

Raidesepelinäytteenottoa ja esikäsittelyä koskevan ohjeistuksen taustaselvitys

30.3.2017 Mutku-päivät, Tampere
Hannu Hautakangas





Taustaa

- Selvityshanke aloitettiin keväällä 2013 Liikenneviraston toimeksiannosta
- Tavoitteet
 - parantaa raidesepelin haitta-ainetutkimusten edustavuutta
 - laatia raidesepelin näytteenottoa ja esikäsittelyä koskeva ohjeistus
- Jo hankkeen alussa todettiin merkittäviä kehitystarpeita
- Kesällä 2014 tehtiin näytteenottokoe, jossa tutkittiin sepelin homogeenisuutta, haitta-aineiden jakautumista sekä näytekoon vaikutusta epävarmuuteen
- Taustaselvityksen luonnos valmistui 2016 lopussa



Raidesepeli

- Karkearakeinen, yleensä 32 – 63 mm, hienoainesta korkeintaan 1 %
- Ajan kuluessa sekaan kertyy 0-32 mm materiaalia
 - Jauhautunut kiviaines, pöly
 - Orgaaninen aines
 - Jätteet, kemikaalit
- Haitta-aineet kiinnittyvät parhaiten hienoainekseen ja orgaaniseen aineeseen
- Mikä on haitta-ainepitoisuus materiaalissa keskimäärin ?
- Käytetty raidesepeli on käyttökelpoista maarakentamiseen



- Kohteen pima-arviointi
 - Tukikerros (0,55 m raidesepeli) ei pidätä haitta-aineita.
 - Kulkeutuminen alusrakenteen kautta ympäristöön
 - Muu altistuminen rata-alueella yleensä vähäistä



- Pima-tutkimukset kannattaa kohdistaa alusrakenteeseen



Tutkimuksen tarkoitus

- Kaivetun raidesepelin:
 - Hyötykäyttö
 - Sijoitus maankaatopaikalle
 - Kaatopaikkasijoitus
- Tutkittavat ominaisuudet:
 - Tekninen soveltuvuus (hyötykäyttö)
 - Haitta-ainepitoisuudet
 - Pilaantuneen maa-ainesjätteen kyseessä ollessa kaatopaikkakelpoisuus / liukoisuusominaisuudet, pH, ANC, TOC



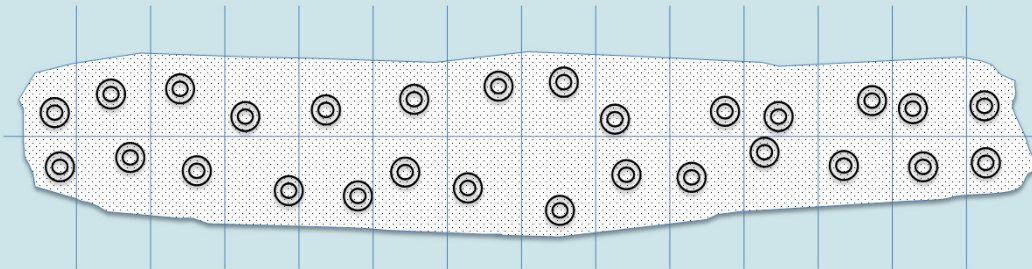
Näytteenoton mittakaava

- Yleensä kiviaineserä, joka täyttää seuraavat kriteerit:
 - peräisin samasta kohteesta
 - ennakkotietojen tai tutkimuksen perusteella koostumukseltaan samankaltaista
 - sijoitetaan yhdellä kerralla, samaan kohteeseen ja riskinarvioinnin kannalta samalle osa-alueelle
 - kiviaineserän keskimääräinen laatu voidaan riittävän luotettavasti määrittää
- Lisäksi suosituksena korkeintaan 10 000 t massamäärä



Strategia

1. Kokoomanäytteet kasalta tai aumasta
2. Kokoomanäytteet tukikerroksesta
3. Yksittäisnäytteet (haihtuvat yhdisteet)
 - Yhden yksittäisnäytteen analyysitulokset ei edusta mitään kiviaineserää, vaan edustava pitoisuus arvioidaan useammasta näytteestä esim. keskiarvon perusteella



