



Hrvatsko asfaltno društvo

Croatian asphalt association

Korištenje troske u završnom sloju kolnika na državnoj cesti D1 – rezultati nakon dvogodišnjeg korištenja

Usage of slag for asphalt wearing course on national road D1 – results after two years in use


Tomislav Šafran dipl. ing.građ./Marko Zekušić, ing.građ.

Ramtech d.o.o.

Međunarodni seminar ASFALJNI KOLNICI 2019
International seminar ASPHALT PAVEMENTS 2019

Opatija, 04.–05. 04. 2019.

SADRŽAJ

1. UVOD
 2. OPORABE TROSKE IZ RAZLIČITIH IZVORA KAO AGREGATA ZA ASFALT
 3. OCJENJIVANJE POGODNOSTI TEMELJEM POJEDINIH SVOJSTAVA AGREGATA
 4. ALTERNATIVNI PRISTUP U OCJENJIVANJU POGODNOSTI TROSKE KAO AGREGATA ZA ASFALT
 5. PONAŠANJE IZVEDENIH ASFALJNIH SLOJEVA SA TROSKOM
 6. IZVEDBA PROBNIH DIONICA ASFALTA SA TROSKOM IZ TEF-a Šibenik
 7. CERTIFICIRANJE TROSKE KAO AGREGATA ZA ASFALT
 8. ZAKLJUČAK - KOMENTARI
- 

1. UVOD

- „ Proizvođači bitumenskih mješavina često se bave problemom dobave kvalitetnog kamenog materijala za proizvodnju asfalta, posebno za habajući sloj.
- „ Razlozi su uglavnom **strogi uvjeti kvalitete za neka ključna svojstva**, a koja se često u praksi isporučuju **čak malo i ispod propisane granice**.
- „ *Čak i agregati koji se najčešće koriste za habajuće slojeve **imaju problema sa prionljivošću, a posljedično i sa osjetljivosti na vodu**.*
- „ *U Italiji je trenutno na razmatranju prijedlog da na autocestama bude uvjet za **ITSR 90%**, bez dodataka niti jedan agregat u Hrvatskoj nebi zadovoljio*
- „ U ovoj prezentaciji biti će prikazani neki praktični slučajevi **primjene kamenog materijala granične kvalitete** (određena osnovna propisana svojstva agregata izvan specifikacije) na temelju ispitivanjima i dokazivanjem kvalitete prvenstveno u laboratoriju a zatim na probnim dionicama.

2. OPORABE TROSKE IZ RAZLIČITIH IZVORA KAO AGREGATA ZA ASFALT

2.1. SILIKOMANGANSKA TROSKA IZ TEF-A ŠIBENIK

- „ <https://hrcak.srce.hr/68537>
(Građevinar, Vol. 63 No. 05., 2011.,
CSS i Geološki Zavod)
- „ Danas certificirana kao sirovina na
nalazištu „Busišta Dva“



2.2. FEROKROMNA TROSKA IZ TVORNICE KARBIDA I FEROLEGURA TFL DALMACIJA DUGI RAT

- „ <http://www.dugirat.com/novosti/76-gospodarstvo/18954-kratka-povijest-tvornice>
- „ <https://www.bib.irb.hr/513231>
- „ Sanacija područja i priprema za
oporabu troske u tijeku



2.3. TROSKA IZ ČELIČANE CMC Sisak

<https://www.bib.irb.hr/571203>

POGODNOST AGREGATA ZA PROIZVODNJU BITUMENSKIH MJEŠAVINA

- OCJENJIVANJE POGODNOSTI TEMELJEM:
 - a) SVOJSTAVA AGREGATA – **ispitivanjem frakcija**
 - b) SVOJSTAVA ASFALTA – **na izvedenom sloju (alternativno)**

3. OCJENJIVANJE POGODNOSTI TEMELJEM POJEDINIH SVOJSTAVA AGREGATA

PREGLED DOSADAŠNJIH SUSTAVA:

1. BIVŠE JUS I HRN U.E4 014 I U.E9 021
2. OTU 1989 I OTU 2001, TU HAC, RAMTECH 2004
3. TUAK 2015 DO DANAS
4. Čvrstoća, upijanje vode, LA, PSV i dr.

