

Kasanäytteenoton vertailukoe 16/2016

Metallinäytteenotto sedimenttikasasta

**Katarina Björklöf, Mirja Leivuori, Jani Lepistö,
Milja Vepsäläinen ja Ritva Väisänen**

Kasanäytteenoton vertailukoe 16/2016

Metallinäytteenotto sedimenttikasasta

Katarina Björklöf, Mirja Leivuori, Jani Lepistö,
Milja Vepsäläinen ja Ritva Väisänen





SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUKSEN RAPORTTEJA 42 | 2016
Suomen ympäristökeskus
Profitest SYKE

Kirjoittajat: Katarina Björklöf, Mirja Leivuori, Jani Lepistö, Milja Vepsäläinen ja
Ritva Väisänen

Julkaisija ja kustantaja: Suomen ympäristökeskus (SYKE)
PL 140, 00251 Helsinki, puh. 0295 251 000, syke.fi

Taitto: Ritva Väisänen

Julkaisu on saatavana vain internetistä: www.syke.fi/julkaisut | helda.helsinki.fi/syke sekä
ostettavissa painettuna SYKEN verkkokaupasta: syke.juvenesprint.fi

ISBN 978-952-11-4651-0 (PDF)
ISSN 1796-1726 (verkkojulk.)

Julkaisuvuosi: 2016

TIIVISTELMÄ

Vertailukokeessa yhdeksän kenttätoimijaa otti näytteet sedimenttikasasta metallien pitoisuuksien määrittämiseksi. Osallistujat suorittivat toisistaan riippumattomasti ja laatimiensa suunnitelmien mukaisesti näytteenoton.

Vertailukokeen tulokset osoittavat, että alan kenttätoimijoilla on pääasiassa hyvä osaaminen. He toimivat sekä vastuullisesti että huolellisesti kentällä. Myös työsuojelusta oli huolehdittu hyvin. Osallistujat käyttivät useita toimivia näytteenottostrategioita ja –välineitä. Näytteenottajat toimivat laadittujen suunnitelmien mukaisesti kentällä ja kirjasivat tärkeimmät havaintonsa kenttälomakkeisiin. Vain kolme osallistujaa kahdeksasta esitti kalibrointitodistuksen XRF-laitteensa kalibroinnista. Näytteiden lukumäärän tai osanäytteiden lukumäärän vaikutuksesta tuloksen oikeellisuuteen ei saatu näyttöä. Testikohteessa suurin tulosten tulkintaan epävarmuutta aiheuttava tekijä oli kasan heterogeenisyys.

Lämmin kiitos kaikille osallistujille!

Avainsanat: vertailukoe, näytteenotto, metallit, pilaantuneet maat (PIMA), maaperä, ympäristöhaitat, kenttämittarit, XRF

ABSTRACT

In this intercomparison test nine participants took samples from a sediment pile containing metals. The field personnel took the samples in turns according to their sampling plans.

It was shown that the field workers in general have good skills and they operate responsibly and carefully in the field. Most sampling plans were of good quality and suitable attention was paid to personal protection. The sampling personnel acted according to the plans and made notes about the most important observations into the field forms. Only three participants out of eight had a calibration certificate available for their XRF-analyzers. The number of collected samples or subsamples did not affect the validity of the results at this site. The biggest uncertainty factor for the reliability of the results was the heterogeneity of the pile.

Warm thanks to all the participants of this proficiency test!

Keywords: comparison test, soil, sampling, metals, contaminated soil, contaminant, field meter, XRF

SAMMANDRAG

I denna jämförelseprovning tog nio deltagare prover från en sedimenthög, som var kontaminerad med metaller. Deltagarna tog proverna tur vis enligt deras egna provtagningsplaner.

Resultaten visar att deltagarna har i allmänhet god expertis och de arbetar ansvarsfullt i fält. De flesta provtagningsplaner var av god kvalitet med tillräcklig uppmärksamhet på arbets säkerheten. Provtagarna arbetade enligt sina planer och viktiga observationer dokumenterades i fältformulär. Endast tre deltagare av åtta hade ett kalibreringsintyg för sin XRF-mätare. Mängden tagna prover eller delprovernas mängd per samlingsprov påverkade inte resultatens giltighet. Den största osäkerhetsfaktorn var sedimenthögens heterogenitet.

Ett varmt tack till alla deltagarna i testet!

Nyckelord: jämförelseprovning, mark, metaller, provtagning, förorenad mark, kontaminant, fältinstrument, XRF

SISÄLLYS

Tiivistelmä • Abstract • Sammandrag	3
1 Johdanto	5
2 Toteutus.....	5
2.1 Vastuutahot	6
2.2 Osallistujat	7
2.3 Arviointikriteerit.....	8
3 Tulokset	8
3.1 Yleiskatsaus.....	8
3.2 Osallistujien laatimat näytteenottosuunnitelmat.....	8
3.3 Osallistujien toiminta kentällä	9
3.4 Kasan määrän arviointi.....	11
3.5 Osallistujien kenttälomakkeet	12
3.6 Metallipitoisuudet XRF-kenttäanalysaattorilla	13
3.7 Metallipitoisuudet laboratorionäytteissä.....	14
3.7.1 Näytteiden lukumäärän vaikutus.....	15
3.7.2 Rinnakkaisnäyte	16
3.7.3 Jaettu näyte	18
3.7.4 Ennakkonäytteet.....	19
3.7.5 Näytteenoton epävarmuustarkastelu.....	20
4 Osallistujien palaute vertailukokeesta.....	23
5 Johtopäätökset	23
6 Yhteenveto	24
7 Summary.....	24
Kirjallisuus	25
LIITE 1 : Palaute näytteenottosuunnitelmasta	27
LIITE 2 : Palaute kenttätöinnistä	34
LIITE 3 : Palaute kenttälomakkeista	36
LIITE 4 : Kenttämittauksen (XRF) etukäteiskyselyn vastaukset ja mittaustulokset	38
LIITE 5 : Laboratorionäytteiden metallipitoisuudet	44
LIITE 6 : Osallistujien kokoomanäytteiden tulokset testisuureittain	46

1 Johdanto

Kiertotaloudessa korostetaan materiaalien ja jätteiden uudelleenkäyttöä sekä maa-ainesten ja jätteiden hyötykäytön lisäämistä kaatopaikkasijoittamisen sijaan. Esimerkiksi valtioneuvoston asetusta jätteiden käytöstä maarakentamisessa laajennetaan uusiin käyttökohteisiin ja jätelajeihin [1]. Lisäksi ympäristölaatuvaatimusten arviointia uudistetaan ja kevennetään myös hyödyntämiseen liittyviä lupamenettelyjä. Maa-ainesten ja jätteiden hyötykäytön yhteydessä on varmistettava, että esitutkimukset, kuten näytteenotto ja muu kenttätyö, tehdään asianmukaisesti ja luotettavasti.

Ympäristönäytteenotossa ja muussa kenttätöiminnassa korostuvat näytteenottajan toiminta ja käytettyjen kenttämittareiden ominaisuudet. Toteutetussa vertailukokeessa (KASA 16/2016) arvioitiin kasanäytteenoton vaikutusta tutkimusten laatuun ja tutkimustulosten edustavuuteen. Osallistujat saivat puolueettoman arvioinnin toiminnastaan sekä kehitysideoita oman toiminnan laadun kehittämiseen. Lisäksi osallistujat voivat hyödyntää menestymistään vertailukokeessa osoittaakseen laatutietoisuutta asiakkaille. Vertailukokeeseen osallistui yhdeksän alan toimijaa. Tämä vertailu oli neljäs Profest SYKEN järjestämä maaperänäytteenoton vertailukoe [2, 3, 4].

Suomen ympäristökeskus (SYKE) toimii ympäristönsuojelulain nojalla määrättyinä ympäristöalan vertailulaboratoriona Suomessa. Yksi tärkeimmistä vertailulaboratorion tarjoamista palveluista on pätevyyskokeiden ja muiden vertailumittausten järjestäminen. Profest SYKE on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima vertailumittausten järjestäjä PT01 (SFS-EN ISO/IEC 17043, www.finas.fi/Documents/PT01_M08_2016.pdf). Tässä vertailukokeessa sovellettiin standardia SFS-EN ISO/IEC 17043 [5]. Toteutettu vertailukoe ei sisälly akreditoituun pätevyysalueeseen.

2 Toteutus

Toteutettua vertailukoetta markkinoitiin laajasti sähköpostitse, Profest- ja Ympäristönäytteenottajien sertifiointijärjestelmän verkkosivujen sekä Facebookin kautta. Vertailukokeeseen ilmoittautuneille toimitettiin kasan tarkemmat tiedot ja pyydettiin etukäteen nähtäväksi osallistujan laatima näytteenottosuunnitelma. Lisäksi kaikilta XRF-kenttäanalyysointia käyttäviltä osallistujilta pyydettiin etukäteen tietoja XRF-kenttäanalyysointin käytöstä.

Kasanäytteenoton vertailukoe toteutettiin Lahdessa Päijät-Hämeen Jätehuolto Oyn Kujalan jäteasemalla torstaina 2.6.2016. Vertailukokeessa näytteenottokohteena käytetty maa-aines/sedimentti oli vastaanotettu Etelä-Suomesta Suomenlahden rannikolta. Sedimentti läjitettiin ensin Päijät-Hämeen Jätelaitoksen alueelle, jossa siitä erotettiin 301 tonnia sedimenttiainesta, joka seulottiin 50 mm siivilän läpi ja läjitettiin uudestaan. Tällä tavoin pyrittiin homogenisoimaan näytteenottokohdetta. Kasan koostumus oli jätettä sisältävää hiekkaa/soraa, jossa silttisen aineksen osuus oli ennakkotietojen perusteella noin 20 %. Orgaanisen aineksen määrä hehkutuslämpöä vaihteli välillä 2-29 %. Ennakkotietojen perusteella kasa sisälsi viitteellisen vaarallisen jätteen raja-arvot ylittäviä pitoisuuksia metalleja (Cd, Cr, Cu, Pb, Zn) ja myös

DDT/DDD/DDE-pitoisuuksia oli havaittu. Lisäksi öljyhiilivetyjen C10-C40 summapitoisuuden oli havaittu ylittävän vaarallisen jätteen raja-arvon neljässä näytteessä kuudestatoista. Myös syanidia oli havaittu yhdessä näytteessä. Nämä havainnot aiheuttivat erityisvaatimuksia työsuojeluun.

Osallistujia pyydettiin kenttätoiminnassaan määrittämään kasan tilavuus, ottamaan näytteet PIMA-asetuksen mukaisten metallien pitoisuuksien määrittämiseksi kasasta [6] sekä määrittämään jätteen osuus ja tilavuus.

Näytteenoton vertailukoe järjestettiin niin, että ennen vertailukokeen ajankohtaa osallistujat laativat näytteenottosuunnitelman etukäteen toimitetun kohdekuvauksen perusteella. Kukin osallistuja toteutti laatimansa näytteenottosuunnitelman vuoron perään kasalla. Kenttätoiminnan yhteydessä täytettiin kenttälomake, jota käytettiin yhtenä vertailukokeen toteutuksen arviointimateriaalina. Kokeessa arvioitiin myös XRF-kenttäanalyysointilaitteiden käyttöä. Jokaiselle osallistujalle varattiin yksi tunti kenttätyöskentelyä varten. Tämä osoittautui melko haastavaksi aikatauluksi ja käytännössä edellinen osallistuja saattoi viimeistellä omaa työtään seuraavan osallistujan aloitellessa omaa osuuttaan.

Vertailukokeessa arvioitiin suoriutumista ja annettiin palautetta osallistujille seuraavista osioista:

- näytteenottosuunnitelmasta,
- kenttätoiminnasta ml. kenttämittarin käytöstä,
- kenttälomakkeen asianmukaisuudesta.

On tärkeää huomioida, että vertailukoe ei koskaan vastaa todellista näytteenottotilannetta ja siksi tämän raportin sisältämät toimintahavainnot eivät välttämättä vastaa päivittäistyöskentelyä.

2.1 Vastuutahot

Järjestäjä

Profest SYKE, Suomen ympäristökeskus, Laboratoriokeskus

Hakuninmaantie 6, 00430 Helsinki, puh. 0295 251 000

e-mail: profest@ymparisto.fi

Vertailumittauksen vastuuhenkilöt

Katarina Björklöf	koordinaattori
Mirja Leivuori	koordinaattorin sijainen
Ritva Väisänen	tekninen toteutus
Markku Ilmakunnas	tekninen toteutus

Toiminnan asiantuntijat

Vertailumittauksen suunnitteluun ja toteutukseen osallistui lisäksi seuraava asiantuntijaryhmä:

- Jani Lepistö, Sito Oy
- Milja Vepsäläinen, Vahanen Environment Oy
- Helena Dahlbo, SYKE
- Jussi Reinikainen, SYKE

Alihankinta

Sito Oy toimi vertailussa asiantuntijatahona, jonka alihankintana tutkittiin kasan metallipitoisuuksia ennakkoon perjantaina 6.5.2016. Asiantuntijatahon osallistumiskoodi on 3 tässä raportissa. Ennakkonäytteenoton suoritti Sito Oy:stä eri henkilö kuin varsinaiseen vertailukokeeseen osallistunut henkilö.

Vertailukokeen metallimääritykset tehtiin alihankintana SGS Inspection Services Oy:n laboratoriossa (SGS, Kotka), joka on Finas akkreditointipalvelun akkreditoima laboratorio (T156, ISO 17025, www.finas.fi/Documents/T156_A18_2015.pdf). Ruoppaus- ja läjitysohjeessa suositellaan sedimenttien metallianalytiikalle typpihappouuttoa [7], mutta PIMA-puolella vakiintuneena käytäntönä on käyttää kuningasvesihajotusta. SGS:n laboratoriossa maanäyte kuivattiin lämpökaapissa + 40 °C yön yli ja seulottiin alle 2 mm:n fraktioon. Fraktiosta otettu näyte hajotettiin kuningasvedellä mikroaaltolaitteistolla standardin SFS-ISO 11466 mukaan, minkä jälkeen metallien pitoisuudet määritettiin ICP-AES -laitteistolla standardin ISO 11885:2007 mukaan.

Vertailukokeen järjestäjä käytti referenssimittarina Niton XRF-kenttäanalyysointilaitetta (XL3t + 9000SHE), joka saatiin lainaan Tanja Siuvalilta, Holger-Hartmann Oy:ltä.

2.2 Osallistujat

Pätevyyskokeeseen osallistui yhdeksän suomalaista ympäristöalan toimijaa:

Ympäristöalan toimija
Ekokem- Palvelu Oy
Envimetria Oy
FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy
Golder Associates Oy
Insinööritoimisto Ekoma Oy
Ramboll Finland Oy
Sito Oy
Suomen Erityisjäte Oy
Vahanen Environment Oy

Tässä raportissa osallistuja kuvataan satunnaisesti valitulla numerolla, joka ei vastaa aakkosjärjestystä tai kenttäosuuden suorittamisjärjestystä.

2.3 Arviointikriteerit

Kasanäytteenoton vertailukokeen osallistujia arvioitiin ympäristöhallinnon ohjeistuksen ja kansainvälisten standardien mukaan [8-11]. Asiantuntijaryhmä laati ennen kokeen alkua kriteeristön ja pisteytysjärjestelmän eri osa-alueiden arviointiin (liitteet 1-3). Koordinaattori suoritti arvioinnit havaintojensa perusteella; joissakin tapauksissa arviointi varmistettiin muilta asiantuntijoilta. Lisäksi tarkasteltiin, aiheutuiko mahdollisesti osallistujien kenttätoiminnasta eroja laboratorionäytteiden metallipitoisuustuloksiin.

3 Tulokset

3.1 Yleiskatsaus

Osallistujien suoriutuminen eri osa-alueilla oli pääsääntöisesti hyvin (Taulukko 1). Eri osa-alueiden arvioinneissa kaikki saivat vähintään puolet pisteistä.

Taulukko 1. Yhteenvedo osallistujien suorituksesta vertailukokeessa KASA 16/2016.

Osallistujan nro Arviointialue	Osallistujan pistemäärä / maksimipisteet*								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Näytteenottosuunnitelma (maks 14-15 p)	13/15	13/15	15/15	13/14	11/15	14,5/15	12/15	11,5/15	7,5/14
Kenttätyöskentely (maks +++)	++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+	+,++
Kenttälomake (maks 23-25 p)	15,5/25	17/25	17/25	14/23	14,5/25	17,5/25	14,5/25	10/25	13,5/23

*Maksimipisteiden määrä vaihteli riippuen käyttikö osallistuja kenttämittaria vai ei.

3.2 Osallistujien laatimat näytteenottosuunnitelmat

Vertailukokeen ensimmäinen vaihe oli laatia näytteenottotilanteeseen näytteenottosuunnitelma etukäteen toimitettujen kohdetietojen perusteella. Osallistujat saivat käyttää oman organisaationsa suunnitelmapohjaa tai tehdä suunnitelman vapaamuotoisesti. Kenttätoimijan tehtävänkuvaa ei aina kuulu näytteenottosuunnitelman laatiminen ja alan ohjeissa korostetaankin kenttätoimijoiden ja projektipäällikön yhteistyötä tässä työvaiheessa. Siksi suunnitelman sai laatia yhteistyössä normaalin toimintatavan mukaan organisaation toimeksiantavien suunnittelijoiden kanssa. Kaikki suunnitteluun osallistuneet henkilöt oli mainittava suunnitelmassa.

Näytteenottosuunnitelmaan liittyvät havainnot ja suunnitelmien arviointi on Liitteessä 1. Keskeisiä havaintoja näytteenottosuunnitelmista ovat:

- ☀️ Pääsääntöisesti näytteenottosuunnitelmat olivat hyvää tasoa ja työturvallisuuteen kiinnitettiin sopivasti huomiota.
- ☀️ Myös dokumentaatio ja arkistointikäytännöt mainittiin usein. On tärkeää, että kenttätoimintaan liittyvä tieto voidaan löytää myös myöhemmin, jopa vuosienkin päästä.
- ⚡ Joissakin suunnitelmissa tilaajan yhteystiedot olivat puutteellisia. Tilaajan yhteystiedot tulisi kirjata, jotta tarvittaessa voi olla yhteydessä yhteyshenkilöön (esim. ei löydä perille tai tilanne kohteessa on eri kuin suunnitelmassa on oletettu).
- ⚡ Näytteenottosuunnitelmista puuttui usein valintaperustelut käytettävälle näytteenottostrategialle.

3.3 Osallistujien toiminta kentällä

Osallistujia pyydettiin kenttätoiminnassa noudattamaan laatimaansa näytteenottosuunnitelmaa. Ennakkotiedosta poiketen osallistujien pääsy kasan toiseen päähän evättiin kenttäkohteessa ja kustannussyistä näytteiden määrä rajattiin neljään.

Osallistujien suojavaatetus oli useimmiten hyvä kuumasta päivästä huolimatta. Kypärä, turvakengät ja huomiovaatetus on minimivaatimus kun työskennellään alueella, jossa on koneita. Kaikilla oli suoja- ja huomiovaatetus, melkein kaikki käyttivät kypärää ja useat osallistajat turvakengkiä (Liite 2). Lyhythihaisesta paidasta sai miinus pisteitä vain, jos näytteenotto tapahtui syvältä kasan sisältä paljain käsivarsin. Näytteenottovälineinä käytettiin pääasiassa lapiota ja erilaisia kairoja, kuten pistokaira tai Edelman-näytteenotin (Kuva 1). Pistolapiolla kasaan tehtiin koekuoppia, joista näytteet otettiin pienemmällä näytteenottimella. Näytteenottovälineenä kasanäytteenotossa kannattaa suosia sellaista välinettä, jolla pääsee helposti kasan pintaa syvemmälle (esimerkiksi noin 0,3...0,7 metriä kasan pinnasta). Näin otetut osanäytteet antavat todennäköisesti luotettavamman ja edustavamman tuloksen, kuin vain kasan pinnasta kerätty näyte. Erilaiset käsikäyttöiset työntöottimet ja perinteinen lapio ovat parhaiten soveltuvia näytteenottimia kasanäytteenottoon.



Kuva 1. Esimerkkejä hyvistä näytteenottimista; lapio, pistokaira ja Edelman-kaira (valokuvat K. Björklöf).

Useat osallistajat puhdistivat näytteenottimen eri kokoomanäytteiden keräyksen välissä esim. pyyhkimällä etanolilla tai kuivalla paperilla. Kukkalapio oli usein tehokas keino kokoomanäytteen sekoittamiseen näytteenottoastiasa.

Osallistajat ottivat kasasta yhdestä neljään näytettä. Jos osallistuja otti useamman näytteen, ne otettiin edustamaan eri sektoreita kasasta. Tämä näytteenottostrategia on perusteltu, koska yleensä tutkittaessa PIMA-kasaa on se muodostettu työmaalla kaivamalla maa-ainesta kasalle, kun maaperässä on havaittu jotakin poikkeavaa. Tällaisessa tapauksessa tyypillisesti kasassa haitta-ainepitoisuudet vaihtelevat jonkin verran. Osallistujille ei etukäteen kerrottu, että kasa oli seulottu ennen vertailukoetta.




Kokoomanäytteen osanäytteiden määrä oli joissakin näytteenottosuunnitelmissa jätetty harkinnanvaraiseksi. Jos näytteenotto toteutetaan näin, on tärkeää mainita osanäytteiden lukumäärä kenttälomakkeella. Vertailukokeen havaintojen mukaan näin ei toimittu. Lisäksi edustava näytteenotto edellyttää, että osanäytteiden määrä ja koko olisi sama eri näytteissä. Joillakin osallistujilla osanäytteiden määrä vaihteli, eikä määrää mainittu kenttälomakkeessa. Osanäytteiden koko sen sijaan pääsääntöisesti pidettiin samansuuruisina läpi näytteenoton. Kuitenkin osallistuja nro 1 vaihtoi näytteenotinta useampaan kertaan, jolloin osanäytteiden koko saattoi muuttua.

Osallistuja nro 8 keräsi näytteet kasan pinnasta muovilusikalla. Kasasta ei suositella otettavaksi pelkkää pintanäytettä, koska pitoisuudet kasan pinnassa ei todennäköisesti edusta koko kasaa. Kasan pinta pääsee reagoimaan merkittävästi ympäristön kanssa, jolloin siinä haitta-ainepitoisuudet voivat muuttua. Kasan pinnalle voi myös esim. pölyn seurauksena tulla muita haitta-aineita. Kasa myös lajittuu jonkin verran.

