditions. Chemosphere, vol, 18, n:o 11/12, s. 2353-2362. Julkaisussa Assmuth et al. 1990, sivu 136.

- Nikunen, E. 1999. Ympäristölle vaaralliset kemikaalit. Chemas Oy. Helsinki. 118 s. Julkaisussa Servomaa ym. 2001. s.12.
- Nikunen, E. ja Leinonen, R., 2002. Ympäristölle vaaralliset kemikaalit, riskiarviointi ja luokitus. Kemianteollisuus ry. hakapaino Oy, 3/2002. 139 s.
- Nummivuori, S. ja Seppälä, T. 2005. Torjunta-aineiden ympäristökuormitus vuonna 2004. Ympäristölehti 5/2005.
- Paasivirta, J. ja Rytsä, E. 1987. Torjunta-ainekemia. Otatieto/Yliopistokustannus. Espoo, 1987.
- Rapala, J. ja Gustafsson, J. 2005. Pohjavedestä todetut torjunta-ainepitoisuudet vesilaitosten ongelmana. Ympäristö ja terveys-lehti 4/2005, s.57-63.
- Rekolainen, S., Erkomaa, K., Korhonen, K., Huovinen, J. 1988. Eräiden maataloudessa yleisesti käytettyjen torjunta-aineiden esiintyminen vesistöissä ja huuhtoutuminen maatalousalueilta. *Vesitalous* 6/1988. s. 11 –17.
- Savela, M-L.& Hynninen, E-L.2004. Pesticide Sales in Finland 2003. *Kemia-Kemi* Vol. 31 (2004) 6:57 - 59.
- Scheidleder, A., Grath, J., Winkler, G., Stärk, U., Koreimann, C., Greimer, C., Austrian Working Group on Water. 1999. EEA 1999b. European Environment Agency. Copenhagen 1999. s. 27 – 35.
- Schepel, I. 1996. Torjunnan teho? *Kemiallisen kasvinuojelun vaikutus ympäristökuormitukseen ja luonnon monimuotoisuuteen*. Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskuksen julkaisuja n:o 49. Mikkeli. 54 s.
- Seppälä, T. 1997. Torjunta-aineiden käyttäytyminen Suomen ympäristöoloissa. Suomen ympäristökeskuksen monistesarja n:o 140. Helsinki. 78 s.
- Seppälä, T. ja Yli-Halla, M. 2001. *Pesticide groundwater leaching modelling in risk assessment in Finland-interim report*. Suomen ympäristökeskuksen moniste no 219. Helsinki 2001. ISBN 952-11-0883-5. 99 s.
- Servomaa, K., Tuomainen, A., Ahokas, A., Sojakka, P., Breilin, O. ja Kangas, J., 2001. Torjunta-aineiden ja ravinteiden kulkeutuminen kasvihuoneesta maaperään ja pohjaveteen. Suomen ympäristö 516, Ympäristönsuojelu. Pohjois-Savon ympäristökeskus, Kuopio, 2001. ISBN 952-11-0998-X.
- Sosiaali- ja terveysministeriön asetus (461/2000) talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista. Sivulla vierailtu 20.12.2005. (<http://www.finlex.fi/fi>)
- Suomen ympäristökeskus 1998. Torjunta-aineet ja ympäristö. Esite, 2.painos. Helsinki 1998. 19 s.
- Suomen ympäristökeskus, Kemikaaliyksikkö. 2002. Kemikaaliluetteloiden ja tietokorttien käyttäjän opas.
- Suoninen, T., Porttikivi, R., Särkioja, A. ja Taipalinen, I. 2002. Tarinaharjun golfkentän pinta- ja pohjaveseivaikutukset: loppuraportti. Pohjois-Savon ympäristökeskus 2002, Suomen ympäristö, nro 590. 82 s.
- Tolppanen, J. 1989. Saastuneiden maa-alueiden aiheuttaman pohjaviesien likaantumisriskin arviointi. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja 197. 72 s.
- Tuomisto, J. 2001. Torjunta-aineet. *Orgaaniset ympäristömyrkyt*. – Teoksessa: Koulu, M. & Tuomisto, J. (toim.), *Farmalogia ja toksikologia*: s. 1081-1096. Kustannusosakeyhtiö Medicina Oy. Kuopio.
- Turunen, S. 1985. Torjunta-aineiden vaikutustavat kasveissa ja eläimissä. Helsingin yliopisto. Eläintieteiden laitos. Kasvinuojelulaitoksen julkaisuja n:o 75. Mänttä. 175 s.
- Törnquist, M., Kreuger, J. ja Ulen, B. 2002. *Förekomst av bekämpningsmedel I svenska vatten 1985-2001. Result från monitoring och riktad yt-, grund- och dricksvatten*. Uppsala. 38 s.
- Vesi- ja ympäristöhallitus 1993. Ympäristön tila 1993. Pohjois-Savon ympäristön tila 1990-luvun alussa. Helsinki. 104 s.
- Vesi- ja viemäryhdistys ja Suomen Kuntaliitto. 2001. *Soveltamisopas talousvesiasetuksen 461/2000*. Helsinki. 37 s.
- Vesi- ja viemäri- ja viemäriyhdistys, Suomen ympäristökeskus, Sosiaali- ja terveydenhuollon tuotevalvontakeskus. 2006. *Torjunta-aineet pohjavedessä –opas vesilaitoksille*. Vesi- ja viemäriyhdistys, Helsinki, 2006.
- Wolter, R., Rosenbaum, S. ja Hannappel S. 2000. *The German groundwater monitoring network*. Proceedings of the MTM-III conference, Nunspeet, The Netherlands, 25-28.9. 2000. 277-282.
- World Health Organization (WHO) 2004. *Guidelines for Drinking-water Quality*. Third edition. Volume 1, Recommendations. WHO, Geneva. 515 p. ISBN 92 4 154638 7.
- Ylönen, K. 2005. *Eräät orgaaniset ja epäorgaaniset haitta-aineet Etelä-Savon tärkeimpien vedenottamoiden raaka- ja pohjavesissä*. Etelä-Savon ympäristökeskuksen moniste n:o 65. Mikkeli. 84 s.
- Young, P., Baldwin, G. ja Wilson, D.1984. *Attenuation of heavy metals within municipal waste landfill sites* Jackson, L. Rohlik, A. ja Conway, R. (toim.). Hazardous and industrial waste management and testing: 3 ASTM Symp. Philadelphia, American Society for Testing and materials. S. 193-212- ASTM STP 851. Julkaisusta Assmuth et al. 1990. s.105.
- Zacheus, O. 2005a. Suurten, EU:lle raportoitavien laitosten toimittaman talousveden valvonta ja laatu vuonna 2003. Sosiaali- ja terveydenhuollon tuotevalvontakeskus, STTV ympäristöterveydenhuolto, raportteja (www.sttv.fi).
- Zacheus, O. 2005b. Suurten, Euroopan komissiolle raportoitavien laitosten toimittaman talousveden valvonta ja laatu Suomessa vuosina 2002 – 2004. Sosiaali- ja terveydenhuollon tuotevalvontakeskus, STTV ympäristöterveydenhuolto, raportteja (www.sttv.fi).

Liite I

Tutkitut torjunta-aineyhdisteet sekä käytetyt määrittämenetelmät ja -rajat

GC/MSD on kaasukromatografinen menetelmä, LC/MSD on nestekromatografinen menetelmä. Tähdellä (*) merkittyjen yhdisteiden osalta menetelmä on akkreditoitu.

	Määrittärajaja µg/l	Menetelmä
2,4,5-T	0,01	LC/MSD
2,4'-DDT	0,01	GC/MSD
2,4-D	0,01	LC/MSD
4,4'-DDD	0,01	GC/MSD
4,4'-DDE	0,01	GC/MSD
4,4'-DDT	0,01	GC/MSD
Aklonifeeni	0,02	GC/MSD
Alakloori	0,01	GC/MSD
Aldriini *	0,01	GC/MSD
Amidosulfuroni	0,1	LC/MSD
Atratsiini *	0,005	GC/MSD
Atsokstropiini	0,1	GC/MSD
Bentatsoni	0,01	LC/MSD
Bromasiili *	0,01	GC/MSD
DEA (desetyyli-atratsiini) *	0,02	GC/MSD
DEDIA (desetyyli desisopropyli-atratsiini)	0,1	GC/MSD
Deltametriini	0,1	GC/MSD
DIA (desisopropyli-atratsiini) *	0,02	GC/MSD
Dieldriini *	0,02	GC/MSD
Diflufenikaani	0,01	GC/MSD
Dikamba	0,02	LC/MSD
Diklobeniili	0,02	GC/MSD
Diklofluaniidi	0,01	GC/MSD
Diklorproppi	0,01	LC/MSD
Diklorvossi	0,01	GC/MSD
Dimetoaatti	0,05	GC/MSD
Dimetomorfi	0,1	GC/MSD
Diuroni	0,005	LC/MSD
ekso-Heptakloriepoksidi *	0,02	GC/MSD
endo-Heptakloriepoksidi *	0,02	GC/MSD
Endosulfaanisulfaatti *	0,02	GC/MSD
α-endosulfaani *	0,02	GC/MSD
β- endosulfaani *	0,02	GC/MSD
Endriini	0,02	GC/MSD
Etofumesaatti	0,01	GC/MSD
Etyyliparationi	0,02	GC/MSD
Fenitrotioni	0,05	GC/MSD
Fenvaleraatti	0,05	GC/MSD
Flamproppi-isopropyli	0,01	GC/MSD
Fluatsifoppi-p-butyli	0,01	GC/MSD
Fluatsinami	0,02	GC/MSD
Furatiokarbi	0,02	GC/MSD
HCB	0,01	GC/MSD
Heksatsinoni *	0,02	GC/MSD
Heptaklori *	0,02	GC/MSD
Iprodioni	0,2	GC/MSD
Isoproturoni	0,005	LC/MSD
Karboksiini	0,01	GC/MSD
Kinometionaatti	0,01	GC/MSD

