

PANK

KUULAMYLLYKOE, RAAKA-AINETESTI

PÄÄLLYSTEALAN NEUVOTTELUKUNTA

Hyväksytty: 11.9.1995
Korvaa menetelmän: TIE 242

1. MENETELMÄN TARKOITUS

Menetelmällä määritetään materiaalin kuulamylyarvo K_R , jota käytetään arvioitaessa materiaalin kestävyyttä tien päällyste- ja kantavan kerroksen materiaalina.

Menetelmä soveltuu käytettäväksi murskatuille luonnonkiviaineksille tai keinotekoisille materiaaleille.

2. MENETELMÄN SOVELTAMISALUE

Menetelmä soveltuu murskaukseen suunnitellulle materiaalille, joka murskataan laboratoriomurskaimella tarvittavien lajitteiden saamiseksi.

Kuulamylyarvo määritetään tutkittavan materiaalin 11,2 - 16,0 mm:n lajitteesta.

3. VIITTEET

- prEN 1097-10, soveltaen
-TIE 242 Kiviaines, Kuulamylyarvo

4. MÄÄRITELMÄT

Kuulamylyarvo ilmoittaa painoprosentteina sen materiaalin määrän, joka jauhautuu kuulamylykokeessa hienommaksi kuin 2 mm.

5. KOEMENETELMÄ

5.1 Periaate

Kuulamylyarvo määritetään jauhamalla kiviainesta jauhinsylinterissä kuulien avulla 5400 ± 1 kierrosta. Kahden millimetrin seulan läpäissyt aines määritetään punnitsemalla. Kuulamylyarvo lasketaan painoprosentteina alkuperäisen näytteen määrästä.

5.2 Laitteet ja tarvikkeet

- kuulamylylaite, rummun (sisähalkaisija $206,5 \pm 1$ mm ja sisäpituus 335 ± 1 mm) tulee olla vedenpitävä ja valmistettu saumattomasta TS 5, ISO 2604-2 vaatimukset täyttävästä teräksestä (kuva 1). Nostopalkkien tulee olla valmistettu ISO 683-14 standardin vaatimukset täyttävästä jousiteräksestä.
- laakerikuulia, ISO 3290 (kovuus 62-65 HRC ja joiden halkaisija on $15,0 +0,01, - 0,5$ mm)
- vaaka, OIML:n luokka II:n mukainen laboratoriovaaka, jonka lukematarkkuus on 0,1g (kalibroitu)

- seulat: 2,0; (6,0); 11,2; 14,0 ja 16,0 mm
- välppäseulat: 8,0; 10,0 ja 14,5 mm
- lämpökaappi (105 ±5 °C)
- mittalasi (1,0 tai 2,0 l)
- näytepeltejä
- magneetti

5.3 Näytteen esivalmistelu

Louhekievet murskataan laboratoriomurskaimella kahteen kertaan. Murskattu näyte seulotaan 11,2 - 16,0 mm:n lajitteeksi. Seulottu lajite pestään ja kuivataan.

Näyte jaetaan 11,2 - 14,0 ja 14,0 - 16,0 mm:n lajitteisiin.

Lajite 11,2 - 14,0 mm seulotaan 8,0 mm:n välppäseulalla ja lajite 14,0 - 16,0 mm lajite seulotaan 10,0 mm:n välppäseulalla. Koe tehdään välille jääneistä materiaaleista.

Näytteeseen punnittavan kiviaineksen määrän laskemiseksi määritetään tutkittavan kiviaineksen kiintotiheys vedessä punnitsemalla PANK- 2107 (tai TIE 235) menetelmällä.

