



ASROCKS - Ohjeistusta kivi- ja maa-ainesten kestäväään käyttöön luontaisesti korkeiden arseenipitoisuuksien alueilla

PANK-menetelmäpäivä
23.1.2014



Esityksen sisältö

- Mikä ASROCKS-hanke?
- Arseeni ja sen esiintyminen
- Näytteenotto
- Käytetyt laboratoriokokeet
- Tuloksia
- Johtopäätöksiä hankkeesta



ASROCKS

TAVOITTEET

- Selvittää arseenin aiheuttama ympäristöriski kivi- ja maa-ainestuotantopaikoilla sekä rakennuskohteilla
- Laatia ohjeistus arseeniriskin huomioimiseen ympäristölupaprosesseissa erityisesti kiviainestuotannon näkökulmasta

TUTKIMUSALUE Pirkanmaa ja Kanta-Häme

TEKIJÄT

GTK, TTY, SYKE

yhteistyötahoina kivi- ja maa-ainestuottajat, kunnat ja ELY-keskukset

TOTEUTUS vuosina 2011-2014

RAHOITUS

EU:n Life+ ohjelma, GTK, TTY, SYKE, Ympäristöministeriö, Pirkkalan kunta, Rakennustoimisto Pohjola Oy, Rudus Oy, NCC Roads Oy, Tampereen kaupungin Vuores-projekti, Verte Oy



ASROCKS

TYÖVAIHEET

- **Action 1:** Alustavat kohdetutkimukset (GTK)
- **Action 2:** Tarkemmat kohdetutkimukset ja liukoisuuskokeet neljässä kohteessa (TTY)
- **Action 3:** Riskinarviointi kohteille ja riskinhallintamalli (SYKE)
- **Action 4:** Ohjeistus (GTK)



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

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

2012

2013

Kuva: J. Sorvari / SYKE

2014

31.1.2014

Arseeni (As)

Luontaisesti esiintyvä alkuaine

- Maa- ja kallioperässä sulfidimineraaleissa
- Pohjaveteen liuenneena

Korkeita arseenipitoisuuksia luonnossa myös ihmisen toiminnasta: puunkyllästys, metallinjalostus, energiantuotanto, kaivostoiminta

Myrkyllinen ja karsinogeeninen

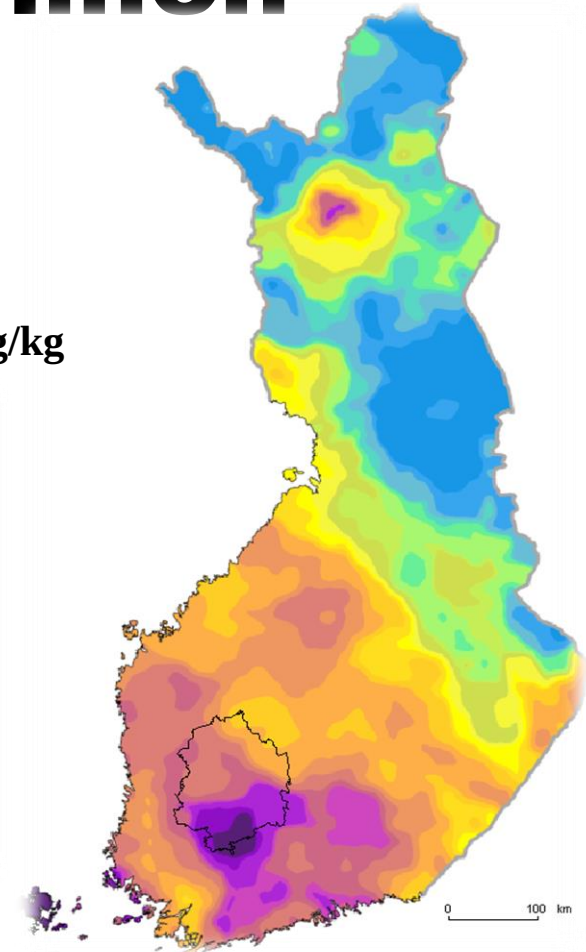
- Runsaasti arseenia sisältävän juomaveden pitkäaikainen käyttö haitallista



Arseenin esiintyminen

- Moreenin hienoaineksessa korkeita alueellisia pitoisuuksia
- Moreenimaille Etelä-Pirkanmaalla ja Hämeessä arseenin suurin suositeltu taustapitoisuusarvo SSTP 26 mg/kg
- Valtakunnallisesti pilaantuneiden maiden arvioinnissa kynnyсарvo 5 mg/kg

As mg/kg



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.



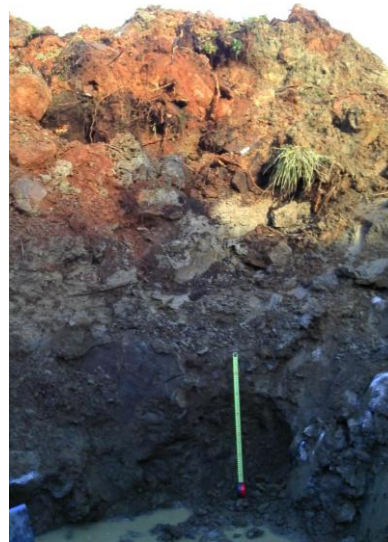
Arseenin esiintymisen selvittäminen

- Näytteenotot koekohteilla
 - Kallioperä- ja maaperänäytteet
 - Tuotenäytteet
 - Pinta/pohjavesi
 - Sedimentit
- Lisäksi alueiden kallioperägeologinen kartoitus, kohdennetut näytteenotot,...