Klorfensoni	0,01	GC/MSD
Klorfenvinfossi	0,02	GC/MSD
Klormefossi	0,05	GC/MSD
Klormekvattikloridi	0,04	LC/MSD
Kloroksuroni	0,005	LC/MSD
Klorotaloniili	0,01	GC/MSD
Klorprofaani	0,02	GC/MSD
Klorpyrifossi	0,02	GC/MSD
Klorsulfuroni	0,02	LC/MSD
Kvintotseeni	0,01	GC/MSD
lambda-Syhalotriini	0,02	GC/MSD
Lindaani *	0,01	GC/MSD
Linuroni	0,005	LC/MSD
Malationi	0,05	GC/MSD
MCPA	0,01	LC/MSD
Mekoproppi	0,01	LC/MSD
Metabentstiatsuroni	0,005	LC/MSD
Metalaksyyli	0,02	GC/MSD
Metamitroni	0,05	GC/MSD
Metoksiuroni	0,005	LC/MSD
Metributsiini	0,1	GC/MSD
Metsulfuroni-metyyli	0,02	LC/MSD
Metyyliatsinfossi	0,02	GC/MSD
Metyyliparationi	0,01	GC/MSD
Mevinfossi	0,02	GC/MSD
Penkonatsoli	0,01	GC/MSD
Pentakloorianisoli	0,01	GC/MSD
Permetriini	0,05	GC/MSD
Pirimikarbi	0,01	GC/MSD
Primsulfuroni-metyyli	0,05	LC/MSD
Prokloratsi	0,5	GC/MSD
Prometryyni	0,02	GC/MSD
Propaklori	0,01	GC/MSD
Propatsiini	0,01	GC/MSD
Propikonatsoli	0,01	GC/MSD
Rimsulfuroni	0,1	LC/MSD
Simatsiini *	0,01	GC/MSD
Sulfosulfuroni	0,05	LC/MSD
alpha-Sypermetriini	0,05	GC/MSD
Syprodiiniili	0,05	GC/MSD
Teknatseeni	0,02	GC/MSD
Terbutryyni	0,01	GC/MSD
Terbutylatsiini *	0,005	GC/MSD
Tifensulfuroni-metyyli	0,02	LC/MSD
Tolyylifluanidi	0,01	GC/MSD
Triadimefoni	0,1	GC/MSD
Triadimenoli	0,1	GC/MSD
Triasulfuroni	0,01	LC/MSD
Trifluraliini	0,02	GC/MSD
Triflusulfuroni-metyyli	0,05	LC/MSD
Vinklotsoliini	0,01	GC/MSD

Liite 2

Uudenmaan ympäristökeskus

Tutkittujen pohjavesialueiden pääasiallinen luokiteltu maankäyttö (Pohjavesitietojärjestelmä, maankäyttö-tieto tuotettu SLICES-aineistosta).

Kunta / Pohjavesi-alue		Kokonais- pinta-ala	Taajama-asutus	Haja-asutus	Loma-asutus	Peltoviljely	Metsätalous	Maa-ainesten otto	Vesistöt	Teollisuus- tai varastoalue	Virkistysalue	Tiet	Rautatie
Pohjavesi- alueen tunnus	Pohjavesialueen nimi	ha	%									km	
Hanko													
0107801	Hanko	1409	0,3	9,7	0,3	0,6	71,8	0,1	5,9	3,4	1,2	7,7	10,1
0107803	Isolähde	750	0,2	0,6	0,1	1,0	87,9	0	1,3	0,3	0,3	8,6	3,2
0107802	Sandö-Grönvik	1744	0,1	1,0	1,0	0,3	80,9	1,6	9,3	0,3	0	10,2	8,6
Hyvinkää													
0110651	Hyvinkää	2906	5,0	14,6	0	5,1	56,6	3,2	0	4,3	1,9	23,8	23,5
Karjaa													
0122001 B	Karjaa B	366	2,7	26,7	0	2,5	30,3	0	1,7	4,3	0,9	4,7	5,3
0122001 C	Karjaa C	191	0	5,1	0	11,2	50,9	4,6	0	0	0	0	0
0122051 A	Meltola-Mustio A	453	0,1	3,4	0	10,6	78,1	0,6	0	0,7	0	0	0
0122051 B	Meltola-Mustio B	608	0	5,9	0	17,8	66,8	1,6	0	0,2	0,1	8,3	4,3
0122051 C	Meltola-Mustio C	478	0	5,5	0,3	7,2	46,6	0,1	0	0,6	0	0	0
Lohja													
0142851 A	Lohjanharju A	865	3,5	30,7	0	15,5	83,6	0	1,8	7,0	12,9	0	0
0142851 B	Lohjanharju B	2302	0,4	9,5	0,5	6,1	40,7	1,6	1,0	2,3	0	0	0
Pohja													
0160602	Brötörpsäsen	191	0	1,8	0,4	5,8	57,4	3,5	4,1	0	23,7	0	0
Tammisaari													
0183551	Björknäs	531	5,0	9,5	0	2,4	64,5	1,1	0	6,1	0,2	0	0
0160651	Ekerö	1031	0	1,4	0,1	4,7	81,2	2,5	0,6	1,0	0	0	0
Vihti													
0192704	Isolähde	788	0	5,8	0,4	12,7	39,9	2,1	0	0,3	1,2	0	0
0192705	Lautoja	439	0	4,1	0,4	24,2	55,4	12,2	0	1,1	0	0	0
0192755	Nummelanharju	1298	1,3	12,4	0,3	6,9	59,8	0,7	0,6	5,9	0,6	0	0

Tutkittujen pohjavesialueiden vedenottamot ja niiden vesijohtoverkoston johtamat talousveden määrät sekä veden käsittelymenetelmä (Lapinlampi ja Raassina, 2002).

Kunta/Pohjavesialue	Vedenottamo	Verkostoon johdettu talousvesi	Käsittelymenetelmä
		m ³ /d	
Hanko			
0107801 Hanko	Mannerheimintie	316	Ei käsittelyä
	Hopearanta	991	Ei käsittelyä
0107803 Isolähde	Lappohja	208	Ei käsittelyä
	Isolähde	1110	Desinfiointi
0107802 Sandö-Grönvik	Santalanranta	1715	Ei käsittelyä
Hyvinkää			
0110651 Hyvinkää	Hyvinkäänkylä	4100	Alkalointi
	Sveitsi	1679	Alkalointi
Karjaa			
0122001 B Karjaa B	Landsbro	1236	Raudan poisto
0122001 C Karjaa C	Nyby	479	Alkalointi
0122051 A Meltola-Mustio A	Meltola	516	Alkalointi
	Meltolan sairaala	83	Alkalointi
0122051 B Meltola-Mustio B	Lindnäs	0	Ei käsittelyä
0122051 C Meltola-Mustio C	Mjölmarby	92	Ei käsittelyä
Lohja			
0142851 A Lohjanharju A	Myllylampi	1426	Ei käsittelyä
	Porla	0	Ei käsittelyä
0142851 B Lohjanharju B	Kaivola	785	Ei käsittelyä
	Lehmijärvi	995	Ei käsittelyä
	Lempola	994	Ei käsittelyä
	Pappilankorpi	245	Desinfiointi
	Takaharju	799	Ei käsittelyä
	Uusniitty	187	
Pohja			
0160602 Brötörpsåsen	Brödtorp	662	Alkalointi
Tammisaari			
0183551 Björknäs	Björknäs	1054	Alkalointi
0160651 Ekerö	Ekerö	1509	Alkalointi
Vihti			
0192704 Isolähde	Isolähde	357	Ei käsittelyä
0192755 Nummelanharju	Luontola	2561	Ei käsittelyä

Liite 3

Lounais-Suomen ympäristökeskus

Tutkittujen pohjavesialueiden pääasiallinen luokiteltu maankäyttö (Pohjavesitietojärjestelmä, maankäyttö-tieto tuotettu SLICES-aineistosta).