Kokeessa käytettävän näytteen kokonaismassa lasketaan kaavalla 1:

$$m = \frac{1000 \times \delta_k}{2,66} \pm 5,0 \text{ [g]}, \text{ missä} \quad (1)$$

m on kokeeseen punnittavan näytteen kokonaismassa [g]

δ_k tutkittavan materiaalin kiintotiheys [g/cm³]

Kokeessa käytettävä näyte koostuu kahdesta osasta, joita punnitaan kaavan 2 ja 3 mukaiset määrät:

Lajitetta 11,2 - 14,0 mm punnitaan $0,65 \times m \pm 1\%$ ja (2)

lajitetta 14,0 - 16,0 mm punnitaan $0,35 \times m \pm 1\%$, missä (3)

m on kokeeseen punnittavan näytteen kokonaismassa [g]

5.4 Koemenettely

Edellä jaetut ja punnitut lajitteet yhdistetään näytteeksi, joka punnitaan 0,1 g tarkkuudella [m_1]. Myllyyn kaadetaan jauhinkuulat 7000 ± 10 g ja tämän jälkeen tutkittava näyte. Myllyyn lisätään vettä 2000 ± 10 ml. Myllyn kansi suljetaan ja mylly asetetaan vaakasuoraan pyörityslaitteeseen. Käynnistetään mylly (90 ± 3 rpm yhteensä 5400 kierrosta). Myllyn pysähdyttyä kaadetaan näyte kuulineen astiaan ja huuhdellaan mylly vedellä samaan astiaan.

Näyte kuulineen kaadetaan varovasti 2,0 ja (6,0 ja 12,0) mm seuloille ja pestään lämpimällä vedellä. Tämän jälkeen poimitaan kuulat pois ja näytettä pestään vielä lämpimällä vedellä. Käsiseulonnalla varmistetaan 2 mm seulan läpäisy ennen näytteen kuivaamista. Seuloille jäänyt aines kuivataan lämpökaapissa 105 ± 5 °C lämpötilassa. Kuivatusajan riittävyys tarkistetaan tarvittaessa välipunnituksin.

Lopuksi punnitaan seuloille jäänyt kuivattu aines 0,1 g tarkkuudella [m_2].

6. TULOSTEN ESITTÄMINEN

6.1 laskentakaava Kuulamylyarvo lasketaan kaavalla 4:

$$K_R = \frac{100 \times (m_1 - m_2)}{m_1}, \text{ missä} \quad (4)$$

K_R on kuulamylyarvo [%]

m_1 alkuperäisen näytteen (11,2 - 16,0 mm) massa [g]

m_2 2 mm karkeamman kiviaineksen massa [g]

Kuulamylyarvo esitetään yhden desimaalin tarkkuudella.

6.2 Tarkkuus ja toistettavuus

Kuulamylykokeen toistettavuus (r) ja uusittavuus (R) on määritetty pohjoismaisessa rengasanalyyseissä tehtyjen tutkimusten perusteella. Määrittävissä oli pieniä eroavaisuuksia verrattuna ohaiseen menetelmäkuvaukseen. Kuulamylyarvoille 3 - 16 saatiin seuraava toistettavuus (r) ja uusittavuus (R):

