



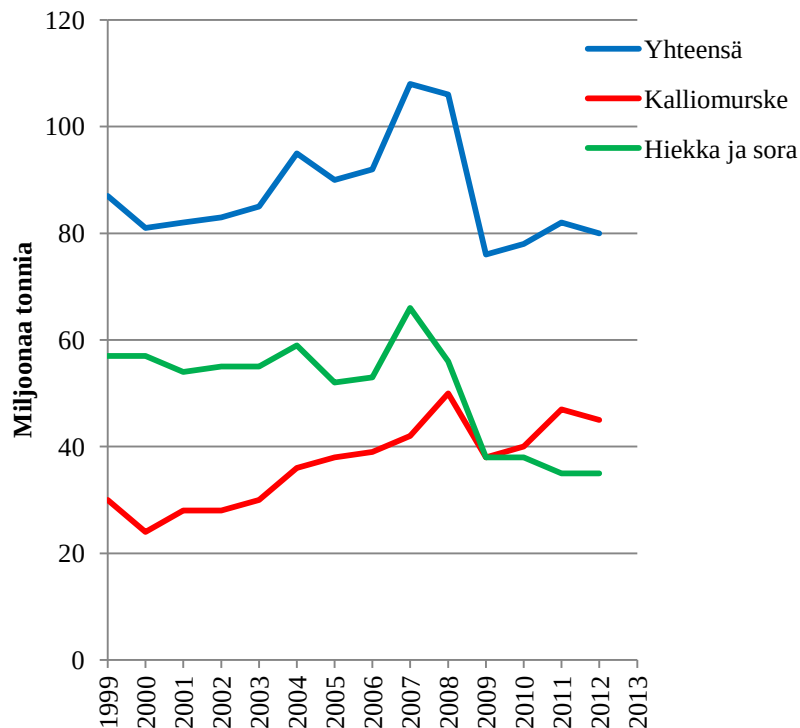
ASROCKS-hanke:
- Tulosten soveltaminen käytäntöön eli
arseenin huomioiminen kiviainesten louhinnassa
ja maanrakentamisessa

ASROCKS-hankkeen koko henkilöstö



Kiviainestuoanto Suomessa

Suomen kiviainestuoanto



Lähde: Suomen ympäristö 12/2013. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/41933>

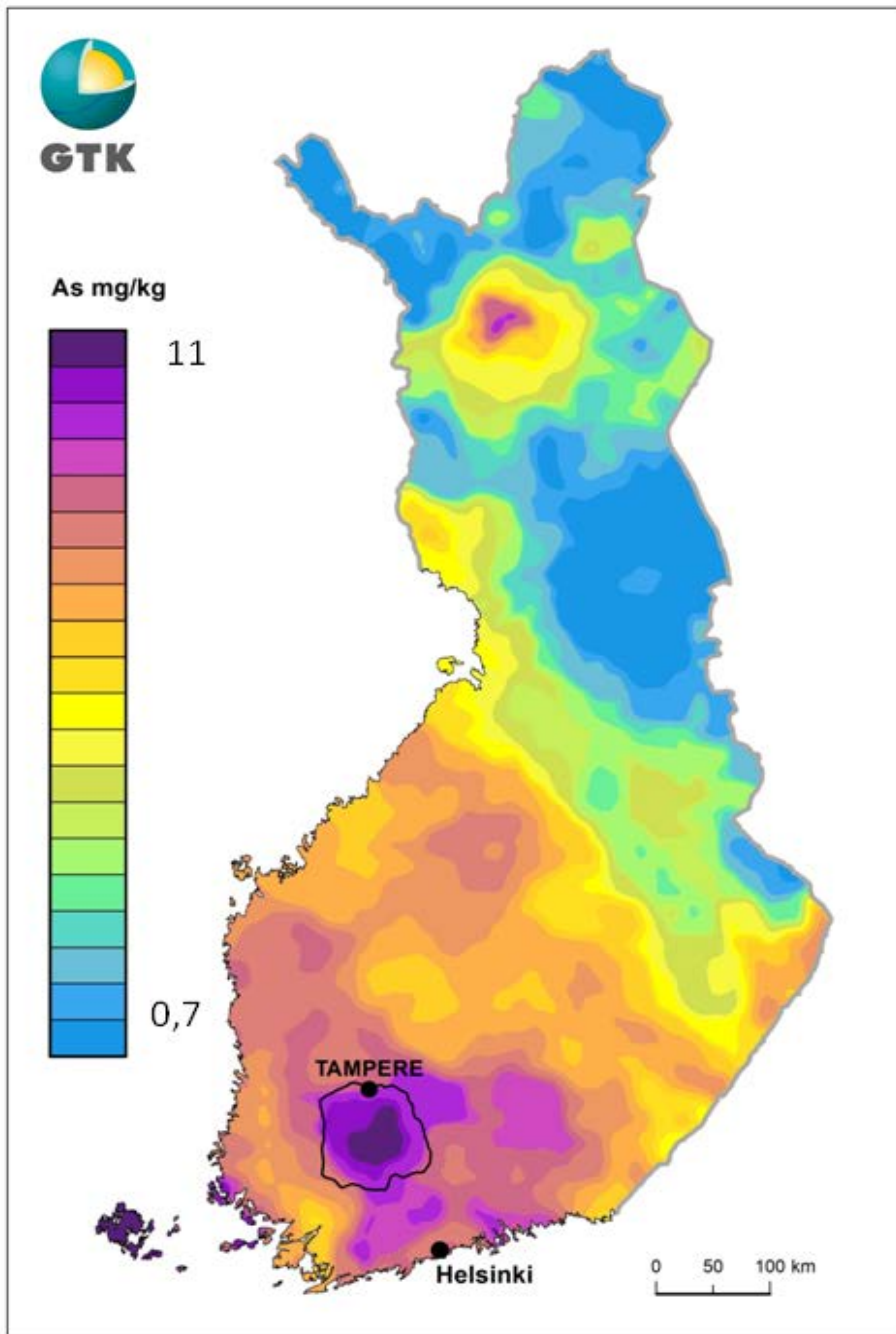
- Suomessa käytetään noin 100 miljoonaa tonnia kiviaineksia vuodessa
- Yli puolet kaikista käytetyistä kiviaineksista tuotetaan ja jalostetaan murskatusta kalliosta
- Kalliokiviaineksen osuus on kasvanut hiekan ja soran vähetessä
- Pirkanmaalla käytetään Suomessa toiseksi eniten kiviaineksia pääkaupunkiseudun jälkeen



Arseeni maaperässä

- Pirkanmaan eteläosa ja Kanta-Hämeen pohjoisosa sijoittuvat maaperän arseenianomalia-vyöhykkeelle
- Kartassa on arseenipitoisuudet moreenin hienoaineksessa ($< 0,06$ mm:n raekoko, kokonaispitoisuus)

Koljonen, T. 1992. Results of the mapping. In: Koljonen, T. (toim.) Suomen geokemian atlas, osa 2: moreeni – The Geochemical Atlas of Finland, Part 2: Till. Espoo: Geological Survey of Finland, 106–125, 218.