Esim. Ositettu satunnaisotanta aumasta



Osanäytteiden lukumäärä ja koko

- Osanäytteiden lukumäärä:
 - Tavoiteltava osanäytteiden määrä 1 kokoomanäytteessä 20-50 kpl
 - Raidesepelinäytteenotossa usein pienempi käytännön syistä
- Osanäytteiden koko:
 - Koko vähintään joka suuntaan vähintään 3 kertaa suurin raekoko (60 mm => 6 l / 9 kg) (SFS ISO 10381-8)
 - Raidesepelinäytteillä käytännön syistä 2-4 kg (x 20 = 40 – 80 kg)
- Osanäytteet keskenään suunnilleen saman kokoisia
- Yksittäisnäytteille sama kokovaatimus



Edustavan näytteen minimikoko

- Näytteen epähomogeenisuudesta johtuen siinä on oltava riittävän monta partikkelia ollakseen edustava
- Esim. tutkittava ominaisuus esiintyy joka 50. partikkelissa (yleisesti käytetty oletus, ISO 10381-8)
- Montako partikkelia on otettava näytteeseen?
- 100 partikkelia raidesepeliä noin 16 kg tai 400 partikkelia 64 kg
- Tutkittava ominaisuus 2 partikkelissa / 8 partikkelissa
- Onko kumpikaan näistä edustava?
- Laboratorioanalyysiin otetaan 2 – 20 g osanäyte (murskaus tarpeen)



Partikkelien määrä näytteissä

- Partikkelikoko vs. partikkelien määrä 1000 g näytteessä
- Tutkittavien partikkelien määrä vähenee jyrkästi partikkelikoon kasvaessa

Part. Halkaisija d	Part. määrä kpl
0,5	5876490
1	734561
2	91820
4	11478
8	1435
16	179
32	22
64	3

Pallomaiset saman suuruiset
partikkelit, tiheys 2,6 g/cm³



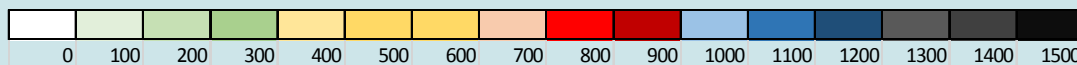
Esimerkki

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

100 partikkelia 16 kg
10 kpl 1,6 kg osanäytteitä

60	0	0	0	0
0	0	30	0	0

Keskiarvo 9 mg/kg



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			

400 partikkelia 64 kg,
16 kpl 4 kg osanäytteitä

0	52	36	0
32	24	0	0
0	0	44	0
112	0	0	12

Keskiarvo 20 mg/kg



Perusvirheen määrittäminen

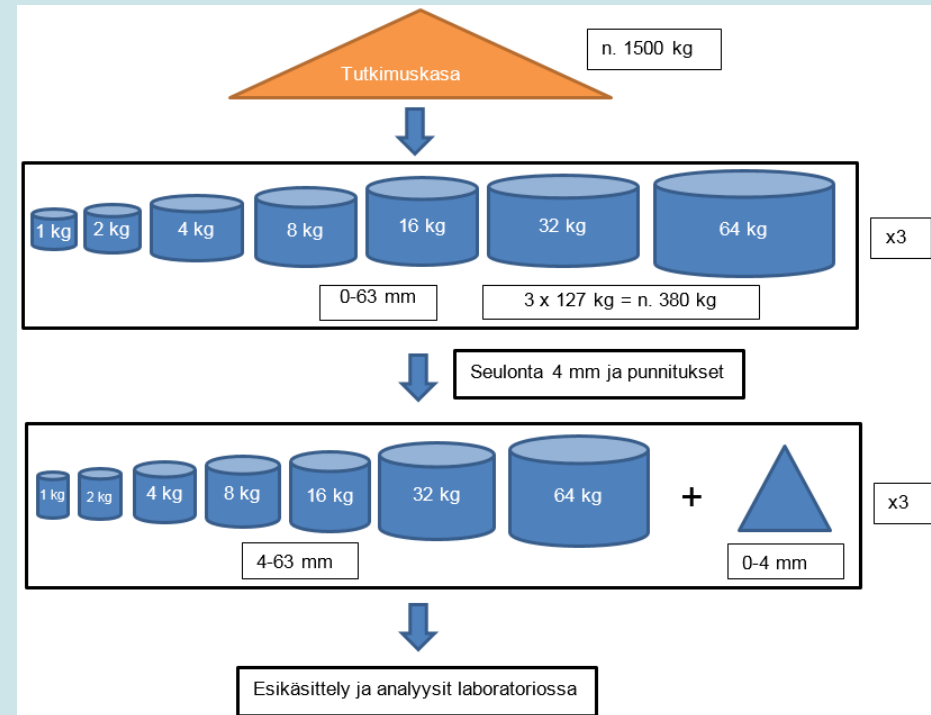
- ISO 10381-8 mukaisin oletuksin laskettu näytekoosta johtuva perusvirhe
- Edellyttäisi yli 100 kg suuruisia näytteitä
- Tarve tutkia raidesepelinäytteestä aiheutuvaa perusvirhettä tarkemmin
- Optiminäytekoon määrittäminen ja ohjeistus

