

Izglītības un zinātnes ministrija



Studiju un zinātnes
administrācija

Valsts pētījumu programmas ‘Inovātīvi un daudzfunkcionāli kompozītmateriāli
ilgtspējīgām būvēm no vietējām izejvielām’

**1. projekta ‘Inovātīvi un daudzfunkcionāli kompozītmateriāli ilgtspējīgām
būvēm no vietējām izejvielām’**

Atskaite

**BITUMINĒTO KOMPOZĪTU SASTĀVU RAŽOŠANAS METODE, IZMANTOJOT
ZEMĀKAS KVALITĀTES VIETĒJOS MINERĀLOS MATERIĀLUS**

Projekta vadītājs: Prof. Dāna Bajāre

Izpildītājs: Viktors Haritonovs

Rīga, 2016.gada 25.februāris

SATURS

AKTUALITĀTE	3
EKSPERIMENTĀLĀ DAĻA	4
1. Bitumena īpašības.....	6
2. HMAC ASFALTBETONA SASTĀVU PROJEKTĒŠANA.....	6
3. HMAC sastāvu pamatīpašības.....	7
4. HMAC -3 sastāvu ekspluatācijas īpašības.....	9
SECINĀJUMI.....	11
TURPMĀKIE PĒTĪJUMA VIRZIENI	11
LITERATŪRA	13

AKTUALITĀTE

HMAC tipa asfalts ir paredzēts lietošanai asfaltbetona seguma apakškārtās un/vai saistes kārtās vidējas vai augstas intensitātes autoceļos, lidlaukos un citās satiksmes platībās, kur nepieciešama augsta asfaltbetona segas pretestība deformācijām un liela nogurumizturība, piemēram, krustojumos, sabiedriskā transporta pieturvietās u.c.

Pētījuma projekta 1. kārtā tika radīti divi asfaltbetona sastāvi HMAC (High Modulus Asphalt Concrete) ar augstām ekspluatācijas īpašībām. HMAC asfaltbetona sastāvu izstrādei izvēlēti piemēroti izejmateriāli – zemās drupināšanas izturības Latvijas dolomīts un ciets bitumens B20/30. Izejmateriāli tika piegādāti no SIA „Pļaviņu DM” un Grupa LOTOS S.A (Polija). Analizējot projektēto sastāvu pamatīpašības un ekspluatācijas īpašības, konstatēts, kā tie atbilst High Modulus Asphalt Concrete (HMAC) specifikāciju prasībām. HMAC specifikācijas izstrādātas pētījumā „Ilgspējīgi asfalta segumi jaunajām ES dalībvalstīm” SPENS (Sustainable Pavements for European New Member States) programmas ietvaros.

Pētījuma projekta 2. kārtas ietvaros, izmantojot vietējos minerālmateriālus, plānots izstrādāt augstas stiprības asfaltbetona sastāvus izmantojot modificēto PMB 25/55-65 un augsti modificēto bitumenu PMB 10/40-65.

Ja pētījuma 2. kārtas ietvaros izdosies rādīt vairākus HMAC asfaltbetona sastāvus un tiks pierādīts, ka izmantojot vietējo materiālu var radīt augstu ekspluatācijas īpašību asfaltbetona sastāvus, tad plānots piedāvāts iekļaut HMAC asfaltbetona tipu „Ceļu specifikācijas” prasībās stingri reglamentējot ekspluatācijas īpašības (stingumu, nogurumu un risu noturību).