3. OCJENJIVANJE POGODNOSTI TROSKE ZA ASFALT

- TEMELJEM POJEDINIH SVOJSTAVA AGREGATA SUKLADNO TUAK 2015

	Svojstva	Ispitna metoda	Primjenjske kategorije smjese agregata				
			AG1	AG2	AG ₃	AG4	AG5 ^(a)
Krupni agregat 2/4, 4/8, 8/11, 8/16, 11/16	Granulometrijski sastav (nadzrnje i podzrnje)	HRN EN 933-1	G _c 90/15				
	Najveći dopušteni razred udjela sitnih čestica	HRN EN 933-1	f ₁ ^(b)				
	Najmanji dopušteni razred udjela drobljenih zrna i udjela lomljene površine zrna	HRN EN 933-5	C _{100/0}		C _{90/1}	C _{100/0}	
	Najveći dopuštenirazred indeksa plosnatosti	HRN EN 933-3	Fl ₂₀				
	Najveći dopušteni razred otpornost na predrobljavanje metodom «Los Angeles»	HRN EN 1097-2	LA ₂₀		LA ₃₀	LA ₂₀	
	Najveći dopušteni razred otpornosti agregata na površinsku abraziju	HRN EN 1097-8, Dodatak A	AAV ₁₅		AAV ₂₀ AAV _{NR} ^(c)	AAV ₁₅	
	Najveći dopušteni razred otpornosti agregata na trošenje	HRN EN 1097-1	M _{DE} 20		M _{DE} 20 M _{DE} NR ^(c)	M _{DE} 20	
	Najmanji dopušteni razred otpornosti agregata na polirnost	HRN EN 1097-8	PSV ₅₀		PSV _{Dekl.30} PSV _{NR} ^(c)	PSV ₅₀	
	Najveći dopušteni razred upijanja vode za ocjenu otpornosti na smrzavanje-odmrzavanje	HRN EN 1097-6	WA ₂₄ 2				
	Najveći dopušteni razred otpornosti na smrzavanje-odmrzavanje ili magnezijev sulfat	HRN EN 1367-1 ili HRN EN 1367-2	F ₁ ili MS ₁₈				
	Prionjivost bitumenskog veziva	HRN EN 12697-11, Metoda A	≥ 80 % (6h) ^(d)				

3. TROSKA DUGI RAT SAŽETAK LABORATORIJSKIH ISPITIVANJA

Fizikalno-mehanička i kemijska svojstva troske iz Dugog Rata kao agregata za asfalt

Svojstvo	Rezultat	Zahtjev	Ispunjava zahtjev
UPIJANJE VODE(HRN EN 1097-6	1,8 % (frakcija 4/8 mm)	/	Da (2 projekta sastava)
	1,4 % (frakcija 8/11mm)		
KVALITETA SITNIH ČESTICA HRN EN 933-9 - Methylene Blue test	1,7g/kg	MBF10	DA
KOEFICIJENT PROTOKA HRN EN 933-6 -	ECS 35 razred	Više od 30	DA
OTPORNOST NA PREDROBLJAVANJE (EN 1097- 2)	Los Angeles koeficijent LA 22%	LA 20	NE
		LA 22 (prema OTU 2001)	Da za srednje opterećenje
OTPORNOST NA TOPLINSKI ŠOK (EN 1367- 5)	5		DA
MICRO DEVAL KOEFICIJENT MDE (HRN EN 1097-1	Izmjereni Micro Deval koeficijent je 13	M_{DE20}	DA
PRIONLJIVOST BITUMENA I AGREGATA, NAKON 6 SATI (HRN EN 12697-11),	55% bez dodataka	85%	NE
	85% sa dodatkom- Stardope 130P		DA
PSV (HRN EN 1097-8	PSV 52	PSV 50	DA
OTPORNOST NA MAGNEZIJ SULFAT (HRN EN 1367-2	6	maximum 18	DA

3. TROSKA DUGI RAT ZAKLJUČAK

Vrednovanje rezultata ispitivanja izvršeno je prema kriterijima za agregate za asfalt prema Općim tehničkim uvjetima za radove na cestama (OTU 2001.) koji su još uvijek u primjeni u Hrvatskoj, standardu HRN EN 13043-Agregati za bitumenske mješavine i površinske obrade cesta, zračnih i drugih prometnih područja i hrvatskom tehničkom propisu za asfaltne kolnike TUAK 2015.