Näytteet liukoisuuskokeisiin

- Kalliomurskeita ja -sepeleitä
- Maanäytteitä
- Laboratoriossa valmistettuja kiviainestuotteita



Liukoisuustestit

- Päämenetelmät
 - Kaksivaiheinen ravistelutesti SFS-EN 12457-3
 - 24 h, L/S 2 ja 10
 - Läpivirtaustesti CEN/TS 14405
 - 25 d, L/S 2, 4, 6, 8 ja 10



Liukoisuustestit

- Lisäksi testejä
 - pH-vaikutustesti CEN/TS 14997
 - 48h
 - *Luontainen pH, pH 4, pH 7 ja pH 9*
 - Kiviainesten liukoisuustesti SFS-EN 1744-3
 - *Staattinen 24 h testi*



Liukoisuustestit

Kaksivaiheinen ravistelutesti SFS-EN 12457-3

- Näytteen raekoko < 4 mm
- Testinäyte 175 g
- Kaksi peräkkäistä ravistelua nesteen ja kiinteän aineen suhteella 2 ja 8
- Uuttoliuoksena tislattu/ionivaihdettu vesi
- Uuttoliuosten suodatus kalvosuodattimella + tarvittavat analyysit pH, johtokyky, metallit ym.
- Testin kesto 24 h + vesianalyysit
- Tuloksena liukoisuudet L/S 2 ja L/S 8, mg/kg



Liukoisuustestit

Läpivirtaustesti CEN/TS 14405

- Näytteen raekoko < 10 mm
- Testinäyte pakataan kolonniin, tilavuus esim. 2,4 litraa
- Näytteen läpi pumpataan ionivaihdettua vettä alhaalta ylös, määrä $10 \times$ näytteen massa, noin 50 ml/h, noin 25 vrk ajan
- Vesinäytteet ainakin L/S 2 ja L/S 10
- Vesinäytteen suodatus kalvosuodattimella + tarvittavat analyysit pH, johtokyky, metallit ym.
- Testin kesto 25 vrk + vesianalyysit
- Tuloksena liukoisuudet L/S 2 ja L/S 8, mg/kg



Liukoisuustestit

pH-vaikutustesti CEN/TS 14997

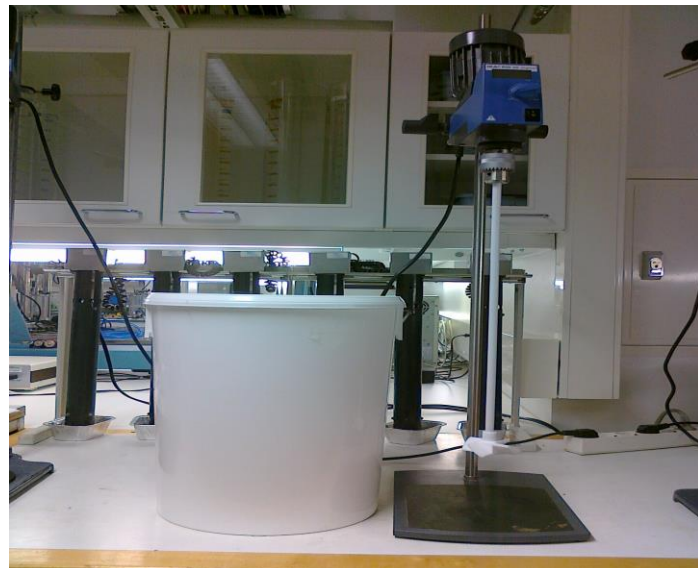
- Näytteen raekoko < 1 mm
- Testinäyte 60 g
- Happo- tai emäslisäysten avulla näyte pidetään halutussa pH-arvossa 48 h ajan
- Tavoitteena nesteen ja kiintoaineen suhde L/S 10
- Uuttoliuoksena ionivaihdettu vesi
- Uuttoliuoksen suodatus kalvosuodattimella + tarvittavat analyysit pH, johtokyky, metallit ym.
- Testin kesto 48 h + vesianalyysit
- Tuloksena liukoisuus L/S 10 pH-arvoittain, mg/kg



Liukoisuustestit

Kiviainesten liukoisuustesti SFS-EN 1744-3

- Näytteen raekoko < 32 mm
- Testinäyte 2 kg
- Kiviaines verkkokorissa vedessä 24 h, vettä sekoitetaan testin ajan
- Ionivaihdettu vesi, L/S 10
- Vesinäytteen suodatus kalvosuodattimella + analyysit
- Testin kesto 24 h + vesianalyysit
- Tuloksena liukoisuus L/S 10, mg/kg

