

## KIVIAINESTEN VERTAILUKOKEET 2015

Sami Similä  
Destia Oy / Asiantuntijapalvelut

Espoo huhtikuu 2015

## Sisältö:

|   |        |
|---|--------|
| 1. Johdanto                             | sivu 2 |
| 2. Testit ja näytteet                   | sivu 3 |
| 3. Tulokset testeittäin                 | sivu 3 |
| 3.1 Kuulamyly                           | sivu 3 |
| 3.2 Micro Deval                         | sivu 4 |
| 3.3 Los Angeles                         | sivu 5 |
| 3.4 Litteysluku                         | sivu 6 |
| 3.5 Kiintotiheys verkkokori             | sivu 7 |
| 4. Mittaustarkkuuden analysointi, r & R | sivu 8 |
| 5. Johtopäätökset                       | sivu 9 |

## 1. JOHDANTO

PANK -laboratoriotoimikunta on järjestänyt vertailukokeita kiviaineksen ja asfaltin testausmenetelmille vuodesta 1993 alkaen. Kiviainesten testausmenetelmille edellinen vertailutesti järjestettiin vuodenvaihteessa 2009 / 2010. Alan laboratoriot ovat tehneet vaihtelevasti omia vertailutestejään joko oman laboratorioorganisaationsa sisällä tai ottaen mukaan jonkin ulkopuolisenkin laboratorion. On esitetty toiveita, että jokin instanssi, esim. Päällystealan neuvottelukunnan laboratoriotoimikunta, ottaisi kattavammin vertailutestejä järjestääkseen. Laboratoriotoimikunnan työskentely tapahtuu kuitenkin vapaaehtoisuuteen perustuen ja korvauksetta, joten kokonaisvaltainen vertailutestien järjestäminen on Laboratoriotoimikunnalle mahdotonta. Laboratoriotoimikunta kuitenkin pyrkii järjestämään vertailutestejä vuosittain joistain testausmenetelmistä ja esimerkiksi kattavampia kiviainestestauskokonaisuuksia noin viiden vuoden välein. Nämäkin vertailutestit toteuttaa jokin vapaaehtoinen laboratorio tai oppilaitos, joka on myös oikeutettu laskuttamaan osallistujia kulujensa kattamiseksi.

Tämän vuoden 2015 kiviainesvertailutestin järjestelyn toteutti Destia Oy:n Espoon laboratorio. Vertailukokeiden testeinä olivat SFS-EN 933-3 Litteysluku, SFS-EN 1097-2 Los Angeles, SFS-EN 1097-9 Kuulamyly, SFS-EN 1097-1 Micro Deval ja SFS-EN 1097-6 Annex A Kiintotiheys verkkokori. Kiviainesten vertailukokeeseen osallistui yhteensä 21 laboratoriota, joista osa teki vain yhden tai kaksi testiä. Vertailukokeiden tavoitteena oli myös määrittää testimenetelmien toistettavuus ja uusittavuus standardin SFS-EN 932-6 mukaisesti niiltä osin kuin toistettavuuksia testattiin rinnakkaisnäyttein ( kuulamylykoe, Micro Deval –koe ja kiintotiheys ), muissa testeissä hyödynnettiin testausmenetelmästandardeissa ilmoitettuja toistettavuuden arvoja ( Los Angeleskoe ja litteysluku ). Lisäksi määritettiin menetelmien variaatiokerroin v.

## 2 Testit ja näytteet

Tämänkertaiseen vertailutestikokonaisuuteen valittiin seuraavat testit:

- Kuulamyly, SFS-EN 1097-9:2008 ( tai 2014, jos jokin laboratorio käytti tuota menetelmän versiota )
- Los Angeles, SFS-EN 1097-2
- Micro Deval, SFS-EN 1097-1
- Litteysluku, SFS-EN 933-3
- Kiintotiheys, verkkokori, soveltaen raekoon suhteen menetelmäohjetta SFS-EN 1097-6 Annex A

Lujuustesteissä oli kahta eri lujuusluokan kalliomursketta A ( huonompi, noin III –lk ) ja B ( parempi, I –lk ), kiintotiheysmäärittämisessä oli vain yksi kalliomurske ja litteyslukuvertailuun valmistettiin kaksi eri litteyslukuluokkiin menevää näytettä, A ( huonompi, II/III rajatapaus ) ja B ( parempi, selvä I –lk ).