Upijanje vode ispitivanog materijala **prilično je visoko**, međutim ovo se ne smatra ograničenjem budući da su projekti sastava pokazali da je količina veziva jednaka količini u mješavinama s najkvalitetnijim agregatom koji je proizveden od magmatskih (eruptivnih) stijena, za asfaltnu mješavinu AC 11 surf 45 / 80-65 optimalni sadržaj veziva je 5,3%, a za SMA 11 45 / 80-65 5,6%.

Zbog **niske prionljivosti bitumena i agregata u mješavini treba upotrijebiti aditiv.**

Na kraju, koeficijent LA koji je nešto izvan granica specifikacije, međutim mogao bi se prihvatiti na temelju testa otpornosti na predrobljavanje usporedbom sa agregatima poznatih dobrih svojstava LA. Za postupak je utvrđeno da je prikladan kao vrlo dobra metoda vrednovanja u sličnim slučajevima prije.

Rezultati pokazuju da je **materijal prikladan kao agregat za proizvodnju asfalta**, iako su neka tražena svojstva, kao što su prionljivost veziva i agregata, upijanje vode i Los Angeles, izvan specifikacije, što se vidi iz prethodne tablice.

Temeljem provedenog istraživanja ministarstvo zaštite okoliša donjelo je **rješenje za sanaciju područja tvornice Dugi Rat** na kojem se nalaze značajne količine troske na način da se troska koja je deponirana oporabi, po mogućnosti kao sirovina za proizvodnju bitumenskih mješavina.

Neki od slojeva asfalta proizvedenih sa troskom još uvijek dobro funkcioniraju nakon gotovo 20 godina pod intenzivnim prometom.

4. ALTERNATIVNI PRISTUP OCJENJIVANJU POGODNOSTI AGREGATA ZA ASFALT

OCJENJIVANJE POGODNOSTI TEMELJEM SVOJSTAVA IZVEDENOG ASFALTOG SLOJA

*Uporabljivost frakcija kamenog materijala na temelju performansi-**bitnih zahtjeva za asfaltni sloj (mehanička otpornost, sigurnost za uporabu)***

1. RAMLJAK/PEJNOVIĆ-KOEFICIJENTI POVEĆANJA POVRŠINE GRANULOMETRIJE
2. PREDICTING ASPHALT MIXTURE SKID RESISTANCE BASED ON AGGREGATE CHARACTERISTICS (FHWA/TX-09/0-5627-1)
3. RAMTECH-MEHANIČKO TROŠENJE U LABORATORIJU (PSV – SRT)
4. REZULTATI USPOREDBE LOS ANGELES – MARSHALL (GOLESH, DUGI RAT)
5. REZULTATI USPOREDBA PSV - SRT SLOJ (TROSKA NA VINJANI DONJI I D1)

4. ALTERNATIVNI PRISTUP OCJENJIVANJU POGODNOSTI AGREGATA ZA ASFALT

PRETHODNA ISTRAŽIVANJA U LABORATORIJU TVRTKE RAMTECH

- „ U 2009. godini u laboratoriju Ramtech izrađeni su projekti sastava asfaltnih mješavina za habajuće slojeve asfalta tipa AC 11 surf i AC 16 surf sa troškom iz TEF-a Šibenik koja je ima PSV 35 (PSV 50).
- „ Sva druga svojstva materijala kao što su upijanje vode, LA koeficijent, Micro Deval i dr. su potpuno u skladu sa zahtjevima.
- „ U laboratoriju su pripravljene prvo asfaltne mješavine a zatim i cilindrični uzorci sloja.
- „ Proizvedeni uzorci su zatim intenzivno brušeni tako da je površinski sloj veziva uklonjen nakon 3 perioda i ukupno 480 sekundi četkanja sa čeličnom četkom ostavljajući stanje površine sloja kao što bi bilo na cesti nakon nekog vremena uporabe.
- „ Zatim su ispitani otpornost na klizanje i makrotekstura. Rezultati ispitivanja uspoređeni su sa svojstvima referentnog materijala iz kamenoloma Ljubešćica koji se najviše koristi kao agregat za habajuće slojeve.