Näytteenottovälineenä ruokalusikan kokoinen muovilusikka on liian pieni ja heikkorakenteinen edustavan näytteen kaivamiseksi tällaisessa matriisissa. Lisäksi muovilusikka ei kestä tiukemista maalajeista tehtävää näytteenottoa (esim. savi).

Osallistajat käsittelivät jätefraktiota eri tavalla näytteenotossa. Osa näytteenottajista sisällytti jätefraktion kokoomanäytteeseen ja toiset pyrkivät poistamaan suurimmat jätepartikkelit. Toimintaa ei perusteltu eikä pääsääntöisesti kirjattu kenttälomakkeisiin. Näytteenotossa tulisi huomioida kasan tuleva käyttötarkoitus. Jätepartikkelit otetaan mukaan näytteeseen vain, jos näyte on tarkoitus murskata. Tyypillisesti PIMA-näytteitä ei murskata ja jäte pyritään erottelemaan maasta ennen sen toimittamista vastaanottoipaikkaan. Usein ohjeistetaan myös, että juuret ja muut isommat partikkelit poistetaan näytteestä ennen sen laittamista pussiin. Tässä tapauksessa laboratorion kanssa oli sovittu, että näytteet seulotaan alle 2 mm fraktioon.

Kenttötoimintaan liittyvät havainnot ja toiminnan arviointi ovat Liitteessä 2. Keskeiset havainnot kenttötoiminnasta ovat:

-  Kenttötoiminta oli pääsääntöisesti asiantuntevaa ja oikeaoppista. Kokeneen kenttötoimijan kokemus näkyi selvästi rivakkana otteena ja tehokkaassa ajan käytössä.
-  Työturvallisuuteen oli kiinnitetty hyvin huomiota.
-  Poikkeamat näytteenottosuunnitelmasta kuvattiin usein perustellusti kenttälomakkeella.

- ⚡ Kenttätoiminnan osalta kokonaan täydellistä tapausta ei havaittu. Kuitenkin havaittiin, että mikä toisella on vielä toiminnassa kehityskohteena, on toisella jo hyvällä mallilla. Hyviä käytäntöjä suositellaan jaettavaksi!
- ⚡ Muovilusikka ei ole sopiva näytteenottoväline PIMA-kasanäytteenotossa.

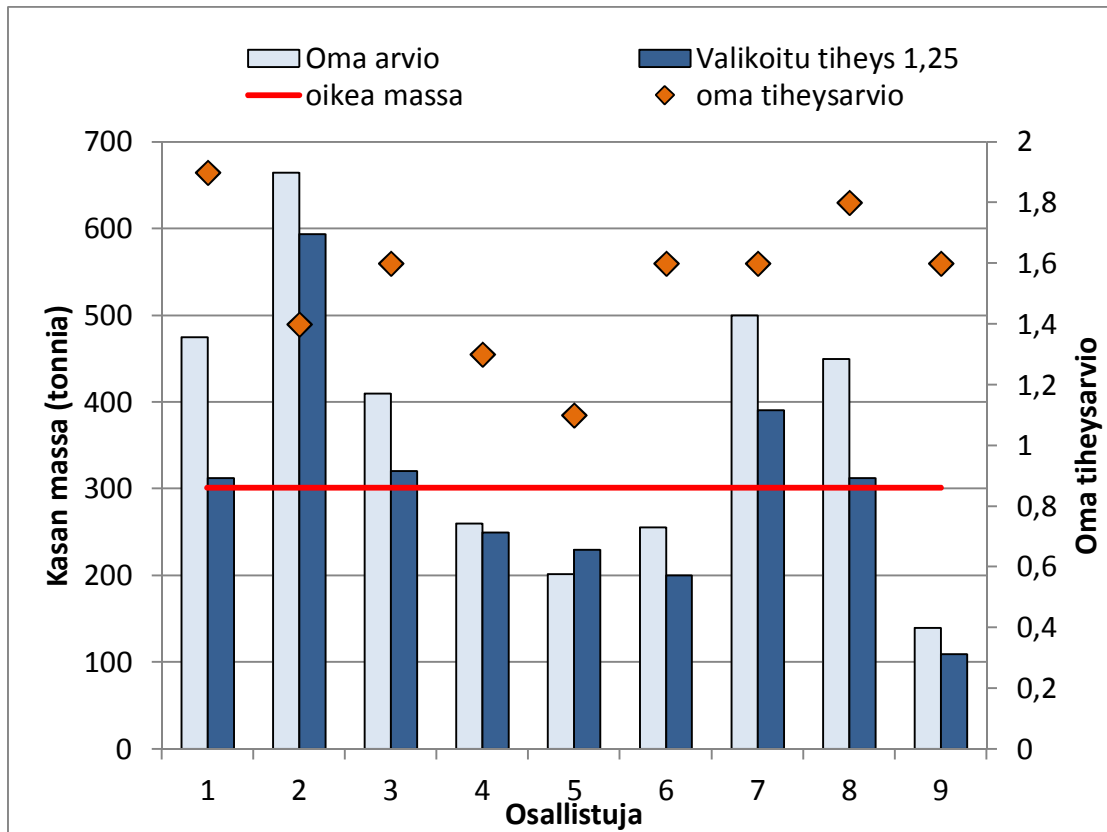
3.4 Kasan määrän arviointi

Vertailukokeessa pyydettiin arvioimaan kasan tilavuus. Tutkittavan kasan /näytteenottokohteen laajuus on tärkeä arvioida riittävän luotettavasti, jotta jatkotoimenpiteet kasan suhteen voidaan suunnitella oikein. Kasan tilavuutta mitattiin mittanauhalla, yksi osallistuja käytti mittatikkuja (Kuva 2). Vertailukokeessa ei kukaan osallistuja käyttänyt tarkkuus GPS- tai takymetrolaitteistoa (tai laserkeilaus), joilla ainoastaan voidaan tarkasti määrittää kasan tilavuus. Pelkkä kasan tilavuus ei vielä riitä kasassa olevan massamäärän arviointiin. Jotta kasan tilavuus voidaan muuntaa massaksi, tulee tilavuus kertoa tilavuuspainokertoimella. Kasassa oleva materiaali tiedettiin olevan sedimenttiä. Tilavuuspainokertoimen vaikutus massamääräarvioon on merkittävä. Sedimentin tilavuuspaino riippuu sedimentin rakenteesta. Testisedimentin tilavuuspainokerroin oli todennäköisesti noin 1,2–1,4 ja hiekan tilavuuspaino on luokkaa 1,6 -1,8 [18]. Osallistajat arvioivat tiheyden olevan keskimäärin 1,54, ja arviot vaihtelivat 1,1 ja 1,9 välillä (Liite 2).

Kasan massa oli Päijät-Hämeen Jätelaitoksen mittauksen mukaan 301 tonnia. Vertailukokeessa lähes kaikki arvioivat kasan hieman todellista suuremmaksi (Kuva 3). Massan arvioon vaikuttaa sekä arvioitu tilavuus että arvioitu tilavuuspainokerroin. Jos käytetään samaa tilavuuspainokerrointa (esim. 1,25, kuten kuvassa 2) huomataan, että vertailukokeeseen osallistuneiden arvio kasan massasta on lähempänä todellista tilannetta antaen keskiarvon 302 tonnia kasan massalle.



Kuva 2. Yksi osallistuja käytti mittatikkuja kasan korkeuden määrittämiseksi (valokuva K. Björklöf).



Kuva 3. Osallistujien massamääräarviot sekä siihen apuna käytetty oma tilavuuspainokerroin. Tilavuuspainokertoimen merkityksen ymmärtää, kun saadut tulokset muunnetaan kaikki vakioidulle tilavuuspainokertoimelle (esimerkiksi 1,25).

Osallistajat 1, 3 ja 8 pääsevät muunnetulla kertoimella todella lähelle oikeaa tulosta. Näin voidaan todeta, että vertailukokeeseen osallistuneet osasivat arvioida tai mitata kasan tilavuuden merkittävästi paremmin kuin arvioida kasan massaa. Osallistuja nro 5 teki tilavuuspainon määrittäminen punnitsemalla saavillisen massaa ja sai tiheydeksi 1,1 sekä kasan kokonaismassaksi 202 tonnia. Tässä tapauksessa kasan tilavuuden arviointi oli liian pieni.

3.5 Osallistujien kenttälomakkeet

Kenttätyöskentelyn aikana kukin osallistuja laati normaalin käytäntönsä mukaiset kenttämuis-tiinpanot. Kaikki käyttivät oman organisaationsa kenttälomaketta. Osallistujat antoivat täyttämänsä kenttälomakkeet järjestäjälle ennen testipaikalta poistumista. Kenttälomaketta sai täydentää myöhemmin valokuvilla.





Kenttälomakkeet täytettiin useimmiten hyvin. Lisätietoja esimerkiksi osanäytteiden lukumäärästä tai suuruudesta sekä erityistilanteista olisi ollut hyvä tuoda esille. Joidenkin osallistujien näytteenoton aikana kenttä pölysi paljon (Kuva 4). Tämä olisi ollut hyvä kirjata myös kenttälomakkeeseen. Ilman pöly sisälsi myös testattavia metalleja XRF-mittauksen perusteella (Liite 4).



Kuva 4. Joidenkin osallistujien näytteenoton aikana kenttä pölysi paljon. Kentälle laskeutuneessa pölyssä oli metalleja XRF-mittauksen perusteella (Liite 4). (valokuva K. Björklöf).

Osallistujat arvioivat myös kasan sisältämän jätteen laatua ja volyymia (Liite 2). Riittävä jätefraktion kuvaus on todella tärkeä osa työtä ja vaikuttaa kustannusarvioon merkittävästi. Siksi kenttälomakkeisiin tulee kirjata jätefraktion yksityiskohtia riittävästi, esimerkiksi ovatko jättepartikkelit orgaanista vai epäorgaanista. Myös jätteen palakoko ja mahdollinen eroteltavuus olisi hyvä arvioida kenttämuistiinpanoissa.

Kenttälomakkeeseen liittyvät havainnot ovat Liitteessä 3. Keskeiset havainnot kenttälomakkeista:

-  Lomakemuoto auttaa kirjaamaan rutiininomaisesti riittävästi yksityiskohtia.
-  Piirustukset ja valokuvat ovat hyviä täydennysmateriaaleja.
-  Kenttämittauksille on usein oma paikka kenttälomakkeissa.
-  Taustatiedoille (ympäristöolot, osanäytteiden määrä/suuruus) ei usein varattu merkintäpaikkaa ja niitä ei pääsääntöisesti kirjattu.




3.6 Metallipitoisuudet XRF-kenttäanalyysointorilla

Vertailukokeen etukäteiskyselyssä järjestäjä selvitti osallistujien XRF-kenttäanalyysointorien käyttöä ja laadunvarmistuskäytäntöjä. Vertailukokeen kuluessa jokainen osallistuja mittasi saman pussitetun näytteen kupari- ja kromipitoisuuksia omalla XRF-kenttäanalyysointorillaan. Mitattaviksi parametreiksi valittiin kupari, joka yleensä helppo määrittää XRF-analyysointorilla ja kromi, joka useammin aiheuttaa ongelmia mittauksessa. Järjestäjä mittasi kolmena rinnakkaisena määrittämisnäytteenä referenssimittarilla saman pussitetun näytteen samanaikaisesti, mutta eri kohdista (Taulukko 2). Lisäksi järjestäjät keräsivät asfalttikentän pölystä näytteen, joka myös mitattiin XRF-analyysointorilla.

Taulukko 2. XRF-analysointitulosten yhteenveto verrattuna laboratoriotuloksiin. Yksittäisten osallistujien tulokset ovat liitteessä 4.

	Referenssi mittari		Osallistujat		Laboratoriotulos	
	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)
Keskiarvo	489	390	288	363	218	918
keskihajonta	123	104	40,1	114	41,7	653
Minimiarvo	396	280	184	278	162	355
Maksimiarvo	599	830	371	493	311	3090

Kenttämittauksen etukäteiskyselyn vastaukset ja pussitetun näytteen mittaustulokset ovat Liitteessä 4. Keskeiset havainnot XRF-määrityksistä ovat:

-  Kuparin pitoisuudet olivat melko samalla tasolla osallistujien ja referenssimittarin kesken.
-  XRF-määritysten tulokset olivat alhaisemmat kuin laboratoriomääritysten tulokset tässä kohteessa.
-  Kromin kohdalla referenssimittari antoi melkein kaksinkertaisen pitoisuuden osallistujien tuloksiin verrattuna. On mahdollista että referenssimittarin kalibrointi oli suoritettu eri asetuksilla kuin osallistujien mittarit. Täten käytettäessä XRF-kenttämittareita tulee huomioida mittarin oikeanlainen kalibrointi kohteen näytetyypin mukaisesti

3.7 Metallipitoisuudet laboratorionäytteissä

Kasavertailukokeeseen valittiin etukäteen käsitelty sedimenttikasa, joka oletettiin olevan suhteellisen tasalaatuinen, koska kasa oli käännetty ja kuivattu levitettynä kentälle sekä seulottu (50 mm) ennen vertailukoetta. Etukäteistoimenpiteistä huolimatta näytteiden metallipitoisuuksien laboratoriomääritykset osoittivat kasan metallipitoisuuksien vaihtelevan paljon. Koska osa jätteestä on alle 2 mm fraktion, kasan sisältämä jätefraktio todennäköisesti vaikutti testattuihin metallituloksiin laboratorion tekemästä seulonnasta (2 mm) huolimatta (ns. hippuefekti). Massan kuivauksen aikana otettiin kolme ennakkonäytettä, joista tehtiin 3-5 rinnakkaisnäytettä (kts. kohta 3.7.4).

Jokainen osallistuja otti 1-4 kokoomanäytettä kasasta (Liite 1). Näytteet kerättiin järjestäjän toimittamiin kaasutiiviisiin pusseihin, jotka säilytettiin kylmälaukussa päivän aikana. Lisäksi jokainen osallistuja otti yhdestä näytteestä rinnakkaisnäytteen ja yksi näyte jaettiin niin, että homogenisoitu, valmis näyte jaettiin kahteen eri näytepusseen. Kasan heterogeenisyys vaikeuttaa tulosten tulkintaa ja esimerkiksi analyysinäytteeseen osuneen jätefraktion havaittiin kasvattavan eri osallistujien välisiä pitoisuuseroja (ns. hippuefekti).

Kasan suuren heterogeenisuuden takia osallistujien pätevyyttä ei voida arvioida laboratoriotulosten perusteella. Sen sijaan tuloksia ja osallistujien pätevyyttä arvioitiin suuntaa antavina $D_i\%$ -arvojen avulla (*'Difference'*). Arvo lasketaan osallistujan tuloksen ja vertailuarvon erotuksena.

Taulukko 3. Osallistujien $D_i\%$ arvot eri testisuureille.

Testi- suure	Osallistuja								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
As	23 %	-7 %	82 %	-6 %	1 %	-19 %	25 %	-6 %	-12 %
Cd	134 %	-23 %	1438 %	1 %	-5 %	9 %	1186 %	17 %	2 %
Co	32 %	1 %	4 %	-1 %	-7 %	-19 %	12 %	-11 %	-10 %
Cr	24 %	-9 %	5 %	0 %	-1 %	-10 %	0 %	4 %	11 %
Cu	13 %	-2 %	-52 %	74 %	-28 %	-25 %	11 %	66 %	-56 %
Hg	355 %	-16 %	14 %	20 %	-16 %	-16 %	20 %	-10 %	81 %
Ni	18 %	-1 %	5 %	28 %	3 %	-12 %	120 %	-2 %	-11 %
Pb	28 %	10 %	36 %	-22 %	-28 %	-27 %	60 %	-17 %	-39 %
Sb	14 %	186 %	1011 %	-10 %	-2 %	11 %	313 %	-9 %	-4 %
V	21 %	-4 %	16 %	9 %	-5 %	-21 %	2 %	-20 %	2 %
Zn	29 %	-24 %	-8 %	17 %	-16 %	-16 %	27 %	10 %	-20 %

Vertailuarvoina eri pitoisuuksille käytettiin kaikkien osallistujien keskiarvoa. Silloin kun vertailuarvoa pidetään testisuureen määrän referenssiarvona, $D_i\%$ voidaan tulkita tuloksen mittausvirheeksi.

$$D_i\% = \frac{100 (x_i - x_{pt})}{x_{pt}} \%$$



missä x_i = on yksittäisen osallistujan tulos ja x_{pt} on vertailuarvo. Osallistujien $D_i\%$ arvot vaihtelivat - 56 % ja 1438 % välillä (Taulukko 3). Huomattavasti korkeammat pitoisuustasot johtuvat todennäköisesti metalleja sisältämien jätefraktioiden aiheuttamasta hippuefektistä analyysinäytteessä.

Vertailukokeessa otettujen kasanäytteiden laboratoriomääritysten tulokset ovat Liitteessä 5.

3.7.1 Näytteiden lukumäärän vaikutus

Useimmat osallistajat jakoivat kasan sektoreihin ja ottivat kokoomanäytteet eri osista. Kasan metallipitoisuudet todettiin vertailukokeen tuloksena olleen hyvin epätasaisesti jakautuneet, ja siksi kokoomanäytteiden tuloksien pitoisuusvaihtelut heijastavat todennäköisesti todellisia eroja kasan eri osissa. Yhteen kokoomanäytteeseen kerättiin yleensä 10-20 osanäytteitä. Tämä on tyyppillinen osanäytteiden määrä yhden kokoomanäytteen koostamiseen. Osallistuja nro 9 keräsi vain 4 osanäytettä yhtä kokoomanäytettä kohti, kun taas osallistuja nro 8 keräsi jopa 40 osanäytettä, mutta vain kasan pintakerroksesta. Osallistuja nro 7 keräsi 50 osanäytettä kasan eri syvyyksistä. Näiden osallistujien tulokset eivät kuitenkaan erotu puolin tai toisin muista tuloksista (Liite 6).

Keskeiset havainnot ovat:

-  Huolellinen yhden näytteen moniosanäyte-näytteenotto antoi samansuuntaisen pitoisuusarvion kuin useampi sektorinäyte.
-  Eroja näytteiden lukumäärän tai osanäytteiden lukumäärän vaikutuksesta tuloksen luotettavuuteen ei voitu arvioida kasan heterogeenisuuden takia.

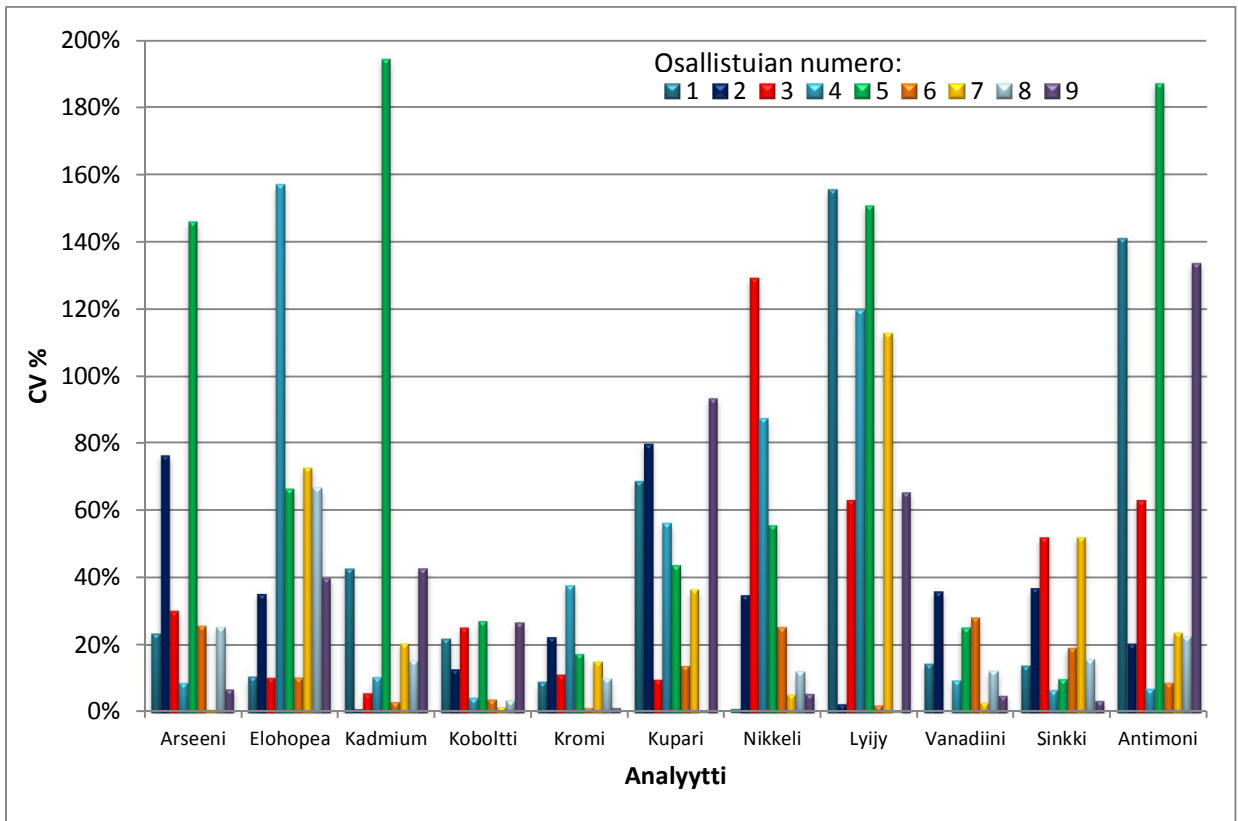
3.7.2 Rinnakkaisnäyte

Osallistujien erikseen ottamien rinnakkaisnäytteiden pitoisuseroja verrattiin keskenään. Rinnakkaistulosten erot vaihtelivat keskimäärin 17 % - 84 % keskiarvosta (Taulukko 4). Suurimmat erot olivat elohopealla (ero keskimäärin 52 %), lyijyllä (ero keskimäärin 75 %) ja antimoniilla (ero keskimäärin 62 %) (Kuva 5).

