



MASA-näytteenottokoe

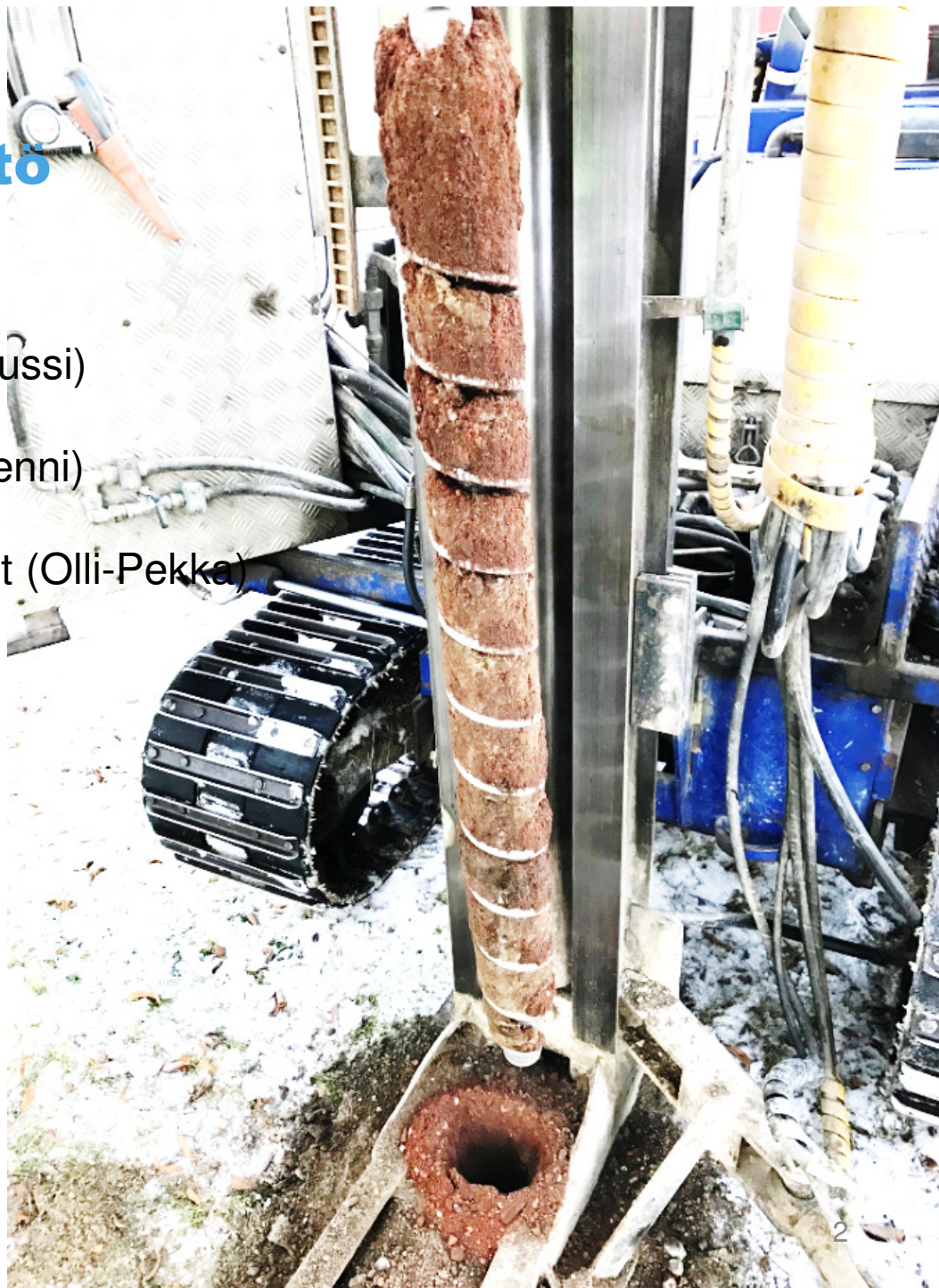
Jussi Reinikainen, SYKE

Jenni Haapaniemi, Sito

Olli-Pekka Jaakola, SGS

Esityksen sisältö

- Hankkeen lähtökohdat (Jussi)
- Näytteenoton toteutus (Jenni)
- Esikäsittely ja määritykset (Olli-Pekka)
- Yhteenveto



Hanke

- Tavoite: tuottaa tietoa näytteenottoa ja näytteiden esikäsittelyä koskevien laadunhallintavaatimusten laatimiseksi MASA-asetuksen mukaisessa maa-ainesjätteen hyödyntämisessä
 - Toistettavuus -> edustava näytteenotto raja-arvovertailuun
 - Käytännöllisyys -> kustannukset ja aika
- Suunniteltu ja toteutettu konsulttitoimistojen, laboratorioiden ja SYKEN välisenä yhteistyönä
 - Näytteenoton toteutus: Sito Oy
 - Näytteiden esikäsittely ja toteutus: SGS Inspection Services Oy
 - Kustannustasovertailu: Ramboll Finland Oy
- Tutkimuskohteena Viinikanlahden jäteveden puhdistamon alue Tampereella