4. ALTERNATIVNI PRISTUP OCJENJIVANJU POGODNOSTI AGREGATA ZA ASFALT

polish stone value PSV – ispitivanja u laboratoriju



Habanje površine asfalta i ispitivanje otpornosti prema klizanju i dubine makroteksture u laboratoriju

4. ALTERNATIVNI PRISTUP OCJENJIVANJU POGODNOSTI AGREGATA ZA ASFALT *polish stone value PSV* – ispitivanja u laboratoriju



Rezultati usporednih mjerenja dubine teksture i otpornosti na klizanje u laboratoriju na asfaltu tipa AC 11 surf

Projekt sastava		MD (MLM) -02/20 09	MD (MLM) -05/20 09	Projekt sastava		MD (MLM) -02/20 09	MD (MLM) -05/20 09
Kameni materijal		MLM troska	Ljubeščica, Eruptiv	Kameni materijal		MLM troska	Ljubeščica, Eruptiv
Svojstvo		Otpornost prema klizanju prema HRN EN 13036-4		Svojstvo		Dubina makroteksture prema HRN EN 13036-1	
Vrijeme četkanja	[s]	Testni agregat	Referentni agregat	Vrijeme četkanja	[s]	Testni agregat	Referentni agregat
	0	71,3	70,8		0	0,57	0,49
	120	60,8	67,5		120	0,54	0,47
	240	52,4	57,4		240	0,47	0,42
	480	50,8	54,6		480	0,5 8	0,5 1
Tehnički uvjet		min imum 50 SRT		Tehnički uvjet		min imum 0,3 5 mm	

4. ALTERNATIVNI PRISTUP OCJENJIVANJU POGODNOSTI AGREGATA ZA ASFALT

– *polish stone value PSV* – ispitivanja u laboratoriju



Rezultati usporednih mjerenja dubine teksture i otpornosti prema klizanju u laboratoriju na asfaltu tipa **AC 16 surf**

Projekt sastava		MD (MLM) -01/20 09	MD (MLM) -06/20 09	Projekt sastava		MD (MLM) -01/20 09	MD (MLM) -06/20 09
Kameni materijal		MLM troska	Ljubeščica, Eruptiv	Kameni materijal		MLM troska	Ljubeščica, Eruptiv
Svojstvo		Otpornost prema klizanju prema HRN EN 13036-4		Svojstvo		Dubina makroteksture prema HRN EN 13036-1	
Vrijeme četkanja	[s]	Testni agregat	Referentni agregat	Vrijeme četkanja	[s]	Testni agregat	Referentni agregat
	0	73,8	74,0		0	0,68	0,65
	120	51,7	64,8		120	0,49	0,47
	240	57,1	68,1		240	0,55	0,53
	480	52,5	56,1		480	0,59	0,57
	Tehnički uvjet	minimum 50 SRT			Tehnički uvjet	minimum 0,35 mm	

4. ALTERNATIVNI PRISTUP OCJENJIVANJA POGODNOSTI AGREGATA ZA ASFALT, LA i površina granulometrije – ispitivanja u laboratoriju

U razdoblju od 2011 do 2012 tvrtka Ramtech vodila je osiguranje kvalitete asfaltnih radova za Bechtel-Enka na Projektu autocesta Kosova, od Morina do Suve Reke.

Jedini materijal prihvatljiv za klijenta koji bi se mogao koristiti za SMA 16 bio je iz kamenoloma MIM Golesh. Zahtjev za LA bio je 16, a materijal je imao “čak” 19. U tu svrhu ispitana je otpornost na predrobljavanje Marshallovih uzorka u laboratoriju.