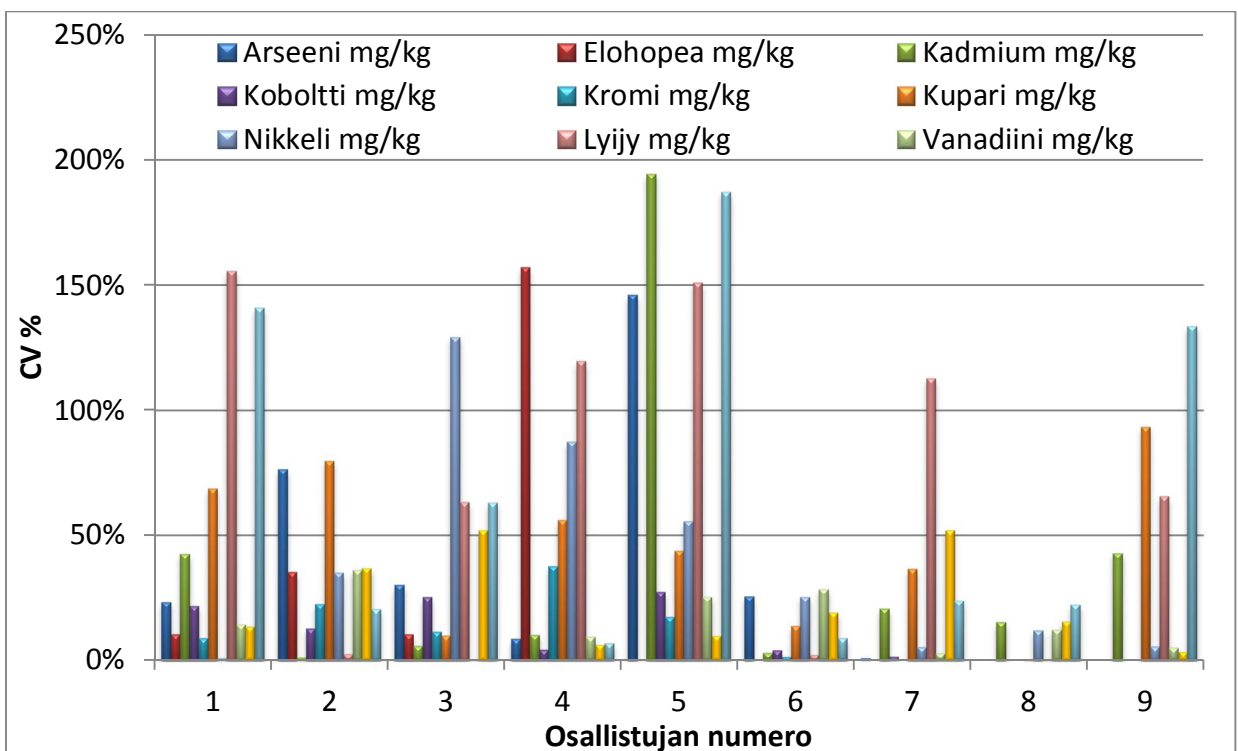
Kahdella osallistujalla rinnakkaisnäytteiden erot olivat muita osallistujia pienemmät (Kuva 6). Osallistuja nro 6 (rinnakkaisnäytteiden keskimääräinen ero (CV %) 13 %) keräsi rinnakkaisnäytteet lapiolla samoista kasan näytekuopistaan. Tosin näin toimi myös osallistujat nro 3 (rinnakkaisnäytteiden keskimääräinen ero 37 %) ja nro 7 (rinnakkaisnäytteiden keskimääräinen ero 31 %). Osallistuja nro 8 (rinnakkaisnäytteiden keskimääräinen ero 17 %) keräsi näytteet kasan pinnasta muovilusikalla.

Taulukko 4. Rinnakkaisnäytteiden ja jaettujen näytteiden keskimääräiset erot eri osallistujien välillä.

Näytteiden keskimääräiset metallipitoisuserot (%)									
Osallistuja nro	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Rinnakkaisnäyte	46 %	33 %	37 %	46 %	84 %	13 %	31 %	17 %	39 %
Jaettu näyte	21 %	12 %	26 %	32 %	21 %	28 %	24 %	23 %	19 %



Kuva 5. Rinnakkaisnäytteiden keskimääräiset erot (CV%) eri testisuureiden välillä.



Kuva 6. Rinnakkaisnäytteiden keskimääräiset erot eri osallistujien välillä.

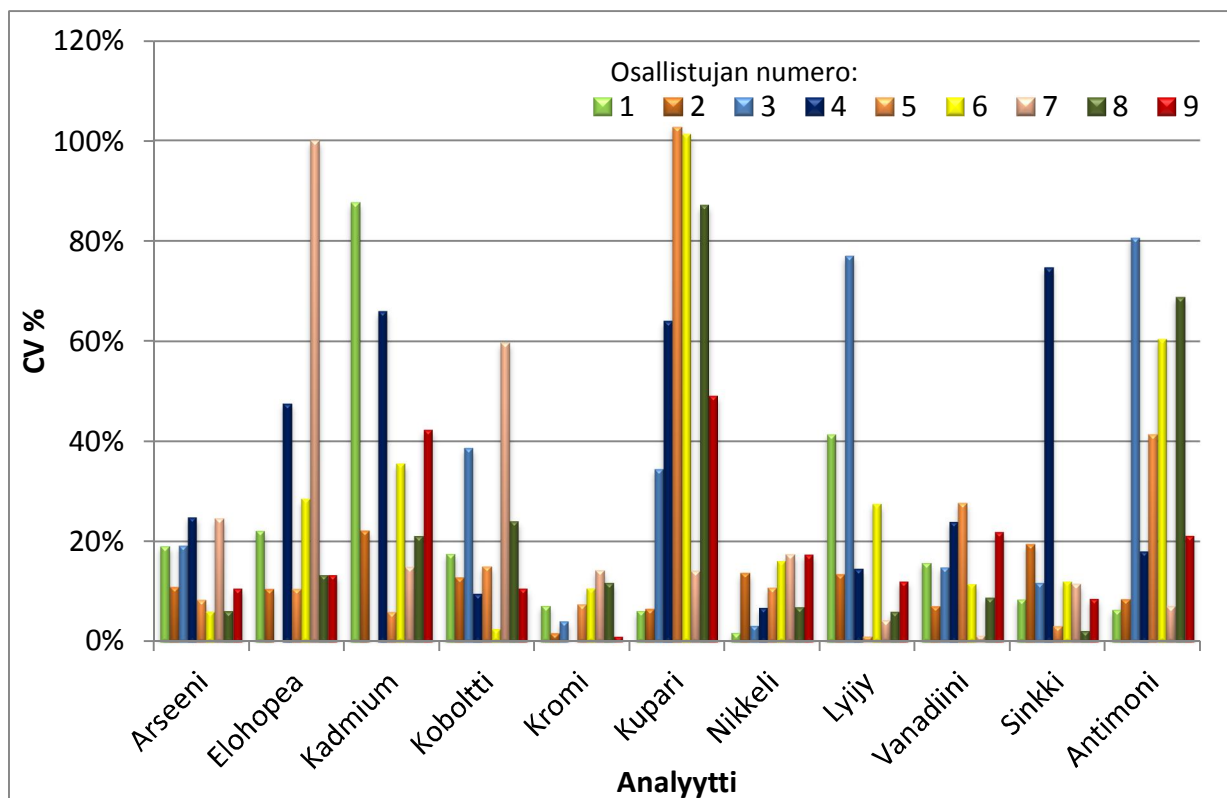
3.7.3 Jaettu näyte

Osallistujien jaettujen näytteiden pitoisuuseroja verrattiin keskenään. Kuten oletettu, osallistujien jaettujen näytteiden hajonnat olivat pääsääntöisesti pienempiä kuin rinnakkaisnäytteiden ja vaihtelivat keskimäärin osallistujien välillä 12 % - 28 % (Taulukko 4). Suurimmat testisuureiden väliset erot olivat kadmiumilla (ero keskimäärin 33 %), kuparilla (ero keskimäärin 52 %) ja antimonilla (ero keskimäärin 35 %) (Kuva 7). Toisaalta arseenilla, kromilla, nikkelillä ja vanadiinilla oli pienemmät erot (Kuva 7). Koska rinnakkaisnäytteiden perusteella kromi ja vanadiini vaikuttavat olevan kasassa tasaisemmin jakautuneet muihin testisuureisiin verrattuna käytetyllä näytteen hajotuksella (Kuva 6), voidaan olettaa arseenin ja nikkelin alhaisemmat jaetun näytteen pitoisuuserojen kuvastavan näytteen sekoituksen tehokkuutta.

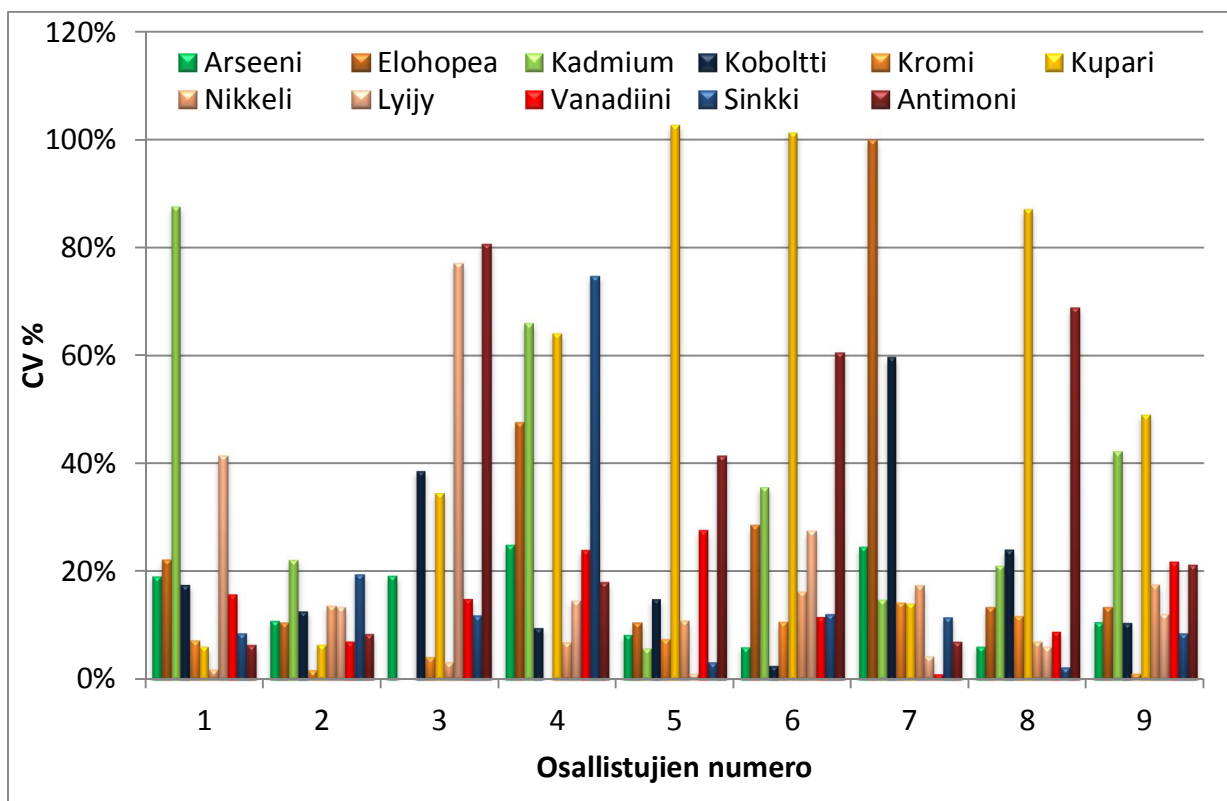
Kahdella osallistujalla jaettujen näytteiden erot olivat muita osallistujia pienemmät (Kuva 8). Järjestäjän havaintojen perusteellakin todettiin osallistujan nro 2 (jaettujen näytteiden keskimääräinen ero 12 %) ja osallistujan nro 9 (jaettujen näytteiden keskimääräinen ero 19 %) koottujen näytteiden sekoitus kukkalapiolla keräysastiassa tehokkaaksi (Liite 2). Suurimmillaan jaettujen näytteiden keskimääräinen ero oli 32 % (osallistujan nro 4). Järjestäjä epäili kyseisen osallistujan kohdalla sekoituksen tehokkuutta jo kentällä tehtyjen havaintojen perusteella (Liite 2).

Keskeinen havainto on:

- ☀️ Jaetun näytteen avulla voidaan arvioida kentällä tapahtuvan homogenisoinnin vaikutusta. Huolellinen sekoitus paransi jaettujen näytteiden edustavuutta.



Kuva 7. Jaettujen näytteiden keskimääräiset erot (CV%) eri testisuureiden välillä.



Kuva 8. Rinnakkaisnäytteiden keskimääräiset erot (CV%) eri osallistujien välillä.

Taulukko 5. Ennakkonäytteiden keskiarvopitoisuudet ja keskihajonnat.

Testisuure	Keskiarvopitoisuus mg/kg (keskihajonta)			Näytteiden keskiarvot	Näytteiden keskihajonnat ($S_{\text{measurement}}$)
	Ennakkonäyte 1 (n=5)	Ennakkonäyte 2 (n=7)	Ennakkonäyte 3 (n=7)		
Antimoni	46,5 (61,8)	30,0 (34,6)	34,3 (33,4)	36,9	8,6
Arseni	15,8 (2,3)	13,2 (2,0)	13,1 (2,6)	14,0	1,5
Elohopea	0,7 (0,1)	1,3 (0,2)	0,8 (0,2)	0,9	0,3
Kadmium	14,9 (16,5)	4,1 (1,5)	9,6 (10,9)	9,5	5,4
Koboltti	14,5 (2,3)	13,3 (1,6)	12,2 (1,9)	13,3	1,2
Kromi	158 (18,3)	205 (17,9)	174 (16,8)	179	23,9
Kupari	1060 (503)	812 (395)	1487 (1456)	1121	341
Lyijy	490 (368)	325 (100)	437 (165)	417	83,3
Nikkeli	40,9 (9,1)	36,7 (5,2)	37,2 (9,6)	38,3	2,4
Sinkki	1195 (225)	1048 (202)	1819 (1264)	1354	409
Vanadiini	31,1 (5,3)	29,4 (3,7)	31,3 (11,3)	30,6	1,0

3.7.4 Ennakkonäytteet

Kasan seulontavaiheen aikana oli suunniteltu otettavan kuljetushihnalta yksi 50 osanäytettä sisältävä kokoomanäyte kolmen päivän aikana. Suunnitelmasta poiketen kasasta otettiin kolme

kokoomanäytettä ennen kasan seulontavaihetta, kun maa-aines oli levitettyä kentälle tasaiseksi kuivahtamista varten. Kukin kokoomanäyte muodostettiin 50 osanäytteestä (noin 0,25 dl tilavuus/osanäyte). Näytteen kokonaistilavuus oli noin 1,3 litraa. Moniosanäytteet homogenisoitiin huolellisesti ja niistä poistettiin laboratorioastioihin pakkauksen yhteydessä isommat kappaleet (yli 20 mm kivet ja muut jakeet). Ennakkonäyte 1 kerättiin auman etualalta (viimeksi jäteasemalle ajettu maa-aines), ennakkonäyte 2 kerättiin auman keskivaiheelta ja ennakkonäyte 3 kerättiin auman taka-alalta (alkuvaiheessa jäteasemalle kipatut kuormat). Näytteet pakattiin kaasutiiviisiin pusseihin. SGS:n laboratoriossa tehtiin analyysit alle 2 mm raekoon aineksesta.

Laboratorio teki jokaisesta näytteestä viisi (näyte 1) tai seitsemän rinnakkaismäärittystä (Taulukko 5). Rinnakkaisnäytteet otettiin alussa kun näytteet laitettiin kuivumaan laboratorio-määrittäjä varten. Tämän jälkeen ne seulottiin (2 mm), jolloin todennäköisesti suurimmat partikkelit myös jätefraktiosta jäivät seulalle, eivätkä näin ollen olleet määrityksessä mukana. Koska rinnakkaisnäytteet otettiin ennen seulontaa, laboratorion tekemiä rinnakkaismäärittäjänsien ei siis voida katsoa kuvaavan pelkästään analyysin aiheuttamaa hajontaa, vaan myös laboratorioon toimitetun näytteen tasalaatuisuutta.

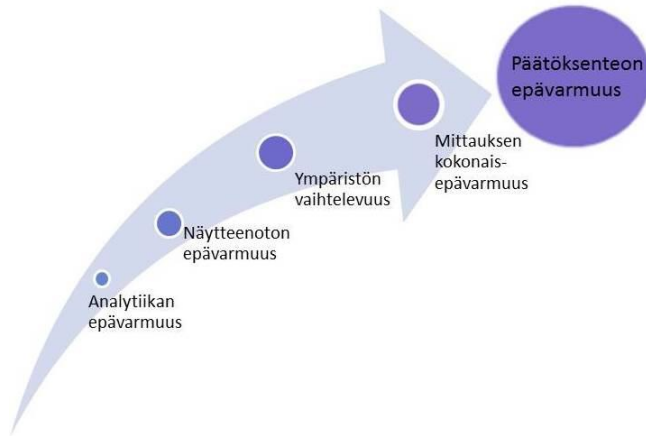
Vertailukokeessa määritetyt kasanäytteiden metallipitoisuudet olivat usein hieman alhaisemmat kuin ennakkonäytteiden määritetyt metallipitoisuudet (Taulukko 3 ja Taulukko 5). Tulokset osoittavat, että laboratoriorinnakkaisten väliset erot olivat usein suuremmat kuin kentällä otettujen rinnakkaisnäytteiden erot (Taulukko 5). Laboratorioon toimitetut näytteet eivät siis olleet homogeenisia. Laboratoriossa analysointiin otetaan hyvin pieni osa laboratorioon saapuneesta näytteestä (esim. 10 g), jolloin pienen analyysinäytteen edustavuuteen vaikuttaa sen raekoko; mitä pienempi näytteen raekoko on, sitä pienempi massa riittää analysointiin edustavuuden säilyttämiseksi [10, 14].

3.7.5 Näytteenoton epävarmuustarkastelu

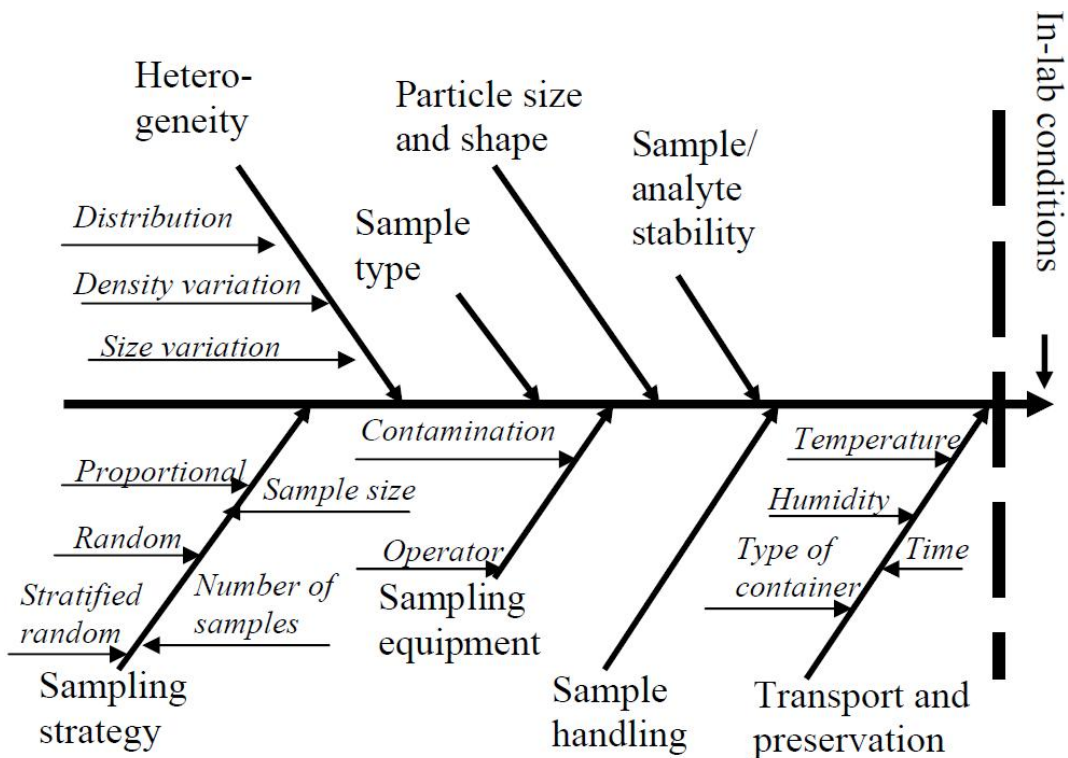
Näytteenottoon liittyy useita epävarmuustekijöitä, jotka koulutettu ja laatutietoinen näytteenottaja tunnistaa. Nämä epävarmuustekijät ovat osa koko näytteen tutkimusketjun epävarmuutta ja vaikuttavat merkittävästi päätöksenteon luotettavuuteen (Kuva 9) [15]. Merkittävin epävarmuuden lähde maaperätutkimuksissa on näytematriisin epähomogeenisuus ja pitoisuustasojen vaihtelu maaperässä sekä pysty- että vaakasuunnassa. Huolellisella ja dokumentoidulla näytteenoton suunnittelulla ja toteutuksella pyritään hallitsemaan matriisin heterogeenisyydestä johtuvaa virhettä. Koekuopista ja kaivurintauksesta otettavat näytteet tulee tämän vuoksi ottaa aina kokoomanäytteinä ja osanäytteiden lukumäärä tulee ilmoittaa joko näytteenottosuunnitelmassa tai kenttähavaintolomakkeessa. Näytteiden määrää kasvattamalla voidaan parantaa näytteenoton edustavuutta.

Näytteenoton epävarmuuteen vaikuttavat kohteen ominaisuuksien lisäksi mm. näytteenottostrategia, näytteenottotekniikan valinta, näytteenoton toteutus, näytteiden käsittely kentällä sekä kuljetus [12]. Näytteenoton kohdekohtaisista epävarmuustekijöistä olisi hyvä ilmoittaa asiakkaalle näytteesseen liittyvien tietojen yhteydessä. Näytteenoton epävarmuuden arvioinnissa tunnustetaan eri virhelähteitä, jotka aiheuttavat tulokseen epävarmuutta. Yksittäisiä epävarmuustekijöitä arvioidaan näytteenoton validointi tulosten sekä laaduntarkkailunäytteiden tulosten

perusteella (Kuva 10) [12]. Näytteenoton kokonaisepävarmuus saadaan laskettua tai arvioitua yhdistämällä yksittäiset epävarmuustekijät. Kun saadaan tietoa eri osatekijöiden vaikutuksista, voidaan helpommin myös yrittää vaikuttaa kokonaisepävarmuuden pienentämiseen esimerkiksi toimintatapoja kehittämällä.



Kuva 9. Näytteenoton epävarmuus on tärkeä osatekijä päätöksenteon luotettavuudessa.



Kuva 10. Näytteenoton aiheuttamaa epävarmuutta voidaan parhaiten ymmärtää tarkastamalla eri osatekijöitä erikseen (kuvan copyright [13]).