Partikkelien maks. koko D95 (mm)	50	63
Näytemäärä (kg)	Perusvirhe (%)	
1	250 %	354 %
2	177 %	250 %
3	144 %	204 %
4	125 %	177 %
5	112 %	158 %
6	102 %	144 %
7	95 %	134 %
8	88 %	125 %
9	83 %	118 %
10	79 %	112 %
20	56 %	79 %
30	46 %	65 %
40	40 %	56 %
50	35 %	50 %
60	32 %	46 %
70	30 %	42 %
80	28 %	40 %
90	26 %	37 %
100	25 %	35 %



Näytteenottokoe

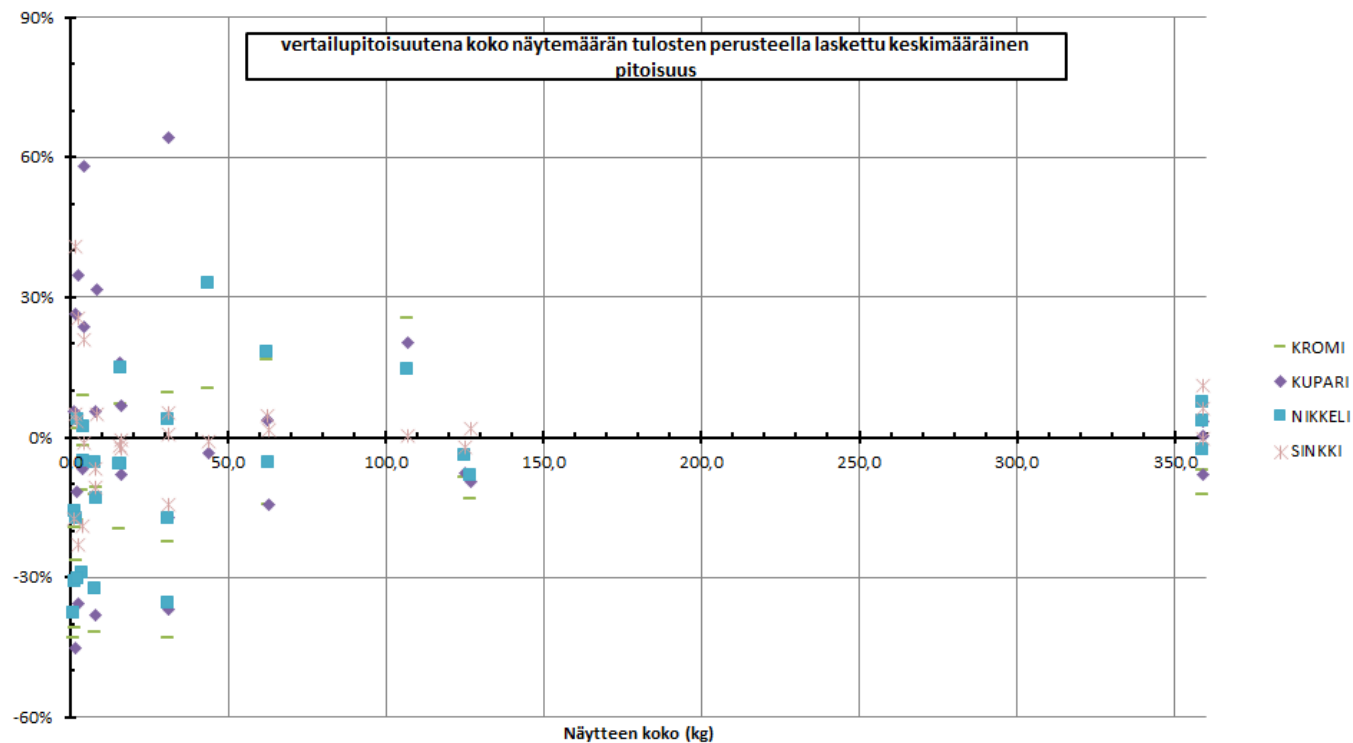
- Tutkimus toteutettiin kesällä 2014
- Mussalon ratapihalla Kotkassa
- Aiemmin todetut maks. pit.:
 - $C_{22}-C_{40}$ 6800 mg/kg,
 - Fluoranteeni 38 mg/kg,
 - PAH-summa 110 mg/kg
 - kupari 1450 mg/kg
 - antimoni 51 mg/kg.