Kunta / Pohjavesi-alue		Kokonais- pinta-ala	Taajama-asutus									Tiet	Rautatie
			Haja-asutus	Loma-asutus	Peltoviljely	Metsätalous	Maa-ainesten otto	Vesistöt	Teollisuus- tai varastoalue	Virkistysalue	ha		
Eura													
0205051	Vaani	738	1,2	11,1	0	49,3	26,0	0	1,4	3,6	1,2	10,3	4,0
Eurajoki													
0205101	Irjanne	251	0	7,7	0,3	18,8	59,1	5,0	0,5	0,3	0	5,2	0
Halikko													
0207304	Märynummi	208	1,0	25,9	0	35,0	30,3	0	0	4,9	0,6	1,7	0
0207302	Viurila	64	0	0,8	0	11,3	54,4	0	0	0	33,4	0	0
Huittinen													
0210201	Pöyriälä	105	0	7,1	0,2	40,9	41,9	1,0	1,0	0,6	0	2,3	0
Köyliö													
0231901	Yttilä	34	0	0	6,8	31,8	12,6	0	48,8	0	0	0	0
Laitila													
0240004	Kovero	142	0	3,9	0	24,3	54,6	0,7	0,3	8,1	2,9	1,8	0
Loimaan kunta													
0243152	Leppikankaanselkä	339	0	2,0	1,5	21,8	60,8	9,0	0	0	0	4,5	0
Masku													
0248101	Humikkala-Alho	211	0,1	20,0	0,9	12,3	37,8	0,8	4,3	3,1	0	6,8	0,7
Mynämäki													
0250303	Motelli	199	0	0,9	0,3	8,9	77,2	17,4	1,1	0	0	5,3	0
Nakkila													
0253151	Viikkala-Pirilä	434	0,2	5,6	0,1	18,9	63,1	2,7	4,0	1,1	0,3	5,0	0
Noormarkku													
0253701	Matalakoski	217	0,1	24,0	0,2	32,6	28,6	0	5,9	1,0	0	4,7	0
Oripää													
0256151	Oripäänkangas	3127	0	1,7	0,4	10,8	76,1	6,2	0,3	0,1	0	27,1	0
Paimio													
0257701	Saari-Nummensuo	521	0	0,4	0,3	0,5	91,2	0,5	0,3	0,1	0	3,4	0
Perniö													
0250151	Pyymäki-Tuohittu	744	0	2,9	0,4	40,9	48,8	4,4	0	0	0	8,2	4,0
Piikkiö													
0260204	Puutarhantutkimuslaitos	98	0	3,1	0,6	16,3	63,3	0	16,8	0	0	1,4	0
Pori													
0260902	Ahlainen	237	0,1	15,7	1,7	52,6	22,2	0	1,1	1,1	0,8	4,3	0
Pyhäranta													
0263101	Nihtiö	31	0	27,7	1,9	25,8	41,0	0	0	0	0	0,5	0
Salo													
0273451	Kurjenpahna-Risinummi	472	0	2,3	0,1	20,0	71,4	1,9	0	0	0	5,7	0
0273402	Ylhäinen-Kärkkä	329	0	7,2	0,1	45,6	41,2	0	0	0,2	0	3,0	0
Sauvo													
0273801	Nummenpää	50	0	0,8	1,0	39,6	51,2	0	0	0	0	1,1	0
0273804	Mäntykankare	77	0	13,6	0,6	42,6	36,8	2,6	0	0	0	0,8	0
Turku													
0285352	Kaarnikko	221	0,4	20,8	0	10,8	50,4	0	0,8	9,6	0	2,4	0
Ulvila													
0288651	Haistila-Ravani	440	0,1	8,7	0	32,9	41,8	2,3	6,1	0,9	1,1	6,1	0

Tutkittujen pohjavesialueiden vedenottamot ja niiden vesijohtoverkoston johtamat talousveden määrät sekä veden käsittelymenetelmä (Lapinlampi ja Raassina, 2002).

Kunta/Pohjavesialue	Vedenottamo	Verkoston johdettu talousvesi	Käsittelymenetelmä
		m ³ /d	
Eura			
0205051 Vaani	Mölsi	487	
Eurajoki			
0205101 Irjanne	Irjanne I	134	Ei käsittelyä
Huittinen			
0210201 Pyöriälä	Pöyriälä	189	Alkalointi
Köyliö			
0231901 Yttilä	Yttilä	771	Ei käsittelyä
Laitila			
0240004 Kovero	Kovero	201	Alkalointi
Masku			
0248101 Humikkala-Alho	Humikkala	830	Alkalointi
Mynämäki			
0250303 Motelli	Motellin eli Laajoki	700	Alkalointi
Nakkila			
0253151 Vikkala-Pirilä	Viikkala	0	Desinfiointi
Noormarkku			
0253701 Matalakoski	Kankaan vedenottamo	510	Alkalointi
Oripää			
0256151 Oripäänkangas	Pruukka	400	Ei käsittelyä
Perniö			
0250151 Pyymäki-Tuohittu	Tuohittu	101	Ei käsittelyä
Pori			
0260902 Ahlainen	Ahlainen	81	Alkalointi
Pyhäranta			
0263101 Nihtiö	Kaunissaari	75	Ei käsittelyä
Salo			
0273451 Kurjenpahna-Risinummi	Kurjenpahna	622	Alkalointi
0273402 Ylhäinen-Kärkkä	Kärkkä	853	Alkalointi
	Ylhäinen	500	Alkalointi
Sauvo			
0273801 Nummenpää	Nummenpää	177	Alkalointi
0273804 Mäntykankare	Mäntykankare	329	Alkalointi
Turku			
0285352 Kaarnikko	Kaarnikko	788	Ei käsittelyä

Liite 4

Hämeen ympäristökeskus

Tutkittujen pohjavesialueiden pääasiallinen luokiteltu maankäyttö (Pohjavesitietojärjestelmä, maankäyttö-tieto tuotettu SLICES-aineistosta).

Kunta / Pohjavesi-alue	Kokonais-	Taajama-	Haja-	Loma-	Peltoviljely	Metsätalous	Maa-ainestren	Vesistöt	Teollisuus- tai	Virkistysalue	Tiet	Rautatie
	pinta-ala											
	ha				%							
Artjärvi												
0101501 Kirkonmäki	125	0	18,4	2,6	42,5	22,9	0	8,2	0,5	0	2,4	0
0101503 Koivulehto	139	0	2,4	5,1	20,2	59,1	0	10,6	0	0	1,2	0
Asikkala												
0401602 A Anianpelto	464	2,3	28,2	0,7	5,2	49,9	2,5	0,8	2,5	1,1	8,2	0
0401601 Aurinkovuori	1285	0,1	5,6	2,1	6,0	66,4	0,3	4,4	0,6	0,3	12,5	0
Hartola												
0608101 Hartola kk	429	1,1	16,5	0,6	16,5	66,5	1,7	2,7	2,3	0	3,6	0
Hauho												
0408301 Vuorenselänharju	210	0,6	13,4	2,2	11,9	53,2	0	12,8	1,0	0,7	2,8	0
Hausjärvi												
0408602 Hausjärvi	1066	0,1	7,8	0,5	14,4	66,2	4,1	0,2	0,1	0,5	0	0
0408651 Somervuori	221	0	3,1	0	19,5	68,4	2,5	2,6	0	0	2,2	0
Heinola												
0608902 Heinola kk	171	1,6	22,1	0,2	3,7	47,8	0	3,4	3,8	1,3	5,7	0
0608903 Myllyoja	482	0	3,3	0,2	4,4	75,3	5,6	3,9	1,3	0	4,7	0
0608904 Urheilupuisto	1642	0,1	1,2	0,9	6,6	78,4	1,5	1,8	0,4	6,3	11,6	0
Hollola												
0409801 Herrala	139	0	1,7	0	21,3	74,1	2,7	0	0	0	1,1	0
0409809 Kukkiila	191	0	16,8	0	30,7	44,1	0	1,5	1,1	0,8	2,3	0
0409851 Kukkonkoivu-Hatsina	6109	0	1,3	0,4	11,8	83,7	0,8	0,4	0,2	0	32	0
0409852 Salpa-Mattila	1150	2,8	16,3	0,5	1,0	78,2	0,3	6,8	7,3	7,0	5,8	0
Hämeenkoski												
0428351 Ilola-Kukkolanhari	803	0	3,4	0,7	7,1	82,7	1,5	3,6	0	0	4,7	0
Kärkölä												
0431601 B Järvelä I	194	0	3,7	0,4	12,6	74,3	3,5	1,1	0,3	0	2,2	0
0431602 Supinmäki-Myllykylä	243	0	4,6	0,7	33,0	58,1	2,5	0	0	0,4	3,6	0
Lahti												
0439851 Kunnas	629	0	14,3	0,3	6,2	53,4	0	1,0	0,4	0,2	4,9	3,2
0439801 Lahti	4036	8,4	15,3	0,2	1,5	32,9	0	18,5	6,5	2,8	29,7	20,0
0439802 Renkomäki	619	0,4	19,3	0	22,7	43,2	7,1	0	1,8	0,3	9,0	0
Lammi												
0440101 Linnanmäki	249	1,4	9,7	0,2	20,7	44,7	3,3	3,9	1,0	0,4	3,7	0
0440153 A Hauskalankangas	454	0	0,9	0,7	21,7	73,1	0,3	0,7	0	0	1,7	0
Nastola												
0453252 A Nastolanharju-Uusikylä A	840	3,7	22,7	0,7	3,8	51,0	0,8	1,9	7,5	1,4	10,6	3,5
0453252 B Nastolanharju-Uusikylä B	1187	0,2	10,6	0,1	20,0	56,7	2,5	0	1,3	0,1	10,9	11,6
Orimattila												
0156034 Arvela	101	0	1,8	0,5	26,4	70,0	0	0	0	0	0	0
0156005 Kuivento	99	0	9,6	0,5	27,6	54,1	1,9	0	0	0	15,1	0
0156002 Sikosuo	607	3,0	26,8	0	18,4	36,4	0	0,9	6,6	2,1	6,9	2,1
0156013 A Tönnö	110	0	36,0	0,6	14,7	25,7	0,4	4,1	11,4	1,1	1,4	0
0156001 Ämmäntöyräs	508	0,7	18,4	0,1	11,0	55,9	4,7	0	2,6	2	6,9	0
Padasjoki												
0457601 Kullosvuori	181	0	6,0	6,0	10,4	53,3	0,3	17,7	0,4	0	3,6	0
Riihimäki												
0469451 Herajoki	918	0,2	6,8	0	37,9	45,4	0,1	0,1	3,6	0,4	10,8	0
Sysmä												
0678101 Otamo	77	0	6,8	1,6	33,2	43,5	0,4	8,8	1,3	0	0,9	0
0678102 Kuokkamäki	90	0	0,7	0,3	14,8	67,8	7,8	9,2	0	0	0	0
0678111 Leeniharju	731	0	1,3	1,4	16,0	77,8	0,2	0,4	0,1	0	9,2	0
Tuulos												
0485501 Laikanmäki	162	0	9,6	2,3	6,7	43,9	1,3	3,3	0	0,2	4,4	0

Tutkittujen pohjavesialueiden vedenottamot ja niiden vesijohtoverkoston johtamat talousveden määrät sekä veden käsittelymenetelmä (Lapinlampi ja Raassina, 2002).