Näytteenoton epävarmuutta ($S_{measurement}$) voi arvioida myös näytteiden välisen hajonnan ($S_{sampling}$) ja analyttisen hajonnan ($S_{analysis}$) perusteella [13], koska mittaustulosten keskihajonnan on arvioitu koostuvan analyysin ja näytteenoton aiheuttamasta hajonnasta seuraavasti,

$$S_{measurement} = \sqrt{S_{analysis}^2 + S_{sampling}^2}$$

josta näytteenoton aiheuttaman hajonnan osuus voidaan laskea

$$S_{sampling} = \sqrt{S_{measurement}^2 - S_{analysis}^2}$$

Sekä osallistujien tulosten kohdalla (Taulukko 4) että ennakkonäytteiden osalta (Taulukko 6) analyysien välinen hajonta oli suurempi kuin rinnakkaisnäytteiden hajonta. Siksi yllämainittua kaavaa ei suoraan voitu käyttää vertailukokeen tuloksien käsittelyssä. Käytettäessä laboratorion ilmoittamia analyysikohtaisia laajennettuja mittausepävarmuuksia analyttisenä hajontana ($S_{analysis}$) voitiin näytteenoton epävarmuuksia arvioida useammalle parametreille (Taulukko 7). Näytteenoton epävarmuus oli kohtalaisella tasolla kun arvioinnissa hyödynnettiin laboratorion ilmoittamia eri testisuureiden analyysikohtaisia mittausepävarmuuksia. Kromin kohdalla laskettiin myös epävarmuus ennakkonäytteiden hajontojen perusteella, jolloin tulos oli samansuuntainen kuin jos käytettiin laboratorion analyysimittausepävarmuutta analyttisenä hajontana (Taulukko 6).

Taulukko 6. Arvio näytteenoton epävarmuudelle eri testisuureiden osalta.

Näytteenoton laajennettu epävarmuus		
Testisuure	mg/kg	%
Arseeni	1,4	10
Elohopea *	0,54	58
Kadmium	10,7	112
Kromi **	29,2	16
Kromi ***	32,2	18
Kupari	650,9	58
Lyijy	126,2	30
Sinkki	739,5	55

* Määritetty ennakkonäytteiden hajontoja käyttäen. Laboratorio ei ilmoittanut testisuureen mittausepävarmuutta.

** Määritetty laboratorion ilmoittamaa mittausepävarmuutta käyttäen

***Määritetty ennakkonäytteiden hajontoja käyttäen.

4 Osallistujien palaute vertailukokeesta

Kommentit	Järjestäjän vastine
Miksi osanäytteiden kerääminen suoraan pussiin on katsottu negatiiviseksi toimintatavaksi?	<p>Kun osanäytteitä ensin otetaan suurempi määrä, joka sekoitetaan keskenään suuremmassa näyteastiassa, kuten ämpärissä, saadaan entistä edustavampi näyte kuin siinä tapauksessa, että otetaan pienempi osanäyte suoraan pussiin. Tämä toki edellyttää, että näyteastiasta otetaan edustavasti laboratorioon lähetettävä näyte. Jos näyte otetaan suoraan pussiin kasvaa myös riski, ettei sitä saa otettua laboratoriossa hyvin sekoitettua analyysinäytettä.</p> <p>Mikäli osanäytteiden ja kokoomanäytteen koko on sellainen, että pussissa näytteen sekoittaminen ja homogenisointi on mahdollista voi menettely olla perusteltu, koska kontaminaation riski pienenee. Varsinkin sekapilaantuneissa kohteissa näytteen ottamista ämpäriin ja sekoittelemista ei ole suositeltavaa, jos epäillään että näyte sisältää haihtuvia yhdisteistä (VOC). Aina on siis syytä soveltaa näytteenoton toteutus näytteenoton tarkoitukseen mukaisesti.</p>
Mitä tarkoittaa kasan ennakkotiedoissa mainittu viitteellisen vaarallisen jätteen raja-arvo?	<p>Viitteellinen vaarallisen jätteen raja-arvo ei ole virallinen käsite. Useimmiten käytetään sanaa ”ohjeellinen”. Oppaassa [16] on liitteeseen 9 taulukoitu: Pilaantuneen maaperän kunnostustarpeen ja riskien arvioinnissa käytettävät ohjearvot ja ongelmajätteen raja-arvot. Oppaan tiedot ovat kuitenkin vanhentuneita, koska ne pohjautuvat 2002 voimassa olleeseen aineluetteloon. Uusi jätteiden luokittelua vaaralliseksi jätteeksi koskeva opas on ilmestynyt [17].</p> <p>Toinen syy käytettyyn ilmaisuun PIMA-piireissä on, että näytteistys vaarallisen jätteen luokittelua varten pitäisi tehdä eri tavalla kuin PIMA-näytteistys tehdään; vaarallisen jätteen pitoisuudet on esitetty kokonaisuudelle, jossa näytteeseen murskataan mukaan kaikki mitä maassa on. PIMA-näytteet taas tyypillisesti otetaan hienoaineksesta.</p>

5 Johtopäätökset

Vertailukokeen tulokset osoittavat, että alan kenttätoimijoilla on pääasiassa hyvä osaaminen ja että he toimivat sekä vastuullisesti että huolellisesti kentällä. Myös työsuojelusta huolehditaan hyvin. Toimivia näytteenottostrategioita ja –välineitä oli useampia. Tässä kohteessa suurin epävarmuutta aiheuttava tulosten tulkintaan liittyvä tekijä oli testikasan heterogeenisyys. Havaituista hyvistä toimintakäytännöistä tullaan tiedottamaan eri tilaisuuksissa.

6 Yhteenveto

Kenttätöiminnassa näytteenottajilla on suuri henkilökohtainen vastuu luotettavasta näytteenotosta. Tässä vertailukokeessa yhdeksän kenttätöimijää otti näytteet metallien pitoisuuksien määrittämiseksi sedimenttikasasta. Osallistujat kävivät näytteenotossa peräkkäin ja he toteuttivat näytteenoton laatimiensa suunnitelmien mukaisesti.

Vertailukokeen tulokset osoittavat, että alan kenttätöimijoilla on pääasiassa hyvä osaaminen ja he toimivat sekä vastuullisesti että huolellisesti kentällä. Pääsääntöisesti näytteenottosuunnitelmat olivat hyvää tasoa ja työturvallisuuteen kiinnitettiin sopivasti huomiota. Suunnitelmista puuttui kuitenkin usein perustelut näytteenottostrategian valinnalle ja ohjeistus jätefraktion huomioonottamiseksi. Näytteenottajat toimivat kentällä laadittujen suunnitelmien mukaisesti ja kirjasivat tärkeimmät havaintonsa kenttälomakkeisiin. Lisätietona hyödynnettiin hyvin piirustuksia ja valokuvia. Näytteenottimena kasassa toimivat parhaiten käsikäyttöiset työntöötimet ja lapiot. Ympäristöoloista, osanäytteiden määrästä ja suuruudesta olisi usein ollut hyödyllistä kirjata tarkempia tietoja. XRF-kenttäanalyysointilaitteilla mitatut metallien pitoisuudet olivat alhaisempia kuin laboratoriomääritysten tulokset, mutta eri toimijoiden kenttämittaukset antoivat samansuuntaisia tuloksia. Vain kolme osallistujaa kahdeksasta esitti kalibrointitodistuksen XRF-kenttäanalyysointilaitteelle. Testikasan epähomogeenisuuden takia näytteiden lukumäärän tai osanäytteiden lukumäärän vaikutuksesta tuloksen oikeellisuuteen ei saatu näyttöä. Huolellinen yhden näytteen moniosanäytteenotto antoi samansuuntaisen pitoisuusarvion kuin useampi sektorinäyte.

7 Summary

In environmental field work the sampling personnel have a big responsibility for reliable sampling. In this intercomparison test nine participants took samples from a sediment pile containing metals. The field personnel took the samples in turns according to their sampling plans.

It was shown that the field workers in general have good skills and they operate responsibly and carefully in the field. Most sampling plans were of good quality and suitable attention was paid to personal protection. Justifications for different sampling strategies as well as instructions for handling waste fractions were sometimes missing from the plans. The sampling personnel acted according to the plans and made notes about the most important observations into the field forms. Additional information included useful drawings and photographs. Hand held augers and shovels suited most well as a sampling device in the test. Some more details concerning environmental conditions and number and size of subsamples may have been useful. The XRF-analyzers tested gave lower metal concentrations than the laboratory measurements but gave comparable results. Only three participants out of eight had a calibration certificate available for the XRF-analyzers. The number of collected samples or subsamples did not affect the validity of the results at this site. The result of one professionally taken sample using the multi-increment soil sampling strategy was similar to results where samples were taken from different sectors. The biggest uncertainty factor for the reliability of the results was the heterogeneity of the pile.

KIRJALLISUUS

1. Valtioneuvosto, 2006. Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa, 591/2006. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2006/20060591>
2. Mäkinen, I, ja Westerholm, H. 2006. Maaperänäytteenoton vertailu – näytteenotto kasasta. SYKE:n vertailu 5/2006. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 4, 2007.
3. Björklöf, K., Mäkinen, I., Westerholm, H., Nikunen, S., Jørgensen, K., Korhonen K., Jaakkonen, S., Pyy, O. (2009). Näytteenotto polttoaineella pilaantuneesta maaperästä. SYKE vertailu 10/2008. Suomen ympäristö 35.
4. Björklöf, K., Nikunen, S., Westerholm, H., Kähkölä, T., Vepsäläinen, M., Nuutinen, J., Leivuori M. ja Pyy, O. (2013). Näytteenoton vertailukoe 14/2012, Maaperän haihtuvat öljyhiilivedyt. SYKE:n 21/2013. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/39506>
5. SFS-EN ISO 17043, 2010. Conformity assessment – General requirements for Proficiency Testing.
6. Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista 214/2007. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2007/20070214>
7. Ympäristöministeriö, 2015. Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje, Ympäristöhallinnon ohjeita 1, https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/154833/OH_1_2015.pdf?sequence=1
8. Lepistö, J., Westerholm, H. J., Schultz, E., Uljas, J., Björklöf, K. (2014). Hyvät käytännöt pilaantuneiden maiden kenttätutkimuksissa. Ympäristöopas 1, 2014. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/42681>
9. OH5/2006 Pilaantuneen maa-alueen kunnostuksen ja tutkimuksen työsuojeluopas. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41536/OH7_2006_Pilaantuneen_maa_alueen_tutkimuksen_ja_kunnostuksen_tyosuojeluopas.pdf?sequence=1
10. SFS-ISO10381-2005: Soil quality- Sampling- part 8: Guidance on the sampling of stockpiles.
11. SFS-ISO12404: Maan Laatu- Ohjeistus seulontamenetelmien valinnasta ja soveltamisesta.
12. FINAS 2014. Opas akkreditointivaatimusten soveltamiseksi ympäristönäytteenotossa. Opas 2/2014, 93 pp. https://www.finas.fi/Tiedostot%201/Julkaisut/finas_opas_2_2014_Opas_akkreditointivaatimusten_soveltamiseksi.pdf
13. Nordtest 2007. Uncertainty from Sampling – a Nordtest Handbook for Sampling Planners on Sampling Quality Assurance and Uncertainty Estimation, TR 604. http://www.nordtest.info/images/documents/nt-technical-reports/NT%20TR%20604_Uncertainty%20from%20sampling%20-%20A%20NORDTEST%20handbook%20for%20sampling%20planners%20on%20sampli

[ng%20quality%20assurance%20and%20uncertainty%20estimation_Nordtest%20Technical%20Report.pdf](#)

14. ISO 23909. Soil quality – Preparation of laboratory samples from large samples.
15. Sainio, P., Leivuori, M., Koivikko, R., Hartikainen, E. L., (2015). Ympäristötiedon luotettavuus - usean tekijän summa Ympäristö ja terveys (46) 4, s. 60-65.
16. Dahlbo, H. 2002. Jätteen luokittelu ongelmajätteeksi – arvioinnin perusteet ja menetelmät. Ympäristöopas 92, 160 pp.
17. Häkkinen, E.-L. 2016. Jätteen luokittelu vaaralliseksi jätteeksi. Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2016, 140 pp. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4596-4>
18. Liikennevirasto, 2010. Tienpidon tekniset ohjeet 1/2010 . http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2012-10_tien_geotekninen_web.pdf

LIITE 1: Palaute näytteenottosuunnitelmasta

Näytteenoton suunnitelma (maksimi 14 tai 15 pistettä)

Arviointikriteerit	Osallistujan tunnus ja pistemäärä								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Taustatiedot (maks 1 piste) a. Laatijat, päivämäärä, hanketiedot b. Kohteen nimi, osoite, yhteyshenkilö	1	1	1	1	1	1	0,5	1	1
2. Näytteenoton tarkoitus (minkä tyyppistä tietoa tarvitaan ja minkä laatuista?) (maks 2 pistettä) a. Taustatiedot; mistä otettu, kohteen historia, mihin ajateltu sijoittaa? b. Näytteenoton tarkoitus: Metallipitoisuudet ja jäte? c. Kasan koko ja tietoa aineksen koostumuksesta (jos on) d. Oletetut haitta-aineet ja pitoisuusarvio?	1,5	2	2	2	1	2	1,5	1,5	1
3. Tutkimusvälineet (maks 2 pistettä) a. Käytettävä näyteotin b. puhdistus c. Mitä haittaa jos ei käytetä ko tekniikkaa?	2	2	2	2	1,5	2	2	1,5	0
4. Näytteenotto (maks 5 pistettä) a. Perustelut käytettävälle näytteenottostrategialle (miksi tämä tapa?) b. tarkkuustaso; perustelut monille tai harvoille näytteille... c. Miten näytepaikka valitaan; satunnainen, arvioitu, yhdistelmä) d. Näytetyyppi (kokoomanäyte, yksittäinen) e. Näytteiden kokonaismäärä f. (Osa)näytteen koko (g), lukumäärä kokoomanäytteessä ja syvyydet g. Rinnakkaisnäytteen + jaettu näytteen käsittely h. Jätefraktio; miten käsiteltävä? i. Näytteiden koodaus	4,5	3	5	4,5	4	4,5	4	3	3
5. Kenttämittausten kuvaus jos mittauksia on tarkoitus tehdä (maks 1 pistettä)* a. Mittarin nimi b. miten mittaus suoritetaan (k.a. 3 x)	1	1	1	ei mittaria	1	1	1	1	ei mittaria
6. Laboratorioanalyysit (maks 2 pistettä) a. Näyteastiat b. näytteiden pakkaus, säilytys ja kuljetus c. Analysoiva laboratorio d. Kuinka nopeasti näytteet toimitettava labraan?	1	2	2	1,5	1,5	2 (hyvä)	2	1,5	1,5

**Kenttämittarin käyttö oli vapaa-ehdoista. Maksimipisteet ovat 14 tai 15 pistettä, riippuen siitä käytettiinkö kenttämittaria vai ei. Kokonaispisteiden määrä ei siksi kuvaa paremmuusjärjestystä.

Arviointikriteerit	Osallistujan tunnus ja pistemäärä								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
7. Epävarmuustekijät? (maks BONUS 1 pistettä) a. kannanotto MU ja QA b. määritä tekijöitä jotka vaikuttavat näytteen edustavuuteen c. virhelähteet (perusvirhe, systemaattinen virhe, satunnaisvirhe)	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8. Työsuojelu (maks 2 pistettä) d. kaikki vaara-tekijät pitää kuvata (näytteenottajalle) e. Suojatoimet (käsineet, työvaatteet, turvajalkineet, suojavaatteet, hengityssuojain, kypärä, suojalasit; pitää olla mukana!)	2	2	2 (tosi hyvä!)	2 (tosi hyvä)	1	2	0	2	1
Pisteet yhteensä**	13	13	15	13	11	14,5	12	11,5	7,5
Sivuja suunnitelmassa	2	2	6	4	4	5 (+50)	8	2	2
Näytteiden määrä (ilman rinnakaista ja jaettua näytettä)	3-5	3	3	6	6	3	1	4-6	2
Osanäytteiden lukumäärä kokoomanäytteessä	15-20	>10	10-20	15	10	>10	30-50	10-20	4

Lyhyt palaute:

Osallistujan koodi	Lyhyt palaute ja perustelu pisteytykselle
1	+ : osanäytteen koko ilmoitettu, dokumentointi ohjeistettu, näytteenottimet ja niiden ja vaihtoehdot hyvin kuvattu, työturvallisuus (myös XRF!) - : näyte-astioista eikä homogenisoinnista ei mainintaa, jonkun verran toistoa
2	+ : jätejäte huomioitu, kasan koon määritys mainittu, työsuojelu kattavasti huomioitu!! Dräger-mittari, myös näytteenottimien puhdistus mainittu - : näytteenottostrategia ei perusteltu
3	+ : työsuojelu kattava ja asianmukainen, esivalmistelujen kuvaus, tilavuuden määritys ja jätteen määrän arviointi mainittu, perustelut viitteestä poikkeamisesta, dokumentointi ja ARKISTOINTI ohjeistettu, - : Kujalan osoitetiedot puuttuvat, XRF mittauksen k.a. vain kahdesta rinnakkaisesta.
4	+ : työturvallisuus ja suojautuminen, tehtävät työn jälkeen, käytännön työt riittävän yksityiskohtaisesti ja selkeästi, jätejäte huomioitu, kasan koon määritys mainittu, Certi-logo käytössä - : näytteenottostrategia ei perusteltu, näytteiden vastuusta tai säilytyksestä ei mainintaa
5	+ : selkeä ja yksityiskohtainen selostus itse näytteenottokehästä, osanäytteen tilavuus mainittu, dokumentointi ohjeistettu, XRF käyttäjän koulutus mainittu - : työsuojeluosuudessa ei mainita varusteita, perustelu/viittaus strategiasta puuttuu, näytteiden vastuusta tai säilytyksestä ei mainintaa

Osallistujan koodi	Lyhyt palaute ja perustelu pisteilykselle
6	+ : näytteenottimien puhdistu ohjeistettu, ohjeistetaan toiminta poikkeavien havaintojen suhteen, koodaus hyvin ohjeistettu, XRF laatukriteerit määritetty! ympäristövaikutustarkastelu tehty, lähin terveysasema ilmoitettu kohteen tiedoissa, - : näytteenottostrategia ei perusteltu, jonkun verran toistoa, XRF mittauksen k.a. vain kahdesta rinnakkaisesta,
7	+ : tausta ja tarkoitus kuvattu huolellisesti; perustellut näytteenottostrategialle hyvä (MONO); näytteiden käsittelystä labrassa hyvä; viittaus omiin ohjeisiin; maininta, että kerättyjen näytteiden kuljetus on SYKEN vastuulla. - : työsuojelusta ei mainintaa, perustellut näytteenottostrategiasta puuttuu, ei mainintaa osanäytteiden suuruudesta
8	+ : yhteystiedot, näytteiden koodaus, työsuojelu hyvin kuvattu, dokumentointi ohjeistettu. - : näytteenottostrategia ei perusteltu, näytteenottoastia =?, homogenisointi=?
9	+ : pintakerrosta ei tutkita, SYKE vastaa näytteiden kuljetuksesta ja säilytyksestä, dokumentointi ohjeistettu - : näytteenoton tarkoitus ja perustelu strategialle?, tutkimusvälineet?,

Valikoituja osallistujien vastuksia

Taustatiedot Laajitajat, päivämäärä, hanketiedot Kohteen nimi, osoite, yhteyshenkilö	YHTEYSTIEDOT Asiakas: Katarina Björklöf p. 029 525 1086 katarina.bjorklof@ymparisto.fi Näytteenottopaikka: Kujalan jätekeskus, Sapelikatku 7, Lahti	Lähin terveyskeskus: Paavolan terveyskeskus, Kauppakatu 14 , 3. krs 03 4108 9425 Näytteenottosuunnitelman laatija ja kasanäytteenotosta vastaava: Niko Näytteenottaja p. 029 525 1086 niko.naytteenottaja@kasaoy.fi
Näytteenoton tarkoitus Taustatiedot; mistä otettu, kohteen historia, mihin ajateltu sijoittaa? Kasan koko ja tietoa aineksen koostumuksesta (jos on) Oletetut haitta-aineet ja pitoisuusarvio?	NÄYTTEENOTON TAVOITE ON ANTAA VASTAUKSET SEURAAVIIN KYSYMYKSIIN: Mikä on kasan volyyymi (tilavuus)? Metallipitoisuudet? Jätteen osuus ja volyyymi? Kasanäytteenotto, pilaantuneisuusselvitys massojen hyötykäyttöä tai vastaanottoa varten. Kasan ennakkotiedot - koostuu Suomenlahdesta nostetusta rannikkosedimentistä - pääasiassa jätteen sekaista hiekkaa/soraa - silttisen aineksen osuus on noin 20 % - orgaanisen aineksen määrähehikutushäviönä on noin 2...29 % - sedimentin seassa on jättejakeita - kasan kaivettavuus on hyvä ja veden alta kaivettu massa pysyy enimmäkseen hyvin kasalla ja kuivuu valutettuna.	