Edustava näytteenotto

- Näytteenotto, jonka perusteella voidaan tehdä *riittävän luotettavia päätelmiä* tutkittavan ympäristönosan tai kohteen ominaisuuksista (mukaillen ISO 11074-2)
 - Tavoitteet
 - Mihin kysymyksiin näytteenotolla halutaan saada vastauksia?
→ **Haitta-aineiden pitoisuudet ja liukoisuudet maa-aineksessa**
 - Kohteen rajaus -> näytteenottoalue
 - Mitä aluetta tai massaa kysymykset koskevat?
→ **Kaivettava/kaivettu ja hyödynnettäväksi suunniteltu maa-aineserä**
→ **Pitoisuudet -> 2 mm fraktio; liukoisuudet -> 4 mm fraktio**
 - Luotettavuus
 - Mikä on päätöksentekoon tarvittava tunnusluku ja sen hyväksyttävä epävarmuus/virhe?
→ **Pitoisuuksien ja liukoisuuksien keskiarvot ja -hajonnat (20...30 %?!)**

Näytteenoton teoria ja tilastolliset periaatteet

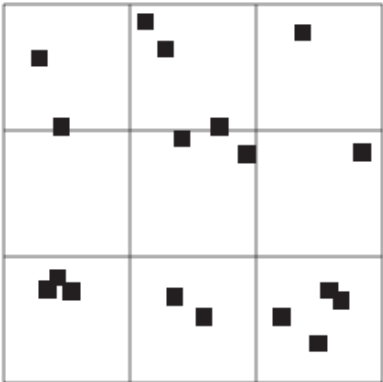
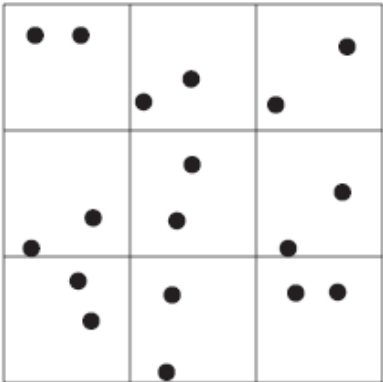
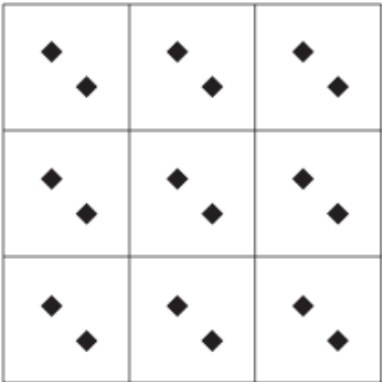
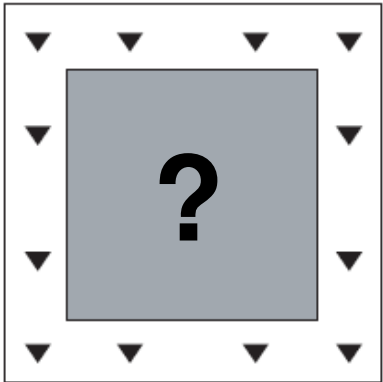
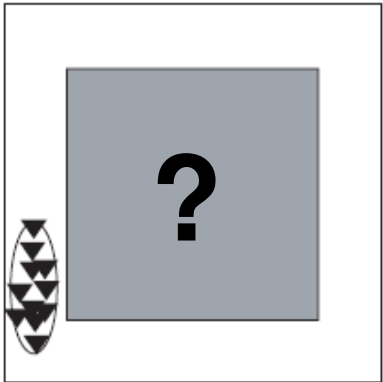
- Tilastollinen päättely ja näytteenoton luotettavuuden osoittaminen (kvantitatiivisesti) edellyttävät satunnaisotantamenetelmien soveltamista (vrt. ”harkintaan” perustuva näytteenotto)
 - Huom! Ei poista esim. historiatiedon pohjalta tehtävää näytteenottoalueen valintaa

Probabilistic sampling = sampling conducted according to the statistical principles of sampling (EN14899:2005)

NOTE 1 The essential principle of probabilistic sampling is that every individual particle or item in the population has an equal chance of being sampled.

NOTE 2 Probabilistic sampling results in boundary conditions for the type of sampling equipment used, the method of sampling (where, when, how) and the minimum size of increments and (composite) samples.