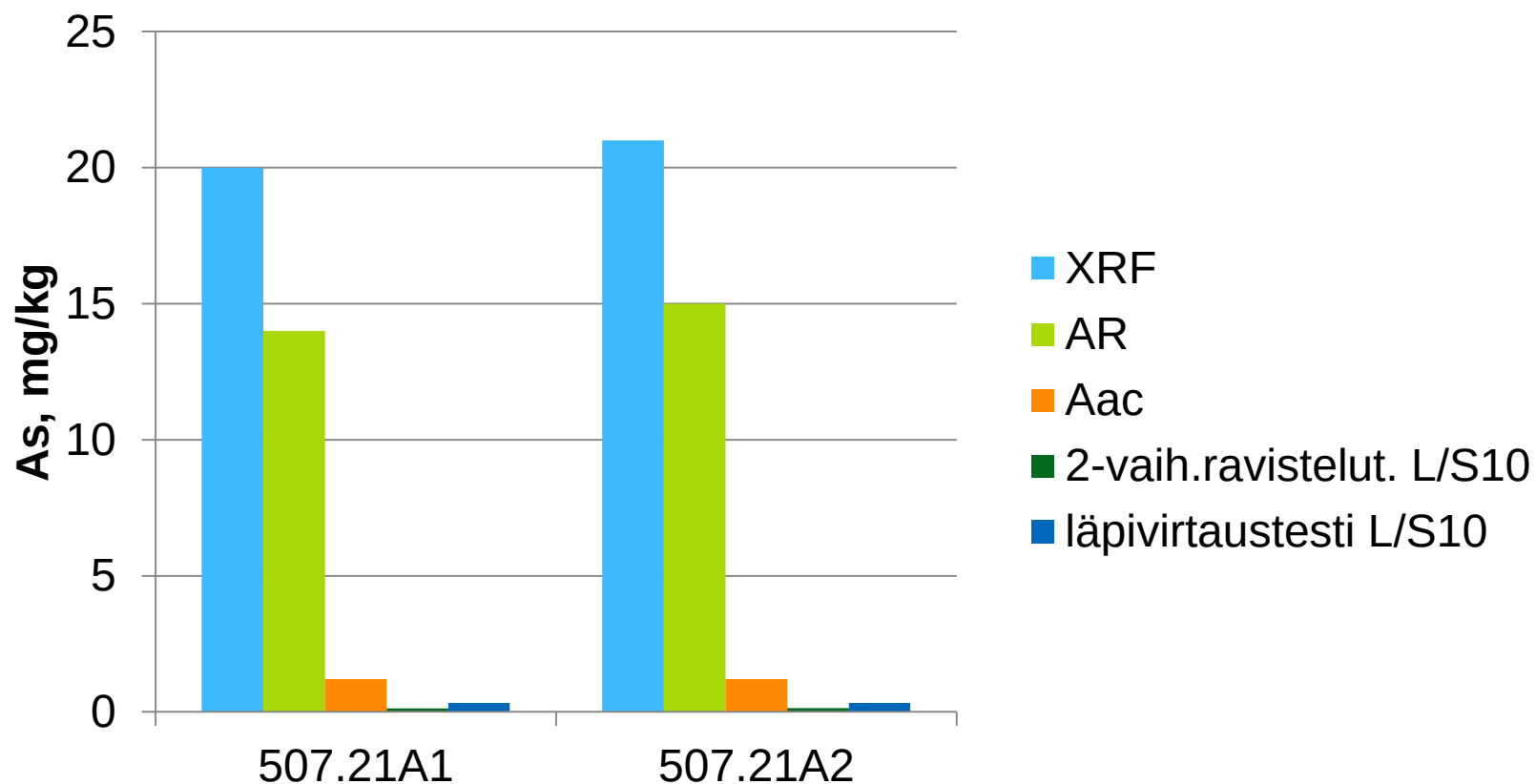


Muut testit

- Näytteiden As-pitoisuus, mg/kg:
 - Röntgen (XRF): todellinen kokonaispitoisuus
 - Jauhetut ja briketöidyt näytteet
 - Kuningasvesiuutto (AR) + ICP-MS/OES: lähes kokonaispitoisuus
 - Hienomurskatut näytteet < 2 mm
 - Ammoniumasetaatti-EDTA-uutto (AAc) + ICP-MS/OES: helppoliukoinen pitoisuus
 - Hienomurskatut näytteet < 2 mm