	<p>Tiedot haitta-aineista</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kasa sisältää viitteellisen vaarallisen jätteen raja-arvot ylittäviä pitoisuuksia metalleja (Cd, Cr, Cu, Pb, Zn) - Öljyhiilivetyjen C10-C40 summapitoisuus on ylittänyt vaarallisen jätteen raja-arvon joissakin näytteissä ja syanidin yhdessä näytteessä. - Kasassa saattaa olla mahdollisesti myös DDT/DDD/DDE-pitoisuuksia.
<p>Tutkimusvälineet Käytettävä näyteotin? puhdistus?</p> <p>Mitä haitta jos ei käytetä ko tekniikkaa?</p>	<p>Kuoekuoppapoterot kaivetaan isommalla lapiolla, varsinainen tutkimusnäytteenotto tehdään muovilapiolla.</p> <p>Näytteenotto suoritetaan käsikairalla (koetinkaira, kuva 1). Homogenisoitua sedimenttiä siirretään pikkulapiolla tai lusikalla näyteastioihin (esim. Rilsan pussit) ämpäreistä.</p> <p>Osanäytteet otetaan joko käsikäyttöisellä kairalla (auger tai pisto-otin) tai pistolapiolla. Näytteenottovälineet puhdistetaan esim. puhtaalla vedellä, pyyhkimällä paperilla tai ilmalla ennen uuden näytteen käsittelyä.</p>
<p>Näytteenotto Perustelut käytettävälle näytteenottostrategialle (miksi tämä tapa?)</p> <p>Tarkkuustaso; perustelut monille tai harvoille näytteille...</p> <p>Miten näytepaikka valitaan; satunnainen, arvioitu, yhdistelmä)</p> <p>Näytetyyppi (kokoomanäyte, yksittäinen)</p> <p>Näytteiden kokonaisuus</p> <p>(Osa)näytteen koko (g), lukumäärä kokoomanäytteessä ja syvyudet Rinnakkaisnäytteen + jaettu näytteen käsittely</p>	<p>300m³ kasasta tulisi laaditun ohjeistuksen ” Hyvät käytännöt pilaantuneiden maiden kenttätutkimuksissa. Ympäristöopas 1, 2014” perusteella ottaa kuusi näytettä (yksi näyte jokaista noin 50m³ kohti). Maa-aines on sekoittunut kaivukohteessa sekä jätekeskuksessa useaan kertaan (läjitykset, siirrot, seulonta), jonka perusteella arvioidaan että edustava tulos kasan pitoisuuksista saadaan ottamalla kasasta kolme analysoitavaa kokoomanäytettä (yksi näyte/ 100m³). Yksi kokoomanäyte koostuu noin 10-20 osanäytteestä, jolloin kunkin analysoitavan maanäytteen edustavuus on hyvä.</p> <p>Yhteen kokoomanäytteeseen kerätään maa-ainesta 10 osanäytteestä, joiden suuruus on 1 dl. Analyyseihin riittäväksi näytteen kooksi arvioidaan 0,5 – 1 kg, jolloin yhden osanäytteen kooksi saadaan laskennallisesti 50 – 100 grammaa. Näytteenottaja arvioi näytemäärän kohteessa aistinvaraisesti kokemukseen perustuen. Näytteeseen otetaan maa-ainesta, eri maalajeja sekä jätettä samassa suhteessa kuin niiden havaitaan kasassa esiintyvän. Mikäli kasassa todetaan suuria (halkaisija > 150mm) kiviä tai jätekappaleita, niin niitä ei oteta mukaan näytteeseen. Näiden kappaleiden arvioitu prosentuaalinen määrä näytteistettävästä maa-ainesarästä ja laatu dokumentoidaan valokuvin sekä kirjallisesti näytteenottolomakkeeseen.</p> <p>Kasa jaetaan pituussuunnassa kuuteen (6) osaan. Kuitenkin jos kasan lyhyemmän sivun pituuden suhde pitempään on vähintään 2/3, jaetaan kasa ensin pituussuunnassa kahtia (2) ja sitten sivut kolmeen (3) osaan. Kasa jaetaan selkeästi kolmeen osaan (merkkaus spraymaalilla, jos mahdollista). Kustakin kuudesta osasta otetaan kokoomanäyte, joka koostuu 15 osanäytteestä. Nämä otetaan 5 pisteestä 3 eri syvyydeltä. Tavoitesyvyudet ovat 0,1 m, 0,3 m ja 0,6 m. Syvyystasot eivät ole tarkkoja tai merkittäviä. Näytepisteet sijoitetaan kunkin osan sisälle likimäärin tasaisesti.</p> <p>Näytteenottimien puhdistus: Näytteenottimen vaihto tai pyyhkiminen paperilla / tarvittaessa pesu vedellä.</p> <p>Jätejakeiden laatu (koko, materiaali) kuvataan ja osuus arvioidaan (%). Kasan koko määritetään kentällä. Käsikairalla näytettä otettaessa näytteeseen ei valikoidu isoja kiviä tai jäte-kappaleita, joten näytettä ei erikseen seulota.</p>

<p>Jätefraktio; miten käsiteltävä? Näytteiden koodaus</p>	<p>Yhden näytteen edustamalta alueelta tehdään rinnakkaisnäytteistys, jolloin samoista osanäytepisteistä otetaan maa-ainesta samassa suhteessa kahteen eri näytteenottoastiaan. Rinnakkainen näyte merkitään RIN_ tunnuksella. Yhdestä kokoomanäytteestä tehdään jaettu näyte, jonka näytetunnuksen eteen merkitään tunnus JAE_. Homogenisoinnin jälkeen jaettu näyte jaetaan kahteen eri näyteastiaan. Kumpaankin näyteastiaan laitetaan silmämääräisesti saman verran maa-ainesta.</p> <p>Tutkimuskohteesta otetaan edustavat valokuvat mahdollista myöhempää dokumentointia/raportointia varten. Valokuvat tallennetaan maastomuistiinpanojen kanssa työn serverkansiolle.</p> <p>Näytteisiin merkitään sekä tussilla että näytetarralla seuraavat tiedot:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Näytepisteen tunnus. Ensimmäinen kokoomanäyte merkitään tunnuksella S1 ja numerointia jatketaan juoksevana. Näytteet voidaan merkitä myös muulla vertailukokeen järjestäjän määrittämällä näytetunnuksella. - Näytteenottopäivä - Näytteenottopisteen yksilöinti tunnus: Vertailukoe 2016 - Näytteenottajan osallistumisnumero: 6
<p>Kenttämittaukset Mittarin nimi miten mittaus suoritetaan (k.a. 3 x)</p>	<p>Kaikista näytteistä mitataan metallien kokonaispitoisuuksia innovX XRF kenttämittarilla. Mittaukset tehdään vähintään kolmesta eri kohtaa homogenisoitua kokoomanäytettä. Tehtyjen mittauksien jälkeen eri mittauksien tulokset tarkistetaan ja keskiarvo pitoisuus kirjataan ylös kenttätöypöytäkirjaan, mikäli se on hyväksytyissä vaihtelurajoissa. Kenttätöypöytäkirjaan merkitään myös mittalaitteen mittaustunnus, jotta tulokset ovat myöhemmin tarkistettavissa ja ajettavissa tietokoneelle suoraan laitteesta.</p>
<p>Laboratorioanalyysit</p> <p>Näyteasiat</p> <p>Näytteiden pakkaus, säilytys ja kuljetus</p> <p>Analysoiva laboratorio</p> <p>Kuinka nopeasti näytteet toimitettava labraan?</p>	<p>Näytteitä käsitellään niin, että haitallista maa-ainesta ei päästetä tarpeettomasti leviämään ympäristöön. Näytteet säilytetään valolta suojattuna. Näytteet otetaan erillisiin näytteenottopusseihin (teflon), joihin merkitään tiedot näytteenottopäivästä, näytteenottopäivämäärä ja näytetunnus. Yhtä analysoitavaa näytettä varten tarvitaan laboratoriossa noin 500 g maa-ainesta.</p> <p>Tutkittavan haitta-aineen (metallit) takia näytteiden kylmäsäilytys ei ole välttämätöntä, mutta sitä suositellaan, koska maa-aines sisältää myös muita haitallisia aineita, jotka voivat aiheuttaa terveydellisiä vaikutuksia mikäli olosuhteet maa-aineksessa muuttuvat merkittävästi. Näytteet ja tehdyt kenttätöyölomakeet luovutetaan vertailukokeen järjestäjälle, jonka jälkeen heillä on vastuu näytteiden kuljetuksesta, varastoinnista sekä hävittämisestä.</p> <p>Tässä kohteessa näytteet toimitetaan analysoitavaksi tilaajan järjestämään laboratorioon (ennakkotietojen mukaan tilaajan toimesta). Näytteenottaja varmistaa näytteenottokokeen järjestäjältä, että säilytys ja kuljetus laboratorioon tehdään valolta ja kosteudelta suojattuna näytteenoton ja näytteiden pakkaamisen jälkeen.</p>
<p>Työsuojelu kaikki vaara-tekijät pitää kuvata (näytteenottajalle)</p>	<p>Mekaaniset/toiminnalliset vaarat:</p> <p>Työkohteessa ei ole itse työhön liittyviä työkoneita mutta alueella saattaa liikkua maansiirtoautoja ja -koneita. Työssä liikutaan hoidetulla jäteaseman alueella, todennäköisesti asfaltoidulla kentällä. Lisäksi näytteitä otettaessa liikutaan mahdollisuuksien mukana myös jätettä sisältävän aineksen/kasan päällä. Seassa saattaa olla teräviä tai pistäviä esineitä. Saadun ennakkotiedon mukaan tutkittava maa-aines on kasassa joka pysyy hyvin kasalla. Näin ollen sortumavaaraa ei arvioida olevan kun näytteet kerätään lapiolla kaivettavista koekuopista.</p>

<p>Suojatoimet (käsineet, työvaatteet, turvajalkineet, suojavaatteet, hengityssuojain, kypärä, suojalasit; pitää olla mukana!)</p>	<p>Kemialliset vaarat: Tutkittavassa aineksessa on todettu olevan ainakin paikoitellen vaarallisen jätteen raja-arvot ylittäviä pitoisuuksia raskasmetalleja, C10-C40 öljyhiilivetyjä ja syanidia. Lisäksi siinä saattaa olla DDT/DDD/DDE-yhdisteitä. Raskasmetallit ja DDT/DDD/DDE-yhdisteet ovat niukkaliukoisia ja haihtumattomia. Niille altistuminen voi käytännössä tapahtua ihokosketuksen, maan syönnin tai pölyn hengityksen kautta. C10-C40 öljyhiilivedyt ovat laaja ryhmä erilaisia yhdisteitä. Kevyen pään jakeet ovat haihtuvampia ja haju osoittaa ne jo melko alhaisissa pitoisuuksissa. Raskaampien jakeiden haihtuvuus on vähäisempää ja usein ne havaitaan paremmin aineksen rasvaisen ulkonäön johdosta. Yhteistä näille on kuitenkin alhainen tai suhteellisen alhainen liukoisuus veteen sekä suhteellisen vähäinen haitallisuus (myrkyllisyys). Altistumisreitit ovat samat kuin em. raskasmetalleilla. Lisäksi haihtuvien yhdisteiden muodostaman kaasun altistumisreitti hengityksen kautta. Syanidisuolat ovat perusmuodossaan haihtumattomia. Ne liukenevat hyvin veteen ja happamasta liuoksesta vapautuu erittäin myrkyllistä syaanivetykaasua. Jo ilman hiilidioksidi on kyllin vahva happo kehittämään syaanivetyä neutraalista syanidiliuoksesta.</p> <p>Ympäristötekniinen asiantuntija on koulutettu XRF –kenttäanalyysointia varten käyttöön.</p>
<p>Epävarmuustekijät? kannanotto MU ja QA määrittä tekijöitä jotka vaikuttavat näytteen edustavuuteen virhelähteet (perusvirhe, systemaattinen virhe, satunnaisvirhe)</p>	<p>Näytteenotossa voi tapahtua virheitä esim. kontaminaatiosta, näytteen käsittelystä tai analyysitarkkuudesta johtuen. Edellä mainittujen lisäksi näytteenotosta aiheutuu aina ns. perusvirhe, joka johtuu aineksen heterogeenisyydestä ja myös siitä, että koko tutkittavaa massaa ei voida sisällyttää näytteeseen (esim. koko maakasaa ei ole mahdollista analysoida). Virhettä aiheutuu myös siitä syystä, että tutkittavan alueen koostumus vaihtelee eri kohdissa (toisessa nurkassa on eri pitoisuus kuin toisessa). Tällöin puhutaan materiaalin lajittumisesta johtuvasta ryhmittymis- ja erottumisvirheestä. Käytännössä kentällä näytettä tulee helposti riittävän paljon, jotta laboratorioissa on mahdollista muodostaa riittävän suuri ja edustava analysoitava näyte. Riittävän pienen perusvirheen saavuttamiseksi raekoon näytteen massan oikean suhteen laskeminen onkin oleellisempaa laboratorion esikäsittelyvaiheessa (kts. kohta 3.3).</p> <p>Kenttävaiheessa tärkeintä on ryhmittymis- ja erottumisvirheen minimoiminen ottamalla näytteitä tasaisesti ja tasapuolisesti tutkittavalta alueelta/kasasta. Ottamalla tutkittavalta alueelta/kasasta vähintään 30, mielellään 50 osanäytettä on todettu riittävän siihen, että lajittumisesta johtuva virhe on pienempi kuin perusvirhe ja sen osuus kokonaisvirheestä siten merkityksetön. Mitä suurempi on osanäytteiden määrä, sitä pienempi on virhe.</p> <p>Näytteenoton suurin epävarmuutta aiheuttava tekijä on näytteiden määrä verrattuna tutkittavan massan epätasaisuuteen. Epävarmuutta aiheuttaa myös kenttätoiminnasta tapahtuvat satunnaisvirheet (kuten kontaminaatio tai osanäytteistykseen ongelmat (=homogointi, epätasaiset osanäytteet ym.). Sallittu epävarmuus eri tilanteissa riippuu siitä, minkälaisia johtopäätöksiä tuloksilla on tarkoitus tehdä. Tässä oletus on massojen hyötykäyttö tai loppusijoitus.</p> <p>Tutkittavan massan epätasaisuudesta saadaan tietoa rinnakkaisnäytteen avulla ja riittämättömästä homogenisoinnista jae- tun näytteen avulla. Loppuraportissa tulisi ottaa kantaa siihen, että onko massan homogeenisuus arvioidun mukainen (kts kohta näytteenotto) vai antavatko laadunvarmistusnäytteet syytä epäillä että epävarmuus on oletettua suurempi?</p>

Muita hyviä kirjauksia:Ennen kohteeseen menoa

- Tarkista ennakkoon tehty työsuojaohje kohteeseen ja varaa sen mukaiset suojaimet käyttöösi.
- Varaa mukaasi kohteen luonteen mukaiset näytteenottovälineet sekä tarvittavat kenttämittauslaitteet.
- Tarkista kenttämittauslaitteiden kunto, kalibrointi sekä akkujen lataus hyvissä ajoin ennen kohteeseen lähtemistä. Tarvittaessa lataa akut.
- Ota mukaasi näytteenottosuunnitelma, työohjeet ja maastomuistiinpanolomakkeet
- Varaa mukaasi näyteastiat ja näytelähetteet näytteiden laboratorioon toimittamista varten
- Huomioi, että kenttätyöskentelyssä (ajankäyttö kohteessa) on varattu aikaa 1 tunti

Työn jälkeen

- Näytteenoton jälkeen välineet puhdistetaan kohteessa mekaanisesti irtonaisesta aineksesta ja pölystä. Myöhemmin varikolla myös pesemällä.
- Näytteenottajat huolehtivat omasta puhdistautumisesta pesemällä kädet huolellisesti.
- Likaantuneet käsinneet pakataan pyykkipussiin tms. Jalkineet ja työvaatteet vaihdetaan työn jälkeen.

LIITE 2: Palaute kenttätöiminnasta

	Osallistuja 1	Osallistuja 2	Osallistuja 3	Osallistuja 4	Osallistuja 5	Osallistuja 6	Osallistuja 7	Osallistuja 8	Osallistuja 9
Suojavaatetus	+ : hengitys-suojain (Syanidi, öljyhiilivety vaara)	+ : Suojalasit, Drägermittaus; syanidivaara ei ole=> hengitys-suojainta ei tarvitse. - : lyhytihainen paita ei suojaa käsivarsia kun kaivetaan syvältä	+ : hengitys-suojain	+ : hyvät käsineet, kypärä - : hengityssuoja, suojalaseja ei käytetty	+ : suojalasit, kysyi kypärän käytöstä	+ : hengitys-suojain (syanidi vaara)	- : ei suojalaseja, hengityssuojain	+ : kypärä, pitkähihainen paita + : arvioi, ettei hengityssuojainta tarvitse koska kasa ei pölyä eikä haise.	+ : kirkkaat vaatteet - : ei kypärää, hengityssuojain
Näytteenottimet, astiat ja niiden kunto	lapiolla kuoppa, osanäytteet kukkalapiolla, pistokairalla, putkinäytteenotin, tai maakairalla + : paljon näytteenottimia mukana varmuuden vuoksi - : liian monia näytteenottimia käytetty samaan kohteeseen	lapiolla kuoppa, osanäytteet kukkalapiolla. - : osanäytteiden lkm vaihteli eri kokoomanäytteissä - : osanäytteiden koko erisi kokoomanäytteen sisällä - : ämpärit likaisia ulkopuolelta	lapiolla kuoppa, osanäytteet kukkalapiolla	Käsikaira, Edelman näytteenotin + : näytteenotin hyvä + : kertakäyttöasiat taatusti puhtaita, pintanäyte poistettiin - : kertakäyttöastiat rasittavat luontoa	pistokaira + : hyvä näytteenotin + : puhtaat astiat ja riittävästi tarvikkeita varattu mukaan matkalle, näytteenottimien puhdistus viinalla eri näytteiden välillä, kannellinen ämpäri suojaasi pölyltä	kuoppa lapiolla ja kukkalapiolla osanäytteet - : osanäytteet suoraan pussiin	pistokaira + : tarkka suunnittelu miten 50 osanäytettä otetaan koko kasan edustamiseksi	kertakäyttömuovilusikka + : apuvälineet siististi kannellisessa ja läpinäkyvässä muovilaatikossa.	lapio + : puhtaat välineet ja astiat, lapiolla huolellisesti kaivettu kuoppa
Näytteenottostrategia	kaksi sektoria, kokoomanäyte / sektori + : hyvä sekoitustapa ravistelemalla ämpärissä kansi kiinni + : näytteet heti omaan kylmäkassiin	kaksi sektoria, kokoomanäyte / sektori + : hyvä sekoitus kukkalapiolla + : jätefraktio poistettiin pussinäytteestä	kaksi sektoria, kokoomanäyte / sektori + : varmat otteet, selkeä eteneminen	neljä sektoria, kokoomanäyte / sektori - : sekoituksen tehokkuus epävarmaa	neljä sektoria, kokoomanäyte / sektori + : massan punnitseminen tiheysmäärittystä varten, kokoomanäytteen systemaattinen jakaminen laboratorionäytteeksi	kaksi sektoria, kokoomanäyte / sektori + : soitti esimielle kun koko kasaa ei voitu tutkia + : sektorit merkittiin spray-maalilla, sektorit hyvin merkitty	yksi MONO näyte + : varmat otteet, selkeä eteneminen + : hyvä sekoitus kukkalapiolla ennen pussiin laittoa.	kaksi sektoria, kokoomanäyte / sektori - : muovilusikka, vain pintanäyte	kaksi sektoria; kokoomanäyte / sektori + : perusteltu: riittää hyvin jos ei oleteta kerrostumia
Osanäytteiden lkm kokoomanäytteessä	20	10-15	10-17	15	10-20	10	50	40	4
Näytteiden koodaus	projektitunnus/-nro, näytetunnus, pvm	+ : myös projektikoodi, pvm	+ : pvm, koodi ja projektikoodi	- : vain näytekoodi	+ : pvm, näytekoodi	+ : valmiiksi kirjoitettu tarra pussiin	+ : kirjattu jo konttorilla	+ : myös näytteenottajan PUUMERKIT!!	+ : pvm, kohde, näytekoodi

	Osallistuja 1	Osallistuja 2	Osallistuja 3	Osallistuja 4	Osallistuja 5	Osallistuja 6	Osallistuja 7	Osallistuja 8	Osallistuja 9
Kasan suuruus (tiheyskerroin)	450-500 tonnia (kerroin 1,8-2,0)	450-500 m ³ (kerroin 1,4)	256 (Kerroin 1,6)	260 tonnia (kerroin 1,3) mittanauha ja pystymitta	202 tonnia (kerroin 1,1 =punnittu) mittanauha	256 tonnia (kerroin 1,6)	500 tonnia (kerroin 1,6) Mittanauha	450 tonnia (kerroin 1,8)	140 tonnia (kerroin 1,6) Ilman mittanauhaa
Jätteen osuus	<3 %	2 % lasi, metalli, tiiltä, posliinia, muoviva, styroksia, puuta	1 % rauta, naulat, muovi, lasi ym.	0,5 % lasi, tiili, sekajäte	<1 % lasi, tiili, metalli	<10 % metalli, puu, lasi, posliini	2 %	5-10 %, lasi, tiili, metalli	Merkityksetön
Näytteiden määrä (ilman rinnakkaista ja jaettua näytettä)	2	2	3	4	4	2	1	2	4
Yleisvaikutelma	++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+	+++

LIITE 3: Palaute kenttälomakkeista

Arviointialue (maksimi 25 pistettä)	Osallistujan numero ja pistemäärät								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Näytteenottajan nimi ja päivämäärä (maks 2 pistettä)	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2. Kohteen nimi, projektikoodi, tilaaja (maks 2 pistettä)	2	2	2	2	1,5	1,5	2	1	1
3. Kenttäolosuhteet (maks 2 pistettä)	0	0	2	0	0	0	1 (!°C)	0	0
4. Näytteiden koodit, sijainnit ja syvyydet (maks 3 pistettä)	1,5	2	2	1	2	2	1	1	1,5
5. Kenttämittausten tulokset jos on (maks 2 pistettä) (käytäntö on = 1p) *	1	1	1	1	2	0	2	0	0
6. Tiedot maalajista (kosteus, haju) (maks 3 pistettä)	2	2	0	2	1	2	3	0	2
7. Jätteen laatu ja osuus (maks 2 pistettä)	2	2	2	2	2	2	2	2	0
8. Valokuvat tai muu kohteen (maks 1 piste)	0	1 (4 kuvaa)	1 (6 kuvaa)	1 (2 kuvaa)	1 (5 kuvaa)	1 (3 kuvaa)	0,5	1 (3 kuvaa)	0
10. Arvio kasan volyymin mitta (3p), askel (2 p), muu arviointi (1p) (maks 3 pistettä)		2	3	3	3	2	3	2	2
11. Aikataulu; milloin näyte otettu ja milloin toimitettu laboratorioon (maks 2 pistettä)	0	0	0	0	0	2	0	0	2
12. Poikkeavat tilanteet (maks 3 pistettä)	3	3	3	0	2	3	0	3	3
13. Ilmoitettu maalaji	Hk, Si	Hk, Sr, Si	-	Si, Sa, Hm	-	Hk, Sr, Si	Hi, Sr, Si, Sa	Hi, pieniä kiviä	saven ja siltin sekainen maa
Pisteet yhteensä	15,5	17	17	14	14,5	17,5	14,5	10	13,5

* Tulokset kirjattiin järjestäjän taulukkoon, joten osa saattoi jättää kirjaamatta omaan lomakkeeseen tästä syystä. Kaikki eivät käyttäneet kenttämittaria.

