



**Arsenic in the Pirkanmaa Region in Finland:  
Occurrence in the Environment,  
Risk Assessment and Risk Management**



# **Arseeni Pirkanmaalla – esiintyminen, riskinarviointi ja riskinhallinta**

**RAMAS-hankkeen tärkeimmät tulokset**



**Kirsti Loukola-Ruskeeniemi, Timo Ruskeeniemi,  
Annika Parviainen ja Birgitta Backman (toim.)**



TEKNILLINEN KORKEAKOULU  
Geoympäristötekniikka

Espoo 2007

# **Arseeni Pirkanmaalla – esiintyminen, riskinarviointi ja riskinhallinta**

RAMAS-hankkeen tärkeimmät tulokset

Toimittajat:

Kirsti Loukola-Ruskeeniemi, Timo Ruskeeniemi,  
Annika Parviainen ja Birgitta Backman

**Abstract:** Arsenic in the Pirkanmaa Region in Finland:  
Occurrence in the Environment, Risk Assessment and Risk Management.  
Final results of the RAMAS project

Espoo 2007

ISBN 978-951-22-9117-5

Multiprint Oy, Helsinki 2007

**Loukola-Ruskeeniemi, K., Ruskeeniemi, T., Parviainen, A. ja Backman, B., (toim.)**  
**2007.** *Arseenin esiintyminen Pirkanmaalla, riskit ja niiden hallinta. RAMAS-hankkeen tärkeimmät tulokset.* Teknillinen korkeakoulu. Geoympäristötekniikka. Erikoisjulkaisut, 156 sivua, 64 kuvaa ja 37 taulukkoa.

RAMAS-hankkeessa on selvitetty arseenin esiintymistä ja arvioitu siitä mahdollisesti aiheutuvaa terveydellistä tai ympäristöllistä riskiä Pirkanmaan alueella. Hanke on saanut rahoitustukea EU:n LIFE Environment -ohjelmasta ja sen toteutuksesta ovat vastanneet Geologian tutkimuskeskus, Teknillinen korkeakoulu, Pirkanmaan ympäristökeskus, Suomen ympäristökeskus, Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Esko Rossi Oy sekä Kemira Oyj.

RAMAS-hankkeessa on kartoitettu Pirkanmaalla ne alueet, joilla on luontaisesti kohonneita arseenipitoisuuksia kallioperässä, maaperässä, pintavedessä tai pohjavedessä. Viljelysmaiden ja viljelykasvien sekä luonnon marjojen ja sienien arseenipitoisuuksia selvitettiin. Lisäksi on kartoitettu ne kohteet, joilla arseenipitoisuudet ovat korkeita ihmisen toiminnan seurauksena.

Terveyden kannalta merkittävimäksi altistumisreitiksi tunnistettiin juomavetenä käytetty porakaivovesi. Arseenille altistuminen näkyy arseenipitoista vettä käyttävän testiryhmän virtsanäytteissä ja epidemiologisessa seulonnassa havaittiin tiettyjen arseeniin liitettyjen syöpätautien tilastollisesti lisääntyneen niillä alueilla, joissa maaperän ja kallioperän arseenipitoisuus on keskimääräistä korkeampi. Monet Pirkanmaan kunnat ovat laajentaneet kunnallista vesijohtoverkkoa arseenipitoisille alueille. Tämä onkin hyvä arseeniriskin hallintakeino Pirkanmaan alueella. Peltomaissa arseenia on hyvin vähän eikä sitä myöskään näytä siirtyvän kasveihin. Pirkanmaan keski- ja eteläosassa on moreenissa ja kallioperässä paikoin luontaisesti korkeita arseenipitoisuuksia, mikä tulee huomioida maankäytön suunnittelussa, tieleikkausten ja maansiirtojen toteutuksessa ja muissa vastaavissa toiminnoissa, jotta vältetään mahdollisilta ympäristöongelmilta. Lisäksi Pirkanmaalla on muutamia puunkyllästämöjä ja vanhoja kaivosalueita, joiden ympäristössä arseeni- ja raskasmetallipitoisuudet ovat ohjearvoja korkeampia.

Hankkeessa on arvioitu ympäristön arseenista aiheutuvia riskejä. Keskeisimmät ja kiireellisimmät toimenpiteitä vaativat ongelmakohtat on tunnistettu. Kaavoitus- ja suunnitteluvaiheessa tehtävät ratkaisut ovat tehokkainta arseeniriskien hallintaa.