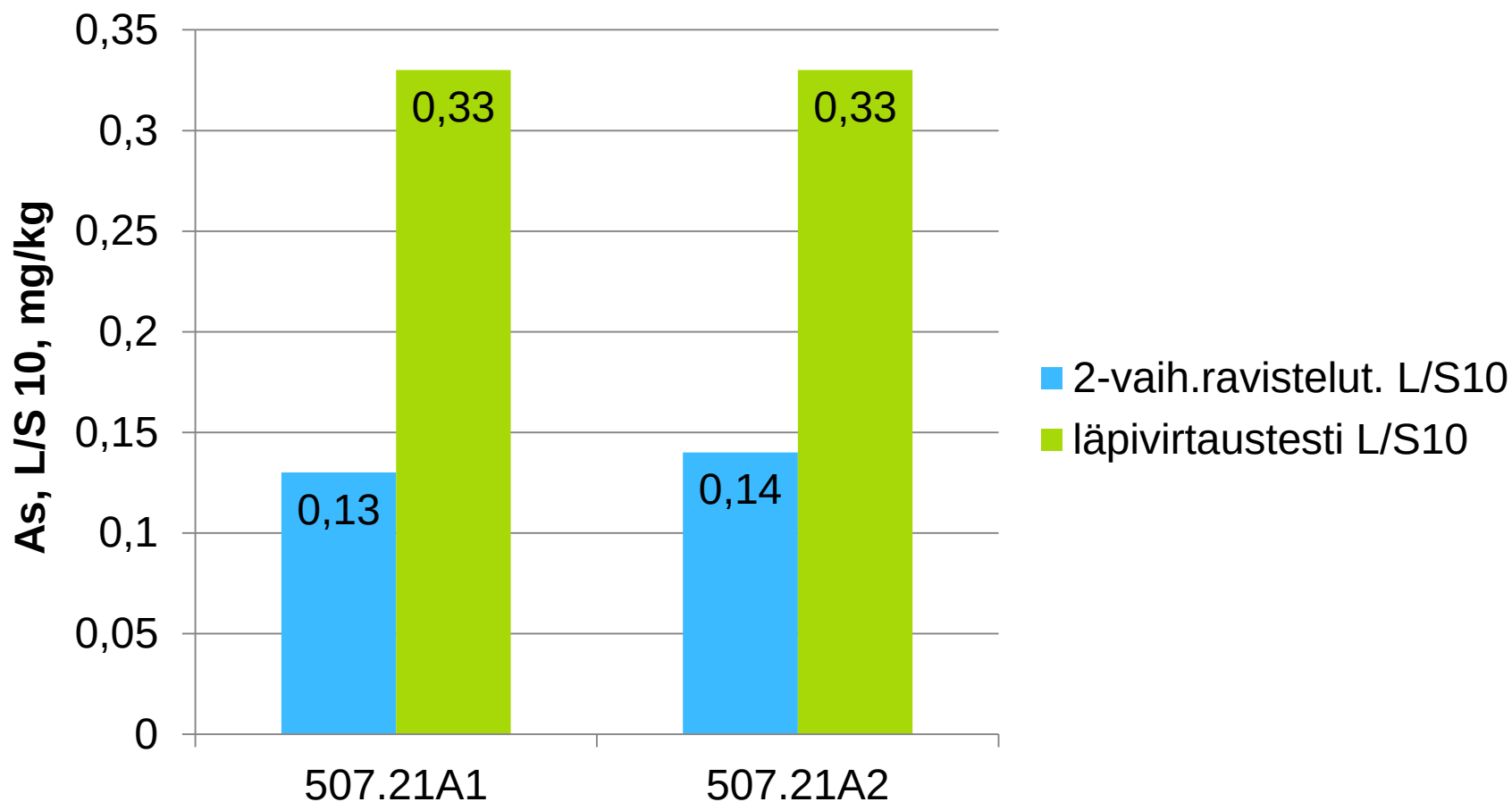


KaM 0/4 mm

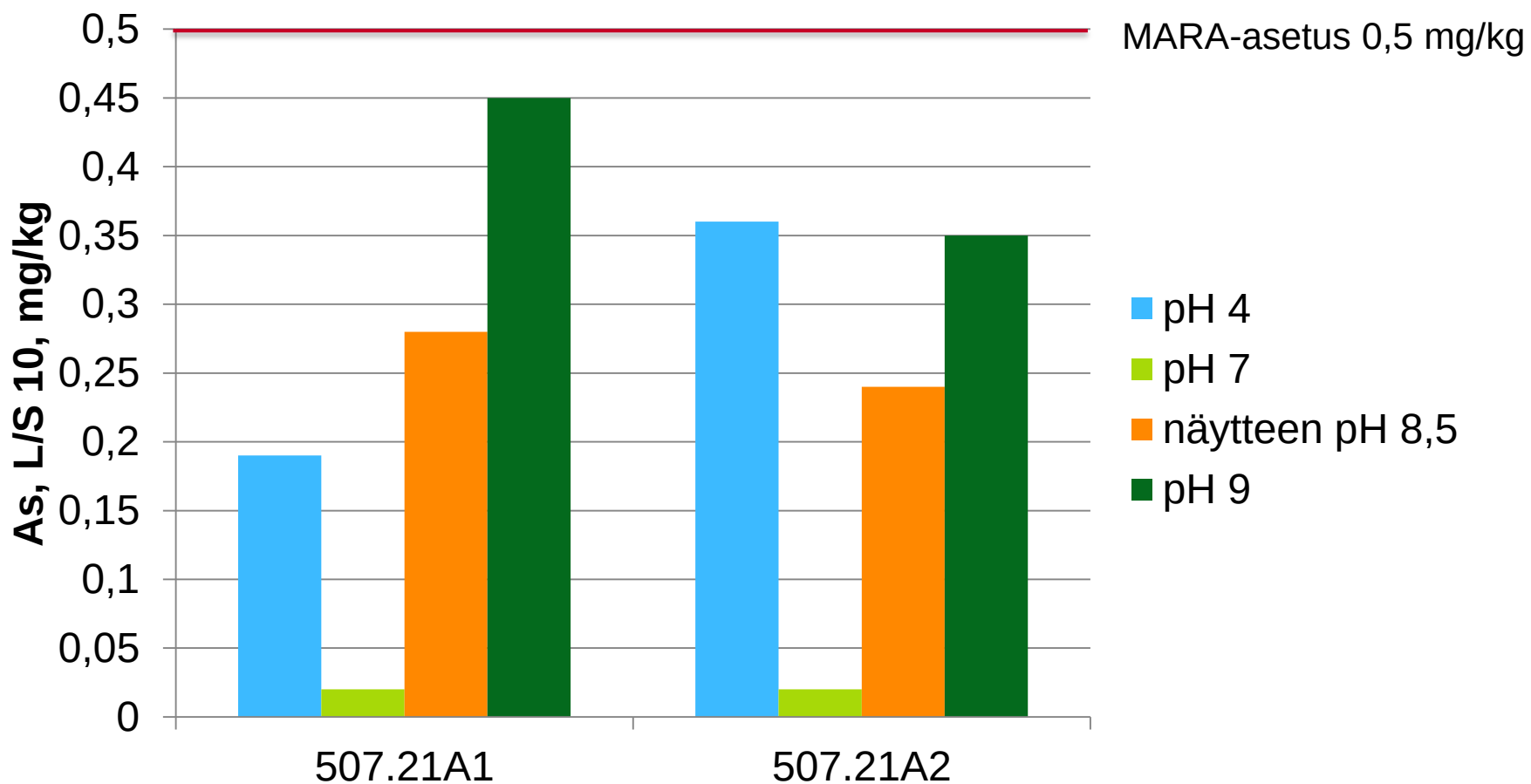


KaM 0/4 mm

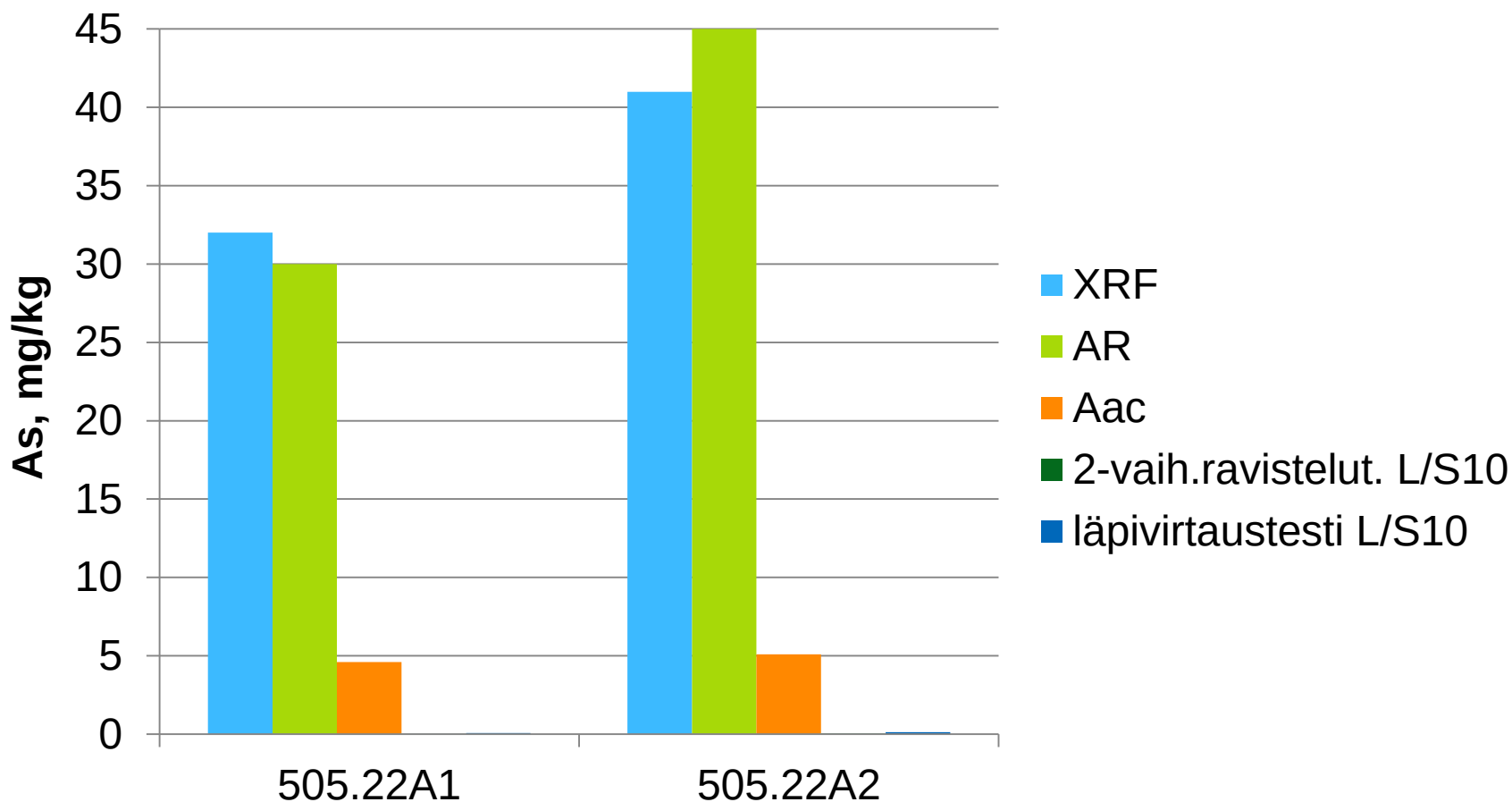
MARA-asetus 0,5 mg/kg



KaM 0/4 mm

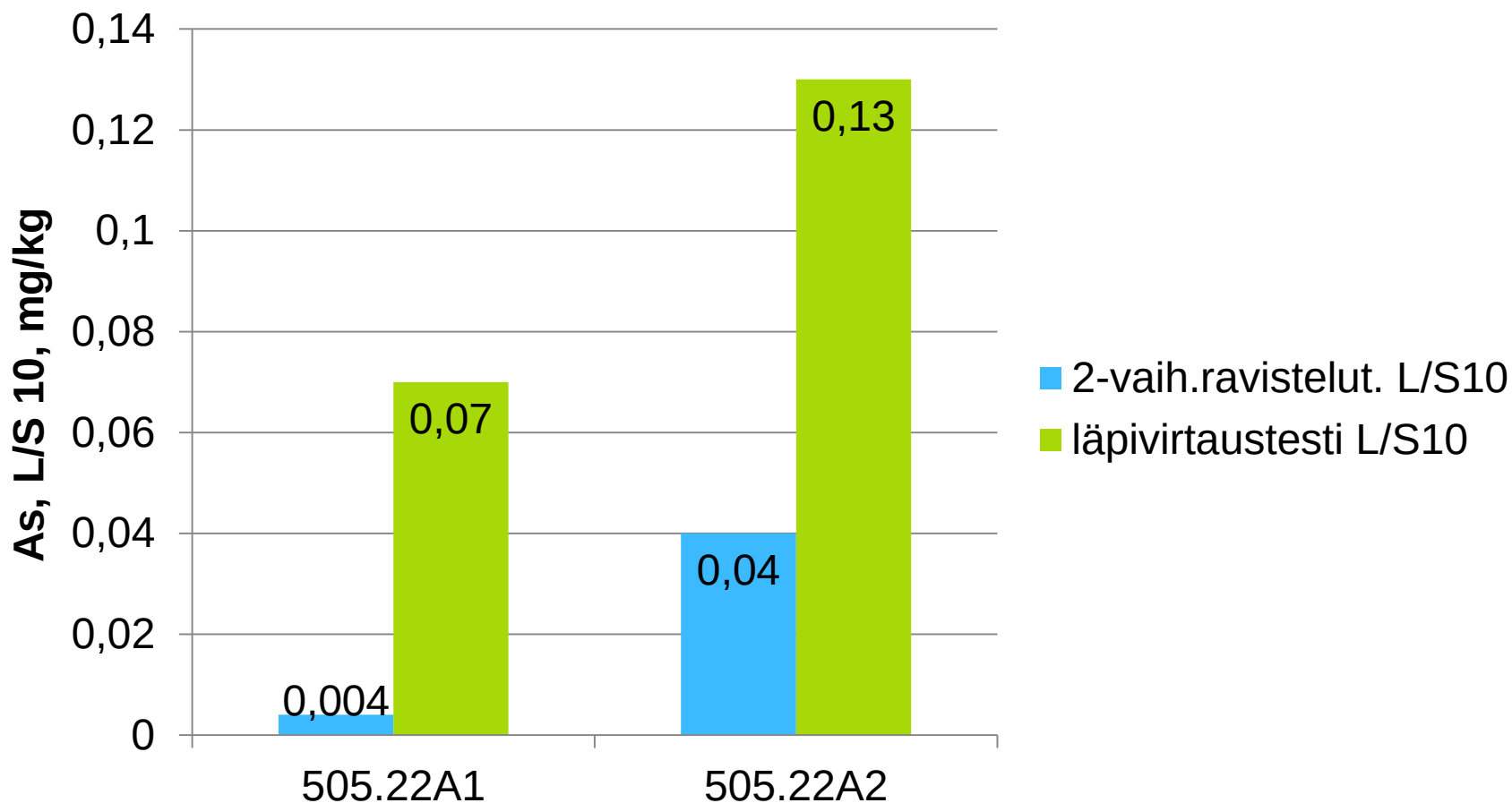


KaM 0/3 mm



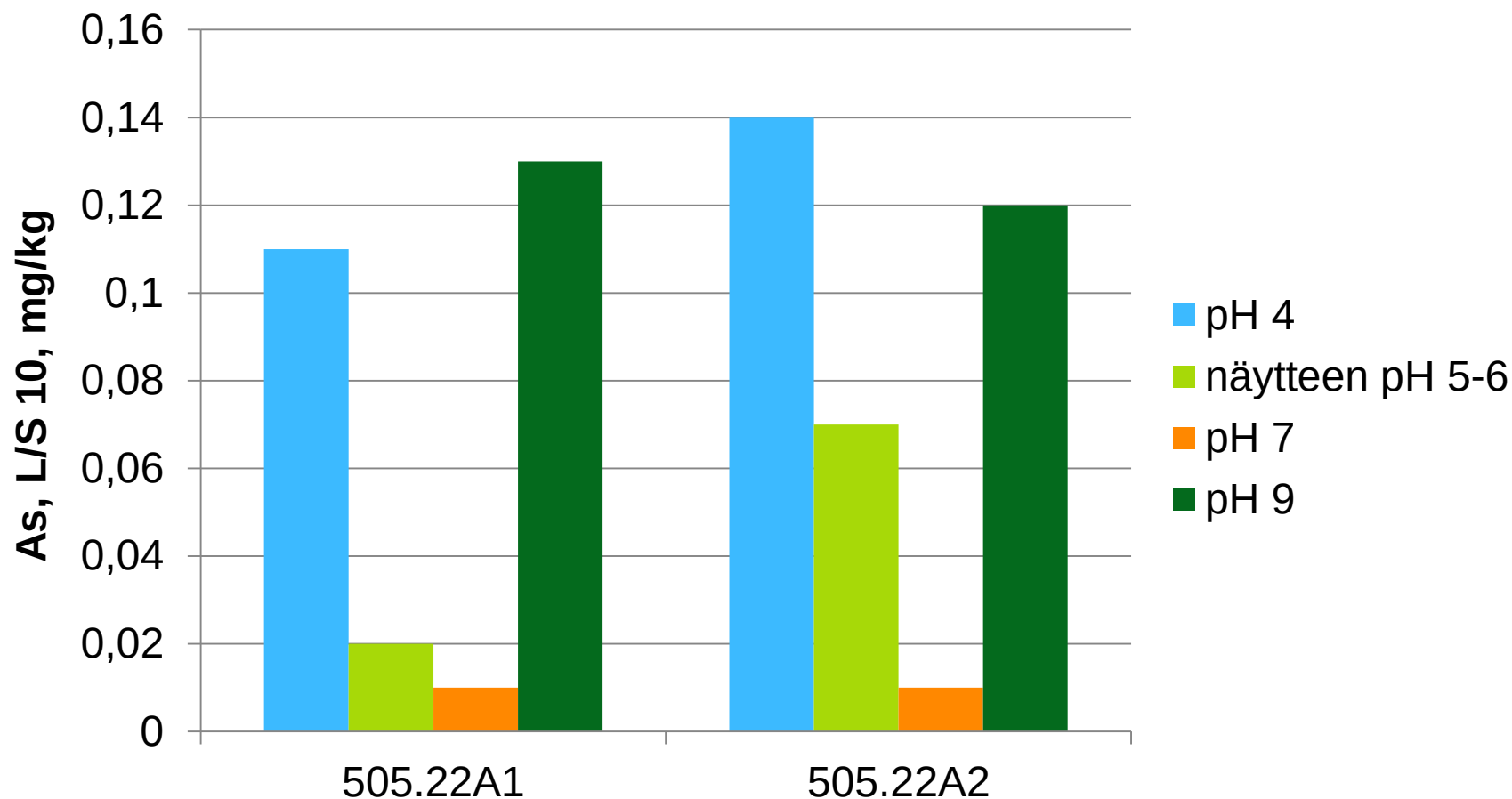
KaM 0/3 mm

MARA-asetus 0,5 mg/kg

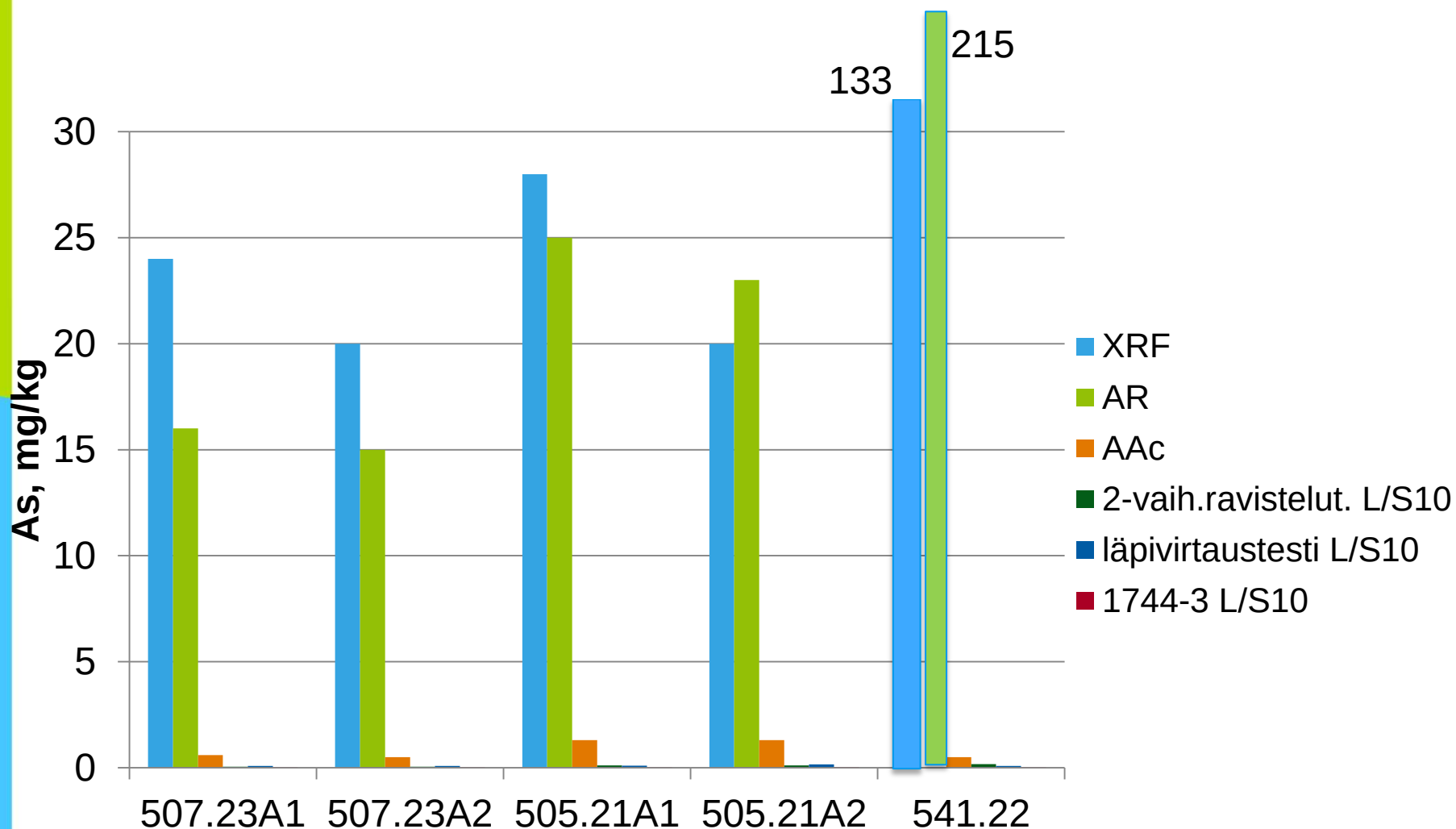


KaM 0/3 mm