Kunta/Pohjavesialue	Vedenottamo	Verkoston johdettu talousvesi	Käsittelymenetelmä
		m ³ /d	
Artjärvi			
0101501 Kirkonmäki	Kirkonkylä	120	Desinfointi
Asikkala			
0401602 A Anianpelto	Anianpelto	228	Ei käsittelyä
0401601 Aurinkovuori	Kolavainen	844	Alkalointi
Hartola			
0608101 Hartola kk	Kirkonkylä	400	Alkalointi
Hauho			
0408301 Vuorenselänharju	Kirkonkylä	212	Alkalointi
Hausjärvi			
0408602 Hausjärvi	Hikiä	125	Alkalointi
Heinola			
0608902 Heinola kk	Kirkonkylä	352	Alkalointi
0608903 Myllyoja	Ala-Musteri	1553	Raudanpoisto
0608904 Urheiluopisto	Kullaanlähde	412	
	Onkijärvi	574	Raudanpoisto
	Saarijärvi	826	Raudanpoisto
Hollola			
0409801 Herrala	Herrala	64	Alkalointi
0409809 Kukkila	Kukkila	169	Alkalointi
0409851 Kukkonkoivu-Hatsina	Ruoppa	2877	Alkalointi
0409852 Salpa-Mattila	Salpa-Mattila	1173	Alkalointi
	Tiilijärvi	197	Alkalointi
Hämeenkoski			
0428351 Ilola-Kukkolanharju	Kellolähde	131	Ei käsittelyä
Kärkölä			
0431601 B Järvelä I	Hiidenmäki	579	Ei käsittelyä
0431602 Supinmäki-Myllykylä	Kirkonkylä	165	Ei käsittelyä
Lahti			
0439801 Lahti	Jalkaranta	10757	Alkalointi
	Kärpänen	582	Alkalointi
	Laune	1879	Alkalointi
	Riihelä	1359	Alkalointi
	Urheilukeskus	4292	Alkalointi
0439802 Renkomäki	Renkomäki	2150	Alkalointi
0439851 Kunnas	Kunnas	710	Alkalointi
Lammi			
0440101 Linnanmäki	Kirkonkylä	285	Alkalointi
Nastola			
0453252 B Nastolanharju-Uusikä B	Alimmainen	378	Alkalointi
	Uusikylä	339	Alkalointi
0453252 A Nastolanharju-Uuskylä A	Mälkönen	941	Alkalointi
	Peltola	475	Alkalointi
Orimattila			
0156005 Kuivanto	Kuivanto	67	Ei käsittelyä
0156002 Sikosuo	Sikosuo	564	Alkalointi
0156013 A Tönnö	Tönnö	260	Alkalointi
0156001 Ämmäntöyräs	Pakaantie	617	Alkalointi
	Uusikartano	700	Alkalointi
Padasjoki			
0457601 Kullosvuori	Kullasvuori	636	Alkalointi
Riihimäki			
0469451 Herajoki	Herajoki	3526	Raudanpoisto
Tuulos			
0485501 Laikanmäki	Laikanmäki	149	Alkalointi

Liite 5

Pirkanmaan ympäristökeskus

Tutkittujen pohjavesialueiden pääasiallinen luokiteltu maankäyttö (Pohjavesitietojärjestelmä, maankäyttö-tieto tuotettu SLICES-aineistosta).

Kunta/ Pohjavesialue	Kokonais-	Taajama-asutus	Haja-asutus	Loma-asutus	Peltoviljely	Metsätalous	Maa-ainesten otto	Vesistöt	Teollisuus- tai varastoalue	Virkistysalue	Tiet	Rautatie
	pinta-ala										ha	km
Hämeenkyrö												
0210802 Mannanmäki	292	0	12,9	1,1	30,9	28,0	0	7,6	0,2	0,1	5,6	0
0210808 Mihari	388	0	3,8	0,8	13,7	5,4	0,2	2,9	0,2	0	8,3	0
Ikaalinen												
0214302 Heiniöstö	123	0	9,9	3,3	48,4	15,3	0	10,7	5,1	0,8	0,5	0
Kylmäkoski												
0431001 B Kylmäkoski	96	0	11,0	0,4	36,1	43,3	0,3	2,7	1,4	0	2,8	0
Lempäälä												
0441801 C Lempäälä-Mäyhäjärvi	106	0	4,1	0,3	18,8	35,9	0,8	33,8	0	0	0,4	0
Nokia												
0453601 A Maatianharju	224	1,1	7,0	0	2,4	55,4	0	16,1	3,2	1,4	6,0	0
Orivesi												
0456202 Hirtolahti	88	0	5,1	0,3	60,5	27,2	0	0	0	0	2,0	0
0456204 Oriveden keskusta	86	11,4	35,2	0	6,2	27,1	0	1,3	9,1	4,5	1,1	0
Pälkäne												
0463551 A Isokangas-Syrjänharju	675	0	0,6	0	7,8	58,6	2,7	0	0	0,8	4,7	0
Ruovesi												
0470201 Jäminkipohja	468	0	1,3	0,7	13,5	78,4	2,5	0,9	0	0	4,4	0
Tampere												
0483701 Aakkulanharju	266	6,8	24,4	0	0	42,7	0	3,5	8,0	1,2	0,8	0
0483702 A Epilänharju-Villilä	284	8,5	27,4	0	1,1	26,6	0	6,7	6,2	3,3	3,8	5,0
0483702 B Epilänharju-Villilä	239	4,6	21,2	0	2,7	42,5	4,1	3,6	3,6	4,6	3,9	0,6
Urpala												
0488701 Laukeala	102	2,5	13,0	0	29,5	33,1	2,6	4,4	3,5	0,5	2,9	0
Valkeakoski												
0490801 B Sääksmäki	265	0	10,6	2,2	21,1	29,5	0	0	0,1	0,1	4,8	0
Vammala												
0291202 A Sammaljoki	66	0	4,5	0	72,7	16,4	0	0	0	0	3,1	0
Vilppula												
0493301 Rautainharju	451	0	3,3	0	13,9	71,9	0,4	0,8	0,5	0	9,1	3,4
Virrat												
0493601 Puttosharju	350	0,7	16,9	0,7	7,2	52,0	9,3	1,9	6,7	0,2	4,4	2,3
0493651 Piili	94	0	0,5	0	0,3	69,6	4,0	11,2	0	0	2,1	0,7
Ylöjärvi												
0498051 Ylöjärvenharju	2096	0,3	10,0	0,8	6,0	68,8	3,5	1,7	3,5	1,1	27,5	0
Äetsä												
0298801 B Kinnala	112	0	5,8	0	55,5	34,7	0,7	1,3	0	0	2,8	0

Tutkittujen pohjavesialueiden vedenottamot ja niiden vesijohtoverkoston johtamat talousveden määrät sekä veden käsittelymenetelmä (Lapinlampi ja Raassina, 2002).

Kunta/Pohjavesialue	Vedenottamo	Verkoston johdettu talousvesi m ³ /d	Käsittelymenetelmä
Hämeenkyrö			
0210802 Mannanmäki	Enonlähde	1350	Alkalointi
0210808 Mihari	Mihari	0	Alkalointi
Ikaalinen			
0214302 Heiniöstö	Heinistö	45	Alkalointi
Kylmäkoski			
0431001 B Kylmäkoski	Pappila	130	Alkalointi
Lempäälä			
0441801 C Lempäälä-Mäyhäjärvi	Sotavalta	907	Desinfointi
Nokia			
0453601 A Maatianharju	Vihnusjärvi	3938	Raudanpoisto
Orivesi			
0456204 Oriveden keskusta	Naarajoki	0	Ei käsittelyä
Pälkäne			
0463551 A Isokangas-Syrjänharju	Kinnala	577	Alkalointi
Ruovesi			
0470201 Jäminkipohja	Jäminkipohja	97	Alkalointi
Tampere			
0483701 Aakkulanharju	Messukylä	5598	Raudanpoisto
0483702 A Epilänharju-Villilä	Hyhky	1943	Alkalointi
0483702 B Epilänharju-Villilä	Mustalampi	3279	
Urjala			
0488701 Laukeala	Laukeela	333	Raudanpoisto
Valkeakoski			
0490801 B Sääksmäki	Kemmola	38	Desinfointi
Vammala			
0291202 A Sammaljoki	Sammanjoki	25	Alkalointi
Vilppula			
0493301 Rautainharju	Pynnöskylä	496	
Virrat			
0493601 Puttosharju	Kangas	359	Desinfointi
	Puttosharju	327	Alkalointi
Ylöjärvi			
0498051 Ylöjärvenharju	Ahvenisto	2778	Alkalointi
	Pinsiö	4554	Alkalointi
	Saurio	1823	Alkalointi
Äetsä			
0298801 B Kinnala	Kinnala	55	Alkalointi

Liite 6

Kaakkois-Suomen ympäristökeskus

Tutkittujen pohjavesialueiden pääasiallinen luokiteltu maankäyttö (Pohjavesitietojärjestelmä, maankäyttö-tieto tuotettu SLICES-aineistosta).