Arseeni kallioperässä

- Suomen kallioperässä on lähes poikkeuksetta arseenia alle 10 mg/kg (ppm): vain 1–2 % kallioperästämme sisältää tätä enemmän arseenia.
- Keskimääräinen arseenipitoisuus vaihtelee kivilajeittain.
- Kallioperän poikkeavan suuret arseenipitoisuudet ovat pääasiassa erilaisten geologisten rikastumisprosessien tulosta (malmigeologiset rikastumisprosessit)

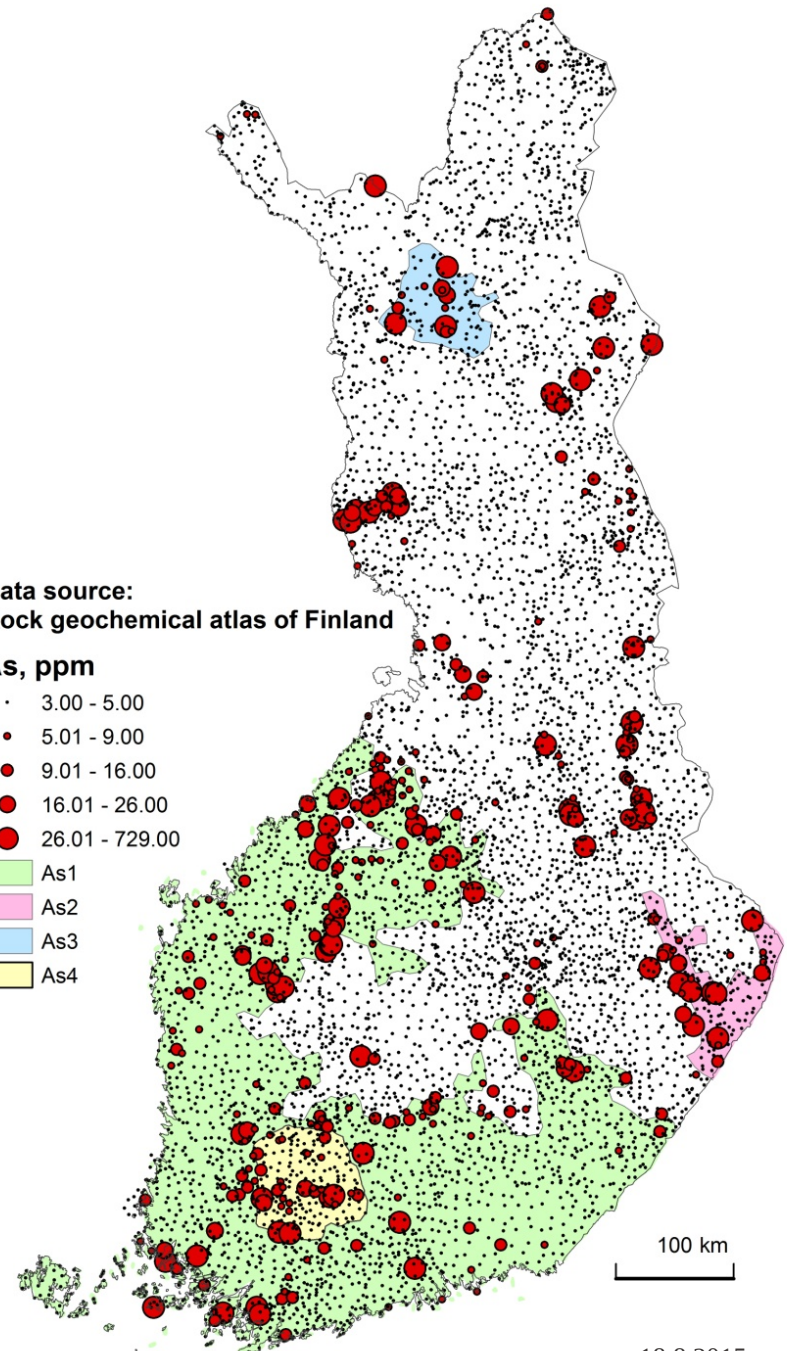
Litogeokemian tietokanta, GTK 2014

Data source:
Rock geochemical atlas of Finland

As, ppm

- 3.00 - 5.00
- 5.01 - 9.00
- 9.01 - 16.00
- 16.01 - 26.00
- 26.01 - 729.00

- As1
- As2
- As3
- As4



Kiviainestuoanto ja arseeni



- Kalliota räjäytetään, irrotettua kallioulouhetta murskataan, seulotaan, varastoidaan, kuljetetaan
- Onko kiviaineksessa arseeni?
- Voiko arseeni kulkeutua ympäristöön?



Maarakentaminen ja arseeni



- Myös maarakentamisen yhteydessä louhitaan kalliota, kaivetaan maata, murskataan, kuljetetaan...
- Samoja kysymyksiä kuin kiviainestuotannossa arseenipitoisilla alueilla



ASROCKS-hanke 2011-2014

”Ohjeistus kivi- ja maa-ainesten kestäväään käyttöön luontaisesti korkeiden arseenipitoisuuksien alueilla”

- **Toteuttajat:**

- Geologian tutkimuskeskus / Etelä-Suomen yksikkö (koordinaattori), Suomen ympäristökeskus (SYKE), Tampereen teknillinen yliopisto (TTY)

- **Rahoitus:**

- EU:n Life+ Ympäristöpolitiikka ja –hallinto –ohjelma
- Organisaatioiden omarahoitus
- Mukana myös: Ympäristöministeriö, Pirkkalan kunta, Rudus Oy, Verte Oy, Tampereen Vuores-projekti, NCC Roads Oy ja Rakennustoimisto Pohjola Oy

- **Tavoite:** Selvittää arseenin mahdollisesti aiheuttamaa ympäristöriskiä kalliokiviainesten, soran sekä hiekan tuotantopaikoilla ja rakentamiskohteissa. Laaditaan ohjeistus maa- ja kiviainestuottajille sekä viranomaisten käyttöön.