Näytteenottokoe - epäorgaaniset

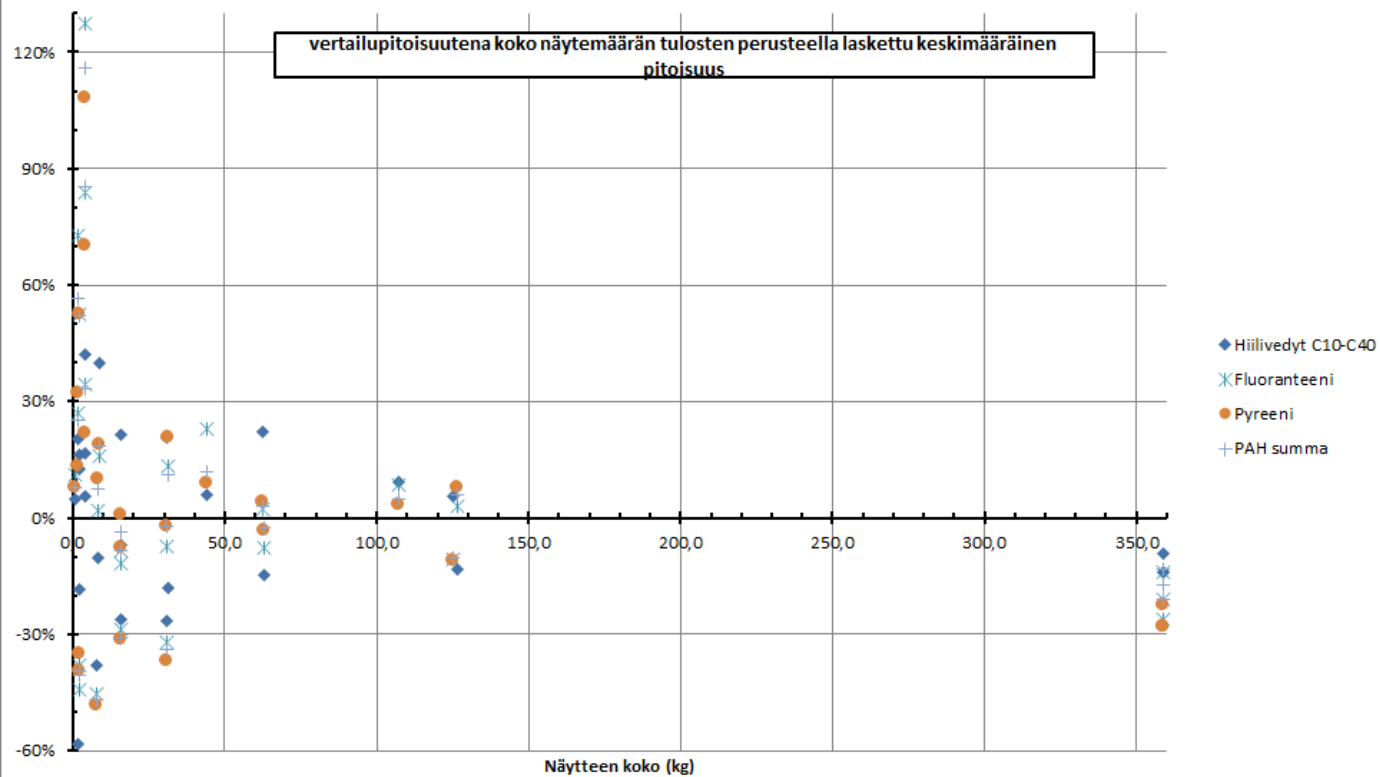
Analyysitulosten poikkeama erikokoisissa raidesepelinäytteissä
0-63 mm fraktio