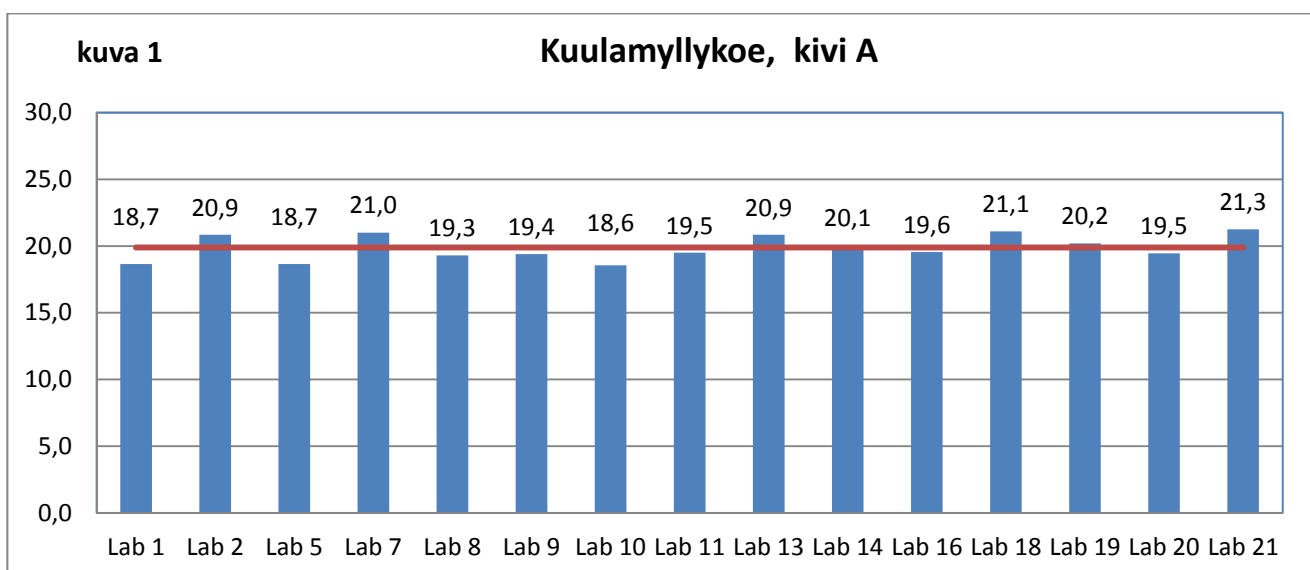
Kiviainesnäytteet tehtiin valmiiksi Destia Oy:n Espoon laboratoriossa ja testissä mukana olevat laboratoriot ohjeistettiin punnitsemaan näyte ja tekemään testi. Testit tehtiin huhtikuun 2015 aikana.

## 3. Tulokset testeittäin

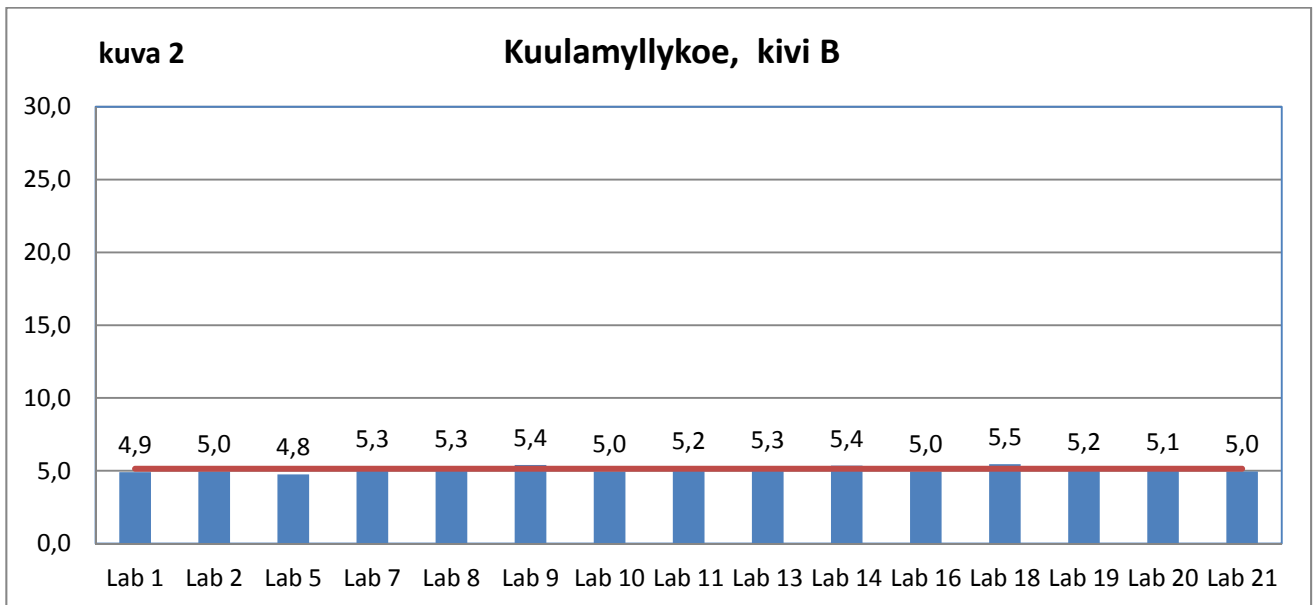
Laboratoriot numeroitiin satunnaisesti, jokaiselle laboratoriolle on ilmoitettu oma numeronsa.