Toteutusaikataulu vaiheittain

Alustavat kohdetutkimukset

- $10 + 7 + 4 = 21$ kohdetta
- tutkimukset: kallioperä, maaperä, tuotteet, pohja- ja pintavesi
- Liukoisuus (ravistelutestit, heikko- ja vahvauutto)

Tarkemmat kohdetutkimukset

- $2 + 2 = 4$ kohdetta
- tutkimukset: + humus, sedimentti, huokosvesi, kolonnitestit, pöly

Riskinarviointi kohteille ja riskinhallintamalli

- Kivi- ja maa-ainesten tuotanto ja käyttö

Ohjeistus

- Näytteenotto ja tutkimukset, riskinarviointi, riskihallinta



2011

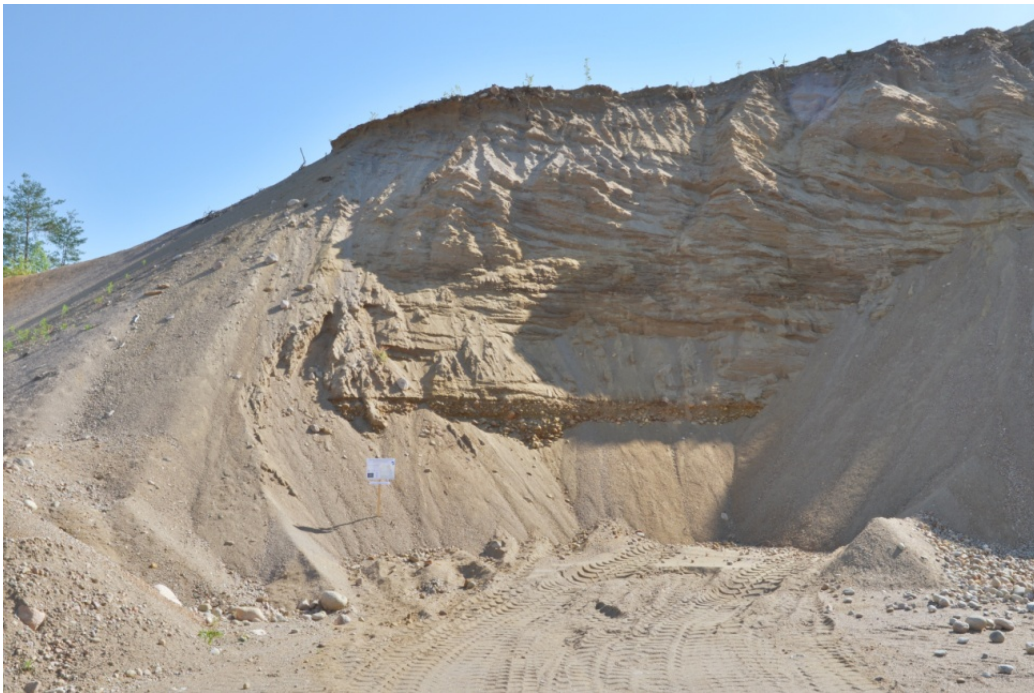
2012

2013

2014



Sora- ja hiekkapaikat



- Hiekan ja soran arseenipitoisuudet olivat kaikissa tutkituissa kohteissa korkeintaan yhtä suuria kuin Pirkanmaan tavanomainen hiekan taustapitoisuus 26 mg/kg



Kalliokiviaineskohteet

- Tutkimuskohteiden pääkivilajeissa on yleensä vain vähän arseenia - poikkeuksena oli kohde, jonka kivessä tasaisesti korkeita pitoisuuksia
- Rakopinnoilla, juonissa, sulkeumissa, hiertovyöhykkeissä voi olla isompia pitoisuuksia
- Kiviainestuottajat valitsevat tuotantoon kiviaineksen laadun vuoksi yleensä kivilajeja, joissa on vähän kiisumineraaleja (eivät rapaudu herkästi)

Rakopinnalla 248 – 410 mg/kg arseenia



Muualla kivessä 5,7 mg/kg arseenia

Pirkanmaan Poski-hankkeen kivinäytteet



- GTK keräsi kivinäytteitä poravasarella otettuna kaikkiaan 180 mittauspisteeltä (60 kallioaluetta)
- Arseenipitoisuus 26 mg/kg ylittyi kuudella tutkimusalueella kenttäXRF:llä mitattuna. Korkein As-pitoisuus oli 72,0 mg/kg.
- Kuningasvesiliukoinen arseenipitoisuus määritettiin osana ASROCKS-hanketta (2011 - 2014). Arseenipitoisuus näytteissä oli 0,80 - 115,6 mg/kg. Vain yhden näytteen As-pitoisuus oli 115,6 mg/kg. Muissa näytteissä (179 kpl) arseenipitoisuus oli 0,80 - 40,0 mg/kg.
- Pelkästään kivilajin perusteella riskiä ei voi arvioida
- Raportti: Hatakka ja muut 2014 (<http://projects.gtk.fi/ASROCKS/hanke/tuotokset.html>)

Arseenipitoisuusluokka, mg/kg	Mittaustulos, kpl
< DL	96 / 180
3,4 - 10,0	59 / 180
10,8 - 26,9	19 / 180
28,6 - 44,4	5 / 180
72,0	1 / 180