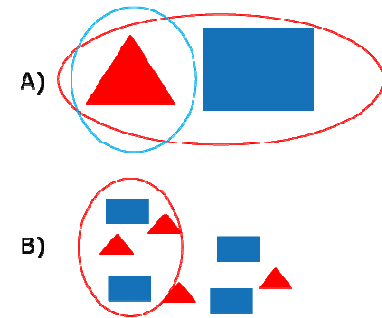
Satunnaisotanta vs. "harkinta"

Simple random sampling	Stratified random sampling	Systematic sampling
		
Judgemental sampling (1)	Judgemental sampling (2)	
		

Näytteenoton epävarmuus/virhe

- Näytteenottovirhe = poikkeama ”todellisesta” arvosta
 - Ei näytteenottovirhettä, jos koko tutkimusalue mahtuu näytepurkkiin...
- Aiheutuu näytematriisin heterogeenisuudesta
 - Tutkittavan ominaisuuden vaihtelu paikan ja ajan suhteen
 - *Compositional / distributional / large-scale heterogeneity*
- Perusvirheen pienentäminen
 - Riittävän suuri näytemassa (kaikki partikkelikoot mukaan)
 - Tarvittaessa raekoon pienentäminen (esim. murskaus, jauhanta)
- Lajittumis- ja ryhmittymisvirheen pienentäminen
 - Näytteitä riittävästi ja tasapuolisesti koko tutkittavalta alueelta
- Perusvirhe ja lajittumisvirhe huomioitava myös laboratoriossa
 - Sekoittaminen ei homogenisoi heterogeenista matriisia, vaan voi jopa lisätä lajittumista

Kuvat: Mikael Takala



50	10	20	40
50	100	30	25
10	20	80	40
50	10	30	40
1000	10	2000	25

Näytteenottosuunnitelma

- Haitta-aineiden keskimääräiset pitoisuudet ja liukoisuudet ”hyödynnettävässä” maa-aineksessa
 - Kaivamaton maaperä -> kairanäytteenotto
- Kokooma-/moniosanäytteenottoon perustuva strategia
 - 3 näytteenottoruutua, 2 syvyysprofiilia (0,5-1,5 m; 1,5-2,5 m)
 - 50 ja 25 osanäytteen (n. 200 g) kokoomat
 - 3 rinnakkaista (jaettua) näytettä