Näytteenottokoe - orgaaniset

Analyysitulosten poikkeama erikokoisissa raidesepelinäytteissä
0-63 mm fraktio





Näytteenottokokeen johtopäätökset

- Näytteen tulee edustaa tutkittavan materiaalin partikkelikokojakaumaa
- Näytteen tulee sisältää riittävä määrä yksittäisiä partikkeleita
- Haitta-ainemäärittelyksissä näytekokoon >40 kg / < 30 % virhe
- 0-4 mm fraktion (osuus 4,7 %) vaikutus näytekokoon ei ollut kovin suuri
- Mittausepävarmuus ei enää merkittävästi pienentynyt, kun näytteen koko ylitti 50 kg, jolloin arvioitiin analyysimenetelmän mittausepävarmuuden muodostuneen määrääväksi tekijäksi



Esikäsittelytarve

- Näytteiden murskaus yleensä tarpeen
 - Murskaus voidaan tehdä vaiheittain ja osittaa välissä
 - Esim. 40 kg murskaus <16 mm, josta 7 kg otos murskaus < 2/4 mm
- Mahdollisuus seuloa näyte ja tutkia vain < 4 mm fraktio
 - <4 mm fraktion haitta-ainepitoisuus voi olla 10-kertainen verrattuna näytteeseen, jossa >4 mm fraktio on mukana
 - >4 mm fraktiossa voi esiintyä myös haitta-aineita
 - Määritettävä erikseen karkeamman fraktion pitoisuudet ja osuus
- Haihtuvien hiilivetyjen analyysistä varten ei murskausta eikä seulontaa
 - Pidättyvät huonosti raidesepeliin



Edustava pitoisuus (pima-ohje 6/2014)

- **Pitoisuuden aritmeettista keskiarvoa**, jos näytteenottoa alueen suhteen voidaan pitää edustavana.
- **95% luottamusvälin ylärajaa (97,5 % prosenttipiste)** silloin, kun edellä mainitut edellytykset eivät täyty, mutta pitoisuusaineisto suhteellisen kattava ja epävarmuus kohtuullinen.
- **Yksittäisnäytteiden enimmäispitoisuutta** muissa kuin em. tapauksissa. Näytteiden määrän ja laadun tulee silti olla riittäviä.
- **Epävarmuustarkastelu**
 - Arvioidaan näytteenoton epävarmuutta laadullisesti
 - Analyysimenetelmän epävarmuus



Jatkotoimenpiteet

- Tavoitteena laatia helposti ymmärrettävä näytteenotto-ohje, joka sisältää suosituksia näytteenottoa ja esikäsittelyä varten
- Kompromisseja näytteiden edustavuuden ja tutkimuskustannusten välillä on tarpeen tehdä
- Laatuvaatimukset voisivat määräytyä sijoituspaikan herkkyuden perusteella
- Voidaanko sallia suurempi näytteenoton epävarmuus epäherkissä sijoituspaikoissa?



Kiitos !