### 3.1 Kuulamylykoe

Kuulamylytestin tulokset on esitetty kuvissa 1 ja 2. Yksikään laboratorio ei ilmoittanut käyttävänsä vuoden 2014 standardin versiota ( eli ruostumattomasta teräksestä valmistettua kulutusrumpua ). Kuulamylytestin mittaustarkkuuden analysointi esitetään sivulla 8.



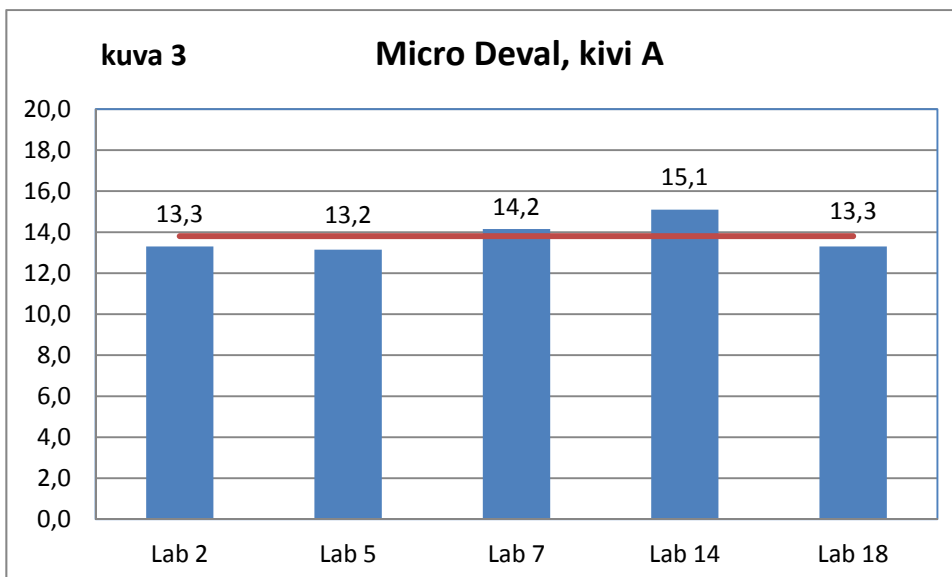
minimi 18,6 - maksimi 21,3 - keskiarvo 19,9 - keskihajonta 0,94 - osallistuneita laboratorioita 15 kpl