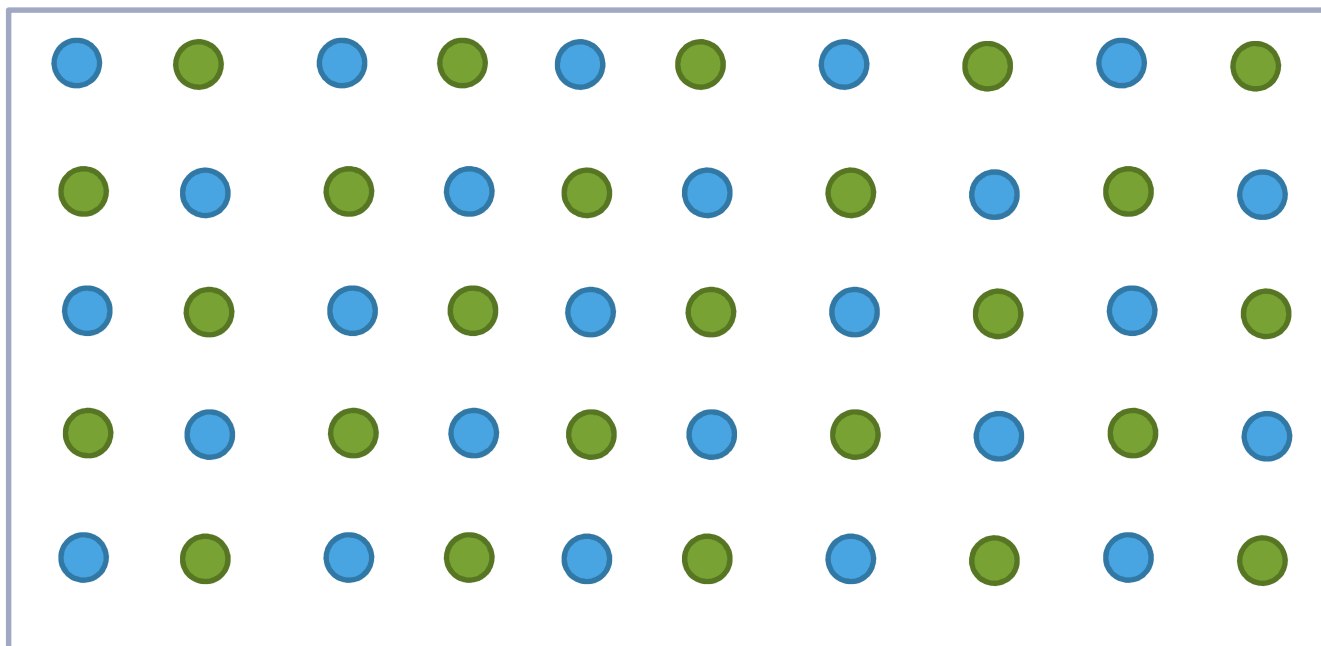
Näytteenottosuunnitelma

Kaikista kairauspisteistä osanäyte -> 50 kpl ● ● 3 rinnakkaista

Joka toisesta kp:stä osanäyte -> 25 kpl ● 3 rinnakkaista

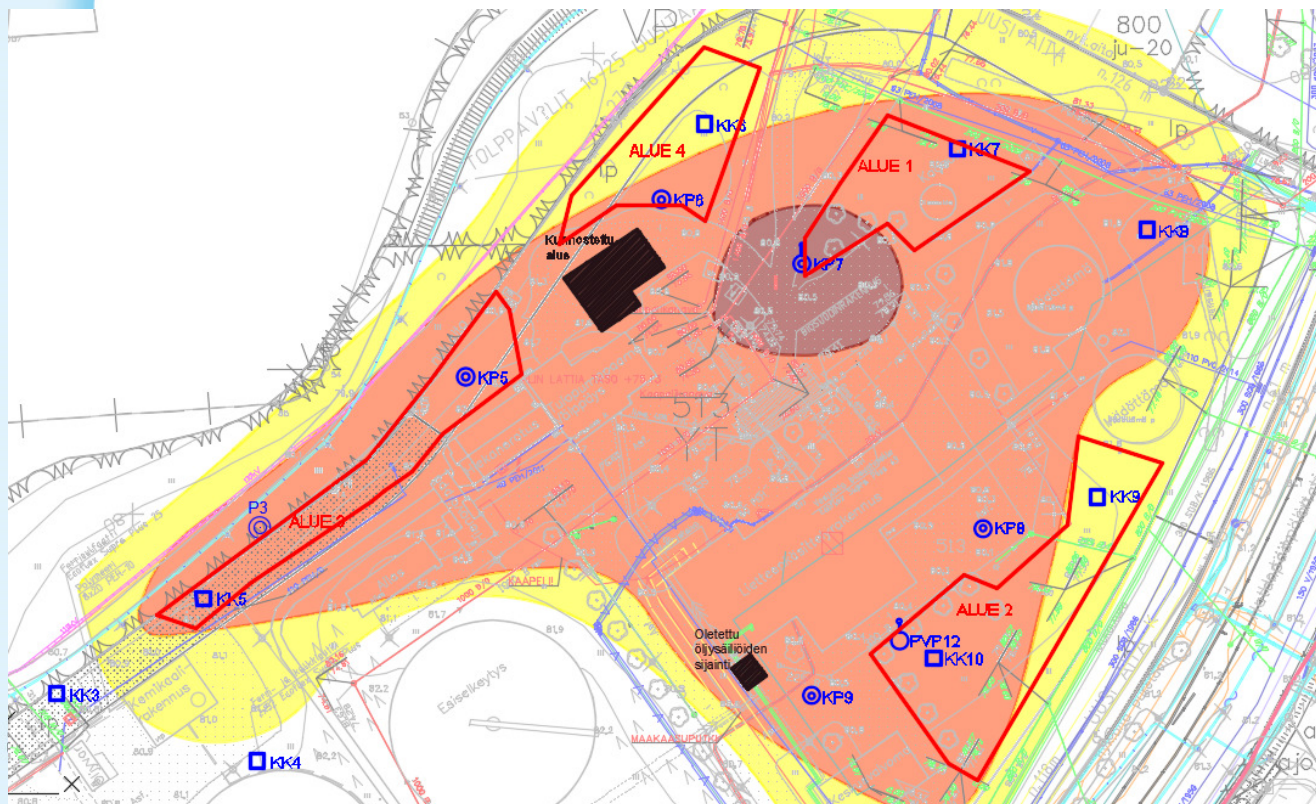
Näytteet
0,5-1,5 m
1,5-2,5 m

$3 \cdot 2$ syvyyttä + $3 \cdot 2$ syvyyttä = 12 näytettä/ruutu
50 osan 25 osan
Yht. 36 näytettä