Kunta / Pohjavesi-alue	Kokonais- pinta-ala											Tiet	Rautatie	
		Taajama-asutus	Haja-asutus	Loma-asutus	Peltoviljely	Metsätalous	Maa-ainesten otto	Vesistöt	Teollisuus- tai varastoalue	Virkistysalue	km			
	ha	%										km		
Iitti														
0514205 Arola	267	0	1,6	0,7	8,3	81,4	0,3	5,7	0,2	0	2,4	0		
Imatra														
0515351 Vesioronkangas	1446	0,1	10,0	0,5	4,0	60,7	1,4	8,8	0,9	0,8	17,2	4,3		
Joutseno														
0517351 A Joutsenonkangas	3349	0,4	9,1	0,2	8,0	72,8	0,5	1,3	0,9	0,8	29,4	11,3		
0517301 Tiurinniemi	1528	0,2	7,7	0,8	12,6	66,6	2,0	4,6	0,9	0,5	15,5	5,9		
Kouvola														
0528601 Tornionmäki	600	3,6	18,9	0	0,6	48,2	2,6	0,6	8,8	4,1	7,1	6,7		
Luumäki														
0544103 Kaunistranta	54	0	8,7	11,7	6,3	51,7	0	10,6	0	0	0,9	0		
0544112 Rantsilanmäki	219	0	1,6	5,1	3,3	78,2	1,0	2,6	0	0	2,9	0		
0544101 Taavetti	611	1,0	19	0,5	5,0	64,4	0,5	1,1	1,9	0	8,9	0		
Rautjärvi														
0558051 Laikko	2099	0	1,0	0,8	2,6	85,3	0,4	8,0	0	0,1	8,4	0		
0568902 A Tulilampi	111	0	1,4	1,1	0	94,4	0,6	2,1	0	0	0	0		
Ruokolahti														
0515351 Vesioronkangas	1446	0,1	10,0	0,5	4,0	60,7	1,4	8,8	0,9	0,8	17,2	4,3		
Valkeala														
0590906 Utti	2270	0	3,0	0,2	7,3	74,6	1,4	0,5	0	0,5	20,6	0		

Tutkittujen pohjavesialueiden vedenottamot ja niiden vesijohtoverkoston johtamat talousveden määrät sekä veden käsittelymenetelmä (Lapinlampi ja Raassina, 2002).

Kunta/Pohjavesialue	Vedenottamo	Verkoston johdettu talousvesi	Käsittelymenetelmä
		m ³ /d	
Iitti			
0514205 Arola	Arolahti	746	Alkalointi
Imatra			
0515351 Vesioronkangas	Hiekkoinlahti	4208	Alkalointi
Joutseno			
0517351 A Joutsenonkangas	Ahvenlampi	0	Ei käsittelyä
	Peräsuonniitty	248	Alkalointi
0517301 Tiurinniemi	Korvenkylä	307	Ei käsittelyä
	Rauhan ottamo	100	Ei käsittelyä
Kouvola			
0528601 Tornionmäki	Viilansuo	680	Alkalointi
Luumäki			
0544103 Kaunistranta	Jurvala	85	Alkalointi, fluoridin poisto
0544101 Taavetti	Taavetin vedenottamo	819	Alkalointi
Valkeala			
0590906 Utti	Utin varuskunnan vedenottamo	0	Ei käsittelyä

Liite 7

Etelä- ja Pohjois-Savon ympäristökeskus

Tutkittujen pohjavesialueiden pääasiallinen luokiteltu maankäyttö (Pohjavesitietojärjestelmä, maankäyttö-tieto tuotettu SLICES-aineistosta).

Kunta / Pohjavesi-alue	Kokonais- pinta-ala	Taajama-asutus										Tiet	Rautatie	
		Taajama-asutus	Haja-asutus	Loma-asutus	Peltoviljely	Metsätalous	Maa-ainesten otto	Vesistö	Teollisuus- tai varastoalue	Virkistysalue	%			
		ha											km	
Iisalmi														
0814002	Peltosalmi – Ohenmäki	837	0,4	6,6	0,4	5,7	66,6	4,4	2,9	2,8	0,1	13,7	10,1	
0814001 B	Kuusimäki	129	0	5,4	0,2	18,2	66,7	0	0,3	0	0	3,1	0	
Juankoski														
0817407	Rajasalmi	290	0	2,1	0,9	6,7	71,4	2,1	8,1	0,6	0,9	4,4	0	
Kuopio														
0829701	Laatanlampi	609	0	5,3	0,5	18,0	61,4	1,5	7,8	0,5	0	8,6	0	
Lapinlahti														
0840201	Honkalampi	355	0	8,6	0,7	9,0	60,8	2,6	12,1	0	0	6,9	2,1	
0840204	Taipale – Nerokoo	207	0	9,7	3,6	25,1	32,8	0,8	14,0	0,3	0,4	4,4	4,1	
Leppävirta														
0842009	Pohjukansalo	227	0	3,0	0,2	4,1	82,6	0	3,2	0,3	0	2,2	0	
Maaninka														
0847651	Harjamäki – Käärmelahti	1082	0	3,0	0,3	7,8	76,1	7,6	2,6	0,1	0,6	4,6	0	
Nilsinä														
0853401	Kirkonkylä	485	0,9	15,9	0,4	5,5	57,8	4,5	4,9	2,5	0,7	9,0	0	
Punkaharju														
0661801	Punkaharju	120	0	0,8	0,2	0	70,3	0	21,1	0,9	0	2,2	0,7	
0661803	Punkasalmi	82	0,6	13,3	0	0	44,3	0	19,3	5,9	1,8	2,2	1,0	
Pielavesi														
0859503	Pajuskylä	298	0	0,9	0,3	8,9	82,1	1,5	2,5	0	0	3,3	0	
0859501	Honkamäki	198	0	9,6	0,7	12,2	72,1	0,5	3,5	0	0	0,7	0	
Rautalampi														
0868601	Talliniemi	188	0,6	21,5	0	3,9	52,8	0	14,6	3,0	1,3	1,3	0	
Siilinjärvi														
0874901	Harjamäki – Kasurila	890	1,5	12,0	0,1	6,6	57,0	0	3,9	2,5	6,9	15,3	2,3	
0874951	Kärängänmäki	446	0	1,6	0,4	3,0	77,1	8,3	1,7	0	0	6,2	4,2	
Suonenjoki														
0877801	Lintharju	1438	0,5	1,1	0,5	1,2	86,5	2,5	3,7	0,8	1,2	3,0	0,5	
Tuusniemi														
0885705	Tuusjärvi	423	0	1,9	0,4	14,1	72,5	0,8	4,7	0,1	0,1	7,6	0	
Vieremä														
0892503	Karjumäki	353	0	1,1	0,2	8,2	78,8	9,1	1,9	0	0	1,4	0	

Tutkittujen pohjavesialueiden vedenottamot ja niiden vesijohtoverkoston johtamat talousveden määrät sekä veden käsittelymenetelmä (Lapinlampi ja Raassina, 2002).

Kunta/Pohjavesialue	Vedenottamo	Verkoston johdettu talousvesi	Käsittelymenetelmä
		m ³ /d	
Punkaharju			
0661801 Punkaharju	Punkaharju	108	Alkalointi
0661803 Punkasalmi	Punkasalmi	348	Alkalointi
Iisalmi			
0814002 Peltosalmi-Ohenmäki	Kyllikinranta	699	Alkalointi ilman saostusta
0814001 B Kuusimäki	Kuusimäki	801	
Juankoski			
0817407 Rajasalmi	Rajasalmi	818	Alkalointi
Lapinlahti			
0840201 Honkalampi	Honkaniemi	1846	Alkalointi
Leppävirta			
0842009 Pohjukansalo	Pohjukansalo	640	
Maaninka			
0847651 Harjamäki-Käärmelahti	Varpaniemi	435	Ei käsittelyä
Niilsä			
0853401 Kirkonkylä	Kankaan vedenottamo	0	Alkalointi
Pielavesi			
0859503 Pajuskylä	Pajuskylä	16	
0859501 Honkamäki	Honkamäki	240	Alkalointi
Rautalampi			
0868601 Talliniemi	Kirkonkylä	334	Alkalointi
Siilinjärvi			
0874901 Harjamäki-Kasurila	Hakkarala	956	Alkalointi
0874951 Kärängänmäki	Pöjä	210	Ei käsittelyä
Suonenjoki			
0877801 Lintharju	Kaatro	1589	Alkalointi
Tuusniemi			
0885705 Tuusjärvi	Tuusjärvi	53	
Vieremä			
0892503 Karjumäki	Karjumäki	1341	Alkalointi

Liite 8

Keski-Suomen ympäristökeskus

Tutkittujen pohjavesialueiden pääasiallinen luokiteltu maankäyttö (Pohjavesitietojärjestelmä, maankäyttötieto tuotettu SLICES-aineistosta).