EKSPERIMENTĀLĀ DAĻA

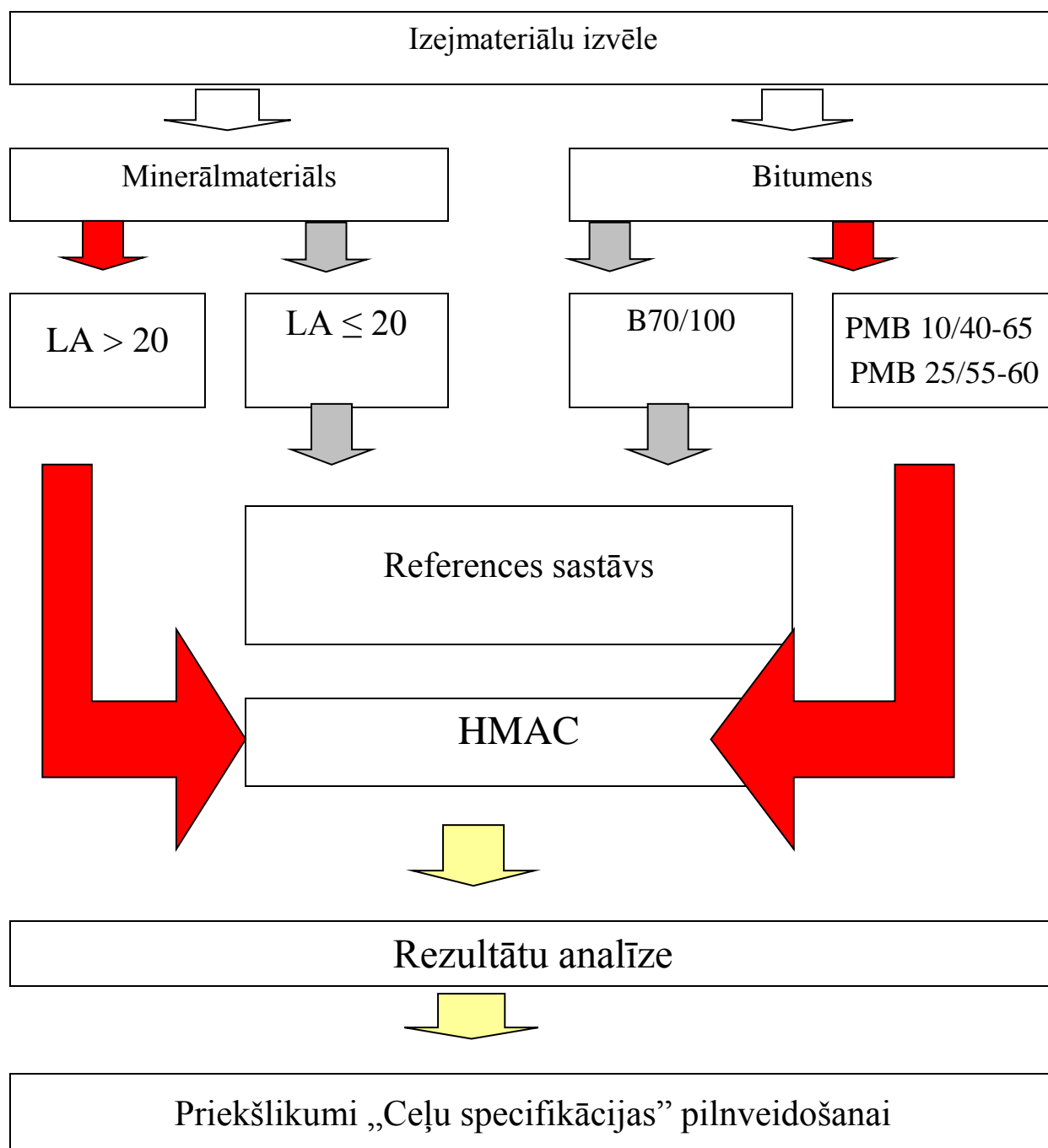
Lai veiktu eksperimentālos pētījumus, laboratorijas apstākļos tika asfaltbetona maisījumi un veikta to testēšana, lai noteiktu ekspluatācijas īpašības. Šī darba uzdevuma izpilde sastāvēja no sekojošiem etapiem:

1. Izstrādāt pētījuma programmu, ietverot tajā informāciju par pētījuma kalendāro plānu, sadarbības partneriem, izejmateriālu piegādātājiem, asfaltbetona sastāvu projektiem un vienošanās dokumentāciju ar uzņēmējiem par izejmateriālu saņemšanu pētījuma vajadzībām.
2. Noteikt bitumena saistvielas īpašības.
3. Laboratorijā izgatavot augstas stiprības asfaltbetona maisījuma paraugus no dolomīta šķembām.
4. Veikt asfaltbetona paraugu deformatīvo īpašību eksperimentālās pārbaudes, lietojot ekspluatācijas īpašību testēšanas metodes – riteņu sliežu veidošanās tests, stinguma un noguruma tests, kā arī ūdensjūtību.
5. Sagatavot HMAC asfaltbetonu un tā izejmateriālu tehniskās prasības „Ceļu specifikācijas 2015” (vai citas – aktuālās specifikāciju versijas) papildināšanai.