Tutkimuskohde

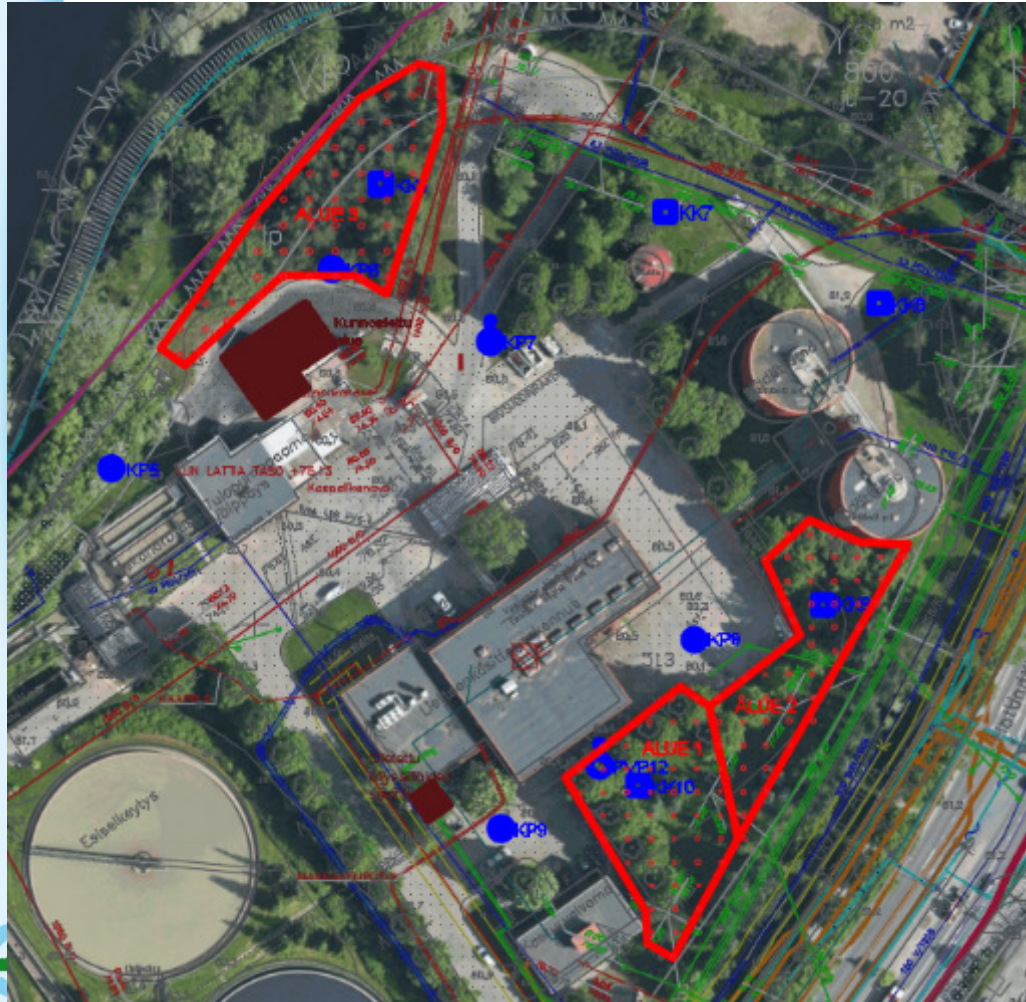
- Viinikanlahden jäteveden puhdistamon alue Tampereella
 - Metalleja, PAH-yhdisteitä ja öljyhiilivetyjä täyttömaassa
- Pyrittiin löytämään noin 1000 m² tutkimusalueita, joissa
 - Haitta-aineita todettu
 - Nurmipinnoite
 - Ei merkittävästi kaapelointeja



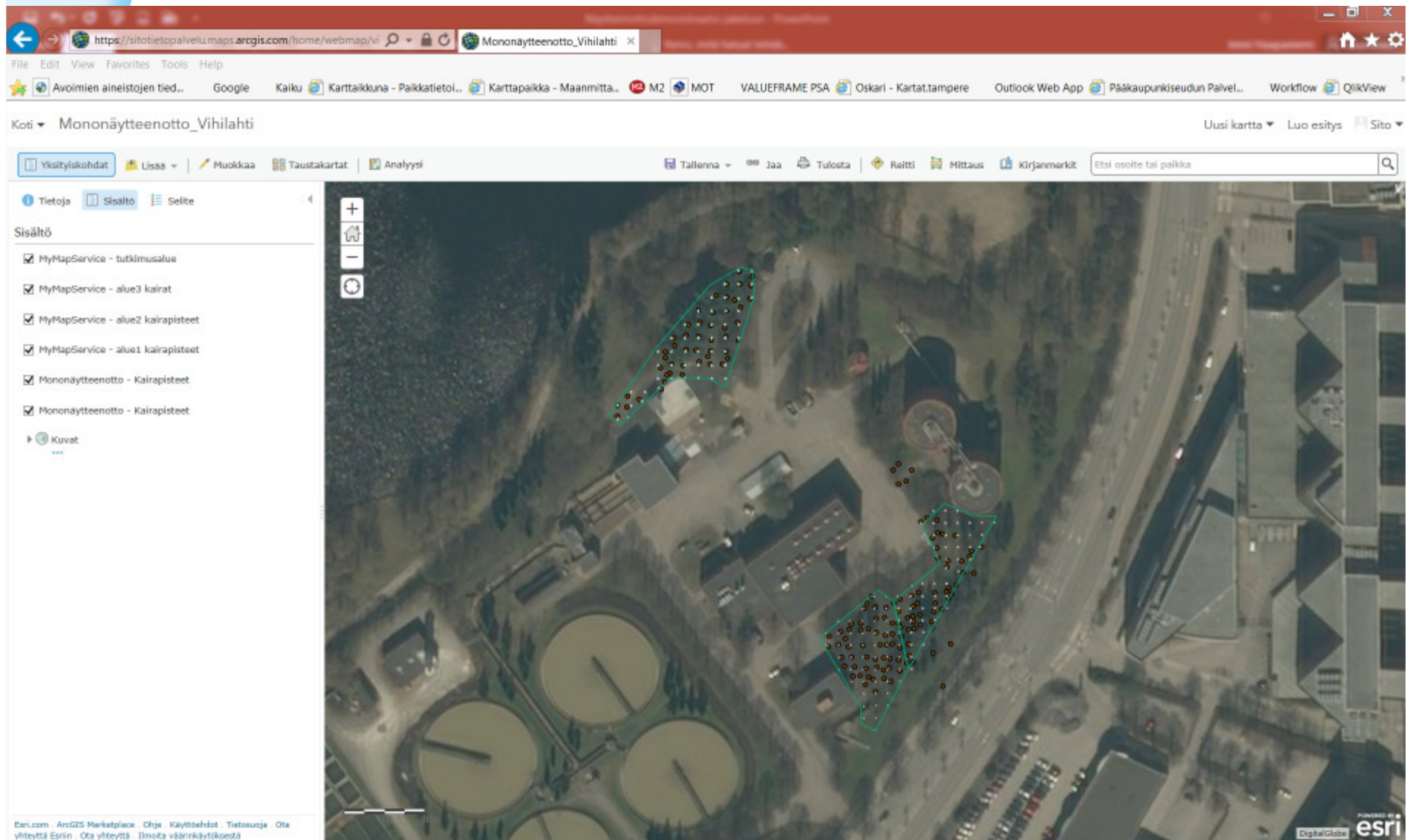
Alustavat
tutkimusalueet
punaisella,
vanhat
tutkimuspisteet
sinisellä