Kunta/ Pohjavesialue	Kokonais- pinta-ala	Taajama-asutus										Tiet	Rautatie	
		Hajja-asutus	Loma-asutus	Peltoviljely	Metsätalous	Maa-ainesten otto	Vesistöt	Teollisuus- tai varastoalue	Virkistysalue	%				km
Joutsa														
0917202 Pekkanen	176	0	1,8	0,9	18,0	68,4	4,7	4,1	0,2	0	1,7	0		
Karstula														
0922601 Pönkä	277	0	0,4	0	7,5	80,4	5,6	0,8	0	0	4,2	0		
Keuruu														
0924905 Kaleton	220	0	2,9	0,4	2,6	83,0	0,1	4,6	0,2	0,6	2,7	0,9		
0924909 Haapamäki	195	0	3,2	0	8,5	72,8	1,1	0,5	0,2	0	3,7	4,6		
Keuruu/Virrat														
0493651 Piili	94	0	0,5	0	0,3	69,6	4,0	11,2	0	0	2,1	0,7		
Kuhmoinen														
0929101 Mällykäinen	59	0	21,7	0	37,1	27,1	0	4,7	0,8	0	1,5	0		
Laukaa														
0941001 Laukaa	258	0,4	15,5	0,8	13,6	50,0	0,3	5,9	6,0	0	3,3	0,4		
Muurame														
0950003 Rannankylä	112	0	4,7	2,1	12,2	64,6	15,6	0,4	0	0	0,5	0		
Saarijärvi														
0972901 Voudinniemi	147	0	13,3	0,7	20,1	39,7	0	12,3	6,7	0	3,2	1,0		

Tutkittujen pohjavesialueiden vedenottamot ja niiden vesijohtoverkoston johtamat talousveden määrät sekä veden käsittelymenetelmä (Lapinlampi ja Raassina, 2002).

Kunta/Pohjavesialue	Vedenottamo	Verkoston johdettu talousvesi	Käsittelymenetelmä
		m ³ /d	
Saarijärvi			
0972901 Voudinniemi	Voudinniemi	230	Alkalointi
Keuruu			
0924905 Kaleton	Kaleton	475	Alkalointi
0924909 Haapamäki	Haapamäki	237	Alkalointi
Karstula			
0922601 Pönkä	Pönkä	0	
Laukaa			
0941001 Laukaa	Paviljonki	0	
	Sulkusilta	1101	Alkalointi
	Toramäki	688	Ei käsittelyä
Joutsa			
0917202 Pekkanen	Pekkanen	262	Alkalointi
Kuhmoinen			
0929101 Mällykäinen	Mällykäinen	188	Alkalointi

Liite 9

Länsi-Suomen ympäristökeskus

Tutkittujen pohjavesialueiden pääasiallinen luokiteltu maankäyttö (Pohjavesitietojärjestelmä, maankäyttö-tieto tuotettu SLICES-aineistosta).

Kunta/ Pohjavesialue		Kokonais- pinta-ala	Taajama- asutus	Haja- asutus	Loma- asutus	Peltoviljely	Metsätalous	Maa-ainesten otto	Vesis-töt	Teollisuus- tai varastoalue	Virkistysalue	Tiet	Rautatie
		ha	%									km	
Alajärvi													
1000501	Hyöringinharju	561	0	0,1	0,1	25,9	53,2	17,7	0,4	0,4	0	3,5	0
Ilmajoki													
1014502 A	Salonmäki A	578	0,4	11,6	0,2	61,8	16,8	0,3	1,0	1,0	1,2	12,1	0,01
Kauhajoki													
1023201	Harrinkangas	582	0	0	0	2,6	91,7	4,2	1,5	0	0	2,9	0
1023207	Pahalähde	2995	0	0,8	0	25,9	69,4	2,4	0	0	0	13,6	0
Kauhava													
1023301	Nahkala	216	0	9,5	0	81,0	4,7	0,6	1,6	0,1	0	0	0
Kurikka													
1030101	Kuusistonloukko/Lehtinen	728	0	1,8	0,1	55,4	42,2	0	0	0,2	0,1	0,9	0
Lapua/Kuortane													
1030051	Lappakangas	1063	0	0,3	0,1	13,2	78,6	3,6	1,2	0	0	7,2	0
Mustasaari													
1049951	Smedsby	245	0	5,2	0	36,2	34,3	0	0,5	0,6	0	1,6	0
Oravainen													
1055952 A	Svedarkangan-Keskis	37	0	3,8	0	46,5	47,6	0,8	0	0	0	0	0
Soini													
1075901	Lintuharju	284	0	0,2	0,3	3,3	90,6	4,1	0	0,1	0	1,1	0
Uusikaarlepyy													
1089301	Hysalhedet	666	0	0,2	0	11,1	83,9	0,6	0,3	0	0	7,1	2,7
Vimpeli													
1093404	Porasharju I	251	0	0,4	0	7,4	90,4	2,0	0,1	0	0	3,5	0
Vöyri													
1094451	Kaurajärvi	256	0	2,8	0,1	48,8	41,0	1,6	1,3	0,2	0	3,6	0
Ylihärmä													
1097151 A	Pöyhösenkangas A	202	0	3,4	0	43,2	44,7	0,9	0	1,8	0	2,6	0
Ylistaro													
1097505	TroiHari	116	0	0	0	37,8	86,9	0	0	0	0	0	0

Tutkittujen pohjavesialueiden vedenottamot ja niiden vesijohtoverkoston johtamat talousveden määrät sekä veden käsittelymenetelmä (Lapinlampi ja Raassina, 2002).

Kunta/Pohjavesialue	Vedenottamo	Verkoston johdettu talousvesi	Käsittelymenetelmä
		m ³ /d	
Alajärvi			
1000501 Hyöringinharju	Höyringinharju	1000	Raudanpoisto
Alavus			
1001003 Vajesoja	Vajesoja	900	Ei käsittelyä
Ilmajoki			
1014502 A Salonmäki A	Koskuslähde	128	Raudanpoisto
Isokyrö			
1015201 Suolainen	Suolainen	226	Alkalointi
Kauhajoki			
1023201 Harinkangas	Rydinlähde	940	Ei käsittelyä
Kurikka			
1030101 Kuusistonloukko/Lehtinen	Lehtinen	199	Raudanpoisto
Lapua/Kuortane			
1030051 Lappakangas	Lakajoki Porrasoja	688 2521	Raudanpoisto Raudanpoisto
Mustasaari			
1049951 Smedsby	Smedsby	849	Alkalointi
Soini			
1075901 Lintuharju	Lintuharju	0	Raudanpoisto
Vöyri			
1094451 Kaurajärvi	Tälamods	514	Raudanpoisto
Ylihärmä			
1097151 A Pöyhösenkangas A	Pöyhönen	799	Alkalointi
Ylistaro			
1097505 Troihari	Troihari	113	Alkalointi

Liite 10

Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus

Tutkittujen pohjavesialueiden pääasiallinen luokiteltu maankäyttö (Pohjavesitietojärjestelmä, maankäyttötieto tuotettu SLICES-aineistosta).

Kunta/ Pohjavesialue	Kokonais- pinta-ala	Taajama- asutus	Häjä- asutus	Loma- asutus	Peltoviljely	Metsätalous	Maa- ainesten otto	Vesistöt	Teollisuus- tai varastoalue	Virkistysalue	Tiet	Rautatie
		ha	%									km
Alavieska												
1100902 Kiimamaa	49	0	0,8	0	16,3	80,4	0	0	0	0	0,5	0
Haapavesi												
11071003 Nevalanmäki	116	0	4,6	0	81,9	12,3	1,1	0	0	0	0,9	0
11071005 Kivikorpi	60	0	0,5	0	6,0	76,9	8,3	0	0	0	0,6	0
11071001 Karhukangas	275	0	1,1	0,9	20,6	68,8	5,7	0	0,2	0	3,1	0
Haapajärvi												
1106903 Pitkäkangas	1304	0	0,6	0	10,9	81,7	4,6	1,0	0	0	7,9	0
Haukipudas												
11084001 Saviaronkangas	891	0	6,1	0,1	15,8	75,5	0,7	0,3	0,2	0	2,3	0
Ii												
11139003 Kynkääharju	91	0	3,2	1,5	15,9	58,9	11,6	6,0	0	0	1,2	0
Kalajoki												
1120802 Hollanti	283	0	2,1	0,2	13,0	73,3	4,5	0,1	0,1	0	5,9	0
Kempele												
11244001 Kempeleenharju	3866	0,2	11,7	0,2	21,9	60,2	0,1	0,6	0,9	0	25,5	2,9
Kestilä												
11247001 Maksinharju	381	0	2,7	0,7	9,6	73,9	4,5	3,3	0	0	5,7	0
Kuivaniemi												
11292005 Haarakoski	105	0	3,4	3,0	15,1	55,1	0,9	13,7	0,3	0	2,7	0
Liminka												
11425051 Rantakylä	798	0	2,9	0,1	27,7	65,4	1,2	1,4	0,1	0	2,9	0,4
Sievi												
1174601 Pitkäkangas	367	0	3,2	0,2	38,1	44,0	9,1	0	0,1	0	4,6	0
1174602 Lähteenkangas	342	0	1,8	0,2	29,3	58,9	5,5	0	0	0	3,9	0
1174651 Isokangas	1346	0	0,5	0,4	4,1	90,4	1,7	0,8	0	0	9,6	0

Tutkittujen pohjavesialueiden vedenottamot ja niiden vesijohtoverkostoon johtamat talousveden määrät sekä veden käsittelymenetelmä (Lapinlampi ja Raassina, 2002).