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

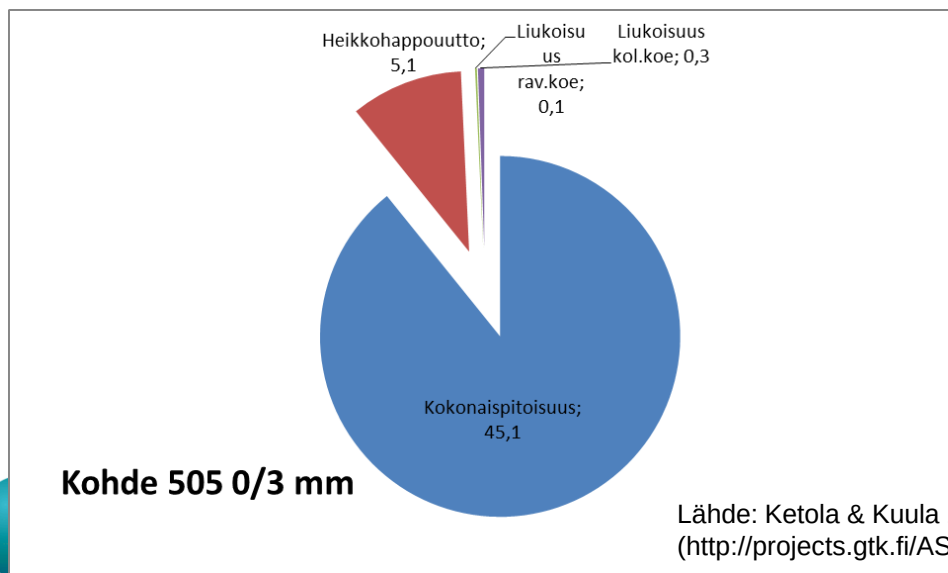
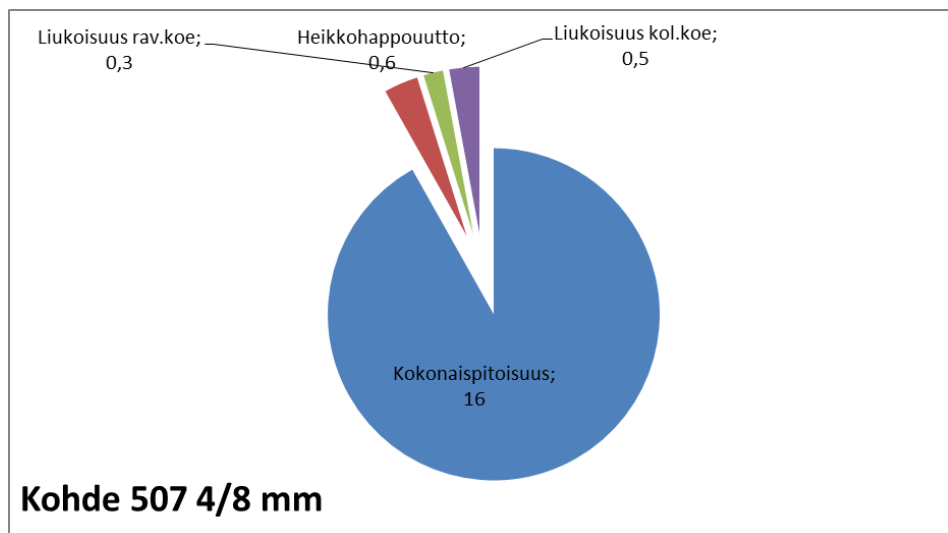
LIFE10 ENV/FI/00062 ASROCKS

www.gtk.fi

18.8.2015

Paavo Härmä

Kalliokiviainest tuotteiden arseenipitoisuus



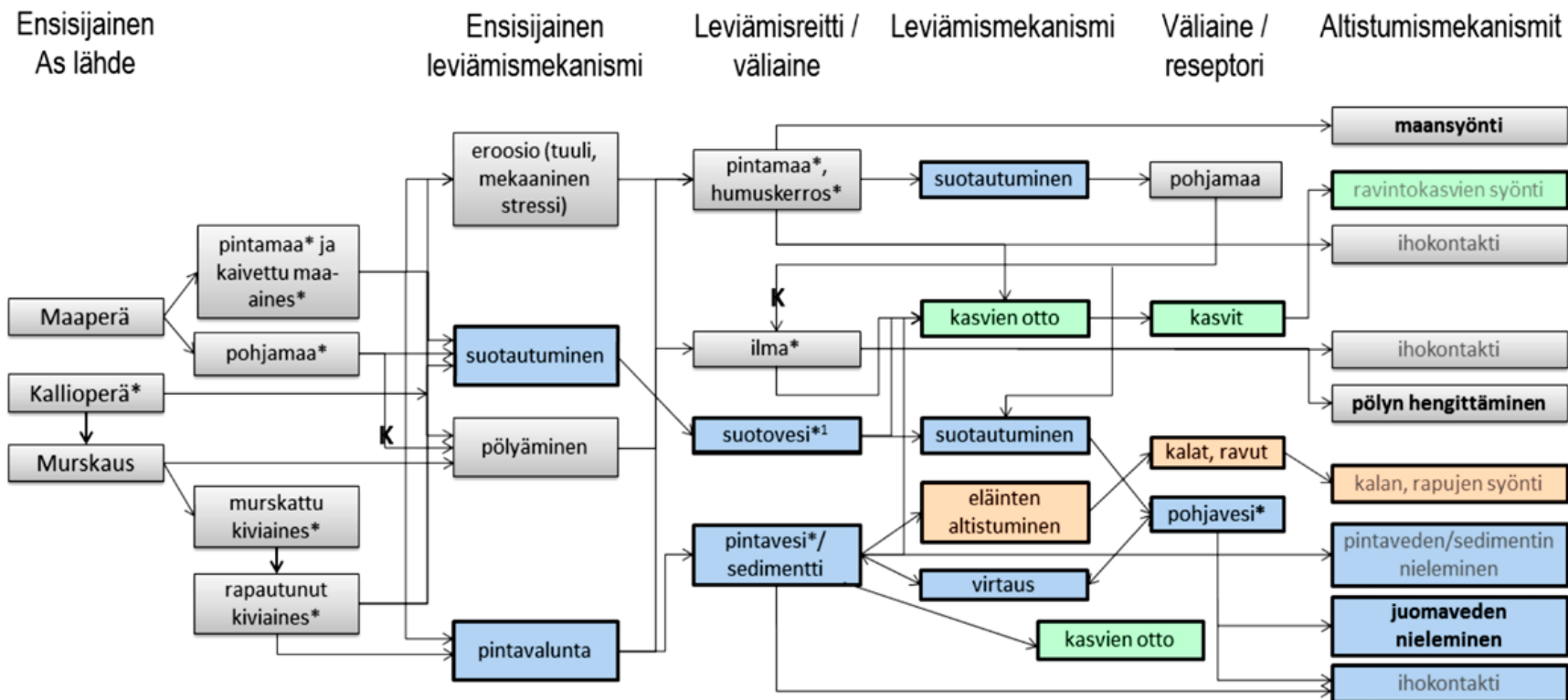
Lähde: Ketola & Kuula 2013
(<http://projects.gtk.fi/ASROCKS/hanke/tuotokset.html>)

- Yleensä kalliokiviainest tuotteiden arseenipitoisuus oli pienempi kuin alueen maaperän taustapitoisuus
- Hienojakoisissa tuotteissa oli enemmän arseenia kuin karkeissa
- Vain muutama prosentti arseenista oli liukoisessa muodossa



LIFE10 ENV/FI/00062 ASROCKS

Arseenin mahdolliset leviämisreitit ja ihmisen altistumismekanismit



K = vain pohjamaakerrokseen ulottuvien kaivutöiden yhteydessä esim. kaapeleiden ja johtolinjojen asennus/huolto

* Näytteitä tutkittu ASROCKS-hankkeessa

¹ ml. kalliopohjavesi

Lehtinen, H. (toim.) ym. 2014

Entä terveysriskit ?