Tutkimusalueet

Valitut tutkimusalueet punaisella,
vanhat tutkimuspisteet sinisellä



Suunnitelma ja paikannus



Dokumentointi

The screenshot shows a web browser window displaying an ArcGIS web application. The address bar shows the URL: <https://sitotietopalvelu.maps.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?appid=...>. The page title is "Mononäytteenotto_Vihilahti". The interface includes a top menu bar with options like "Yksityiskohtat", "Uissa", "Muokkaa", "Taustakartat", and "Analyysi". On the left, there is a "Sisältö" (Content) pane with a list of layers: "MyMapService - tutkimusalue", "MyMapService - alue3 kairat", "MyMapService - alue2 kairapistee", "MyMapService - alue1 kairapistee", "Mononäytteenotto - Kairapistee", and "Mononäytteenotto - Kairapistee". The main map area shows an aerial view with a green polygon boundary and numerous small red dots representing sampling points. A pop-up window is visible over one of the points, displaying details for "Kairapistee: kp12".

Kairapistee: kp12

Pvm	
Näytteenottoaja	kp12
Maalaji	0.5-1.5 hk kivi muovijäte, 1.5-2.5 hk kivi tilli
Tarkennus kohteeseen	15m raititietojen
Muokkaa	



Näytteenotto



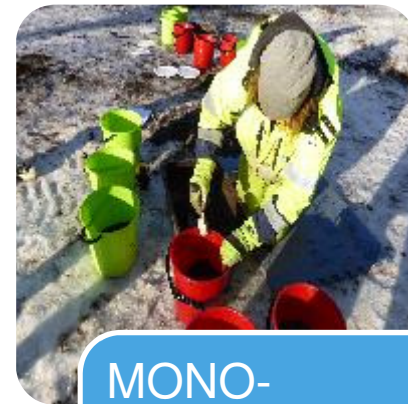
Kairaus

- Keskiraskas kairavaunu
- Näytteenottimena kierrekaira



Osanäytteenotto

- Suoraan kierrekairasta laatikkoon
- Mahdollisimman hyvä homogenisointi



MONO-näytteenotto

- 1 dl & 2 dl (50 ja 25 osanäytettä)
- 3 rinnakkaista
- 2 syvyyttä



Näytteenotto