Pohjavesialueen nimi	Vedenottamo	Verkostoon johdettu talousvesi	Käsittelymenetelmä
		m ³ /d	
Alavieska			
1100902 Kiimamaa	Kiimamaa	4	Ei käsittelyä
Haapavesi			
11071001 Karhukangas	Karhukangas	1099	Alkalointi
11071005 Kivikorpi	Kivikorpi	69	Alkalointi
11071003 Nevalanmäki	Nevalanmäki	322	Alkalointi
Haukipudas			
11084001 Saviaronkangas	Saviaronkangas	785	Raudanpoisto
Kalajoki			
1120802 Hollanti	Kaupunginmäki	342	Ei käsittelyä
Kempele			
11244001 Kempeleenharju	Tuohino-oja	1356	Raudanpoisto
Kestilä			
11247001 Maksinharju	Maksinmäki	58	Alkalointi
Kuivaniemi			
11292005 Haarakoski	Haarakoski	123	Alkalointi
Liminka			
11425051 Rantakylä	Foundila	0	Raudanpoisto
	Kukkala	450	Raudanpoisto
	Monttu	715	Raudanpoisto

Liite II

Kainuun ympäristökeskus

Tutkittujen pohjavesialueiden pääasiallinen luokiteltu maankäyttö (Pohjavesitietojärjestelmä, maankäyttö-tieto tuotettu SLICES-aineistosta).

Kunta/ Pohjavesialue	Kokonais- pinta-ala	%										km	
		Taajama-asutus	Haja-asutus	Loma-asutus	Peltoviljely	Metsätalous	Maa-ainesten otto	Vesistöt	Teollisuus- tai varastoalue	Virkistysalue	Tiet	Rautatie	
	ha												
Hyrnsalmi													
II10501 Mäntykangas	378	0,5	23,1	0	0,3	59,6	0	4,9	3,9	0,5	4,1	2,3	
II10502 Multimäki	421	0	0,1	0	0	89,0	0,1	8,0	0,1	0,4	3,7	1,4	
Kajaani													
II20501 Matinmäki-Mustikkamäki	2497	0	1,4	0,5	5,8	82,2	2,8	4,2	0,1	0,7	8,7	1,5	
II20502 Koutaniemi	1074	0	1,3	2,3	17,4	67,3	0,4	11,4	0	0	5,8	0	
Kuhmo													
II29001 Mammankaivo	104	1,5	38,6	0	3,6	46,1	0	5,3	3,5	0	0	0	
II29002 Tönölä	84	0	3,3	3,6	6,3	48,7	0	26,8	7,1	0	0,7	0	
II29003 Multikangas	265	0	0,5	0	6,2	76,4	11,7	0	0	0	3,8	0	
Paltamo													
II57807 Kokkoharju	486	0	0	0	0,5	95,3	0	4,0	0	0	0,9	0	
Puolanka													
II62003 Kapustakangas	153	0	0,9	0,4	0,3	87,4	4,1	2,2	0	0	0,9	0	
Ristijärvi													
II69701 Saukkovaara	249	0	0,4	0,4	1,5	95,6	0	0	0	0	1,6	0	
Sotkamo													
II76502 Vuokatti	953	0,5	10,1	2,3	9,3	52,0	2,6	12,7	1,7	0	10,6	7,0	
II76501 Hiukanharju-Pöllyvaara	909	0	3,0	0,9	11,0	68,0	2,4	10,7	0,1	0	10,3	0	
Suomussalmi													
II77708 Perangankangas	692	0	0,1	0,1	0	90,8	3,0	4,2	0	0	3,6	0	
II77702 Hietasärkät	81	0	0	0	0	67,9	1,0	28,3	0,6	0	0	0	
Vaala													
II78501 Laajankangas-Kankari	637	0	0,5	0	0	92,9	1,4	0	0,1	0	6,8	3,0	
Vuolijoki													
II94001 Hautakangas	202	0	0	0	0	98,5	1,5	0	0	0	0	0	

Tutkittujen pohjavesialueiden vedenottamot ja niiden vesijohtoverkoston johtamat talousveden määrät sekä veden käsittelymenetelmä (Lapinlampi ja Raassina, 2002).

Pohjavesialueen nimi	Vedenottamo	Verkoston johdettu talousvesi	Käsittelymenetelmä
		m ³ /d	
Hyrnsalmi			
I110502 Multimäki	Multimäki	0	Alkalointi
I110501 Mäntykangas	Niva	400	Alkalointi
Kajaani			
I120502 Koutaniemi	Koutaniemi	83	Ei käsittelyä
I120501 Matinmäki-Mustikkamäki	Heteranta	3260	Ei käsittelyä
Kuhmo			
I129001 Mammankaivo	Mammankaivo	185	Alkalointi
I129003 Multikangas	Hetesuo	968	Alkalointi
I129002 Tönölä	Tönölänsalmi	249	Alkalointi
Paltamo			
I157807 Kokkoharju	Kokkoharju	415	Alkalointi
Puolanka			
I162003 Kapustakangas	Kapustakangas	416	Alkalointi
Ristijärvi			
I169701 Saukkovaara	Saukkovaara	227	Ei käsittelyä
Sotkamo			
I176501 Hiukanharju-Pöllyvaara	Hiukka II	635	Alkalointi
	Hiukka III	293	Alkalointi
I176502 Vuokatti	Vuokatti	1413	Ei käsittelyä
Suomussalmi			
I177702 Hietasärkkät	Hietasärkkä	175	Alkalointi
I177708 Perangankangas	Perangankangas	11	Alkalointi
Vaala			
I178501 Laajakangas-Kankari	Isohete	730	Alkalointi
	Kankari	80	Ei käsittelyä

KUVAILELEHTI

Julkaisija	Suomen ympäristökeskus			Julkaisu-aika Joulukuu 2007
Tekijä(t)	Paula Vuorimaa, Merja Kontro, Jarkko Rapala ja Juhani Gustafsson			
Julkaisun nimi	Torjunta-aineiden esiintyminen pohjavedessä. Loppuraportti			
Julkaisusarjan nimi ja numero	Suomen ympäristökeskuksen raportteja 42/2007			
Julkaisun teema	Ympäristönsuojelu			
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut	Julkaisu on saatavana myös internetistä: www.ymparisto.fi/julkaisut			
Tiivistelmä	<p>Ennen vuotta 2000 todettuja torjunta-aineiden aiheuttamia pohjaveden pilaantumistapauksia tunnetaan Suomessa vain muutamia. Toisaalta torjunta-aineiden säännöllistä pohjavesiseurantaa ei ole tehty. Pohjavesinäytteistä on määritysmenetelmien tarkentumisen myötä löydetty myös yhä useampia torjunta-aineita. Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) hankkeessa "Torjunta-aineiden esiintyminen pohjavedessä (TOPO)" selvitettiin torjunta-aineiden esiintymistä pohjavedenottamoiden raakavedessä. Selvityksessä mukana olleet pohjavesialueet sijaitsivat yhden-toista ympäristökeskuksen alueilla. Hankkeessa tutkittiin vuosien 2002–2005 aikana torjunta-aineiden esiintymistä 295 näytteestä 282 havaintopisteestä 190 pohjavesialueelta. Tutkimus kohdistui pohjavesialueille, joilla sijaitsi tai on aikaisemmin sijainnut toimintaa, johon liittyy torjunta-aineiden käyttöä. Tällaisia toimintoja ovat mm. maa- ja metsätalous, taimi- ja kauppapuutarhat, virkistysalueet, hautausmaat, maantie- ja raideliikenne ja teollisuuslaitokset. Koska tutkimuskohteet on valittu edellä kuvatun mukaisesti, tuloksia ei voi suoraan yleistää kaikkiin pohjavesialueisiin. Torjunta-aineita tai niiden hajoamistuotteita todettiin 37 % tutkituilta pohjavesialueilta, 35 % havaintopisteistä ja 39 % näytteistä. Määritysrajan ylittäneitä pitoisuuksia todettiin 28 % tutkituista pohjavesialueista, 26 % havaintopisteistä ja 29 % näytteistä. Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa 461/2000 talousvedelle asetettu raja-arvo (0,1 µg/l) ylittyi raakaveden osalta 15 pohjavesialueella eli 8 % tutkituista pohjavesialueista. Yli raja-arvon suuruisina pitoisuuksina todettiin pohjavedessä atrasiinia, DEA:aa, DEDIA:aa, heksatsinonia, bentasonia, bromasiilia sekä BAM:a. Yli määritysrajan mutta alle asetetun raja-arvon suuruisia torjunta-ainepitoisuuksia todettiin 20 % tutkituista pohjavesialueista. Useiden tässä selvityksessä pohjavedestä todettujen torjunta-aineiden myynti ja käyttö on kielletty tai muutoin loppunut. Käytöstä poistettujen torjunta-aineiden löytyminen pohjavedestä on merkki siitä, etteivät ne pohjaveteen päästyään hajoa nopeasti, vaan poistuvat pääosin normaalin pohjaveden kierron kautta. Joissakin pisteissä oli havaittavissa varsinaisen tehoaineen pitoisuuden olevan pienempi kuin hajoamistuotteen, mikä on merkki aineen hajoamisesta pohjavesiolosuhteissa.</p>			
Asiasanat	torjunta-aineet, pohjavesi, raakavesi, vedenottamot, pohjavesialueet, vedenlaatu			
Rahoittaja/ toimeksiantaja	Suomen ympäristökeskus			
	ISBN 978-952-11-2914-8 (nid.)	ISBN 978-952-11-2915-5 (PDF)	ISSN 1238-7312 (pain.)	ISSN 1796-1637 (verkkoy.)
	Sivuja 111	Kieli Suomi	Luottamuksellisuus Julkinen	Hinta (sis.alv 8 %) –
Julkaisun myynti/ jakaja	Edita Publishing Oy, PL 800, 00043 Edita, vaihde 020 450 00 Asiakaspalvelu: puh. 020 450 05, telefaksi 020 450 2380 Sähköposti: asiakaspalvelu@edita.fi , www.edita.fi/netmarket			
Julkaisun kustantaja	Suomen ympäristökeskus (SYKE), PL 140, 00251 Helsinki			
Painopaikka ja -aika	Vammalan Kirjapaino Oy, Vammala 2008			