Jaana Sorvari: Teki ”pahin mahdollinen tapaus” laskennan

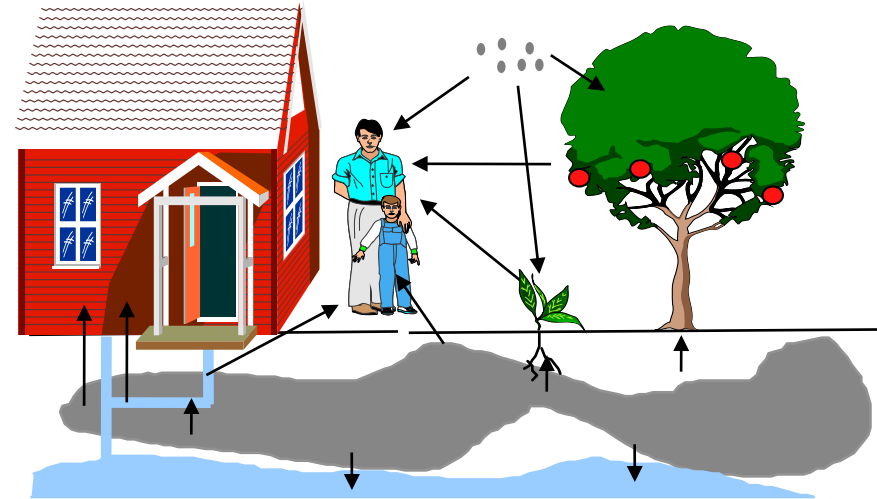
- Lähtökohta
 - Maankäyttömuoto: asutus
 - Pintamaassa 76 mg* As/kg
(Koivisto: mediaani ”mono”näyte)
- Altistuminen
 - Maansyönti, lapset
 - (Pölyn hengittäminen)

Altistuminen pintamaalle (maansyönti):

- Lapset 0,7 µg/kg-d
- Koko eliniän aikainen altistus
 - 0,2 µg/kg-d

Vertailua

- Turvallinen päivittäisannos: 1 µg/kg-d
- Arvioitu päivittäissaanti Suomessa: 10-20 µg/d (ravinnosta)



*suurin hyväksyttävä pitoisuus
maaperässä, SHP = 424 mg/kg

Arseenin kulkeutumisessa vesi tärkeä

- Arseeni saattaa liueta pinta- ja pohjavesiin ja kulkeutua veden tai pölyn mukana ympäristöön
- Arseeni ei kulkeutunut pitkiä matkoja pintaveden mukana, vaan havaittiin jäävän purojen pohjalle lähelle tuotantoaluetta (sedimentoituu)
- Pölyn kuljettamaa arseenia vain toiminnan välittömässä läheisyydessä

TUOTANTOALUEEN TOIMINNOT JA ARSEENIN LEVIÄMISMEKANISMIT (1-5)

Lehtinen, H. (toim.) ym. 2014



Arseenin kulkeutumisessa vesi tärkeä



- Ihmisten terveysvaikutusten kannalta juomavetenä käytettävä talousvesi on usein olennaisin altistusreitti (RAMAS-projekti, <http://projects.gtk.fi/ramasfi>)
- Arseeni saattaa liueta pinta- ja pohjavesiin
- Kalliopohjavesissä (kallioporakaivoissa) esiintyy luontaisesti paikoin korkeita pitoisuuksia

Maailmalla

- Arseenipitoisen juomaveden pitkäaikainen käyttö on havaittu ihmiselle haitalliseksi
- Monet vesikasvit ja pieneliöt on havaittu testeissä herkiksi arseenille



Ympäristö- ja terveysriskit kohteilla vähäisiä



ASROCKS hankkeessa

- Tutkimuskohteilla ei tunnistettu merkittäviä terveysriskejä
- Arvioitiin pahinta mahdollista ihmisen altistumista pintamaan arseenille -> todettiin terveysvaikutuksiltaan vähäiseksi
- Arseenin ekotoksisuustietojen perusteella arvioitiin että ympäristöriskit ovat mahdollisia, jos
 - kohteen välittömässä läheisyydessä on vesiluonnoltaan arvokkaita kohteita ja
 - arseenia esiintyy erityisen runsaasti kivi- tai maa-aineksessa



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

LIFE10 ENV/FI/00062 ASROCKS

www.gtk.fi

18.8.2015

Paavo Härmä

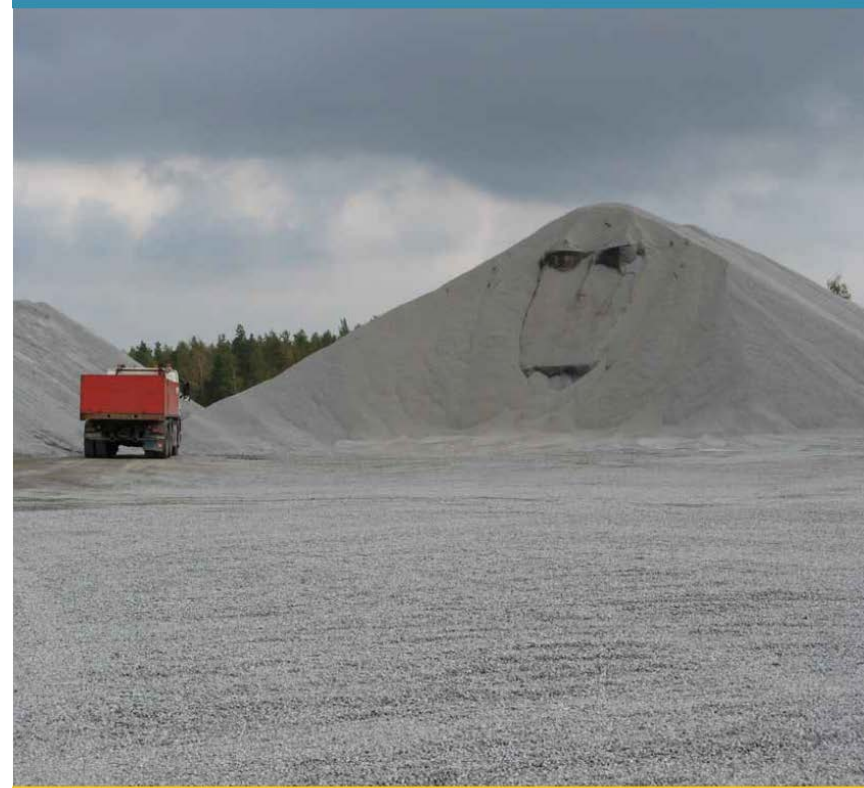
Päätulos: Opas kiviainesten tuottajille, maarakentajille ja viranomaisille