Metodoloģija

1. Sastāvu izstrādes pamatā ir standarta LVS EN 13108-1 prasības;
2. Bitumena īpašību noteikšana atbilstoši LVS EN 12591 vai LVS EN 14043 prasībām;
3. Minerālmateriāla īpašību noteikšana atbilstoši LVS EN 13043 prasībām;
4. Eksperimentālās pārbaudes tiks veiktas saskaņā ar aktuālo LVS EN testēšanas metožu prasībām;
5. Asfaltbetona un izejmateriālu īpašības tiks izvērtētās saskaņā ar “Ceļu specifikācijas 2015” un LVS EN prasībām.
6. Detalizētu pētījuma programmu un darbu izpildes kalendāro plāno konsultants sagatavos 1.starpziņojumā un iesniegs izskatīšanai Tehniskajā komisijā;
7. Ārvalstīs smaga noslogojuma asfalta segu izbūvei lietoto tehnoloģiju aprakstu un konsultanta rekomendācijas iesniegs izskatīšanai 1.starpziņojumā.

Šajā etapā asfaltbetona sastāvu izgatavošanai izvēlēts modificēts (PMB 25/55-60) un augsti modificēts (PMB 10/40-65) bitumens un dolomīta šķembas ar zemāku par „Ceļu specifikācijas 2012” noteikto drupināšanas izturību (LA_{30} - LA_{40}).



1. att. Eksperimentālās daļas plāns pētījuma 1. Posmam

Asfaltbetona sastāvu projektēšanas un testēšanas metodes izvēlētas tā lai sasniegtu šajā pētījuma izvirzīto mērķi un uzdevumus – radīt asfaltbetona sastāvu(s) ar augstām ekspluatācijas

īpašībām smagi noslogotiem ceļa posmiem un piedāvāt priekšlikumus vietējo tehnisko noteikumu „Ceļu specifikācijas 2012” pilnveidošanai (sk. 1. attēls).

1. Bitumena īpašības

Šajā pētījuma etapā izvēlētiem modificētiem bitumeniem PMB 25/55-60 un PMB 10/40-65 noteiktas galvenās fizikālās, mehāniskās un fizikāli - ķīmiskās īpašības (sk. 1. tab.).

Tabula 1

Bitumena īpašību salīdzinājums

Nosākamais parametrs	Standarts	Rezultāts		
		PMB 25/55-60	PMB 10/40-65	B20/30
Penetrācija, 0,1mm	LVS EN 1426	35,6	35,0	29
Mīkstēšanas temperatūra, °C	LVS EN 1427	64,2	64,2	62,7
Frasa trausluma temperatūra, °C	LVS EN 12593	-	-17	-18
Elastīgā atjaunošanās +25°C, %	LVS EN 13398	> 50 ¹	> 50 ¹	-
Bitumena īpašības pēc novecošanās (RTFOT metode)				
Masas izmaiņas pēc RTFOT	LVS EN 12607-1	0	0	0
Mīkstēšanas t°C palielināšanās	LVS EN 1427	7,9	5,5	6,9
Mīkstēšanas t°C pēc RTFOT	LVS EN 1427	72,1	69,7	69,6
Frasa trausluma temperatūra, °C pēc RTFOT	LVS EN 12593	-	-16	-17
Paliekošā penetrācija, %	LVS EN 1426	71	76	72
Elastīgā atjaunošanās +25°C, % pēc RTFOT	LVS EN 13398	> 50 ¹	> 50 ¹	-

1) Ražotāja deklarēta vērtība

2. HMAC ASFALTBETONA SASTĀVU PROJEKTĒŠANA

Pētījuma pirmajā etapā, izmantojot bitumenu B20/30 un dolomīta šķembas no SIA „Pļaviņu DM” uzprojektēti HMAC -1 un HMAC -2 sastāvi. Analizējot rezultātus secināts, ka HMAC – 2 atbilst HMAC asfaltbetona specifikācijām.

