

HIENORAKEISEN ASFALTTIMASSAN KIVIAINEKSEN KULUTUSKESTÄVYYS

Kandidaatintyö
Matti Kauppi



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

PANK-menetelmäpäivä 22.1.2009 Maria Vähätalo

Johdanto

- Hiljaiset päällysteet vähentävät liikenteen melua
- Normaalin asfalttipäällysteen kiviaineksen nastarengaskulutuskestävyyttä testataan 11,2/16 mm:n raekoolla
- Maksimiraekoko hiljaisissa päällysteissä 5/8 mm



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

PANK-menetelmäpäivä 22.1.2009 Maria Vähätalo

Työn kuvaus ja tavoitteet

- Hienorakeisen asfalttimassan kiviaineksen kulutuskestävyyden tutkiminen
- SFS-EN 1097-9 testausmenetelmän kehittämistä hienorakeisille kiviaineksille sopivaksi
- Tulosten vertailu olemassa oleviin tutkimustuloksiin
- Modifioidun kuulamylyn arvolle suuruusluokaltaan samankaltaisia tuloksia vrt. standardinmukaiseen testiin (toistettavuus)



Kiviainekset

- Tutkimuksessa käytettiin yleisesti asfalttipäällysteissä käytettyjä kiviaineksia
- Sorilan ja Patavuoren kiviainekset haettiin louhoksilta, muut saatiin kiviaineksia tuottavien yritysten toimesta
- Näytteistä määritettiin litteysluku SFS-EN 933-3+A1 mukaisesti



Kiviainekset

Kiviaines	Kivilaji	Kiintotiheys [t/m ³]	Kuulamylyarvo
Sorila	granodioriitti	2,67	8,2
Patavuori	vulkaniitti	2,99	5,3 – 6,6
Koskenkylä	graniitti	2,68	5,5
Takamaa	vulkaniitti	2,77	9,5 (4,9 – 14,7)
Haukkavuori	graniitti	2,63	8,4
Malmgård	graniitti	2,65	6,7
Pattijoki	graniitti	2,69	5,9 – 7,4
Kytäjä	vulkaniitti	2,93	7
Eurajoki	diabaasi	3,00	10,8 – 13,3



Työn vaiheet

- Ensimmäisessä vaiheessa testaukseen käytettiin kahta kiviainesta, Sorilaa ja Patavuorta
- Ensimmäisessä vaiheessa punnittiin kuulamylynäytteistä myös >1 mm ja >4 mm ylittävät osuudet kulutuksen muodostaman raekokojakauman tarkastelemiseksi
- Testeillä varioitiin kuulakokoa ja -määrää
- Ensimmäisen vaiheen testauksessa käytettiin Patavuoren 0/8 mm:n kiviainesta (FI 22)
 - Toiseen vaiheeseen käytettiin Patavuoren 3/8 mm kiviainesta (FI 12)



Ensimmäisen vaiheen tulokset

Kiviaines	Kuulien halkaisija mm	Kuulamäärä kg	Kuulamylyarvo ($A_{114,8}$) eri seuloilla		
			<1mm	<2mm	<4mm
Sorila	15	3,5	46,5	47,6	56,3
	15	3	41,7	43	52,8
	15	2	31,4	32,9	45,6
	15	0,5	10	12,1	24,8
	-	0	2,7	3,1	7,6
Patavuori 1	15	3,5	33	34,5	46,3
	15	3	30	31,5	44,2
	15	2	22,3	23,9	37
	15	0,5	8,9	10,6	22,5
	-	0	3,5	3,7	10,1
Sorila	10	3	14,4	16	27,7
	10	0,5	5,3	6,1	13,8
Patavuori 1	10	3	12,7	13,8	26,5
	10	0,5	5,3	6	14,5



Ensimmäisen vaiheen tulokset

- 15 mm:n kuulilla 4 mm ja 2 mm läpäisyprosenttien ero kasvaa kuulamäärän pienentyessä
- 10 mm:n kuulilla läpäisyprosenttien ero pienenee kuulamäärän pienentyessä
- Keskimääräinen raekoko on paljon pienempi ja hienoaineksen määrä suurempi
- Aikaisemmissa tutkimuksissa on havaittu kuluneen materiaalin määrän pysyvän lähes samansuuruisena seulojen 0,074 – 2 mm välillä



Sorila 15 mm:n kuulat 3 kg



Sorila 10 mm:n kuulat, 3 kg



Ensimmäisen vaiheen tulokset

- 15 mm:n kuulilla moninkertaisia kuulamylyarvoja johtuen puolet pienemmästä raekoosta > testien toistettavuus heikkenee
- Patavuoren tulokset odotettua suurempia johtuen testatun kiviaineksen huonosta muodosta
- Sorilan kiviaineksella parempi muotoarvo (pienempi litteysluku)
- Sorilan kiviaineksen kulutuskestävyys suhteessa Patavuoreen paranee kuulamäärän vähetessä
- Ilman teräskuulia kulumista ei esiintynyt juuri lainkaan



Työn vaiheet II

- Lopulliset testit 3 kg halkaisijaltaan 10 mm teräskuulilla

	SFS-EN 1097-9	Modifioitu 4/8 mm
Raekoko	q*350 g 14/16 mm q*650 g 11,2/14 mm	q*500 g 4/5,6 mm q*500 g 5,6/8 mm
Kuulakoko ja määrä	15 mm/ 7 kg	10 mm/ 3 kg
Kierrosmäärä	5400	5400