- Painettu raportti: Lehtinen, Heli ym. (2014) Kiviainesten otto arseenialueilla – opas kiviainesten tuottajille, maarakentajille ja viranomaisille. Geologian tutkimuskeskus, Opas 59.
- Myös www-sivulla: <http://projects.gtk.fi/ASROCKS>
- Tietävästi ensimmäinen tämän tyyppinen ohjeistus maailmalla

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS

Opas 59
2014



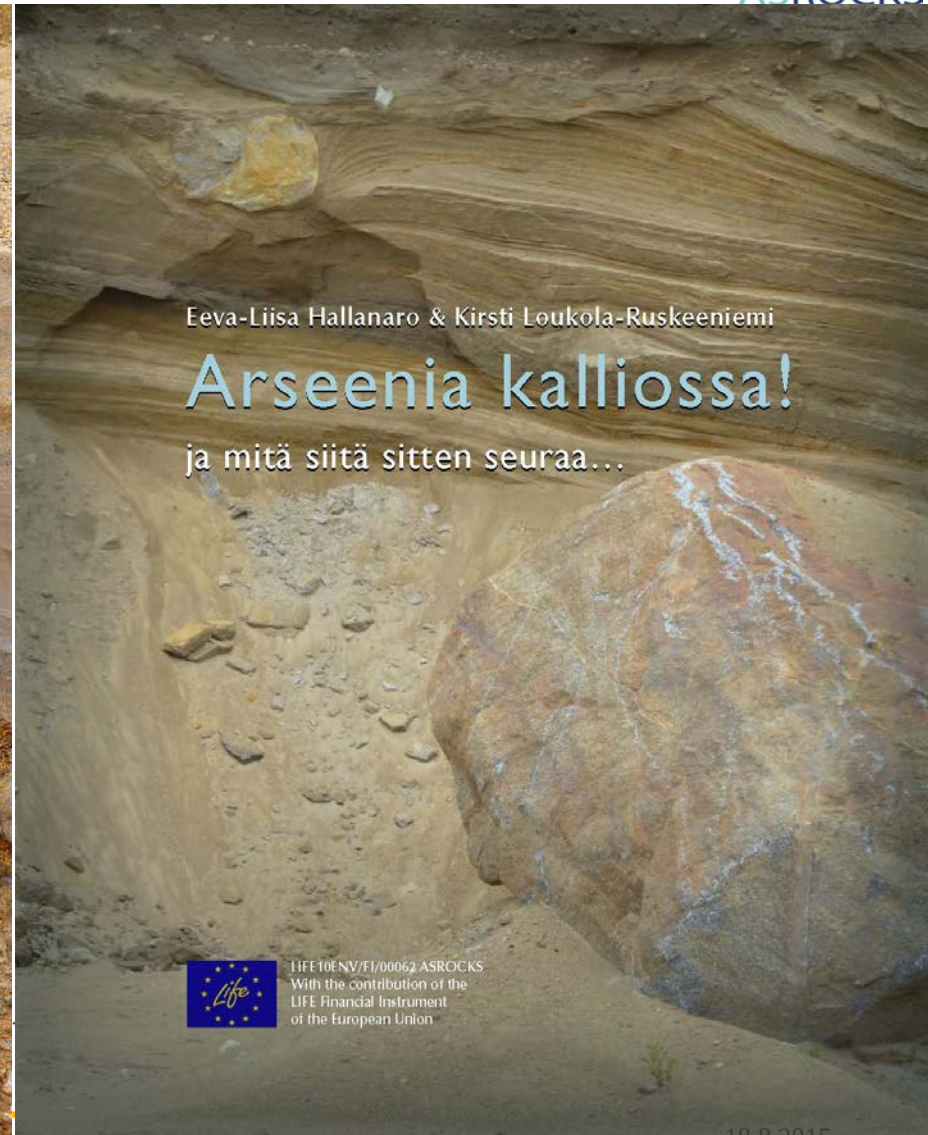
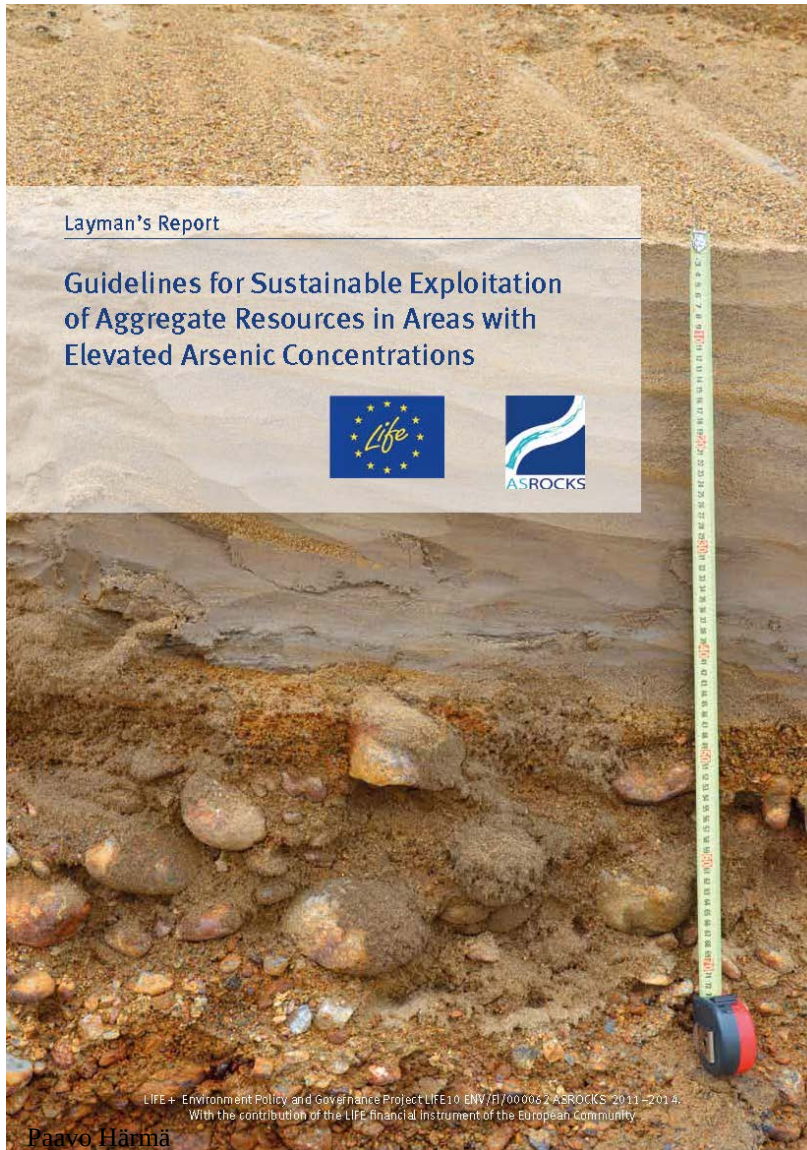
Kiviainesten otto arseenialueilla – opas kiviainesten tuottajille, maarakentajille ja viranomaisille