$$r = 0,13K - 0,17$$

$$R = 0,14K + 0,27, \text{ missä}$$

r on toistettavuus

R uusittavuus

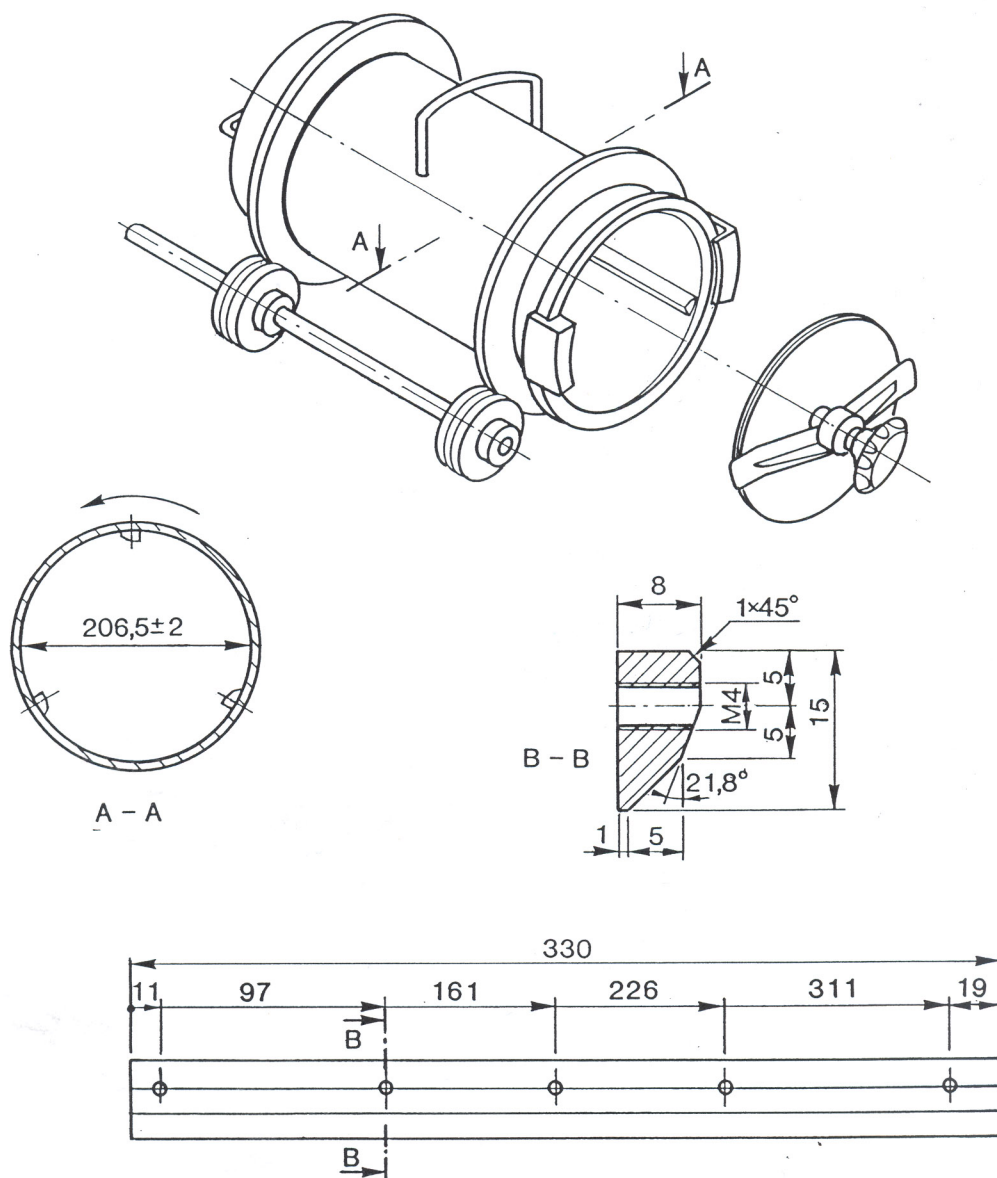
K tutkimuksessa saatu kuulamylyarvo

Suomessa tielaitoksen v. 1994 tekemän tutkimuksen mukaan luotettavuusarvot ovat seuraavat (arvot määritettiin neljässä laboratoriossa kahdella kiviaineksella):

	Toistettavuus		Uusittavuus	
	Keskihajonta S_r	r (= $2,8 \times S_r$)	Keskihajonta S_R	R (= $2,8 \times S_R$)
Kivi 1 (K = 4,8)	0,18	0,49	0,57	0,50
Kivi 2 (K = 19,0)	0,45	1,25	0,44	1,24

6.3 Kuulien ja palkkien kuluneisuuden tarkkailu

Jauhinkuulien ja nostopalkkien (kuva 1) kulumista on tarkkailtava punnitsemalla nostopalkit ja seulomalla kuulat vähintään 100 käyttötunnin välein. Jos yhden palkin massa on vähentynyt enemmän kuin 10 g, on kaikki nostopalkit uusittava. Kuulat seulotaan 14,5 mm välppäseulalla ja sen läpäisseet kuulat korvataan uusilla.



Kuva 1. Kuulamyllylaite ja nostopalkit.