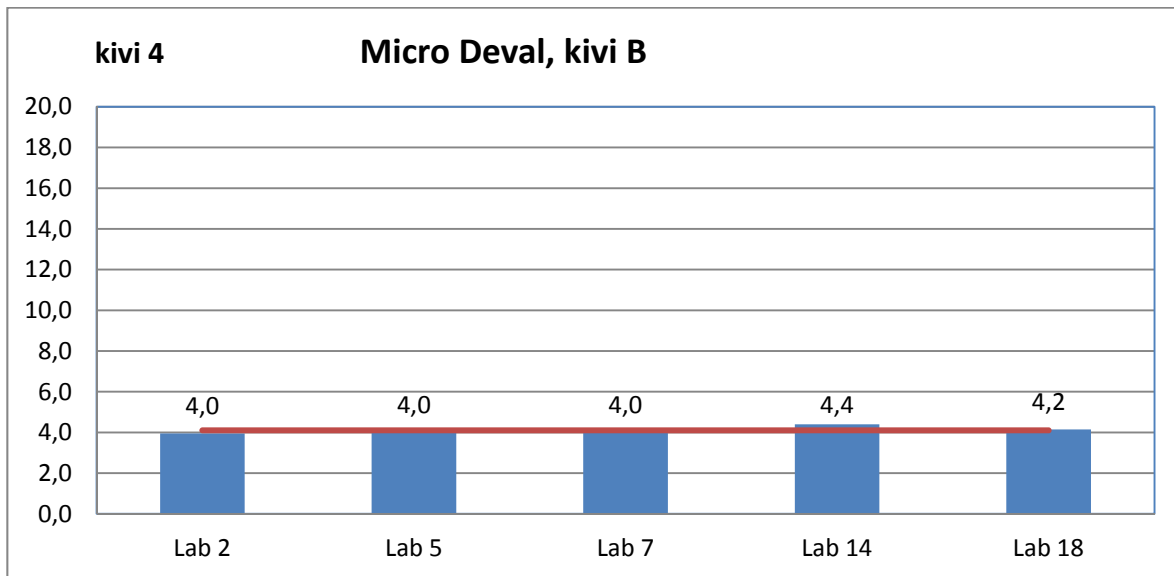
minimi 4,8 - maksimi 5,5 - keskiarvo 5,1 - keskihajonta 0,21 - osallistuneita laboratorioita 15 kpl

### 3.2 Micro Deval

Micro Deval-testin tulokset on esitetty kuvissa 3 ja 4. Micro Deval –testin mittaustarkkuuden analysointi esitetään sivulla 8.



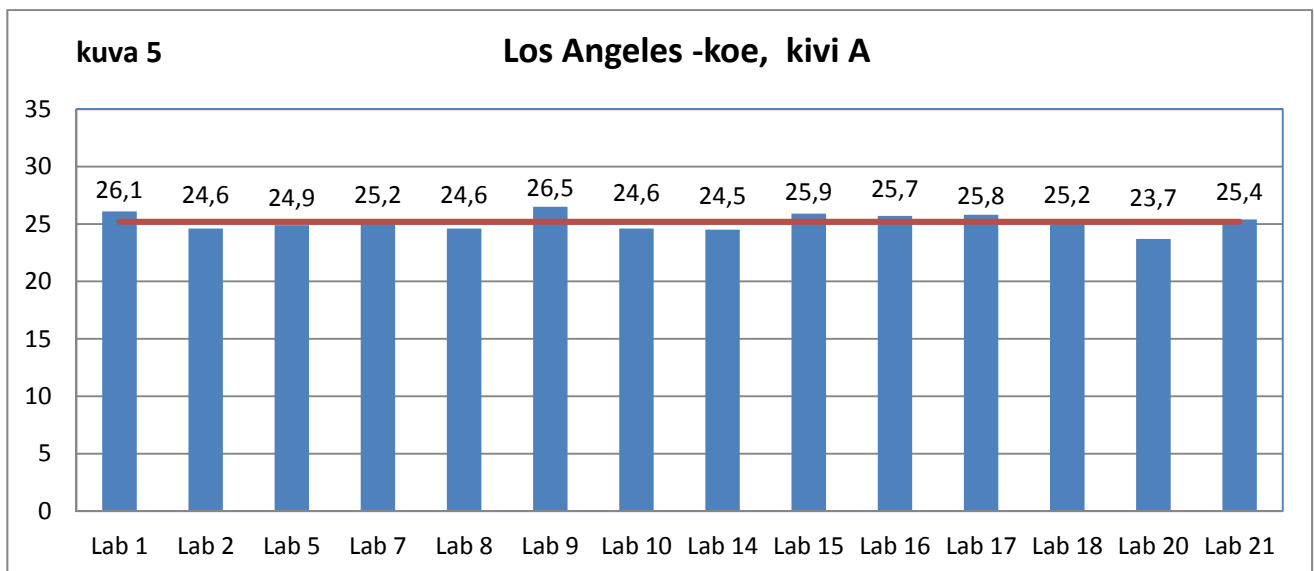
minimi 13,2 - maksimi 15,1 - keskiarvo 13,8 - keskihajonta 0,83 - osallistuneita laboratorioita 5 kpl