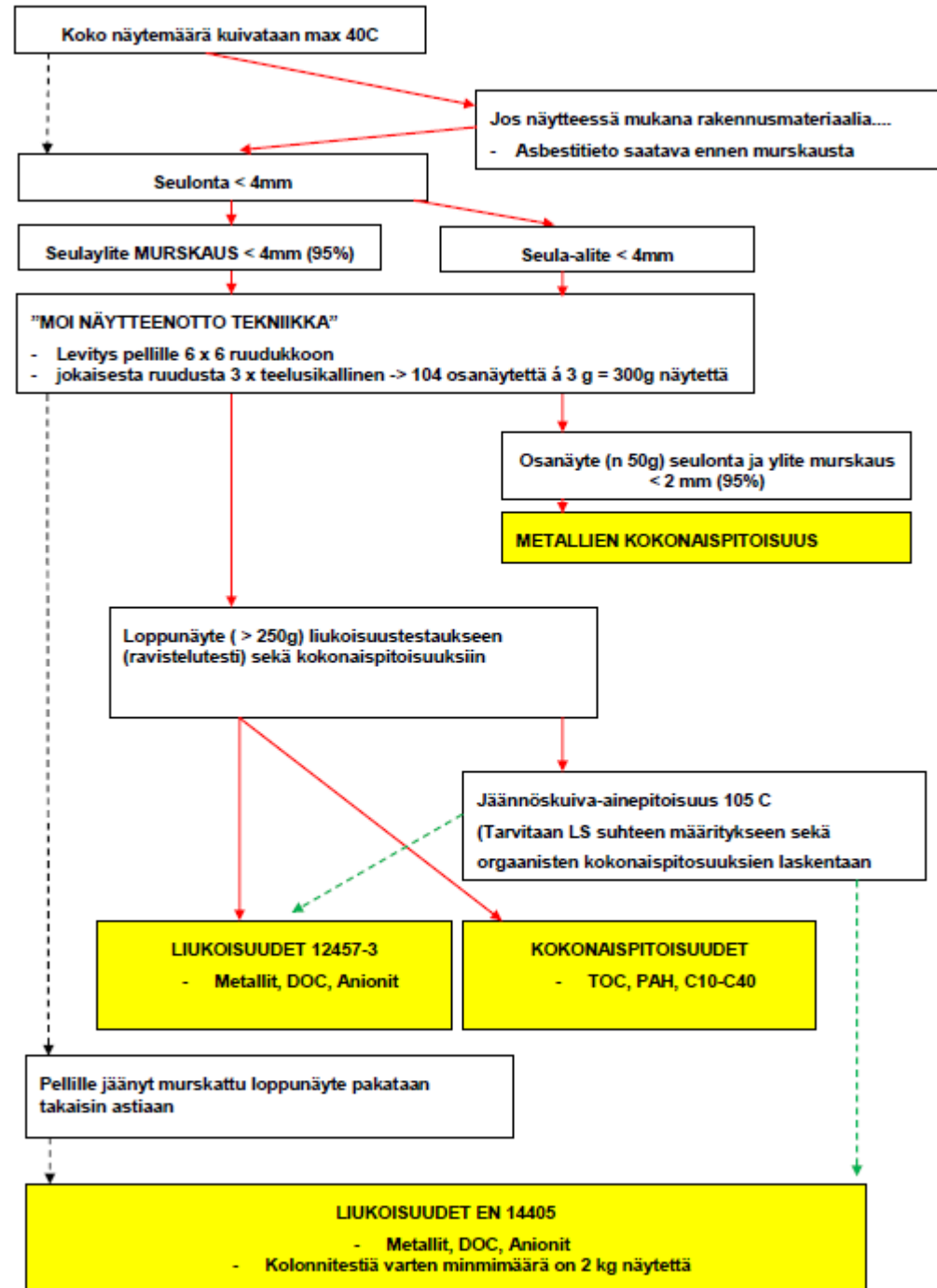
Kokemuksia ja kehitysehdotuksia

- 9 työvuoroa, 150 kairausta (syvyys 2,5 m)
 - Välillä myös vaikeampia maalajeja ja kairauksia jouduttiin tekemään ylimääräisiä läpäisemättömien maalajien viereen
- Voisi olla edustavampaa ottaa näytettä punnitsemalla aina esim. 200 g, kuin mitata desin mittaan. Näin mm. eri maalajien erilainen tiivistyminen ei vaikuta tuloksiin
- Savimaasta edustavan näytteen saaminen erittäin työlästä ja tuskaista
- Työergonomiaa pitäisi parantaa, tukeva pöytä auttaisi paljon
- Hyvä tapa pysyä ”kärryillä” on pitää tukkimiehenkirjanpitoa esim. ämpärin kylkeen
- Eri väriset ämpärit esim. eri syvyyksille selkeyttää
- Suositeltavaa ottaa vähintään 2 rinnakkaisnäytettä, tulee samalla vaivalla ja voidaan arvioida epävarmuus
- Helposti kairattavassa maassa näytteenottajaa odotellaan
-> voisi olla tarpeen 2 näytteenottajaa



Esikäsittele ja analysointi

- Esikäsittele
 - Kuivaus
 - Seulonta
 - Murskaus
 - Pellitys
- Pitoisuudet
 - Metallit, PAH, öljyt, TOC (36 kpl)
- Liukoisuudet
 - Ravistelu (36 kpl)
 - Kolonni (18 kpl)
- Laadunvarmistusnäytteet



Alustavia tuloksia – pitoisuudet, alue 1 (0,5-1,5 m)

Näyte R1 murskattu < 4 mm fraktioon (Massa 3,2kg, 4mm ylite 1,0 kg)



Homogeeninen ? Raekokojakauma ?

Alustavia tuloksia – pitoisuudet, alue 1 (0,5-1,5 m)

Näyte R1 murskattu < 4 mm fraktioon (Massa 3,2kg, 4mm ylite 1,0 kg)



Näytteen seulaylitteestä poimitut kappaleet – kuinkahan paljon pienempiä meni läpi seulasta ?