Summary: Exploitation of aggregates in areas with naturally elevated concentrations of arsenic – Guidelines for producers, earthwork contractors, and authorities

Lehtinen, Heli (toim.); Härmä, Paavo; Tarvainen, Timo; Backman, Birgitta; Hatakka, Tarja; Ketola, Terhi; Kuula, Pirjo; Luoma, Samrit; Pyy, Outi; Sorvari, Jaana ja Loukola, Ruskeeniemi, Kirsti

18.8.2015

Tulos 2: Kirja arseenista eli Layman's Report suomeksi



Mitä on ainakin syytä selvittää kun perustetaan uutta aluetta



- Sijaitseeko kohde arseenipitoisella alueella
 - Katso GTK:n taustapitoisuusrekisteri (<http://gtkdata.gtk.fi/Tapir/>)
- Kohteen kallioperä ja kivilajit; onko arseenipitoisuutta (<http://hakku.gtk.fi>, Paikkatietotuotteet, metallimalmiesiintymät)
- Arseenipitoisuudet kohteen maa- ja kallioperässä ja kohteen lähiympäristössä, esimerkiksi kaivovesien arseenipitoisuus jo ennen toimintaa
- Vesien kulkeutumisreitit



Mitä on ainakin syytä selvittää kun perustetaan uutta aluetta (2)



- Lähialueen talousvesikaivojen ja tärkeiden pohjavesialueiden sijainti
- Lähialueen arvokkaiden luontokohteiden sijainti, erityisesti vesiluonto
- Kohteen tuleva maankäyttö, erityisesti asuinalueet
- Ohjeita sovellettava tapauskohtaisesti
- Jos arvioidaan riskiä olevan ja päädytään näytteiden ottamiseen alueelta, näytteidenotto on suunniteltava ja toteuttava oikein:

ohjeita: <http://projects.gtk.fi/ASROCKS/>
Hanke, Tuotokset



Opas: luku 4.2 Edustava näytteenotto

- Näytteenottajat ja näytteenotosta vastaavat henkilöt ovat saaneet koulutuksen geokemialliseen näytteenottoon ja että heillä on siitä myös kokemusta
- Näytteenottosuunnitelmaa tarvitaan näytteenoton edustavuuden varmistamiseksi
- Oppaassa kuvaus miten otetaan:
 - Kallioperänäyte (kivinäyte)
 - Kiviainestuotenäytteet
 - Pinta- ja pohjamaanäytteet
 - Vesinäytteet
 - Humusnäyte
 - Purosedimenttinäyte

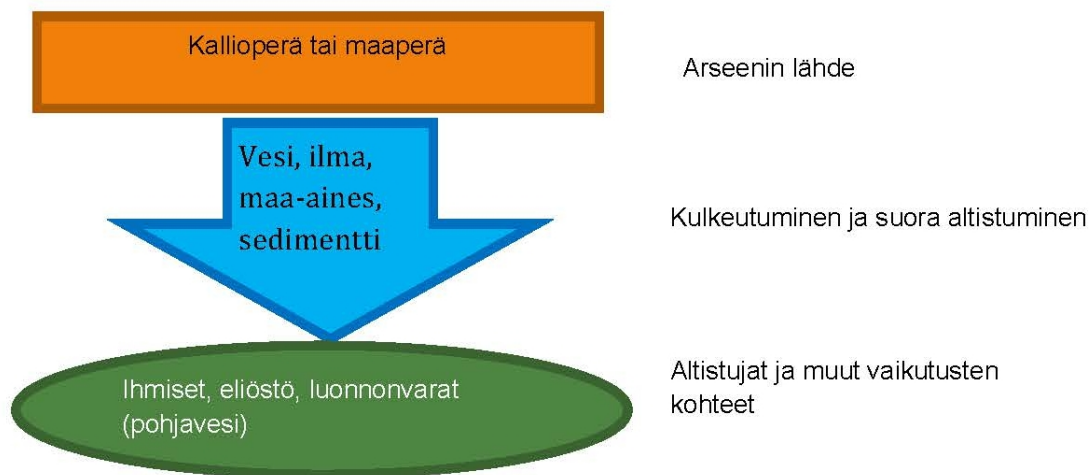


Analyytit ja riskinarviointi

- Oppaan luvussa 4.3 käsitellään **Laboratorioanalyysijä**: mitä, missä, miten sekä tulosten tulkintaa
- Käsitellään myös **Liukoisuustestejä**
- Riskien arviointia käsitellään luvussa 5.

Kallioperän tai maaperän arseenista aiheutuvien mahdollisten ympäristövaikutusten eli riskien muodostuminen

Lehtinen, H. (toim.) ym. 2014





Ohjeistus

► Arseenin esiintyminen ja päästöt ympäristöön

Kallioperän luontainen arseeni

Maaperän arseeni

Arseeni pinta- ja pohjavedessä

Arseeni ravintokasveissa ja sienissä

Ihmistoiminnasta aiheutuvat päästöt

Arseenin kulkeutumisesta ympäristössä

► Arseenin terveys- ja ympäristövaikutukset

Arseenin myrkyllisyydestä ja ihmisten altistumisesta

Arseenin haitallisuus eliöille

Vaikutukset kivi- ja maa-ainesten

tuotantoalueilla ja rakentamiskohteissa

Kiviainesten otto arseenialueilla - Opas kiviainesten tuottajille, maarakentajille ja viranomaisille

Kiviainestuottajalla tarkoitetaan tässä oppaassa kallion-, hiekan- tai soranottoalueilla toimintaa harjoittavia. Maarakentamisessa opasta voidaan soveltaa otettaessa, käsiteltäessä ja sijoitettaessa kiviaineksia rakennuskohteella. Viranomaisista oppaasta hyötyvät erityisesti ne, joiden tehtävänä on edistää haitallisten ympäristövaikutusten ehkäisyä ja vähentämistä mm. maa-aineslain, ympäristönsuojelulain tai maankäyttö- ja rakennuslain velvoittamana.