Lyhyt palaute:

Osallistujan koodi	Lyhyt palaute ja perustelu pisteytykselle
1	+: tehdään kahtena kappaleena toinen työn tilaajalle ja toinen itselle (periaate hyvä, ei tehty nyt) -: ei kuvattu tietoa näytteenottimista, näytesyvyyksistä tai näytteen kokoamisesta
2	+: hyviä lisäyksiä tehty vapaamuotoisesti, piirretty hyvä kartta -: ei kuvattu tietoa näytteenottimista, näytesyvyyksistä tai näytteen kokoamisesta
3	+: selkeä, helppolukuinen, näytteenotin, syvyys ja osanäytteiden lkm ilmoitettu -: maalajia ei arvioitu tai ilmoitettu
4	+: hyvä lomakepohja, omat paikat jätteen kuvaukselle ja kasan volyymille -: ei kuvattu tietoa näytteenottimista tai näytteen kokoamisesta, ympäristöoloista
5	+: selkeä lomakepohja, hyvä kartta missä näytteiden sijainnit -: ei kuvattu tietoa näytteenottimista, näytesyvyyksistä tai näytteen kokoamisesta, ympäristöoloista
6	+: selkeä lomakepohja, jossa tärkeät asiat avattu, hyvä karttapiirros jossa osanäytteet näkyvät -: ei paikkaa mihin kirjata tarvittaessa ympäristötieto; toistoa, kun jokaiselle näytteelle on oma lomake
7	+: lomakepohjassa hyvin paikat tärkeimmille havainnoille -: lomake täytetty epäselvästi ja tulisi puhtaaksikirjoittaa ennen asiakkaalle toimittamista
8	+: asiat esitetty selkeästi -: lomakepohja voisi olla kattavampi, jolloin saadaan yksityiskohtaisempia tietoja kirjattua
9	+: lomakepohjassa hyvin paikat tärkeimmille havainnoille (mm. näytteenotin, näytteenkoko ja laboratorioasiat!) -: ei kuvattu tietoa näytesyvyyksistä tai ympäristöoloista

LIITE 4: Kenttämittauksen (XRF) etukäteiskyselyn vastaukset ja mittaustulokset

Kysymys	Osallistuja 1	Osallistuja 2	Osallistuja 3	Osallistuja 4	Osallistuja 5	Osallistuja 6	Osallistuja 7	Osallistuja 9
1. Merkki, valmistaja, malli & hankintavuosi		Niton, XL2 600, vuosi 2009	Olympus, Innov-x Delta, vuosi 2006	Pääasiassa Niton vuokralaitteita	lainataan Finfoocus Instrument Oy:ltä ; vuosi 2014 XMDS 2726	InnovX XRF, Innov-X Systems delta Standard vuosi 2011	Olympus Innov X, Delta (DS-4000), vuosi 2012	Innov-X systems, XPD4000 Omega Soil Analyzer vuosi 2009
2. Miten usein ja minkälaisin näytteisiin käytät?	Keskimäärin 1 pv/ kk. Maaperänäytteet ampumarata-kohteista sekä vanhoilta teollisuusalueilta.	Säännöllisesti, vähintään kuukausittain. Maaperänäytteisiin hyvin vaihtelevista kohteista.	Useita kertoja kuukaudessa. Maanäytteet, satunnaisesti myös materiaalinäytteet (metalliosat).	noin 5 - 20 pv/vuosi PIMA-näytteet.	Ensimmäistä kertaa, jollei harjoittelua lasketa.	Viikoittain eri työmailla. Pääasiallisesti maanäytteisiin sekä maanäytteisiin jotka sisältävät erilaisia jättejakeita.	10-30 työpäivänä vuodessa Maanäytteisiin tutkimus- ja kunnostushankkeissa.	Harvemmin kuin 1 krt vuodessa maa tai kuona
3. Onko analyysiaattorille nimetty vastuuhenkilö? Mitä vastuuhenkilön tehtäviin kuuluu? Jos ei ole vastuuhenkilöä, miten varmistetaan että analyysiaattori toimii? Miten siinä tapauksessa STUKn vaatima säteilyturvallisuudesta vastaava johtaja on määritelty?	On nimetty vastuuhenkilö, joka mm. antaa käyttöluvan uusille käyttäjille sekä hoitaa/ ohjeistaa laitevastaavalle laitteen kalibroinnin.	Laitteelle on nimetty vastuuhenkilö, joka pitää kirjaa henkilöistä, joilla on lupa käyttää laitetta (perehdytetyt henkilöt). Vastuuhenkilö myös huolehtii uusien käyttäjien perehdyttämisestä, sisäisestä käytön ja kalibroinnin ohjeistuksesta sekä toimii säteilyturvallisuudesta vastaavana johtajana. Vastuuhenkilö huolehtii laitteen määräaikaishuoltoon (tai muuhun huoltoon) ja kalibrointiin toimittamisesta sekä varaosien tilaamisesta.	Säteilyturvajohtaja on nimetty. Hän toimii laitteen käytön opastukseen sekä yrityksen sisäisen perehdytyksen vastuuhenkilönä. Säteilyturvajohtaja on myös ongelmatapauksissa ja/ tai säteilyaltistuksessa yrityksen ensimmäinen yhteyshenkilö, johon tulee ottaa yhteyttä välittömästi mikäli virhetilanteita tai altistumisen todetaan tapahtuneen.	Vastuuhenkilö ja säteilyturvallisuudesta vastaava johtaja on määritelty. Tehtävänä on huolehtia laitteiden turvallisesta käytöstä ja uusien käyttäjien perehdyttämisestä.		Laitevastaava sekä STUKn säteilyturvallisuudesta vastaava johtaja on nimetty. Hänelle kuuluu säteilyyn liittyvät asiat, säteilykoulutuksista huolehtiminen ja yhteydenpito STUKiin. Lisäksi hänelle kuuluu käyttökoulutus ja käytön opastaminen uusille työntekijöille, laite- ja huolto-rekisterin ylläpito, tarkastusmittaukset sekä laitteen kunnosta ja toiminnasta huolehtiminen, itse suoritettavat huollot (esim. mittaussikkunan suojamuovin vaihto). Hän on myös tarvittaessa yhteydessä laitteen toimittajaan vikatilanteiden ilmetessä.	Kyllä on. Hän perehdyttää käyttäjät laitteen turvalliseen käyttöön. Käyttö edellyttää turvallisuuslupaa Säteilyturvakeskukselta (STUK). Vastuuhenkilö toimii säteilylain tarkoittamana turvallisuudesta vastaavana johtajana. Vastuuhenkilöltä tilannetta ei ole. Kyseisessä laitteessa kalibraatio ei mene läpi, jos analysaattori ei toimi.	Laitteen vastuuhenkilö ja vastaava johtaja ovat eri henkilö. Vastaavana johtajana toimii laboratorion esimies.

Kysymys	Osallistuja 2	Osallistuja 3	Osallistuja 4	Osallistuja 5	Osallistuja 6	Osallistuja 7	Osallistuja 9
4. Onko analyysaattorin käyttäjien perehdytyskäytännöt on päätetty ja dokumentoitu?		On päätetty ja dokumentoitu. Perehdytyksessä käydään läpi laitteen toimintaperiaate, ominaisuudet, turvallinen käyttö ja mittautapa sekä laitteen tuottama säteily, sen määrä ja annosnopeus. Perehdytys tehdään aina ennen kuin kyseinen henkilö tekee yhtään mittausta laitteella. Perehdytetyistä henkilöistä pidetään kirjaa.	Kaikki XRF-laitetta käyttävät henkilöt saavat perehdytyksen laitteen turvalliseen käyttöön säteilyturvajohtajalta. Laitteen turvalliseen käyttöön perehdyttämisen jälkeen kukin käyttäjä saa XRF-laitteen käyttöluvan, jotka arkistoidaan säteilyturvajohtajan kansioon.	Uuden käyttäjän kanssa käydään laitteen toiminnot läpi. Erityisesti painotetaan laitteen oikeata ja turvallista käyttöä. Kenttävarusteiden mukana on STUK:n edellyttämä XRFmittarin turvallisuusohje.	Maahantuoja on velvollinen järjestämään käyttökoulutuksen /perehdytyksen laitteen käyttäjille. Perehdytykseen kuuluu säteilyturvallisuuden perusasiat, kuinka tehdään turvallisia ja luotettavia mittauksia sekä laitteen käyttö sekä sen ominaisuudet.	Kyllä. Perehdytyskäytäntöihin kuuluu laitteen turvallisen käytön ja säilytyksen opastaminen sekä säteilyturvallisuudesta pidettävä erillinen osuus. Perehdytyksessä myös kerrotaan mihin ko. mittalaitetta käytetään sekä sen rajoituksista ja tulosten tulkinnasta. Kaikilla käyttäjillä on lisäksi vuosittain 1 h:n koulutusta.	Kyllä on. Yrityksen työntekijät ovat saaneet laitetoimittajan käyttökoulutuksen ja jokainen uusi työntekijä on perehdytetty laitetoimittajan ohjeiden perusteella.
5. Onko suomen-kieliset käyttöohjeet		Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
6. Mikä on analyysaattorin sovittu kalibroinnin tarkastusväli? Kuka kalibroinnin toteuttaa?	Kalibrointi tarkistetaan vuosittain laitteen maahantuojan toimesta. Kalibroinnin toimivuus tarkistetaan jokaisen päivän alussa, jolloin laitetta käytetään maahantuojan toimittamilla kalibroinnin tarkistusnäytteillä. Lisäksi laite tekee sisäisen tarkistuksen (system check).	Laitteen sisäinen tarkastus/ kalibrointi tehdään ennen näytteiden analysoinnin aloittamista. Laite toimitetaan maahantuojan valtuuttaman tahon kalibroitavaksi kerran vuodessa.	Laitteen vuokraaja/maahantuoja huolehtii kalibroinnin.	Analysaattoreille suositellaan vuosittaista tarkastusta, jos tulokset eivät ole luotettavia analyysaattori kalibroidaan tarkastuksen yhteydessä. Kalibroinnin suorittaa maahantuojan huolto. Tarkastuksen, kalibroinnin ja huollon yhteydessä tehdään aina vuotosäteilyn mittaus analyysaattorista.	Laitteen kalibrointi tarkastetaan jokaisen käyttökerran yhteydessä laitteen käynnistyessä laitteen automaattisella kalibrointi ohjelmistolla, joka on suoritettava, jotta mittauksia pystyy tekemään. Laitetoimittajan ohjeiden mukaisesti laitetta ei tarvitse kalibroida muutoin erikseen mikäli sen mittaustuloksissa ei epäillä olevan vikaa. Laitteen antamia tuloksia verrataan jokaisen projektin yhteydessä laboratoriosta saataviin tuloksiin. Mikäli tulokset poikkeavat toisistaan on kenttätyöntekijä yhteydessä laitevastaavaan, joka suorittaa tarvittavat tarkastusmittaukset nisteillä ja on tarvittaessa yhteydessä huoltoon. Mikäli laitetta tarvitsee erikseen kalibroida, niin suoritetaan se laitetoimittajan osoittamassa huollossa.	Laitetoimittajan suosittelema kalibrointiväli on kyseisessä XRF-mittarissa 3 vuotta. Kalibroinnin toteuttaa valmistajan hyväksymä huolto-organisaatio. Seuraava kalibrointi ja laitehuolto kyseisessä laitteessa on kesällä 2016.	Kalibroinnin tarkistus tehdään aina ennen mittausta. Kalibrointi tapahtuu laitetoimittajan toimesta.

Kysymys	Osallistuja 2	Osallistuja 3	Osallistuja 4	Osallistuja 5	Osallistuja 6	Osallistuja 7	Osallistuja 9
7. Miten usein analysaattoria huolletaan ja mitkä ovat huoltotoimenpiteet?	Kalibroinnin tarkastuksen yhteydessä laitteelle suoritetaan huolto maahantuojan toimesta, jossa: - laite puhdistetaan ulkoisesti, - laitteen turvatoiminnot tarkastetaan, - analysaattorin mittaikkuna vaihdetaan.	Laitteen mekaaninen puhdistus (pöly tai hiekka) kunkin käyttökerran jälkeen. Laitteen vuosihuolto tehdään maahantuojan valtuuttamalla taholla kalibroinnin yhteydessä kerran vuodessa tai tarpeen mukaan tiheämmällä välillä mikäli laitteen käytön yhteydessä havaitaan poikkeavuuksia tai laite rikkoutuu.	Tarkistus vuokrauksen päätteeksi.	Analysaattoria ei tarvitse huoltaa, jos se toimii moitteetta. Yleisin toimenpide on mittaikkunan suojan vaihto, jonka asiakas voi itse suorittaa. Likainen ikkuna saattaa vaikuttaa mittatarkkuuteen. Rikkinäisen ikkunan kautta voi päästä likaa detektorille ja röntgenputkelle, ja niiden toiminta saattaa häiriintyä. Pitkään käytössä olleen analysaattorin röntgenputki saatetaan joutua vaihtamaan.	Jokainen kenttäyöntekijä pitää huolen siitä, että laitetta säilytetään oikein ja se ei pääse pölyntymään. Kenttäyöntekijä tarkistaa ennen mittauksien aloittamista, että laite on toimintakunnossa sekä mittaussikkunan kalvo on ehjä. Mikäli laite kaipaa esim. kalvon vaihtamista, voi kenttäyöntekijä suorittaa sen työmaalla. Mikäli laite kaipaa suurempaa huoltoa, toimittaa kenttäyöntekijä sen laitevastaavalle, joka suorittaa tarvittavat huoltotoimenpiteet laitetoimittajan ohjeiden mukaisesti tai toimittaa laitteen huoltoon laitetoimittajan osoittamaan huoltopisteeseen.	Laitetoimittajan suosittelema huoltoväli on 3 vuotta. Tällöin laite käy valmistajan hyväksymässä huoltopisteessä huollossa ja kalibroinnissa. Analysaattori toimitetaan huoltoon, jos siinä ilmenee tai epäillään vikoja. Huolto: 1. Analysaattorin puhdistus ulkopuolelta. 2. Analysaattorin turvallisuus toimintojen tarkistus. 3. Analysaattorin kalibroinnin tarkistus sertifioiduilla referenssinäytteillä. 4. Analysaattorin tilan kokonaisvaltainen arviointi ja huoltoraportti. Lisäksi laitetta huolletaan analysaattorin käyttöasteen mukaan päivittäin/ viikoittain / tarpeen vaatiessa ulkoisesti (vaihdetaan mittaikkuna tarpeen vaatiessa, tarkistetaan laitteen kunto ulkoisesti, ladataan akut täyteen).	Laitteelle ei tehdä säännöllistä huoltoa. Tarvittaessa vaihdetaan lampun suo-jana oleva kalvo.
8. Mitkä ovat tärkeimmät päivittäistoimenpiteet laadunvarmistamiseksi?	System check käynnistyksen jälkeen. Kalibroinnin tarkistus-näytteiden analysointi.	Laitteen toimintakunnon ja sisäisen kalibroinnin tarkastus ennen näytteenoton aloittamista. Rinnakkaismääritykset vastaavista näytteistä kenttä- ja laboratorioanalysit. Laitteen asianmukainen palautus käytön jälkeen (akkujen lataus ja tarvittaessa mekaaninen puhdistus).	Päivittäinen toimenpide on mittarin sisäinen tarkistus – System Check. Ajoittain tehdään tarkistusmittaus mittarin mukana kulkevalle metalliselle testinäytteelle.	Analysaattorin mukana on tarkastusnäyte, jonka voi mitata ja tuloksia verrata annettuun kalibrointitodistukseen.	Jokainen laitteella tehtävä kenttämittaus suoritetaan vähintään 2 kertaa yhdestä homogenisoidusta näytteestä. Mittaukset suoritetaan näytepussin kahdesta eri osasta ja niiden tuloksia verrataan toisiinsa. Mikäli tulokset eivät poikkea merkittävästi toisistaan, tulkitaan näiden tulosten keskiarvon vastaavan näytteen metallien pitoisuuksia. Mikäli samasta näytteestä tehtävän kahden eri mittauksen tulokset poikkeavat merkittävästi toisistaan mitataan näyte uudelleen tarvittavan monta kertaa, jotta mittauksien keskiarvo saadaan luotettavasti määritettyä. Laitteen käyttökunnosta huolehtiminen sekä laitteen antamien mittaustulosten vertaaminen laboratorioanalysien tuloksiin. Rinnakkaistulokset eivät saa erota yli 20 % keskenään. Hyvä rinnakkaistulos eroaa <10 % toisistaan.	Mittaikkunan vaihtaminen, laitteen itsetarkastuksen ajaminen, referenssinäytteen mittaaminen. Varmistus, että mitattava näyte on hyvin sekoitettu ja sisältää vain mitattavaa näytettä. Hyvin sekoitetusta ja pienen raekoon omaavasta näytteestä saadaan oikeampi tulos. Pyritään mittaamaan mahdollisimman kuivaa näytettä, mikäli mahdollista. Kosteus saattaa aiheuttaa virhettä tulokseen.	Kalibroinnin tarkistus tehdään aina ennen mittausta.

Kysymys	Osallistuja 1	Osallistuja 2	Osallistuja 3	Osallistuja 4	Osallistuja 5	Osallistuja 6	Osallistuja 7	Osallistuja 9
9. Mistä tiedät, että analysaattori ei toimi oikein tai että se on huollon tai kalibroinnin tarpeessa?		Virheilmoitukset system checkin aikana. Mittaustuloksissa on normaalia enemmän vaihtelua tai testinappien mittaustulokset ovat sallittujen arvojen ulkopuolella. Piidioksidinappi näyttää mitattavan määrän alkuainetta (tulisi näyttää "nollaa").	Laitteen sisäisen kalibroinnin tarkastuksessa ilmenee virhe. Rinnakkaismäärittysten tuloksissa (kenttä- ja laboratorioanalyysit) havaitaan systemaattinen heitto. Laitteessa havaitaan silmämääräisesti tarkasteltuna poikkeavuuksia "normaalitilaan", esimerkiksi osia on irti joko osittain tai kokonaan.	Mittarin tulokset ovat erikoisia, esim. "puhtaidenkin" näytteiden haittaainepitoisuus on koholla. Syy voi olla mittaussikkunan likaantuminen.	Analysaattori on huollon tarpeessa, jos se ei toimi normaalisti: ei lähde käyntiin, keskeyttää mittauksen, antaa virheilmoituksia tai epätavallisia tuloksia.	Laitteessa on joku näkyvä vika tai esimerkiksi mittauspään ikkunan suojakalvo on rikki. Laitte ei läpäise kalibrintarkistusta laitteen käynnistymisen yhteydessä. Mikäli laite näyttää epäilyttäviä tuloksia, joita voivat olla esimerkiksi samasta näytteestä tehtävien eri mittausten väliset suuret erot tai jonkun yhden metallin aiempaa selkeästi korkeammat tulokset, voidaan epäillä, että laite on huollon/kalibroinnin tarpeessa.	Mikäli analysaattori antaa virheilmoituksen. Mikäli laboratorioanalyysit ja kenttämittaukset tai aistihavainnot eivät ole yhtään linjassa.	Jos laite ei mene kalibroinnin tarkistuksesta läpi.
10. Minkälaisia rajoituksia olet huomannut analysaattorin käytössä, miten niistä mahdollisesti pääsisi eroon?	Joka kerta ennen mittaamista miettii mielessä turvallisen mittauksen tavat. Mittausta ei voi esim. suorittaa pöydällä kun istuu itse pöydän ääressä.	Analysaattori ei anna luotettavia pitoisuuksia kaikille alkuaineille (esim. Co, V) ilmeisesti spektrien liittymisen vuoksi. Kalibroinnilla tästä pyritään pääsemään eroon, mutta ei täydellisesti. Mittauksessa tulee huomioida näytteen heterogeenisuus (ei esim. tehdä mittausta näytteessä olevan kiven kohdalta), katsoa, että mittaikkuna on hyvin näytteessä kiinni, tehdä riittävän monta mittausta ja huomioida usean mittauksen keskiarvon lisäksi selkeästi poikkeavat pitoisuudet. Näytteen korkea kosteuspitoisuus pienentää mittaustulosta, joten mittaukset tulisi tehdä mahdollisimman kuivasta näytteestä tai huomioida kosteus tulosten tulkinnessa. Määritysrajat ovat monen alkuaineen kohdalla korkeat, mikä pitää huomioida tulosten tulkinnessa.	Vaikka laitetta käytetäänkin kenttämittauksissa, on sen säänkestävyys (sade- ja pakkaskeli) kuitenkin rajallinen. Nämä on helppo huomioida työmaalla tekemällä mittaukset joko työmaakopissa tai muussa soveltuvassa sisätilassa.	Kylmät lämpötilat: tehdään mittaukset sisätiloissa.	Analysaattoria tulee käyttää ohjeistuksen mukaisesti. Analysaattorin mukana tulee säteilysuoja, jota voi käyttää maaperänäytteitä analysoitaessa. Analysoitavaa näytettä ei saa pitää kädessä, eikä kättä saa pitää laitteen nokan lähellä mittauksen ollessa käynnissä	Laitteen mittausten tarkkuus vaihtelee eri metallien osalta merkittävästi. Lisäksi laitteen mukana tuleva mittausteline on hankala ja hidas käyttää kenttäolosuhteissa. Mittaustarkkuuteen voidaan vaikuttaa laskemalla korrelaatio käyriä eri metalleille ja maalajeille eri kohteisiin laboratorioanalyysien perusteella sekä tarvittaessa kalibroimaan laitetta vastaamaan juuri sen kohteen ominaisuuksia.	Erittäin kosteita näytteitä mitattaessa XRF-analysaattorin tulokset näyttävät pienempää pitoisuutta kuivaan verrattuna. Näytteen olisi hyvä olla mahdollisimman kuiva mitattaessa. Analysaattori mittaa luotettavimmin sinkin ja lyijyn. Sen jälkeen arseenin ja kuparin. "Päällekkäiset" spektrit aiheuttavat epäluotettavuutta muiden metallien tuloksiin. Metallinpalat tai -hiput näytteen seassa saattavat aiheuttaa liian korkean kenttätuloksen. Tämän virheen minimoimiseksi näyte pitäisi mitata useasta (vähintään 2-3) eri kohdasta ja laskea keskiarvo tulokselle	Käytön vähäisyydestä johtuen ei ole tullut vastaan.