Šajā pētījuma etapā uz HMAC-2 granulometrijas bāzes, izmantojot modificētu PMB 25/55 – 60 un augsti modificētu PMB 10/40 – 65 bitumenu, tika projektēti asfaltbetona sastāvi HMAC – 3 un HMAC – 4 (HMAC – 3 ar PMB10/40 – 65 un HMAC - 4 ar PMB25/55 – 60). Kopā tika izgatavoti divi HMAC- 3 un divi HMAC- 4 asfaltbetona sastāvi ar bitumena saturiem 5,6% un 5,8% (sk. 2. tab). 5. attēlā dots HMAC-1 sastāva granulometrijas projekts.

Tabula 2

HMAC-3 un HMAC - 4 sastāvi

Izejmateriāls	Sastāvi, %			
	PMB10/40 – 65		PMB 25/55 – 60	
	1 HMAC-3/1	2 HMAC-3/2	3 HMAC-4/1	4 HMAC-4/2
frakcijas 11/16	28,3	28,3	28,3	28,3
frakcijas 8/11	8,0	8,0	8,0	8,0
frakcijas 5/8	11,3	11,3	11,3	11,3
frakcijas 2/5	19,8	19,8	19,8	19,8
frakcijas 0/2	26,1	25,9	26,1	25,9
aizpildītājs „Saulkalne”	0,9	0,9	0,9	0,9
Bitumens	5,6	5,8	5,6	5,8

3. HMAC sastāvu pamatīpašības

Analizējot HMAC-3 sastāvu sablīvējumu, konstatēts, ka ar saistvielas saturiem 5,6 un 5,8 tika sasniegts HMAC tehniskām prasībām atbilstošs sablīvējums. Tomēr saistvielas saturam 5,6 sablīvējamības vērtība ir uz augšējās pieļaujamās robežas – 5%. 4. tabulā dots rezultātu apkopojums un īpašību salīdzinājums ar HMAC-2 sastāviem.

5. tabulā apkopoti Maršala stabilitātes un plustamības testu rezultāti, kā arī dots mehānisko īpašību salīdzinājums ar HMAC-2 sastāviem.

Tabula 4

HMAC sastāvu fizikālās īpašības

Nosakamais parametrs	Rezultāti					
	HMAC- 4/1	HMAC- 4/2	HMAC- 3/1	HMAC- 3/2	HMAC- 2/4	HMAC- 2/5
Tilpumblīvums, kg/m ³	2397		2430	2444	2455	2457
Maksimālais blīvums, kg/m ³	2522		2557	2558	2555	2551
Porainība V _m , %	5,0	5,0	4,45	3,9	3,7	
VMA	20,7		18,6	18,25	17,8	18
VFB	75,7		72,9	75,61	78,2	79,6
Fakt. bitumena saturs, %	6,54		5,58	5,76	5,67	5,83



- atbilst



- neatbilst

Tabula 5

HMAC sastāvu Maršala testa rezultāti

Nosakamais parametrs	Rezultāti					
	HMAC- 4/1	HMAC- 4/2	HMAC- 3/1	HMAC- 3/2	HMAC- 2/4	HMAC- 2/5
Bitumena saturs, %	6,54		5,58	5,76	5,67	5,83
Paraugu augstums, mm	64,00		64,8	64,0	63,6	62,8
Maršala stabilitāte, kN	18,72		16,51	15,78	16,65	15,43
Maršala plūstamība, mm	5,2		2,79	3,43	3,8	6,9

4. HMAC -3 sastāvu ekspluatācijas īpašības

Asfaltbetona sastāviem HMAC – 3 ar atbilstošu sablīvējumu noteiktas ekspluatācijas īpašības – risu noturība, nogurumizturība, stingums un ūdenjutība. Analizējot HMAC-3 ekspluatācijas īpašību rezultātus konstatēts, *ka visas ekspluatācijas īpašības atbilst HMAC sastāvu prasībām*. 6.–9. tabulās apkopoti ekspluatācijas īpašību testu rezultāti, kā arī dots to salīdzinājums ar HMAC-2 sastāviem

a) Ūdensjutība

Tabula 6

HMAC – 3 sastāvu ūdensjutības rezultāti

Sastāvs	Bitumena saturs, %	Ūdenjutība, %	HMAC prasībās
HMAC-4/1	6,5	93	> 80
HMAC-4/2			
HMAC-3/1	5,6	100	
HMAC-3/2	5,8	100	
HMAC-2/4	5,6	98	
HMAC-2/5	5,9	94	