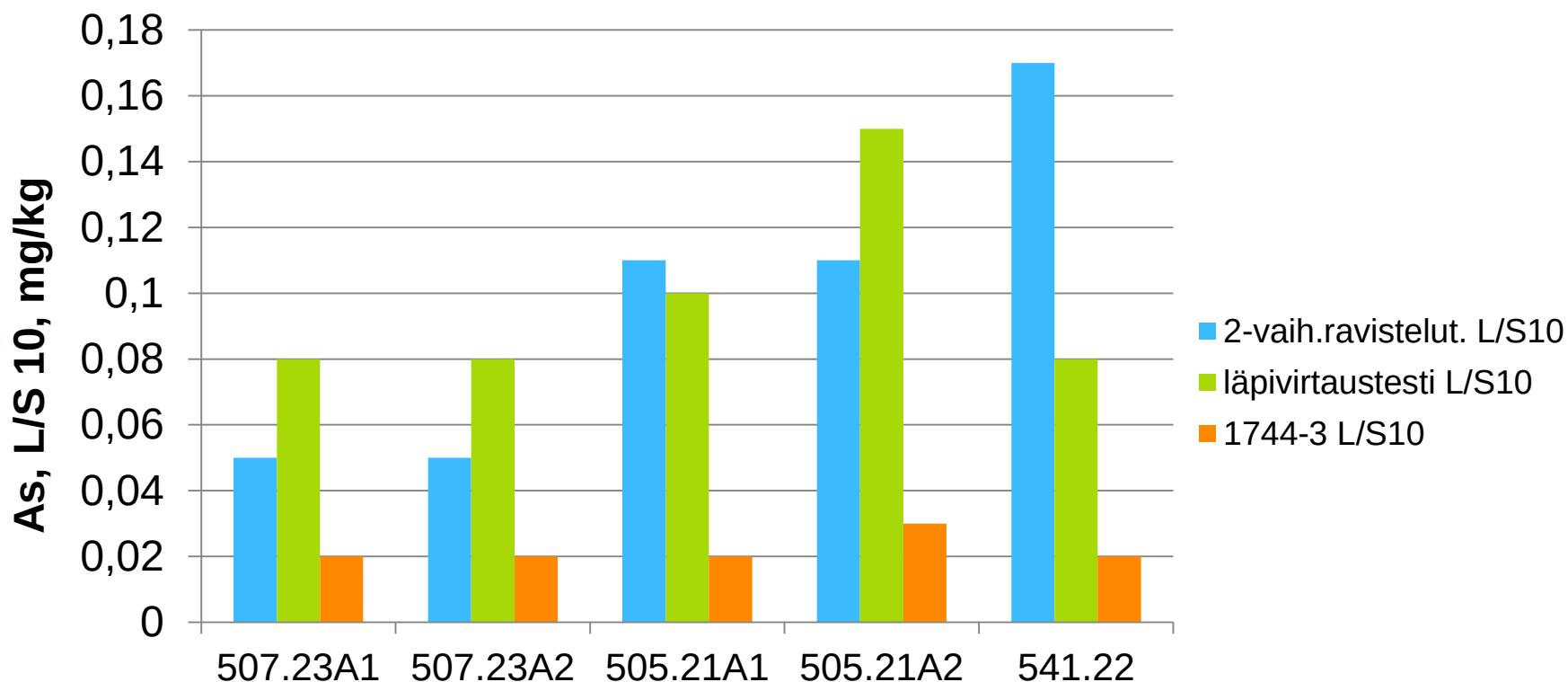
MARA-asetus 0,5 mg/kg



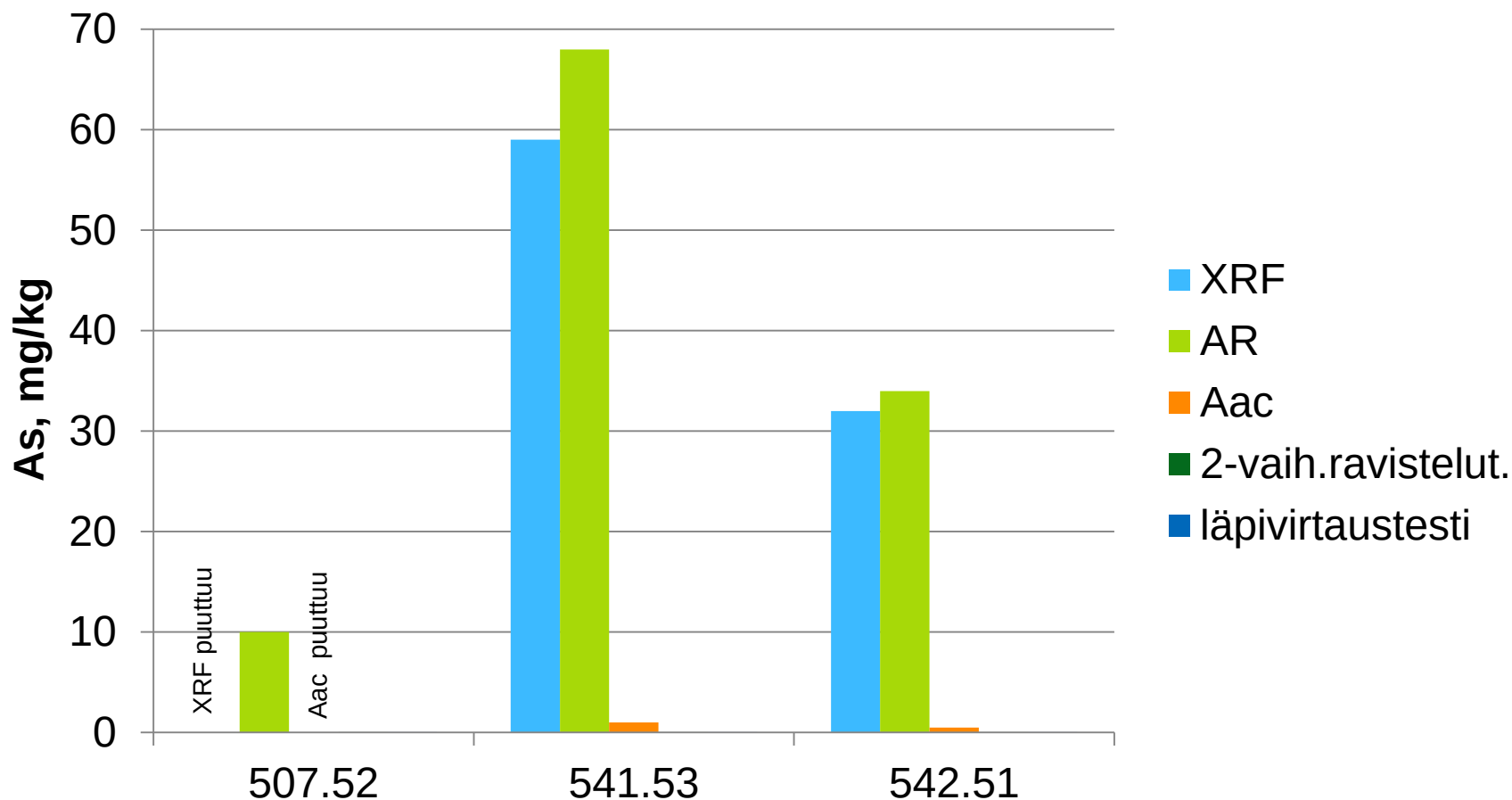
Sepelit 3/6 mm, 4/8 mm



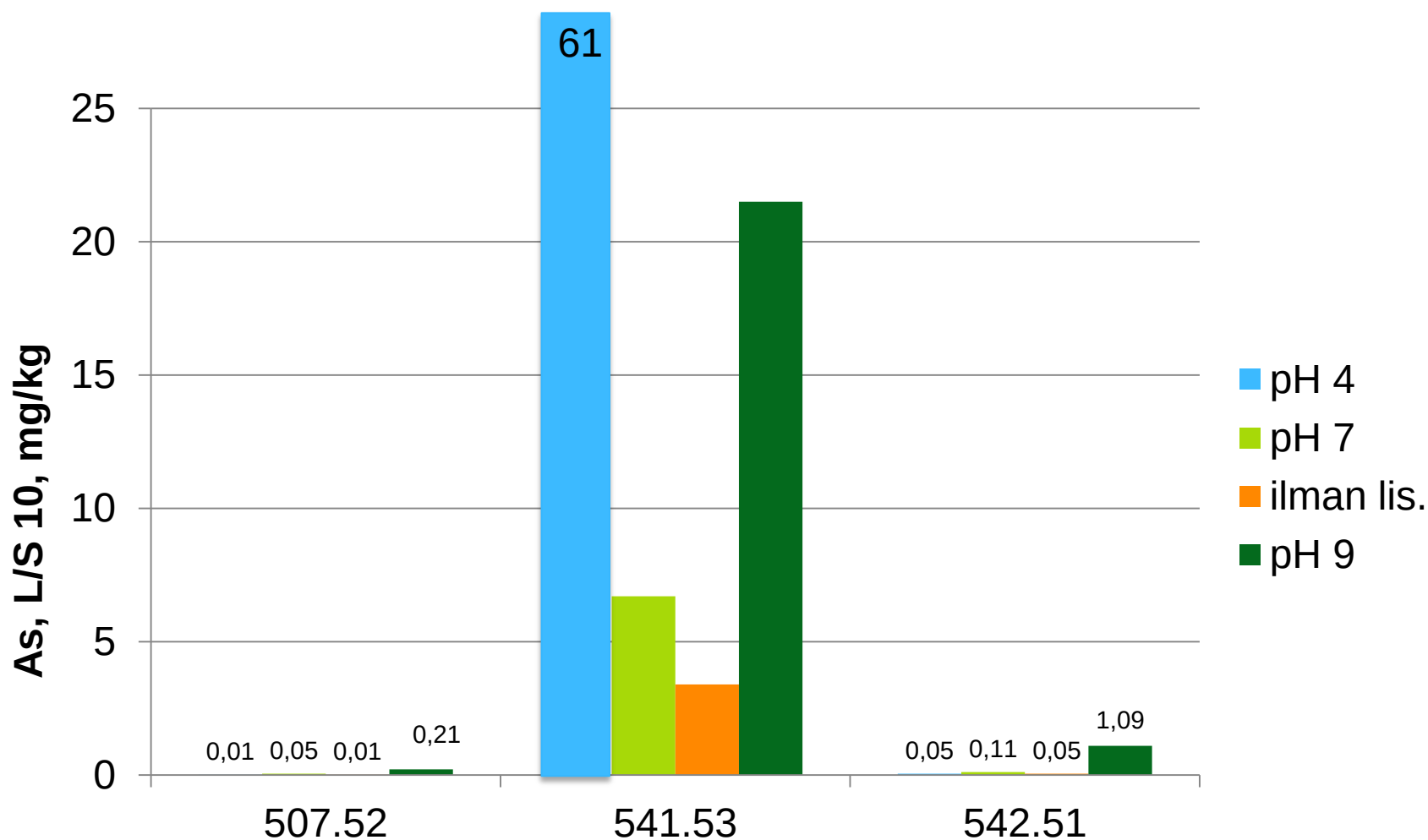
Sepelit 3/6 mm, 4/8 mm



Maanäytteet



Maanäytteet



Arseenin liukeneminen...

Vaikuttavia tekijöitä, muun muassa:

- Arseenin esiintymismuoto
 - Missä?
 - Miten, mikä mineraali?
- Olosuhteet
 - Onko happea saatavilla