Kysymys	Osallistuja 1	Osallistuja 2	Osallistuja 3	Osallistuja 4	Osallistuja 5	Osallistuja 6	Osallistuja 7	Osallistuja 9
11. Miten huolehdit työturvallisuudesta XRF-analysaattoria käyttäessäsi?		Laitteella ei osoiteta muita henkilöitä, eikä mitata esim. pöydällä siten, että jalat ovat alla (käytännössä mittaus aina lattialla), laitetta ei jätetä valvomatta ja sitä säilytetään omassa kantolaukussa ja toimistolla aina lukitussa säilytyskaapissa. Otetaan huomioon analysoitavan näytteen koko, koostumus ja näytteen alapuolinen materiaali (saattaa vaikuttaa takaisin-siroavan säteilyn määrään) sekä laitteesta lähtevän säteen suunta. Mitattaessa käytetään Easy trigger -toimintoa, jolloin laitetta ei tarvitse koskea mittauksen aikana.	Käytän mittalaitetta laitevalmistajan ohjeiden mukaan. Laitetta ei saa käyttää, jollei yrityksen säteilyturvavastaava ole antanut laitteen turvallisen käytön perehdytystä.	Ei osoitella mittarilla itseä eikä muita. En salli mittaus-aikana oleskelua lähietäisyydellä mittarin edustalla.		Mittaukset tehdään käyttökoulutuksen mukaisesti. Mittaus tehdään aina niin, ettei mittari pääse kaatumaan mittauksen aikana, jolloin mittauspää voisi osoittaa johonkin muualle kuin mitattavaan maanäytteeseen. Lisäksi jos mittaus tehdään pöydällä, niin huolehditaan siitä, että mittausalueella ei ole jalkoja tms. kehon osia, joihin säde voisi osua.	Kaikki käyttäjät on koulutettu ja laitetta käytetään valmistajan turvallisuusvaatimusten mukaisesti. Mitataan itsestä ja muista pois päin, kaikessa toiminnassa huolehditaan työturvallisuudesta. Analysaattoria ei tule suunnata suoraan ketään kohti tai ruumiinosaa kohti. Älä mittaa rikkinäisellä laitteella, vaan toimita laite heti huoltoon. Vaurio joka vaatii huoltoa: <ul style="list-style-type: none"> • Virta johto, liitin tai akkukontaktit akkukurille ovat vaurioituneet. • Nestettä on läikkynyt tai esine on pudonnut instrumenttiin. • Instrumentti on altistunut sateelle tai vedelle. • Instrumentti on pudonnut tai vaurioitunut. • On huomattavia merkkejä ylikuumenemisesta. • Instrumentti ei toimi normaalisti kun seuraat käyttöohjeita. 	Laitetta käytetään vain käyttöohjeen mukaan.
Kalibrointi-todistus esitetty vertailukokeessa?	Ei	Kyllä (Holger-hartmann Oy, 3.4.2016)	Ei	Ei	Ei	Kyllä (Olympus, 5.5.2011)	Kyllä (Olympus, 12.4.2012)	Ei

Kentällä mitatun näytteen XRF-tulokset:**Järjestäjän mittaamat referenssimittarin tulokset pussitetusta näytteestä.**

Mittaus nro	Cr (mg/kg)					Cu (mg/kg)				
	a	b	c	K.A.	sd	a	b	c	K.A.	sd
1	631	581	177	463	249	795	331	1365	830	517,9
2	363	521	387	424	85,1	270	295	275	280	13,2
3	382	352	454	396	52,4	443	270	304	339	91,7
4	445	444	448	446	2,1	438	286	181	302	129,2
5	386	694	424	501	168	358	281	306	315	39,3
6	436	601	577	538	89,1	331	276	366	324	45,4
7	383	776	460	540	208	328	394	347	356	34,0
8	579	356	543	493	120	383	307	371	354	40,9
9	456	721	620	599	134	426	374	422	407	28,9
				489	123,0				390	104,5
Pöly	219	237		228	12,7	148	144		146	2,8

K.A. = keskiarvo, sd = keskihajonta

Osallistujien tulokset samasta pussitetusta näytteestä

Osallistuja nro	Cr (mg/kg)							Cu (mg/kg)						
	a	b	c	d	e	K.A.	sd	a	b	c	d	e	K.A.	sd
2	427	388	298			371	66,2	255	424	156			278	134
3	376	304	340			340	36,0	563	370	546			493	107
5	262	216	303	331	209	264	53,3	247	250	458	284	261	300	90
6	292	286				289	4,2	427	373				400	38
7	157	231	164			184	40,9	259	264	332			285	41
9	252	309	<192			280	40,3	315	704	249			423	275
						288	40,1						363	114

K.A. = keskiarvo, sd = keskihajonta

LIITE 5: Laboratorionäytteiden metallipitoisuudet

Näytekoodi	Analyytti (mg/kg)										
	Arseeni	Elohopea	Kadmium	Koboltti	Kromi	Kupari	Nikkeli	Lyijy	Vanadiini	Sinkki	Antimoni
1a	14,3	1	4,8	16,7	267	454	38,4	492	35,5	1040	14,5
1b	27,2	0,9	192	11,7	172	442	32,6	642	24,7	1050	334
1a_RIN	11,3	0,9	7,4	13,4	244	929	38	3950	30,7	906	84
1a_JAE	11,8	0,8	12,3	14	287	427	39,1	323	30,3	955	13,6
2a	11,1	1	8,1	13,8	248	2630	55,4	301	26,2	1700	13,4
2a_RIN	24,8	0,7	8,2	15,7	311	1130	38,9	293	18,2	1170	10,9
2b	10,4	1	4,8	13,2	174	647	30,7	350	29,9	946	14,8
2b_JAE	11,6	0,9	6	15	177	606	35,2	306	32,1	1150	13,6
3A	15,5	1,1	235	12,3	242	979	36,4	1090	26,6	1580	152
3B_JAE	13,7	0,9	4,9	17,9	191	678	41,4	261	25,9	1160	12,1
3B_JAE2	11,3	0,9	4,9	12,1	199	961	40,1	589	22,3	1030	28,5
C_RIN1	13,7	1	7	16	197	1470	145	652	26,6	1590	30
C_RIN2	10,1	0,9	6,6	12,4	221	1330	31,1	339	26,5	933	15,6
4a	11,6	0,6	11,7	14,2	243	994	40,6	349	26,4	1160	29
4b	16,8	0,7	33,6	25,7	311	1820	44,3	372	27,5	1510	13,8
4c	15,8	1,3	8,6	16,3	293	722	40,7	375	33,1	2110	16,3
4c_jae	12,3	0,8	17,1	14,8	293	371	38	434	26	961	13,6
4d	12	12,5	6,1	16	194	691	33	1040	37,8	1060	12,5
4d_rin	11	1,5	5,5	16,7	284	388	84,1	261	34,4	993	13,4
5A	11,3	0,7	5,4	12,7	242	407	32,1	239	25	974	15,7
5B	11,3	0,9	7	13,6	196	1180	32,1	304	25,9	881	17,8
5C	13,6	0,6	6,3	12,9	193	489	34,9	378	23,5	919	13,9
5D	10	0,6	5,6	11,7	202	630	40,2	291	24	1050	13,8
5C_RIN	87,4	1,2	452	9,8	162	764	61,8	2710	18,2	830	423
5b_JAE	10,4	1	6,6	11,7	182	379	28,8	307	19,6	854	11,7
6a	10,2	0,6	8,6	11,6	247	429	34	257	20,3	1140	14,7
6a_JAE	9,6	0,8	6	11,3	222	1310	28,9	339	22,8	1010	27,5
6c	11,2	0,9	6,4	12,7	188	2690	32,3	440	20,9	1360	13,9
6c_RIN	14,5	1	6,2	12,2	191	3090	41,7	430	27,8	1120	15,2

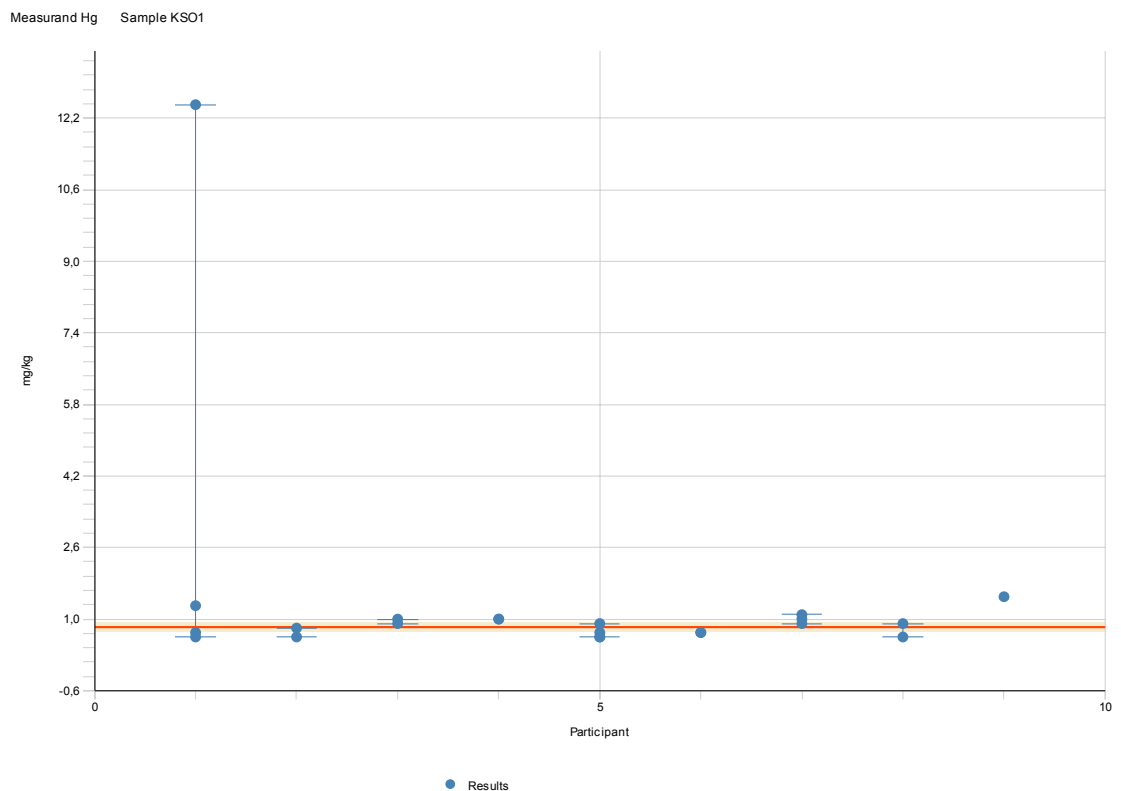
Näytekoodi	Analyytti (mg/kg)										
	Arseeni	Elohopea	Kadmium	Koboltti	Kromi	Kupari	Nikkeli	Lyijy	Vanadiini	Sinkki	Antimoni
7A	10	1,5	6,5	12,3	233	409	29,9	253	26,4	909	15,1
7B_RINN	10,1	0,7	8	12,1	200	592	31,6	911	27,2	1550	19,2
7C_JAE	12,8	0,5	5,6	22,8	202	355	35,6	264	26,7	1020	16,2
8a	9	0,7	6,6	11,6	170	868	31,5	325	20,4	923	21,4
8a_RINN	11,6	1,4	7,7	11,2	188	873	27,9	326	23,1	1080	26,8
8b	9,4	0,7	7,3	10,6	207	534	27,6	289	20,3	976	13,4
8b_JAE	10	0,8	5,9	13,5	184	1360	29,6	307	22,2	998	27,5
9a	11,6	0,6	4,4	16	198	1130	30,6	628	24,2	786	73,1
9a_RIN	10,8	0,9	6,8	12,2	195	411	28,9	318	23	758	14,5
9c	9,7	0,8	5,4	11,6	185	708	36	289	25,6	938	16,7
9c_JAE	10,8	0,7	8,3	12,9	187	429	30,2	256	31,9	861	13,5

LIITE 6: Osallistujien kokoomanäytteiden tulokset testisuureittain

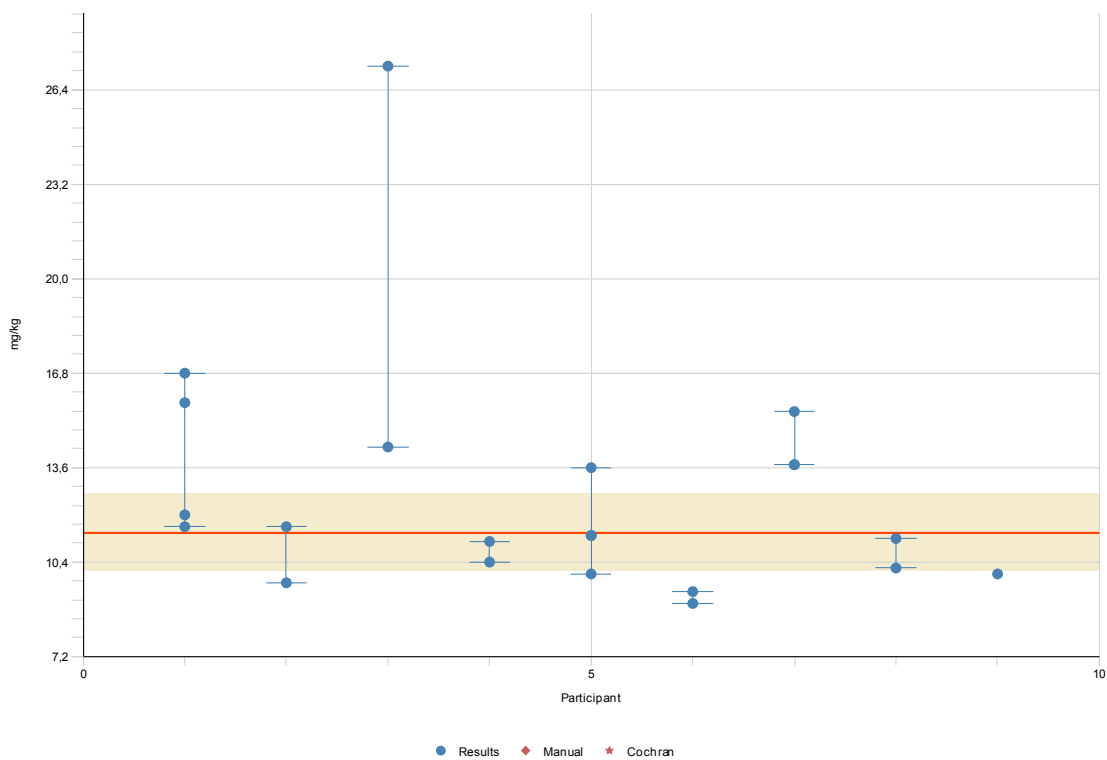
Huomaa, että tämän liitteen kuvissa x-akselin numerointi ei vastaa osallistujakoodeja. Tulokset esitetään numerojärjestyksessä, joka poikkeaa osallistujakoodeista seuraavasti:

Osallistujakoodi	Osallistujan tulos Liite 6 kuvaajissa
1	3
2	4
3	7
4	1
5	5
6	8
7	9
8	6
9	2

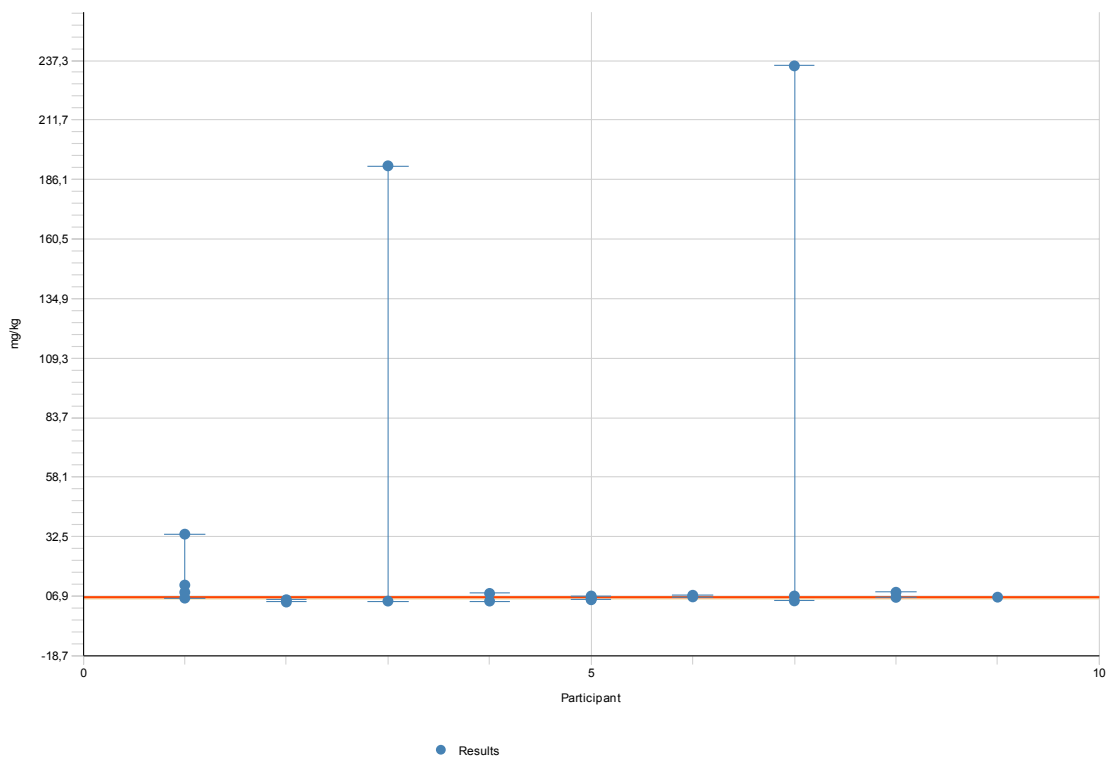
Punainen poikkiviiva kuvaa kaikkien tulosten keskiarvoa.

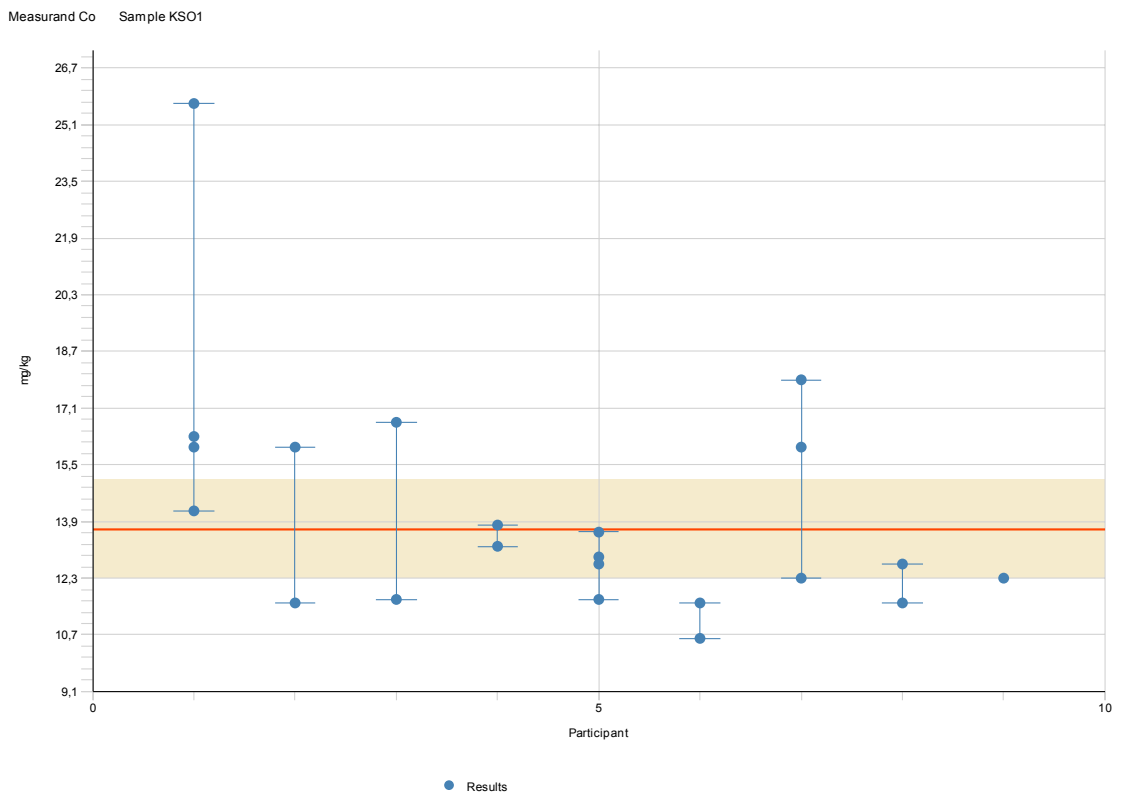
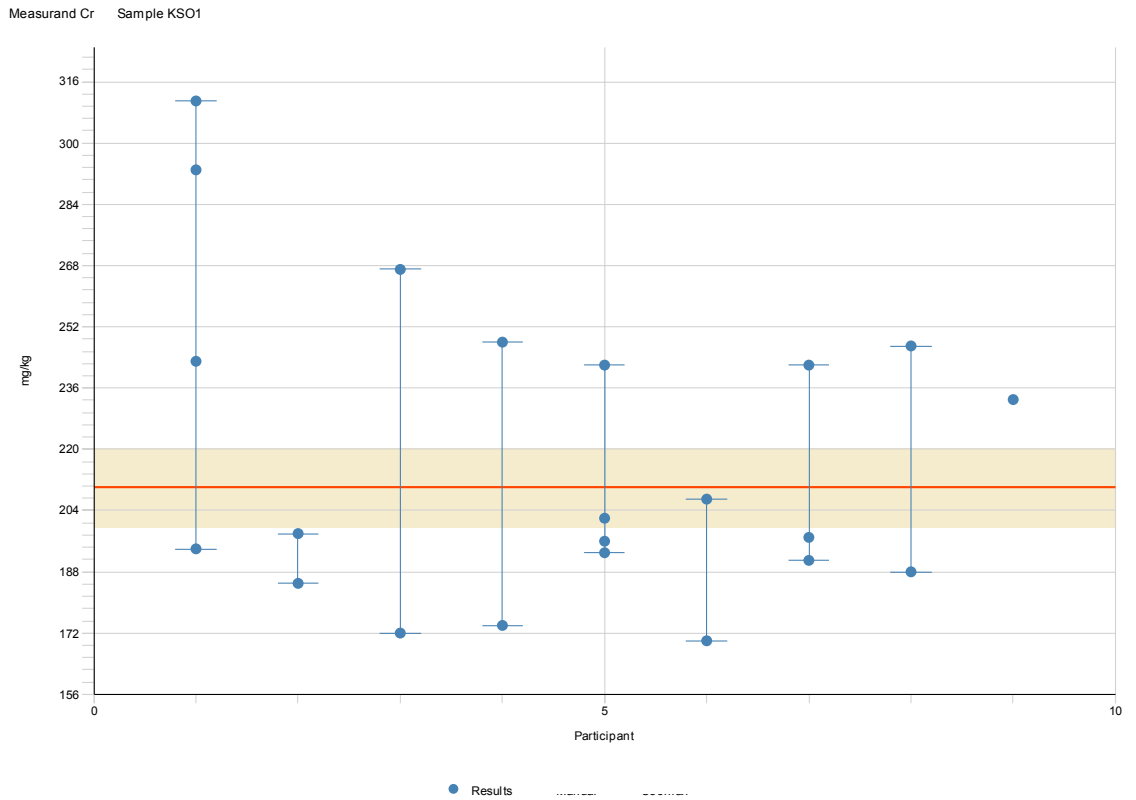