- atbilst



- neatbilst

b) Risu noturība

Tabula 7

HMAC-3 sastāvu risu noturības salīdzinājums ar tradicionāliem sastāviem

	HMAC prasībās	HMAC-4	HMAC-3/1	HMAC-3/2	HMAC-2/4	HMAC-2/5
		6,5	5,6%	5,8%	5,6% (5,6)	5,9% (6,0)
WTS, mm/1000ciklos	0,03- 0,3	0,04	0,04	0,04	0,14	0,22
Riteņa ieegrime, mm		1,7	1,8	2,0	3,8	5,7



- atbilst



- neatbilst

c) *Nogurumizturība*

Tabula 8

HMAC-3 sastāvu nogurumizturība 10Hz, 10°C, 130 μm/mm

Sastāvs	Bitumena saturs, %	Stinguma samazinājums pēc 10 ⁶ cikliem, %	HMAC prasībās
HMAC-4/1	6,5	≤ 10	≤ 50
HMAC-4/2			
HMAC-3/1	5,6	≤ 10	
HMAC-3/2	5,8	≤ 10	
HMAC-2/4	5,6	≤ 10	
HMAC-2/5	5,9	≤ 10	



- atbilst



- neatbilst

d) *Stingums*

Tabula 9

HMAC-2 sastāvu stingums 10Hz, 10°C, 130 μm/mm (pēc 1000cikliem)

Sastāvs	Bitumena saturs, %	Stingums, MPa	HMAC prasībās
HMAC-4/1	6,5	15200	> 14000
HMAC-4/2			
HMAC-3/1	5,6	16900	
HMAC-3/2	5,8	16100	
HMAC-2/4	5,6	17100	
HMAC-2/5	5,9	17900	



- atbilst



- neatbilst

SECINĀJUMI

- 1) Analizēti ārvalstīs veiktie pētījumu rezultāti par augstas stiprības asfaltbetona sastāviem, kas izgatavoti no zemās kvalitātes šķembām (LA₃₀ – LA₄₀).
- 2) Izstrādāta pētījumu programma, kurā ietverta informācija par sadarbības partneriem, izejmateriālu piegādātājiem un eksperimenta plānu.
- 3) Noteiktas modificētā PMB 25/55-60 un augsti modificētā PMB 10/40-65 bitumenu īpašības
- 4) Laboratorijas apstākļos radīti HMAC – 3 un HMAC - 4 sastāvi uz AC_{bin/base} 16 bāzes.
- 5) HMAC – 3 un HMAC - 4 sastāviem ar PMB 10/40-65 un PMB 25/55-60 noteiktas pamatīpašības un ekspluatācijas īpašības un dots salīdzinājums ar HMAC-2/4 un HMAC-2/5 sastāviem uzprojektētiem pirmajā pētījuma kārtā (HMAC – 2 ar bitumenu B20/30).
- 6) Noteikts, ka HMAC – 3 un HMAC - 4 sastāvu **īpašības atbilst High Modulus Asphalt Concrete (HMAC) specifikāciju prasībām**
- 7) Sagatavota publikācija “Performance evaluation of HMAC asphalt concrete mixes” publicēšanai starptautiski atzītos izdevumos un ziņošanai 6th International Conference 'Bituminous Mixtures & Pavements' konferencē (Saloniki, Grieķija).