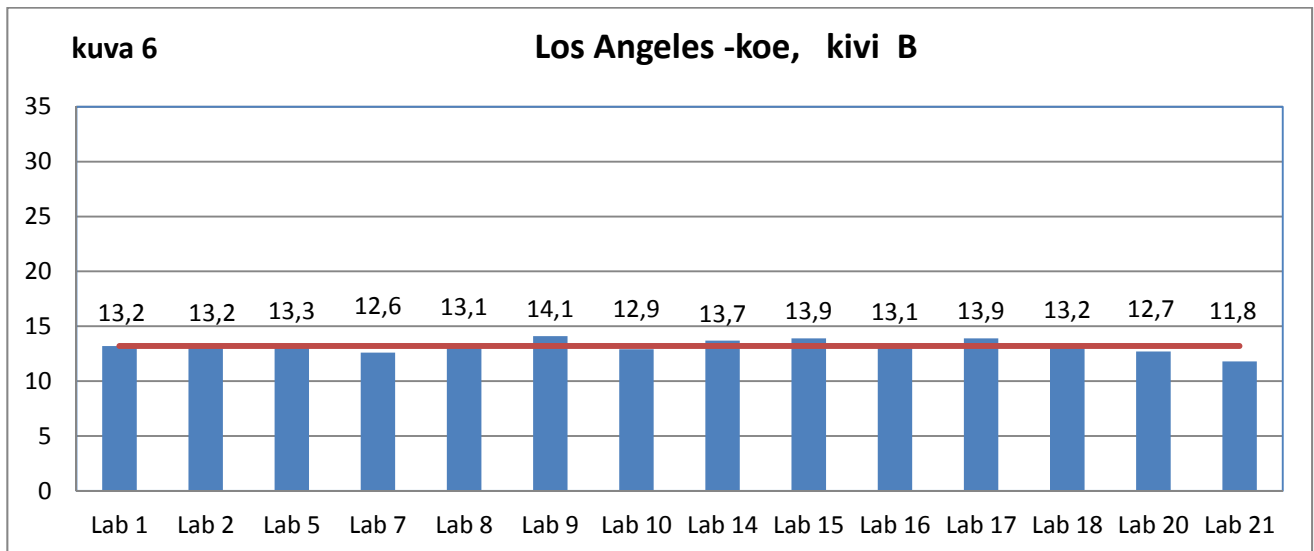
minimi 4,0 - maksimi 4,4 - keskiarvo 4,1 - keskihajonta 0,18 - osallistuneita laboratorioita 5 kpl

### 3.3 Los Angeles -koe

Los Angeles-testin tulokset on esitetty kuvissa 5 ja 6. Los Angeles -testin mittaustarkkuuden analysointi esitetään sivulla 8.



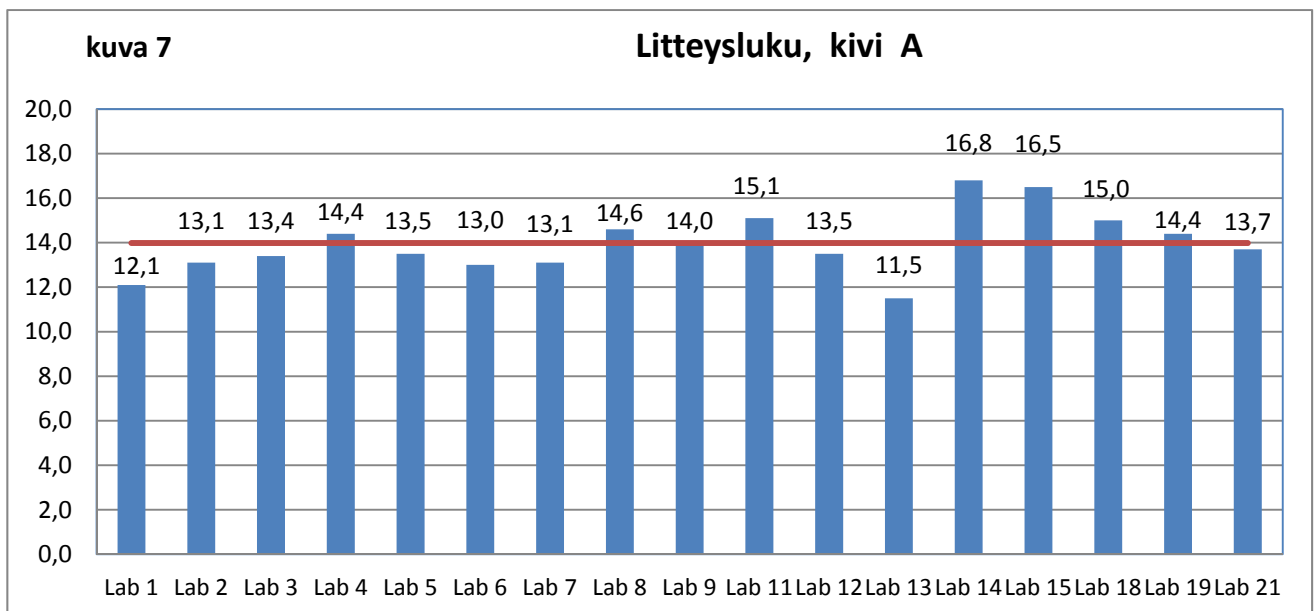
minimi 23,7 - maksimi 26,5 - keskiarvo 25,2 - keskihajonta 0,76 - osallistuneita laboratorioita 14 kpl