Toisen vaiheen tulokset

Kiviaines	Kuulamylyarvo ($A_{N4/8}$) eri seuloilla		
	<1mm	<2mm	<4mm
Sorila	14,4	16,0	27,7
Patavuori 1	12,7	13,8	26,5
Patavuori 2	4,3	4,5	9,6
Koskenkylä	6,2	7,1	14,7
Takamaa	16,4	17,3	30,0
Haukkavuori	14,0	15,0	27,1
Pernaja	7,1	7,7	15,3
Pattijoki	9,6	10,4	21,0
Kytäjä	4,9	5,3	12,7
Eurajoki	7,8	8,1	13,7



Toisen vaiheen tulokset

Kiviaines	Kivilaji	A_N	$A_{N4/8}$	Suhdeluku $A_N/A_{N4/8}$	Litteysluku
Sorila	granodioriitti	8,2	16,0	0,5	15
Patavuori 1	vulkaniitti	6	13,8	0,4	22
Patavuori 2	vulkaniitti	6	4,5	1,3	12
Koskenkylä	graniitti	5,5	7,1	0,8	24
Takamaa	vulkaniitti	9,5	17,3	0,5	29
Haukkavuori	graniitti	8,4	15,0	0,6	24
Malmgård	graniitti	6,7	7,7	0,9	17
Pattijoki	graniitti	6,7	10,4	0,6	12
Kytäjä	vulkaniitti	5,9	5,3	1,1	15
Eurajoki	diabaasi	12	8,1	1,5	7

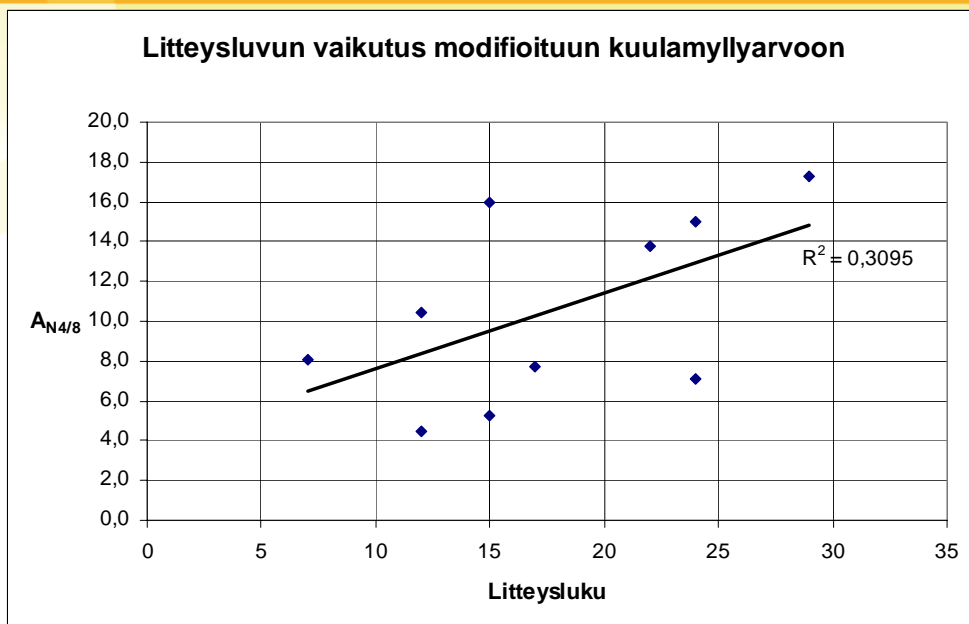


Toisen vaiheen tulokset

- Kuulamylyarvojen vaihteluväli selkeästi suurempi verrattuna standardinmukaiseen testiin
- Rakeiden pienentyessä ja suhteellisen kulutuspinnan lisääntyessä mineraalikoostumus ja kiven sisäinen rakenne vaikuttavat enemmän kulumiskestävyyteen
- Eri kiviainesten väliset erot tulevat selvemiksi
- Myös muissa tutkimuksissa muodon vaikutus tulee merkittäväksi (varsinkin < 8 mm raekokolajitteilla)



Toisen vaiheen tulokset



Johtopäätökset

- Hienorakeisen asfalttimassan kiviaineksen kulutuskestävyyttä ei voida suoraan testata standardinmukaisella kuulamylytestillä
- Pienet rakeet murskautuvat kulumisen sijasta normaalikokoisilla kuulilla
- Pienemmän kuulakoon ja pienemmän kuulamäärän ansiosta kuulamylyarvolle pystytään löytämään sopiva suuruusluokka
- Litteysluvun merkitys korostuu kun raekoko pienenee> Litteiden rakeiden rikkoutuminen tapahtuu helpommin, minkä seurauksena myös rakeiden suhteellinen kulutuspinta lisääntyy.



Johtopäätökset

- Raekoon pienentyessä kiven sisäinen rakenne, mineraalikoostumus ja tekstuuri tulee suhteessa merkittävämpään rooliin

>Kulumista ei näin ollen voida suoraan päätellä standardinmukaisesta kuulamylytestistä raekoon muuttuessa.



Johtopäätökset

- Lisätutkimuksia vaadittaisiin varsinkin eri kivilajien mineraalikoostumuksen ja tekstuurin merkityksen tarkempaan selvittämiseen
- Rakeiden muodon vaikutusta tulisi tutkia yhdellä kiviaineksella muokkaamalla litteysluvun suuruutta testinäytteessä.
- Myös kuulakoon ja -määrän vaikutukset testauksessa vaativat vielä lisätutkimuksia.



KIITOS MIELENKIINNOSTA!