 - Ympäristön happamuus/emäksisyys, pH
 - Mitä muita aineita on liuenneena

**riippuu
monen
tekijän
yhteisvaiku-
tuksesta.**



Rakennustuotteiden testaus

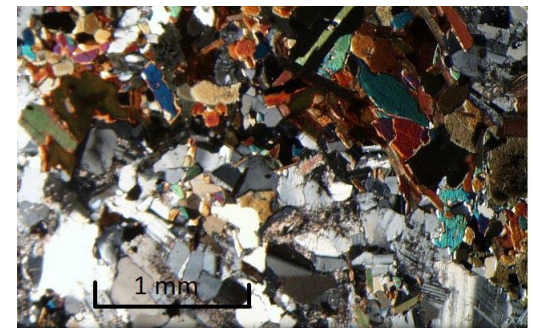
CE-merkintään liittyen tulossa ehkä parin vuoden kuluttua

- Kokonaispitoisuustestaus
- Läpivirtaustesti rakeisille materiaaleille
- Tankkitestä kiinteille materiaaleille
- Kiviainesten liukoisuustestiä SFS-EN 1744-3 on ehdotettu esimerkiksi raideseapelille



Johtopäätöksiä

- Kuningasvesiliukoiset arseenipitoisuudet 14 -215 mg/kg
 - Ravistelu- ja läpivirtaustestillä liukeni max 2 %
 - Kiviainestuohteista liuennut As pääosin $< 0,5$ mg/kg
- Liukeneminen riippuvaista pH-arvosta
- Mineralogian ja liukenemisen yhteys selvitettävä



Johtopäätöksiä

- Kiviainestuotteen keskimääräisestä arseenipitoisuudesta hyvä kuva moniosanäytteenotolla (MONO)
 - 30-50 kpl pientä osanäytettä tuote-erästä
 - Näyte pinnan alta



Kuvat: P.Härmä, T.Tarvainen / GTK

Kysymyksiä, kommentteja?

- Terhi Ketola terhi.ketola@tut.fi
- Pirjo Kuula pirjo.kuula@tut.fi
- Tuloksia
<http://projects.gtk.fi/ASROCKS>



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO



S Y K E

31.1.2014

31