Luontaisesti keskimääräistä korkeamman arseenipitoisuuden vyöhyke jatkuu Pirkanmaan eteläosasta Hämeen kautta pääkaupunkiseudulle. Pirkanmaalta saadulla tiedolla on sen vuoksi käyttöä myös muualla Suomessa. Projektin tuloksista tiedotetaan laajasti myös muualla Euroopassa. Esimerkiksi Unkarissa ja Romaniassa arseeni on huomattavasti pahempi terveys- ja ympäristöongelma kuin Pirkanmaalla. RAMAS-hankkeessa kehitettyä riskinhallinnan toimintamallia voidaan soveltaa myös muissa maissa.

RAMAS-hanke on julkaissut useita raportteja ja karttoja. Nämä ovat saatavilla projektin kotisivuilta [www.gsf.fi/projects/ramas](http://www.gsf.fi/projects/ramas) tai Geologian tutkimuskeskuksen julkaisumyynnistä.

Asiasanat (Geosanasto, GTK): ympäristögeologia, arseeni, taustapitoisuus, kallioperä, maaperä, pohjavesi, pintavesi, kasvillisuus, ihmisen toiminta, riskin arviointi, riskinhallinta, Pirkanmaa, Suomi.

Toimittajien sähköpostiosoitteet: [Kirsti.l-r@tkk.fi](mailto:Kirsti.l-r@tkk.fi), [Timo.Ruskeeniemi@gtk.fi](mailto:Timo.Ruskeeniemi@gtk.fi), [Annika.Parviainen@tkk.fi](mailto:Annika.Parviainen@tkk.fi), [Birgitta.Backman@gtk.fi](mailto:Birgitta.Backman@gtk.fi)

**Loukola-Ruskeeniemi, K., Ruskeeniemi, T., Parviainen, A. and Backman, B., (Eds.) 2007.** *Arsenic in the Pirkanmaa region in Finland: Occurrence in the Environment, Risk Assessment and Risk Management. Final results of the RAMAS project.* Helsinki University of Technology. Geoenvironmental Technology Section. Special Publications, 156 pages, 64 figures and 37 tables.

The RAMAS Project has investigated the occurrence of arsenic in the Tampere region (Pirkanmaa) and has endeavored to assess the potentially arising health and ecological risks in regional scale, followed by the presentation of recommendations for the preventive and remediation actions. The three-year project (2004-2007) received financial support from the LIFE Environment -program. The implementing partners were the Geological Survey of Finland, the Helsinki University of Technology, the Pirkanmaa Regional Environment Centre, the Finnish Environment Institute, the Agrifood Research Finland, Esko Rossi Oy and Kemira Kemwater.

As a part of the work the project has mapped the areas where the natural arsenic concentrations are elevated in bedrock, the soil cover or in ground water and surface waters. Also arsenic contents in arable land, crops, and in some wild berries and mushrooms were studied. Correspondingly, the most important potential anthropogenic sources have been located and evaluated.

As to the health risk, the potable water from drilled wells turned out to be the main exposure route. The exposure for arsenic was demonstrated in the biomonitoring study. Arsenic concentrations in urine were clearly elevated among those households using arsenic-bearing well water. Additionally, an epidemiological survey showed that certain cancer types linked to arsenic are statistically more frequent in those areas where the limit of arsenic in well waters is commonly exceeded. Many of the local municipalities have made major efforts to extend the public water supply network to the areas suffering from elevated arsenic concentrations. This work is very important and should be continued. Arsenic is not a problem in arable lands and also the intake of plants seems to be very low. However, it is less appreciated that locally both the till cover and bedrock in the region may contain naturally high arsenic concentrations. The most important anthropogenic arsenic sources in the region include few wood treatment plants, which have utilized copper-chromium-arsenic solutions in their production and closed sulphide mine sites.

The environmental and ecological risks related to the various arsenic sources have been evaluated and the targets requiring remediation measures most urgently have been identified. It is evident that preventive decisions made already during the planning phases of land use are the most effective risk management.

The zone of naturally enriched arsenic extends southwards from the Tampere Region, through the Province of Häme towards the metropolitan area of Helsinki. Therefore, the work carried out will also benefit other parts of Finland. The Project outcome has been presented in numerous conferences held in Europe as well. Since arsenic is known to be a much more severe health and environmental problem in many other EU countries, such as Hungary and Romania, the risk management procedure developed in the RAMAS Project is expected to rise interest in other EU countries as well.

The RAMAS Project has published several reports and risk area maps, which can be downloaded from the project's website: [www.gsf.fi/projects/ramas](http://www.gsf.fi/projects/ramas).