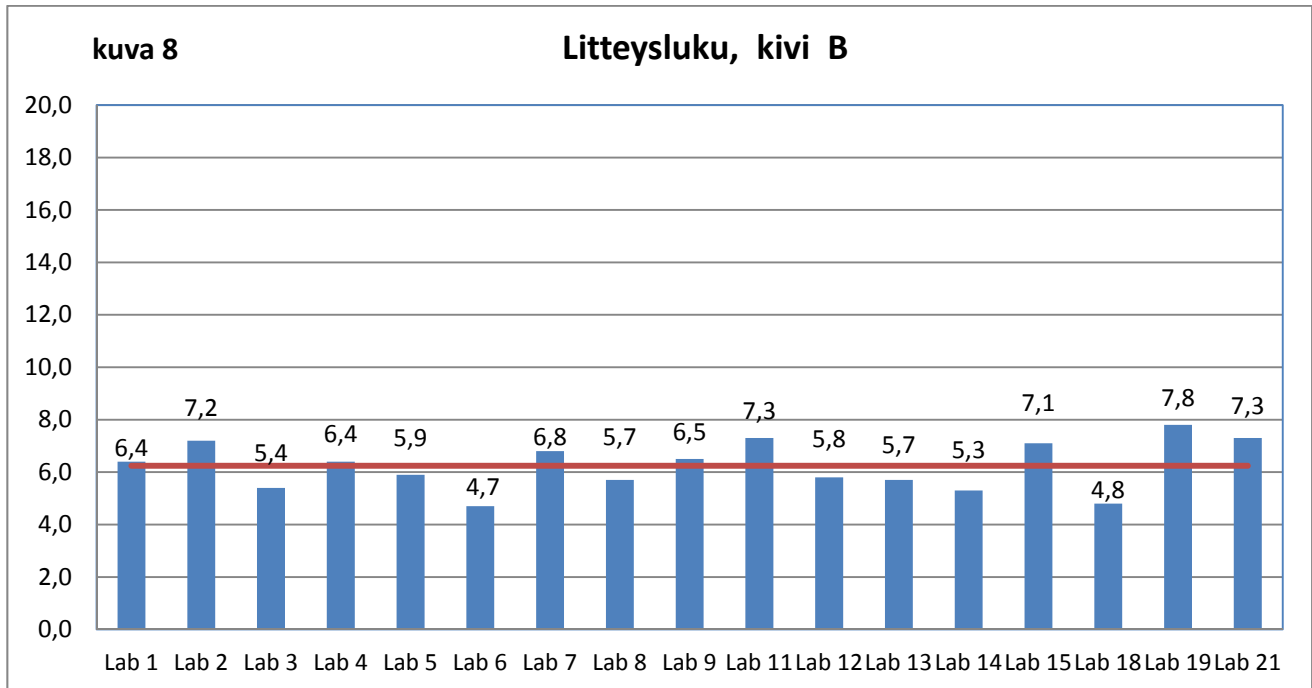
minimi 11,8 - maksimi 14,1 - keskiarvo 13,2 - keskihajonta 0,60 - osallistuneita laboratorioita 14 kpl

### 3.4 Litteysluku

Litteyslukutestin tulokset on esitetty kuvissa 7 ja 8. Litteyslukutestin mittaustarkkuuden analysointi esitetään sivulla 8.