Measurand As Sample KSO1

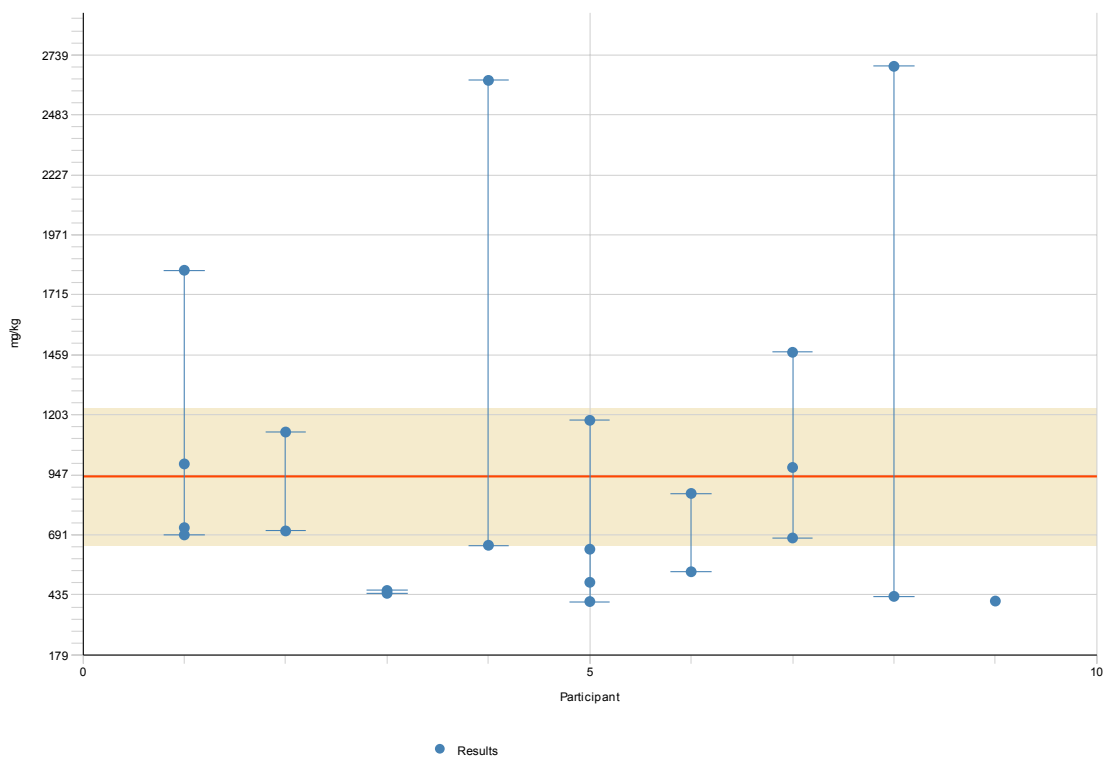


Measurand Cd Sample KSO1

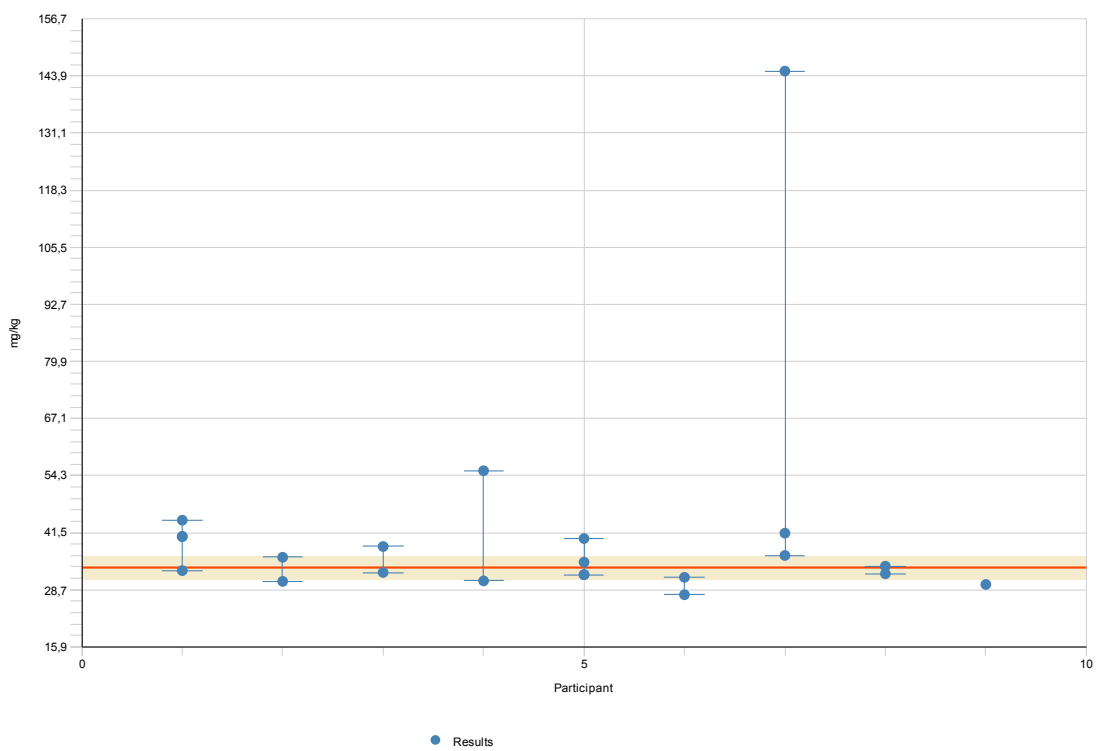




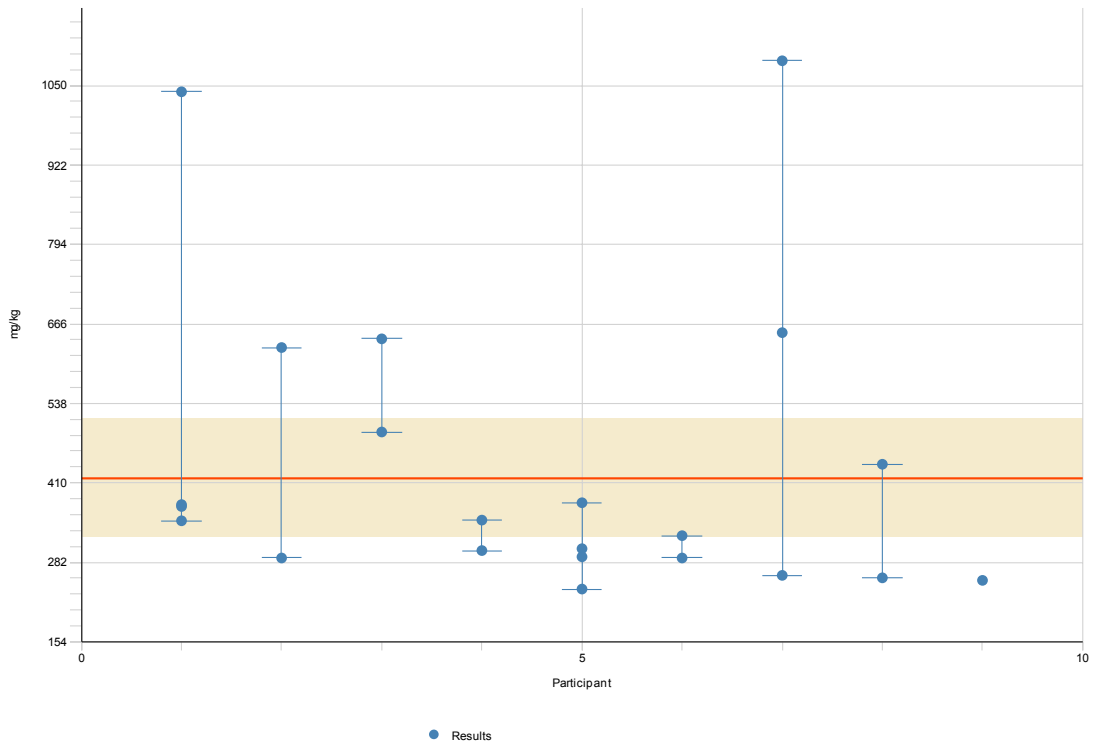
Measurand Cu Sample KSO1



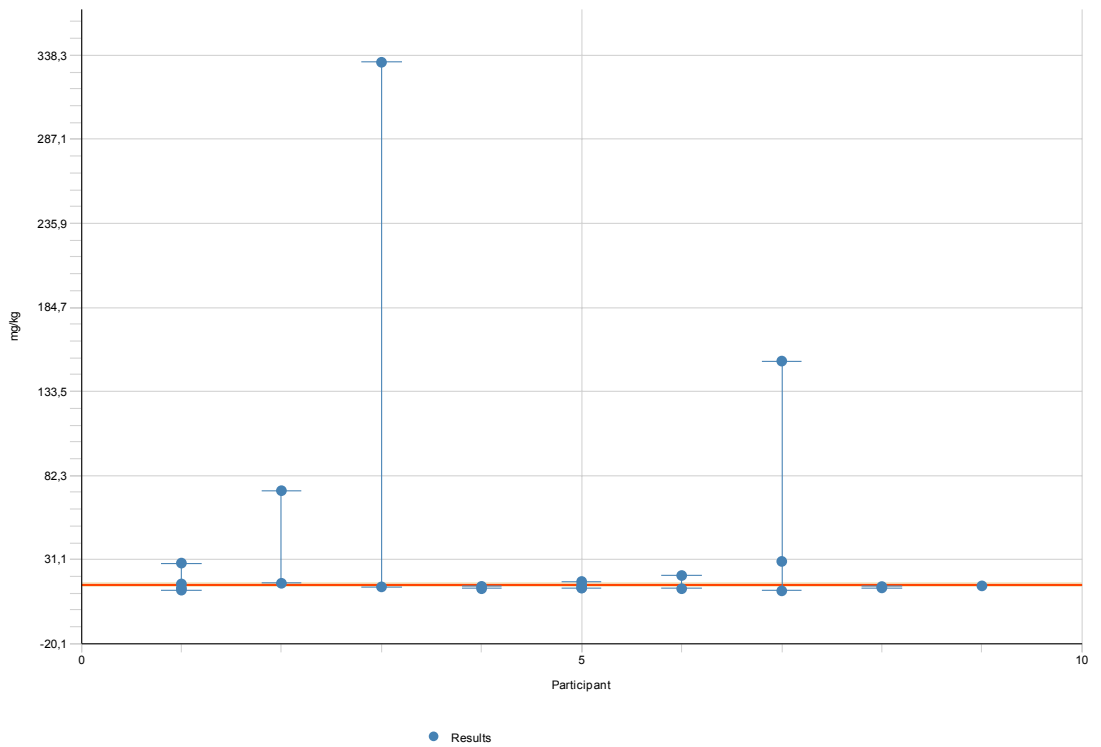
Measurand Ni Sample KSO1



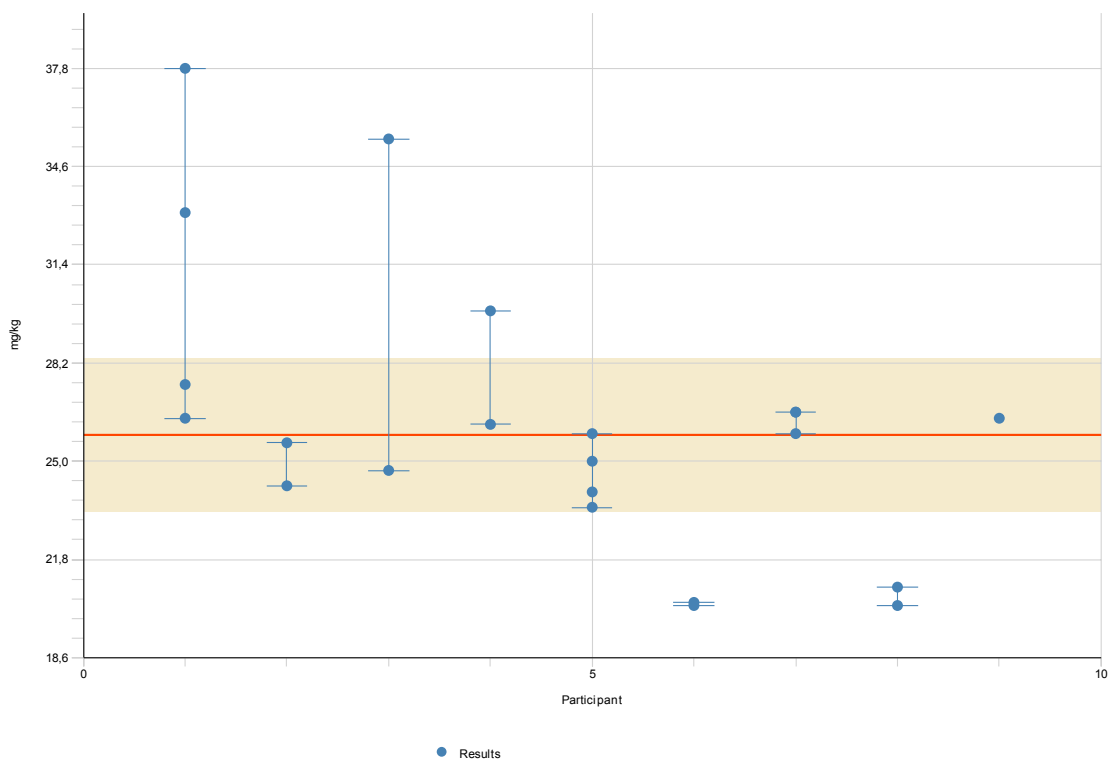
Measurand Pb Sample KSO1



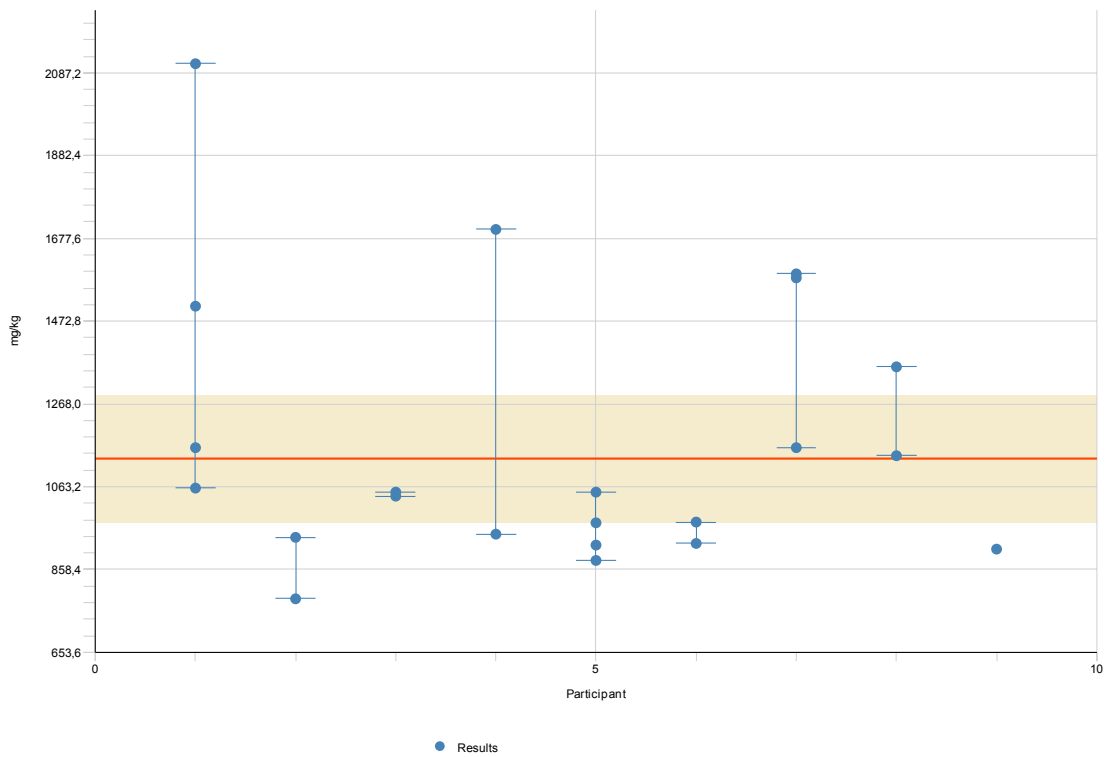
Measurand Sb Sample KSO1



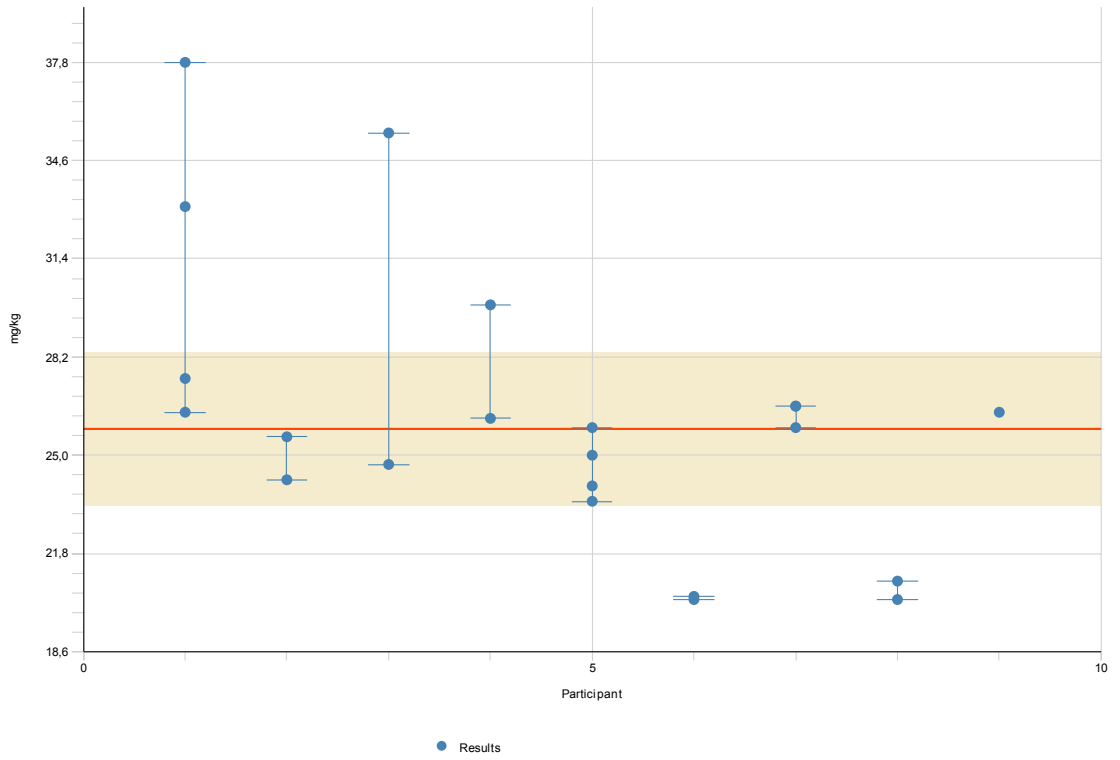
Measurand V Sample KSO1



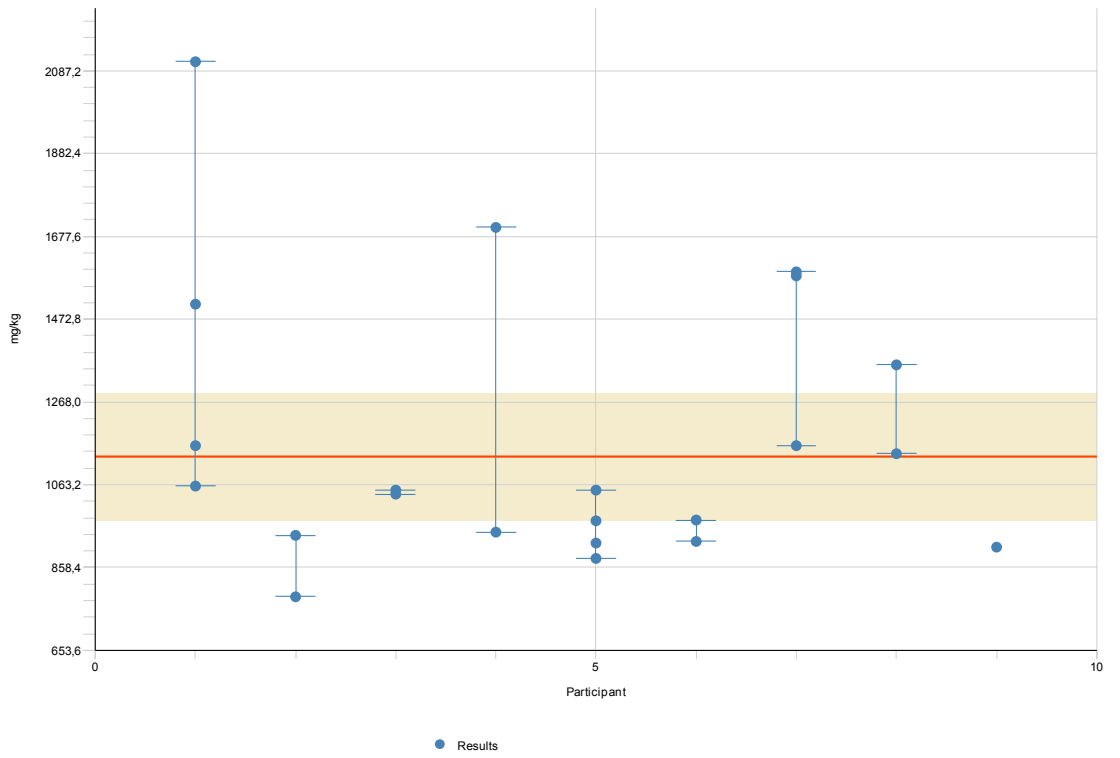
Measurand Zn Sample KSO1



Measurand V Sample KSO1



Measurand Zn Sample KSO1





ISBN 978-952-11-4651-0 (PDF)

ISSN 1796-1726 (verkkokj.)