Keywords (AGI, GeoRef, Thesaurus): environmental geology, arsenic, background levels, bedrock, soils, groundwater, surface water, vegetation, human activity, risk assessment, risk management, Pirkanmaa, Finland

E-mail: [Kirsti.l-r@tkk.fi](mailto:Kirsti.l-r@tkk.fi), [Timo.Ruskeeniemi@gtk.fi](mailto:Timo.Ruskeeniemi@gtk.fi), [Annika.Parviainen@tkk.fi](mailto:Annika.Parviainen@tkk.fi), [Birgitta.Backman@gtk.fi](mailto:Birgitta.Backman@gtk.fi)

## ESIPUHE

RAMAS on kolmivuotinen hanke (1.12.2004-30.11.2007), joka on saanut rahoitustukea EU:n LIFE Environment –ohjelmasta. Sen toteutuksesta ovat vastanneet Geologian tutkimuskeskus, Teknillinen korkeakoulu, Pirkanmaan ympäristökeskus, Suomen ympäristökeskus, Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Esko Rossi Oy ja Kemira Kemwater.

Lyhenne ‘RAMAS’ muodostuu hankkeen englanninkielisestä nimestä ”Risk Assessment and Risk Management Procedure for Arsenic in the Tampere Region”. Kohdealueena on Pirkanmaa, jossa on noin 470 000 asukasta. Suomen kolmanneksi suurin kaupunki Tampere on Pirkanmaan keskus.

Hankkeen tavoitteena on ollut selvittää arseenin esiintyminen, laatia alueellinen riskinarvio ja esittää ehdotuksia riskinhallinnan toimenpiteiksi.

Osahankkeet ja niiden vastuuhenkilöt:

1. Arseenin luontaiset pitoisuudet. Erikoistutkija Birgitta Backman, Geologian tutkimuskeskus  
Arseeni maatalousympäristössä. Vanhempi tutkija Ritva Mäkelä-Kurtto, Maa- ja elintarviketalouden tutkimuslaitos
2. Antropogeeniset arseenilähteet. Tutkija Kati Vaajasaari 30.4.2006 saakka; Erikoistutkija Ämer Bilaletdin 1.5.2006 alkaen, Pirkanmaan ympäristökeskus
3. Riskinarviointi. Erikoistutkija Eija Schultz, Suomen ympäristökeskus
4. Riskinhallinta. Vanhempi tutkija Jaana Sorvari ja tutkija Heli Lehtinen, Suomen ympäristökeskus
5. Tulosten raportointi ja tiedonlevitys. Professori Kirsti Loukola-Ruskeeniemi, Teknillinen korkeakoulu
6. Hankkeen hallinto. RAMAS-hankkeen koordinaattori Timo Ruskeeniemi, Geologian tutkimuskeskus

RAMAS-hankkeen ohjausryhmän puheenjohtajana on toiminut Geologian tutkimuskeskuksen Espoon yksikön johtaja Karita Åker ja sihteerinä hankkeen koordinaattori Timo Ruskeeniemi. Ohjausryhmän jäseniä ovat olleet professori Kirsti Loukola-Ruskeeniemi Teknillisestä korkeakoulusta, tutkimusprofessori Tom Frisk Pirkanmaan ympäristökeskuksesta, professori Jyri Seppälä Suomen ympäristökeskuksesta, tutkimusprofessori Sirpa Kurppa Maa- ja elintarviketalouden tutkimuslaitoksesta, FT Esko Rossi Esko Rossi Oy:stä ja kehityspäällikkö Vesa Kettunen Kemira Oy:stä.

RAMAS-hanke on julkaissut useita raportteja, joista suurimman osan englannin kielellä. Kaikki raportit löytyvät hankkeen kotisivuilta: [www.gtk.fi/projects/ramas](http://www.gtk.fi/projects/ramas) ja niitä voi myös tilata Geologian tutkimuskeskuksen julkaisumyynnistä.



## SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO .....	9
2. ARSEENI MAAILMANLAAJUISENA ONGELMANA.....	11
3. PERUSTIETOJA PIRKANMAASTA.....	15
4. RAMAS-HANKKEEN TOTEUTUS .....	19
5. ARSEENIN LUONTAISET PITOISUUDET PIRKANMAALLA.....	21
6. IHMISEN TOIMINNAN AIHEUTTAMAT ARSEENIPITOISUUDET .....	43
7. ARSEENISTA AIHEUTUVIEN RISKIEN ARVIOINTI.....	65
8. ARSEENISTA AIHEUTUVIEN RISKIEN HALLINTA .....	95
9. HANKKEESSA KÄYTETTYJEN MENETELMIEN TARKASTELU .....	125
10. SUOSITUKSET.....	137
11. JOHTOPÄÄTÖKSET.....	139
KIITOKSET.....	149
Liite: RAMAS-hankkeen raportit, esitelmät ja julkaisut 1.12.2004–30.11.2007 .....	151

Kartta-aineistojen lupanumerot:

TKK: Peruskartta-aineisto © Maanmittauslaitos, lupanumero 814/MML/07