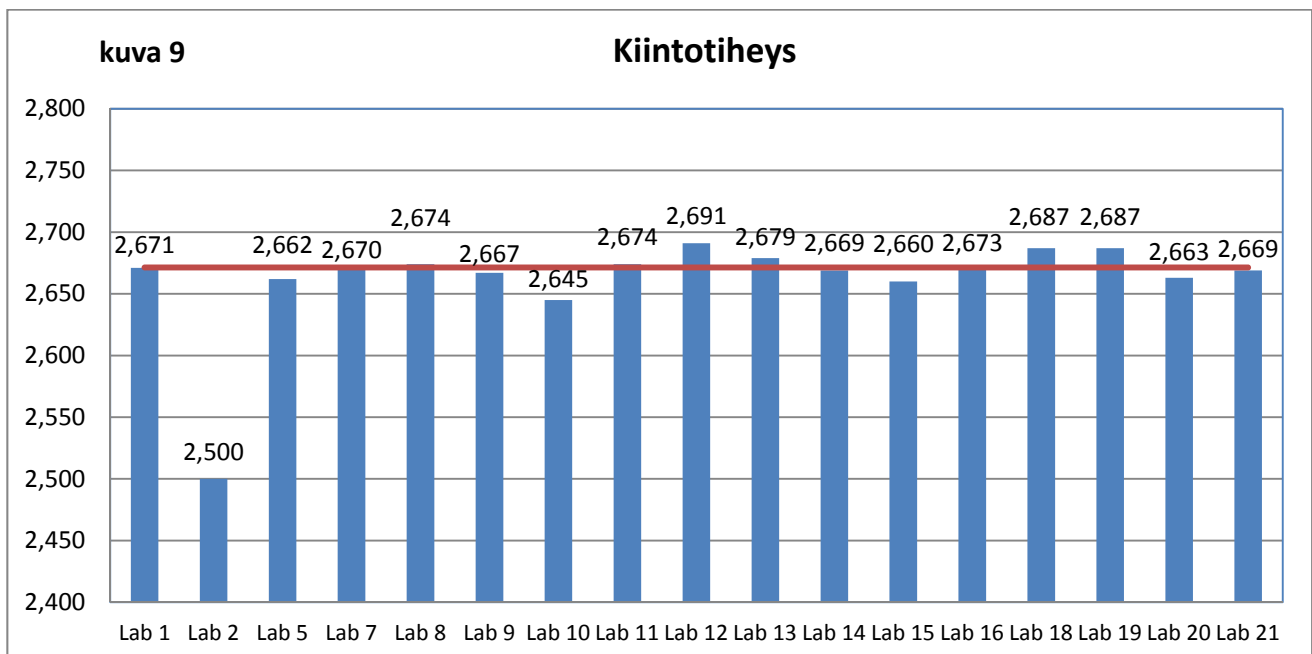
minimi 11,5 - maksimi 16,8 - keskiarvo 14,0 - keskihajonta 1,38 - osallistuneita laboratorioita 17 kpl



minimi 4,7 - maksimi 7,8 - keskiarvo 6,2 - keskihajonta 0,93 - osallistuneita laboratorioita 17 kpl

### 3.5 Kiintotiheys verkkokori

Kiintotiheyden tulokset on esitetty kuvassa 9. Kiintotiheyden mittaustarkkuuden analysointi esitetään sivulla 8.



minimi 2,500\*) - maksimi 2,691 - keskiarvo 2,671 - keskihajonta 0,011 - osallistuneita laboratorioita 17 kpl

\*) selvästi virheellinen tulos poistettu laskennasta

#### 4. Mittaustarkkuuden analysointi, uusittavuus r, toistettavuus R ja variaatiokerroin v

##### 4.1 Kuulamylykokeen toistettavuus r ja uusittavuus R

| lujuus<br>$A_N$ | vertailukoe                   |                               | menetelmästandardi           |                              | kh / ka<br>[ % ] |
|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------|
|                 | $r = 0,093 \times A_N - 0,28$ | $R = 0,166 \times A_N - 0,22$ | $r = 0,13 \times A_N - 0,17$ | $R = 0,14 \times A_N + 0,27$ |                  |
| 5,1             | 0,19                          | 0,63                          | 0,49                         | 0,98                         | 4,1 %            |
| 19,9            | 1,57                          | 3,08                          | 2,42                         | 3,06                         | 4,7 %            |

##### 4.2 Micro Deval –kokeen toistettavuus r ja uusittavuus R

| lujuus<br>$M_{DE}$ | vertailukoe                       |                                   | menetelmästandardi                |                                   | kh / ka<br>[ % ] |
|--------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------|
|                    | $r = 0,087 \times M_{DE} - 0,075$ | $R = 0,205 \times M_{DE} - 0,254$ | $r = 0,003 \times M_{DE} + 0,893$ | $R = 0,137 \times M_{DE} + 0,260$ |                  |
| 4,1                | 0,28                              | 0,59                              | 0,91                              | 0,82                              | 4,5 %            |
| 13,8               | 1,13                              | 2,58                              | 0,93                              | 2,15                              | 6,0 %            |