Alustavia tuloksia – pitoisuudet, alue 1 (0,5-1,5 m)

Metallit maanäytteestä ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

25 osanäytettä

Arseeni	mg/kg	0.7	11.7	13.6	14.3
Kadmium	mg/kg	0.3	0.9	1.5	1.6
Koboltti	mg/kg	0.3	13.0	13.2	13.7
Kromi	mg/kg	0.7	46.6	45.8	41.2
Kupari	mg/kg	1.4	159.0	162.5	164.5
Nikkeli	mg/kg	0.5	25.1	23.3	22.0
Lyijy	mg/kg	0.5	386.5	219.9	315.1
Vanadiini	mg/kg	0.5	50.1	54.2	52.7
Sinkki	mg/kg	1.9	516.4	831.7	998.5
Antimoni *	mg/kg	1	6	5	33

Metallit maanäytteestä ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

50 osanäytettä

Arseeni	mg/kg	0.7	12.5	12.6	11.7
Kadmium	mg/kg	0.3	1.0	1.1	1.1
Koboltti	mg/kg	0.3	13.8	14.6	11.8
Kromi	mg/kg	0.7	48.1	46.1	51.8
Kupari	mg/kg	1.4	209.2	510.6	382.6
Nikkeli	mg/kg	0.5	23.3	24.3	25.9
Lyijy	mg/kg	0.5	271.9	149.0	177.4
Vanadiini	mg/kg	0.5	52.3	53.9	33.8
Sinkki	mg/kg	1.9	521.5	648.8	703.6
Antimoni *	mg/kg	1	5	5	<1

Alustavia tuloksia – pitoisuudet, alue 1 (0,5-1,5 m)

Polyaromaattiset hiilivedyt (PAH) maanäytteestä Menetelmä: SFS-ISO 18287

Naftaleeni	mg/kg KA.	0.2	1.7	11	1.9
Asenaftyleeni	mg/kg KA.	0.2	0.67	2.5	0.63
Asenafteeni	mg/kg KA.	0.2	2.2	8.7	2.5
Fluoreeni	mg/kg KA.	0.2	3.6	18	4.2
Fenantreeni	mg/kg KA.	0.2	26	120	28
Antraseeni	mg/kg KA.	0.2	3.5	16	4.1
Fluoranteeni	mg/kg KA.	0.2	29	68	29
Pyreeni	mg/kg KA.	0.2	23	52	22
Bentso(a)antraseeni	mg/kg KA.	0.2	9.6	23	9.8
Kryseeni	mg/kg KA.	0.2	10	22	9.8
Bentso(b)fluoranteeni	mg/kg KA.	0.2	8.4	19	7.7
Bentso(k)fluoranteeni	mg/kg KA.	0.2	6.0	13	6.4
Bentso(a)pyreeni	mg/kg KA.	0.2	7.7	17	7.6
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni	mg/kg KA.	0.2	8.7	17	7.8
Dibentso(a,h)antraseeni	mg/kg KA.	0.2	1.4	3.2	1.4
Bentso(g,h,i)peryleeni	mg/kg KA.	0.2	4.9	11	4.7
16 PAH-yhdistettä yhteensä	mg/kg KA.	3	150	420	150

25 osanäytettä

Polyaromaattiset hiilivedyt (PAH) maanäytteestä Menetelmä: SFS-ISO 18287

Naftaleeni	mg/kg KA.	0.2	1.4	0.79	1.0
Asenaftyleeni	mg/kg KA.	0.2	0.41	0.59	0.35
Asenafteeni	mg/kg KA.	0.2	1.2	1.5	0.97
Fluoreeni	mg/kg KA.	0.2	2.2	2.5	1.6
Fenantreeni	mg/kg KA.	0.2	16	21	13
Antraseeni	mg/kg KA.	0.2	2.3	2.7	2.3
Fluoranteeni	mg/kg KA.	0.2	18	22	16
Pyreeni	mg/kg KA.	0.2	14	17	13
Bentso(a)antraseeni	mg/kg KA.	0.2	6.2	6.9	7.8
Kryseeni	mg/kg KA.	0.2	6.5	7.1	4.6
Bentso(b)fluoranteeni	mg/kg KA.	0.2	5.7	9.8	8.6
Bentso(k)fluoranteeni	mg/kg KA.	0.2	3.7	3.5	2.9
Bentso(a)pyreeni	mg/kg KA.	0.2	5.0	5.7	4.7
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni	mg/kg KA.	0.2	4.7	4.8	4.3
Dibentso(a,h)antraseeni	mg/kg KA.	0.2	0.94	0.95	0.80
Bentso(g,h,i)peryleeni	mg/kg KA.	0.2	3.1	3.5	2.9
16 PAH-yhdistettä yhteensä	mg/kg KA.	3	91	110	84

50 osanäytettä

Johtopäätökset

- Kairanäytteenotto MONO-tutkimuksena onnistuu, mutta vie jonkin verran aikaa ja kustannuksia
 - Riippuu kohteesta (mm. maa-aineksen laatu) ja kalustosta
 - Sama luotettavuustaso yksittäisnäytteillä ei ole sen nopeampaa tai halvempaa...
- Näytteen esikäsittely – ”hippuefekti” näkyy vielä
 - Analysoitavan näytteen fraktiokoko oltava riittävän pieni kokonaispitoisuuksien homogeenisuuden takaamiseksi
 - Soveltuvuus liukoisuustestaukseen parempi, koska käytössä suurempi näytemäärä.
- MASA-demon tulostulosanalyysi ja kustannustarkastelu tehdään, kun kaikki määritykset valmiita
- Demon tuloksia tullaan käyttämään MASA-asetuksen laadunhallintavaatimusten määrittelyssä

Kiitos!