Nämä suositukset eivät ole viranomaistoimintaa sitovia, vaan ne tukevat ja täydentävät aikaisempaa ohjeistusta. Oppaan ovat laatineet ASROCKS-tutkijat yhdessä tutkimusalueella toimivien kuntien, Pirkanmaan ja Hämeen ELY-keskusten viranomaisten sekä toiminnanharjoittajien ja konsulttiyritysten kanssa. Tutkimusalueena oli maaperän geokemiallisten kartoitusten tulosten perusteella rajattu Etelä-Pirkanmaan ja Kanta-Hämeen arseeniprovinssi. Suosituksia voidaan soveltaa myös muilla tunnetuilla arseenialueilla.

Suosituksen taustaksi on koottu tietoa arseenin ominaisuuksista (osa 1), esiintymisestä (osa 1) ja terveys- ja ympäristövaikutuksista (osa 2). Kiviainestuottajia ja maarakentajia koskevat velvoitteet ja nykykäytännöt kuvataan yleispiirteisesti (osa 3).

Suosituksien tutkimuksista arseenipitoisuuksien ja riskien selvittämiseksi on koottu osiin 4 ja 5. Suositukset tutkimusten suunnittelusta ja käytännön toteutuksesta perustuvat pääosin ASROCKS-hankkeen tutkimustuloksiin. Hankkeen tutkimustuloksia on koottu tietolaatikoihin.

Guidelines

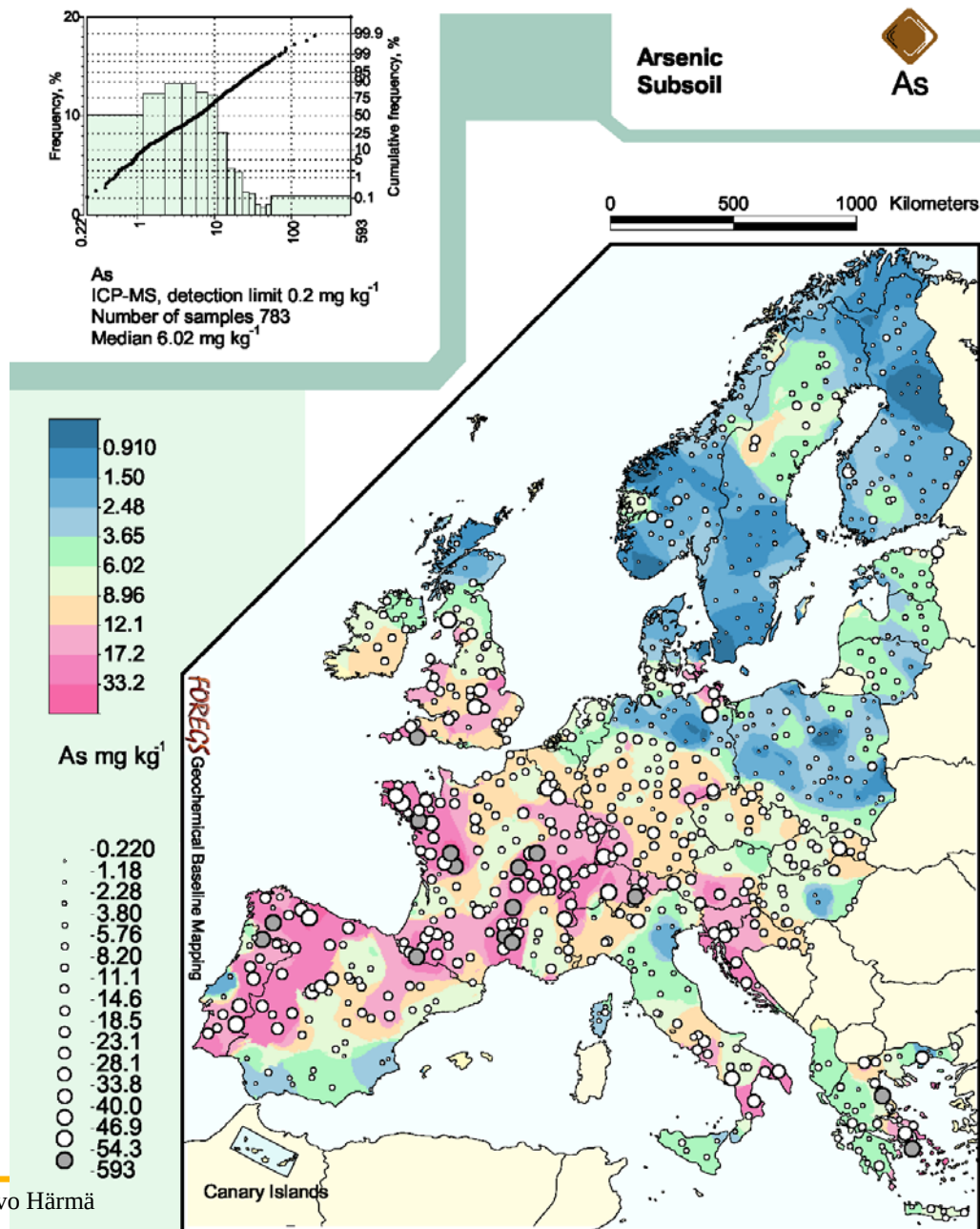
- ▶ [Arsenic regions](#)
- ▶ [Aggregate production](#)
- ▶ [Aggregate products](#)
- ▶ [Construction](#)
- ▶ [Key issues](#)

Key issues

According to the results of the ASROCKS demonstration sites, the most important questions to address when a new aggregate production site or construction site is being set up are as follows:

- Is the new site located within an arsenic province, i.e. in the geological region with naturally elevated arsenic concentrations?
- What are the rock types at the site?
- Is there any information on elevated arsenic concentrations at the site or in its surroundings?
- What is the direction of surface water runoff from the site?
- Are there any valuable natural resources or protected ecosystems or species in the surroundings?
- Are there any private household wells or important groundwater aquifers nearby (within 300–500 m)?
- What is the planned land use and would this involve playgrounds or residential areas?

Euroopan pohjamaan arseenipitoisuus



Salminen, R. (toim.) 2005.
Geochemical Atlas of
Europe.
Geologian tutkimuskeskus.

www.gtk.fi/publ/foregsatlas



LIFE10 ENV/FI/00062 ASROCKS

www.gtk.fi

18.8.2015

Award, Best EU LIFE-Environment Projects