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare	Finlands miljöcentral			Datum December 2007
Författare	Paula Vuorimaa, Merja Kontro, Jarkko Rapala ja Juhani Gustafsson			
Publikations titel	Torjunta-aineiden esiintyminen pohjavedessä. Loppuraportti			
Publikationsserie och nummer	Suomen ympäristökeskuksen raportteja 42/2007			
Publikationens tema	Miljövård			
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt	Publikationen finns tillgänglig på internet: www.ymparisto.fi/julkaisut			
Sammandrag	<p>Man känner till endast några fall av förorening av grundvatten med bekämpningsmedel före år 2000 i Finland. Egentligen har man inte utfört regelbunden uppföljning av bekämpningsmedel i grundvattnen före år 2000. I och med nya noggrannare bestämningsmetoder har man hittat allt flera bekämpningsmedel i grundvattenprov. I Finlands miljöcentralers (SYKE) projekt ” Förekomst av bekämpningsmedel i grundvatten TOPO) ” utreddes förekomsten av bekämpningsmedel i grundvattentäkternas råvatten. Utredningens grundvattenområden be- fann sig inom elva miljöcentralers områden. I projektet undersöktes förekomsten av bekämpningsmedel under åren 2002–2005 från 295 prov i 282 observationspunkter på 190 grundvattenområden. Undersökningen gällde sådana grundvattenområden där det fanns eller hade tidigare funnits verksamhet som var ansluten till bekämpningsmedel. Dylig verksamhet är bl.a. jord- och skogsbruk, plantskolor och handelsträdgårdar, rekreationsområden, begravningsplatser, väg- och järnvägstrafik och industrianläggningar. Då undersökningsobjekten valts enligt det ovanstående, kan resultaten inte direkt generaliseras på alla grundvattenområden. Bekämpningsmedel och deras nedbrytningsprodukter konstaterades i 37 % av de undersökta grundvattenområdena, i 35 % av observationspunkterna och i 39 % av proven. Halter som överskred analysgränsen konstaterades i 28 % av grundvattenområdena, i 26 % av observationspunkterna och i 29 % av proven. I social- och hälsovårdsministeriets förordning 461/2000 är det givna gränsvärdet (0,1 µg/l), vilket överskreds för råvattnets del i 15 grundvattenområden, dvs. i 8 % av dem. I grundvattnet konstaterades följande ämnen i halter som överskred gränsvärdena: atrazin, DEA, DEDIA, hexazinon, bentazon, bromacil samt BAM. Ämnen som överskred analysgränsen, men underskred det uppsatta gränsvärdet, konstaterades i 20 % av de undersökta grundvattnen. Användning och försäljning av flera av de upptäckta bekämpningsmedlen i denna utredning är nuförtiden förbjudet eller har på annat sätt upphört. Upptäckning av bekämpningsmedel som tagits ur bruk i grundvattnet, är ett tecken på att de inte nedbryts snabbt när de nått grundvattnet, utan går ut i huvudsak genom den normala grundvattenscirkulationen. I några observationspunkter kunde man upptäcka, att halten av det egentliga verksamma ämnet var lägre än halten av nedbrytningsprodukten, vilket är ett tecken på hur ämnet nedbryts i grundvattenförhållanden.</p>			
Nyckelord	bekämpningsmedel, grundvatten, råvatten, vattentäkt, grundvattenområden, vattenkvalitet			
Finansiär/ uppdragsgivare	Finlands miljöcentral			
	ISBN 978-952-11-2914-8 (hft.)	ISBN 978-952-11-2915-5 (PDF)	ISSN 1238-7312 (print)	ISSN 1796-1637 (online)
	Sidantal 111	Språk Finska	Offentlighet Offentlig	Pris (inneh. moms 8 %) –
Beställningar/ distribution	Edita Publishing Oy, PB 800, 00043 Edita, Finland, växel 020 450 00 Postförsäljningen: Telefon + 358 20 450 05, telefax + 358 20 450 2380 Internet: www.edita.fi/netmarket			
Förläggare	Finlands miljöcentral (SYKE), PB 140, FI-00251 Helsingfors, Finland			
Tryckeri/tryckningsort och -år	Vammalan Kirjapaino Oy, Vammala 2008			

DOCUMENTATION PAGE

<i>Publisher</i>	Finnish Environment Institute			<i>Date</i> December 2007
<i>Authors</i>	Paula Vuorimaa, Merja Kontro, Jarkko Rapala ja Juhani Gustafsson			
<i>Title of publication</i>	Torjunta-aineiden esiintyminen pohjavedessä. Loppuraportti			
<i>Publication series and number</i>	Suomen ympäristökeskuksen raportteja 42/2007			
<i>Theme of publication</i>	Environmental protection			
<i>Parts of publication/ other project publications</i>	The publication is available on the internet: www.ymparisto.fi/julkaisut			
<i>Abstract</i>	<p>Only a few groundwater pollution cases caused by pesticides were known in Finland before year 2000. On other hand, pesticides have not been regularly monitored in groundwater. Due to the development of analytical methods, it has been possible to detect more pesticides from groundwater. The aim of the project "Occurrence of pesticides in groundwater – TOPO" was to study the occurrence of pesticides in untreated groundwater in the wells of water intakes. Groundwater areas from eleven regional environment centers were included in the study. During years 2002–2005, a total of 295 samples were collected from 282 sampling sites, which were situated in 190 groundwater areas. The study focused on areas, where pesticides are used or were probably used in the past. Such activities include agriculture and forestry, tree nurseries, market gardens, recreation areas, cemeteries, traffic areas (roads and railroads) and industrial plants. Because the selection of the study sites was risk-based, the results cannot be generalized nor applied to all groundwater in Finland. Pesticides or their metabolites were found in 37 % of studied groundwater areas, in 35% of sampling sites, and in 39 % of groundwater samples. Pesticides or their metabolites were detected in concentrations above the detection limit in 28 % of groundwater areas, in 26 % of sampling sites, and in 29 % of groundwater samples. The degree (461/2000) of The Ministry of Social Affairs and Health sets a threshold value (0,1 µg/l) for pesticides in drinking water. This threshold value was exceeded in 15 groundwater areas i.e. 8 % of all studied groundwater areas. Pesticides that occurred in groundwater at concentrations above the threshold value were atrazine, DEA, DEDIA, hexazinone, bentazon, bromazine, and BAM. Pesticide concentrations which were above the detection limit, but lower than the threshold value set for drinking water, were found in 20 % of the studied groundwater areas. The majority of detected pesticides are obsolete pesticides, which are no longer used or on the market. The occurrence of obsolete pesticides and their metabolites in groundwater indicates that they breakdown slowly in groundwater, and that their extraction from groundwater occurs mainly via the normal groundwater cycle. In some of the sampling sites, the concentrations of active ingredients were lower than that of break down products, indicating that in such cases a pesticide has degraded in the groundwater environment.</p>			
<i>Keywords</i>	pesticides, ground water, raw water, intake, groundwater areas, water quality			
<i>Financier/ commissioner</i>	Finnish Environment Institute			
	ISBN 978-952-11-2914-8 (pbk.)	ISBN 978-952-11-2915-5 (PDF)	ISSN 1238-7312 (print)	ISSN 1796-1637 (online)
	No. of pages 111	Language Finnish	Restrictions Public	Price (incl. tax 8 %) 20 e
<i>For sale at/ distributor</i>	Edita Publishing Ltd., P.O.Box 800, 00043 Edita, Finland, Phone + 358 20 450 00 Mail orders: Phone + 358 20 450 05, Telefax + 358 20 450 2380 Internet: www.edita.fi/netmarket			
<i>Financier of publication</i>	Finnish Environment Institute (SYKE), P.O.Box 140, FI-00251 Helsinki, Finland			
<i>Printing place and year</i>	Vammalan Kirjapaino Oy, Vammala 2008			

Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) hankkeessa ”Torjunta-aineiden esiintyminen pohjavedessä (TOPO)” selvitetiin torjunta-aineiden esiintymistä pohjavedenottamoiden raakavedessä. Selvityksessä mukana olleet pohjavesialueet sijaitsivat yhdentoista alueellisen ympäristökeskuksen alueilla. Hankkeessa tutkittiin vuosien 2002 - 2005 aikana torjunta-ainepitoisuuksia pohjavedessä 190 pohjavesialueelta. Torjunta-aineita tai niiden hajoamistuotteita todettiin 37 %:lla tutkituista pohjavesialueista. Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön talousvedelle asetettu raja-arvo (0,1 µg/l) ylittyi raakaveden osalta 15 pohjavesialueella eli 8 % tutkituista pohjavesialueista. Yli raja-arvon suuruisina pitoisuuksina todettiin pohjavedessä atratsiinia, DEA:aa, DEDIA:aa, heksatsinonia, bentatsonia, bromasiilia sekä BAM:a.



S Y K E

Myynti: Edita Publishing Oy
PL 800, 00043 EDITA
Asiakaspalvelu: puh. 020 450 05, faksi 020 450 2380
Edita-kirjakauppa Helsingissä:
Annankatu 44, puh. 020 450 2566

ISBN 978-952-11-2914-8 (nid.)

ISBN 978-952-11-2915-5 (PDF)

ISSN 1238-7312 (pain.)

ISSN 1796-1637 (verkkokoj.)



9 789521 129148