##### 4.3 Los Angeleskokeen toistettavuus r ja uusittavuus R

| lujuus<br>LA | vertailukoe |                               | menetelmästandardi     |                        | kh / ka<br>[ % ] |
|--------------|-------------|-------------------------------|------------------------|------------------------|------------------|
|              | -           | $R = 0,063 \times LA + 1,041$ | $r_1 = 0,06 \times LA$ | $R_1 = 0,17 \times LA$ |                  |
| 13,2         | -           | 1,87                          | 0,79                   | 2,24                   | 4,6 %            |
| 25,2         | -           | 2,63                          | 1,51                   | 4,28                   | 3,0 %            |

##### 4.4 Litteyslulun toistettavuus r ja uusittavuus R

| litteys<br>FI | vertailukoe |                               | menetelmästandardi |                                | kh / ka<br>[ % ] |
|---------------|-------------|-------------------------------|--------------------|--------------------------------|------------------|
|               | -           | $R = 0,084 \times FI + 5,397$ | $r_1 = 1,9$ *)     | $R_1 = 0,95 + 0,226 \times FI$ |                  |
| 6,2           | -           | 5,92                          | 1,9                | 2,35                           | 14,8 %           |
| 14,0          | -           | 6,57                          | 1,9                | 4,11                           | 9,9 %            |

\*) vertailukoe, jossa D = 20 ja FI = 8,8

##### 4.5 Kiintotiheyden toistettavuus r ja uusittavuus R

| tiheys<br>$Mg/m^3$ | vertailukoe        |                    | menetelmästandardi |                    | kh / ka<br>[ % ] |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------|
|                    | $r = 0,006 Mg/m^3$ | $R = 0,033 Mg/m^3$ | $r = 0,025 Mg/m^3$ | $R = 0,044 Mg/m^3$ |                  |
| 2,671              | 0,006              | 0,033              | 0,025              | 0,044              | 0,4 %            |



## 5. Johtopäätökset

Lujuustestien tulokset olivat linjassa aiempien vertailutestien tulosten kanssa ja lujuustestien uusittavuudet olivat ”siedettävissä” rajoissa kaikilla laboratorioilla variaatiokertoimen ollessa 4-5 prosenttia testaustuloksen lukuarvosta. Kiintotiheystuloksissa oli yksi selvästi virheellinen testaustulos ja sen tilastollisista laskelmista poistamisen jälkeen uusittavuus ja keskihajonta olivat erinomaisen hyviä keskimääräisen hajonnan ollessa ainoastaan 0,4 prosenttia testaustuloksen lukuarvosta. Sen sijaan litteyslukumäärityksessä uusittavuus oli kehnohko, mm. keskihajonta edusti 10-15 prosenttia testaustuloksen lukuarvosta.

Myös vertailutestien järjestämiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Vertailutesteissä olisi syytä olla kolmea eri tulostasoa edustavia vertailunäytteitä ja riittävä määrä ( 3-6 kpl ) rinnakkaisnäytteitä ainakin muutamalla laboratoriolla jotta toistettavuuskin saadaan luotettavasti selvitettyä. Tässä vertailutestisessämme emme voineet tyhjentävästi analysoida toistettavuutta kaikilla testeillä vaan toistettavuuden arvoina oli käytettävä testausmenetelmästandardeissa ilmoitettuja aiemmista vertailutesteistä saatuja arvoja sekä kuulamyly- ja Micro Deval –testien osalta myös testausmenetelmään kiinteästi kuuluvaa toistonäytettä. Tältä osin siis tämän vertailutestin tuloksiin on suhtauduttava kriittisesti mutta jokainen osallistunut laboratorio voi kuitenkin hyvin hyödyntää vertailutestin tuloksia omassa laaduntarkkailussaan.

Tämä vertailutesti myös selvensi aiemmistakin vertailutesteistä saatua käsitystä kyseisten testien mittaustarkkuudesta. Jatkossa järjestettävissä vertailutesteissä olisikin kiinnitettävä enemmän huomiota vertailutestin rinnakkaisnäytteiden ja eri tulostasojen riittävyteen mikä tietenkin on myös huomattavasti työläämpää ja nostaa vertailun kustannuksia sekä järjestävälle että osallistuville tahoille.