TURPMĀKIE PĒTĪJUMA VIRZIENI

- 1) Citu Latvijas karjeru dolomīta šķembu izmantošana HMAC sastāvu izstrādei.
- 2) Izpētīt grants šķembu (pilnīgi vai daļēji aizvietojot dolomīta šķembas vai citu Latvijas apstākļiem tradicionālo pildvielu) piemērotību HMAC sastāvu izstrādei
- 3) HMAC sastāvu noturība pret termoplaisu veidošanos noteikšana izmantojot TSRST metodi
- 4) Eksperimentālā posma izbūves projekta izstrādāšana (ar sadarbības partneriem), projekta iesniegšana apstiprināšanai Tehniskajā komisijā, konkursa dokumentu izstrādāšana un eksperimentālo darbu plānošana;
- 5) Izstrādātu maisījumu ražošana un iekļāšana uz eksperimentālā posma. Eksperimentālā posma monitorings un iegūto rezultātu salīdzinājums ar laboratorijas pētījumiem;
- 6) Publikāciju, posteru un ziņojumu sagatavošana;
- 7) Sagatavot dolomīta un grants šķembu lietošanas ar cieto bitumenu (modificētu, augsti modificēto) ekonomisko novērtējumu, dodot pasūtītājam rekomendācijas, pie kādiem

nosacījumiem (transportēšanas attālumi, ražošanas izmaksas) ir lietderīgi plānot šo materiālu lietošanu.

- 8) Priekšlikumu izstrādāšana ceļu specifikāciju papildināšanai, iekļaujot ar fundamentālām testēšanas metodēm izstrādāta asfaltbetona tipa projektēšanas prasības un prasības minerālmateriālu īpašībām.

LITERATŪRA

- 1) Randy C. West. Reclaimed Asphalt Pavement Management: Best Practices. National Center for Asphalt Technology, Auburn University.
- 2) Asphalt Concrete Mix Design and Construction [tiešsaiste]. [skatīts 2014g. 16. februārī].Pieejams: <http://www.fhwa.dot.gov/asphtech/05jb3lect1hist.ppt>
- 3) McDaniel, R. and Anderson R.M. 2001. Recommended Use of Reclaimed Asphalt Pavement in the Superpave Mix Design Method: Technicians Manual. NCHRP Report 452. Transportation Research Board. Washington, DC.
- 4) Aravind Krishna Swamy, Luke F. Mitchell, Steven J. Hall, and Jo Sias Daniel, M.ASCE. Impact of RAP on the Volumetric, Stiffness, Strength, and Low-Temperature Properties of HMA. Journal of Materials in Civil Engineering. November, 2011.
- 5) J. H. Kietzman, Effect of Short Asbestos Fibers on Basic Physical Properties of Asphalt Pavement Mixes, Highway Research Board Bulletin, no. 270, National Research Council, Washington, DC, USA, 1960.
- 6) Bradley J. Putman. Effects of Fiber Finish on the Performance of Asphalt Binders and Mastics. Advances in Civil Engineering. Volume 2011, Article ID 172634, 11 pages, 2011.
- 7) Anil Srivastava and Ronald van Rooijen. Bitumen performance in hot and arid climates. Pavement Seminar for the Middle East and North Africa Region. Innovative Road Rehabilitation and Recycling Technologies. 24-26 October, Amman, Jordan (2000).
- 8) Y. Decoene, Contribution of Cellulose Fibers to the Performance of Porous Asphalts, Transportation Research Record, no. 1265, National Research Council, Washington, DC, USA, 1990.
- 9) Mahrez A., Karim M.R. Fatigue characteristics of stone mastic asphalt mix reinforced with fiber glass. 12, 2010. gada, International Journal of the Physical Sciences, Sēj. 5, lpp. 1840-1847. Available from: doi: <http://www.academicjournals.org/IJPS. ISSN 1992-1950 @2010>.
- 10) Humanity Development Library 2.0. [Tiešsaiste] <http://www.nzdl.org/gsdldmod?e=d-00000-00---off-0hdl--00-0----0-10-0---0---0direct-10---4-----0-0l--11-en-50---20-help---00-0-1-00-0-0-11-1-0utfZz-8-00-0-0-11-10-0utfZz-8-00&a=d&c=hdl&cl=CL1.1&d=HASH011321ce4efc2579cf71e500.4.1.3>.
- 11) Department, Cambridge University Engineering. *Material Data Book*. 2003.
- 12) The Use of Recycled Materials in Highway Construction. L.Schroeder, Robin. 2, bez viet. : Federal Highway Administration, 1994. gada, Sēj. 58.
- 38) Sustainable Pavements for European New Member States (SPENS) Document No. D8. <http://www.spens.fehrl.org>