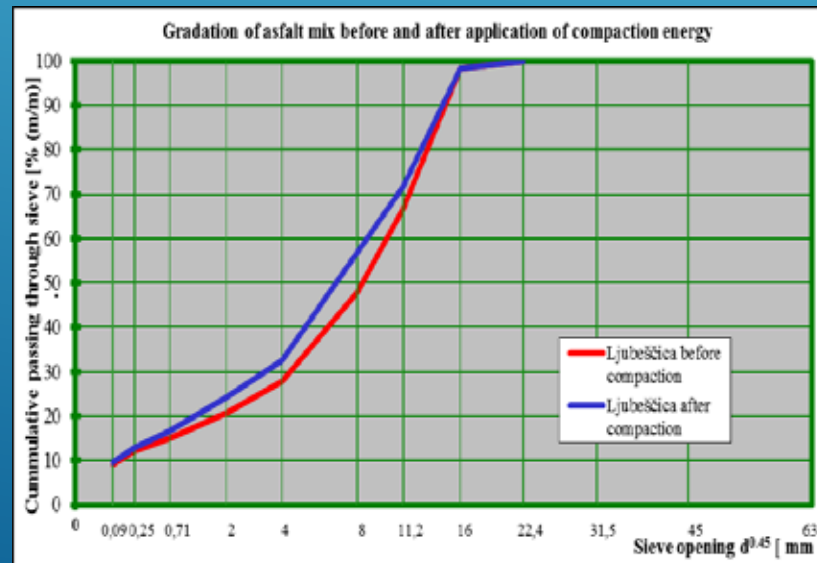
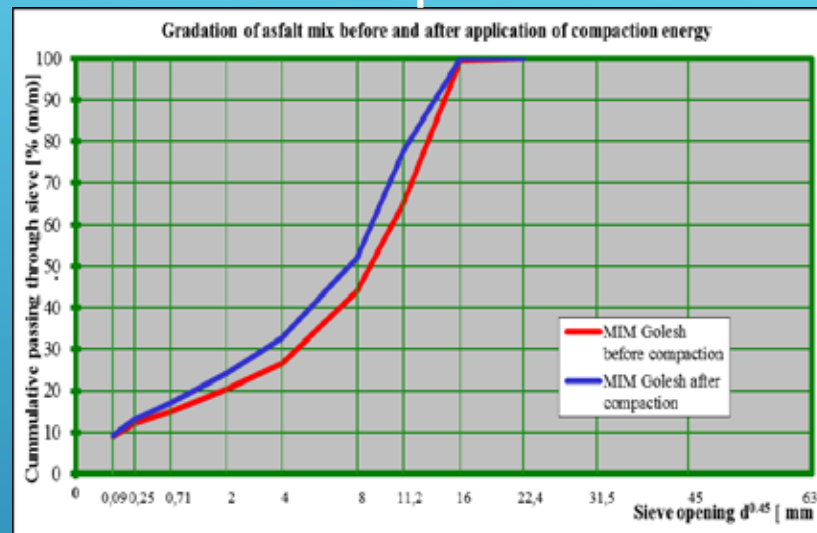
Površina zrna izračunata je nakon ispitivanja granulometrije materijala prije i nakon zbijanja. Rezultati su zatim uspoređeni sa površinom zrna referentnog kamenog materijala iz kamenoloma Ljubeščica koji ima otpornost na predrobljavanje LA 15 što je u skladu s traženim uvjetima kvalitete na projektu.

4. ALTERNATIVNI PRISTUP OCJENJIVANJU POGODNOSTI AGREGATA ZA ASFALT, LA i površina granulometrije – ispitivanja u laboratoriju

- Rezultati ispitivanja pokazali su da MIM Golesh materijal u procesu proizvodnje asfalta i asfaltiranja neće biti predrobljen više od referentnog materijala Ljubešćica s potrebnim LA svojstvima, te da će oba materijala mijenjati granulometriju u prihvatljivim granicama.

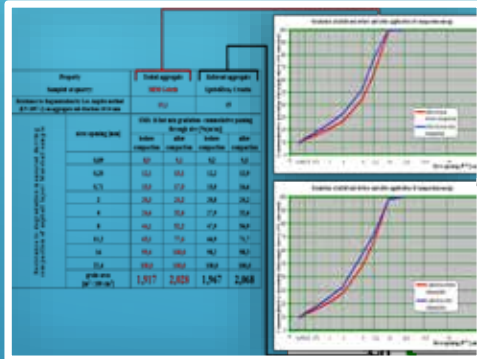
- DOKAZ UPORABLJIVOSTI
HABAJUĆI SLOJ JE 10 GODINA U UPOTREBI

Property		Tested aggregate		Referent aggregate	
Sampled at quarry:		MIM Golesh		Ljubešćica, Croatia	
Resistance to fragmentation by Los Angeles method (EN 10972) on aggregate subtraction 10/14 mm		19,1		15	
Resistance to degradation measured during compaction of asphalt layer/ Marshall sample	sieve opening [mm]	SMA 16 hot mix gradation- cumulative passing through sieve [% (m/m)]			
		before compaction	after compaction	before compaction	after compaction
	0,09	8,9	9,1	9,2	9,5
	0,25	12,1	13,1	12,2	12,9
	0,71	15,0	17,0	15,0	16,6
	2	20,3	24,2	20,8	24,2
	4	26,6	32,6	27,9	32,6
	8	44,1	52,2	47,9	56,9
	11,2	65,1	77,6	66,9	71,7
	16	99,4	100,0	98,2	98,3
22,4	100,0	100,0	100,0	100,0	
grain area [m ² / 100 cm ³]		1,917	2,028	1,967	2,068

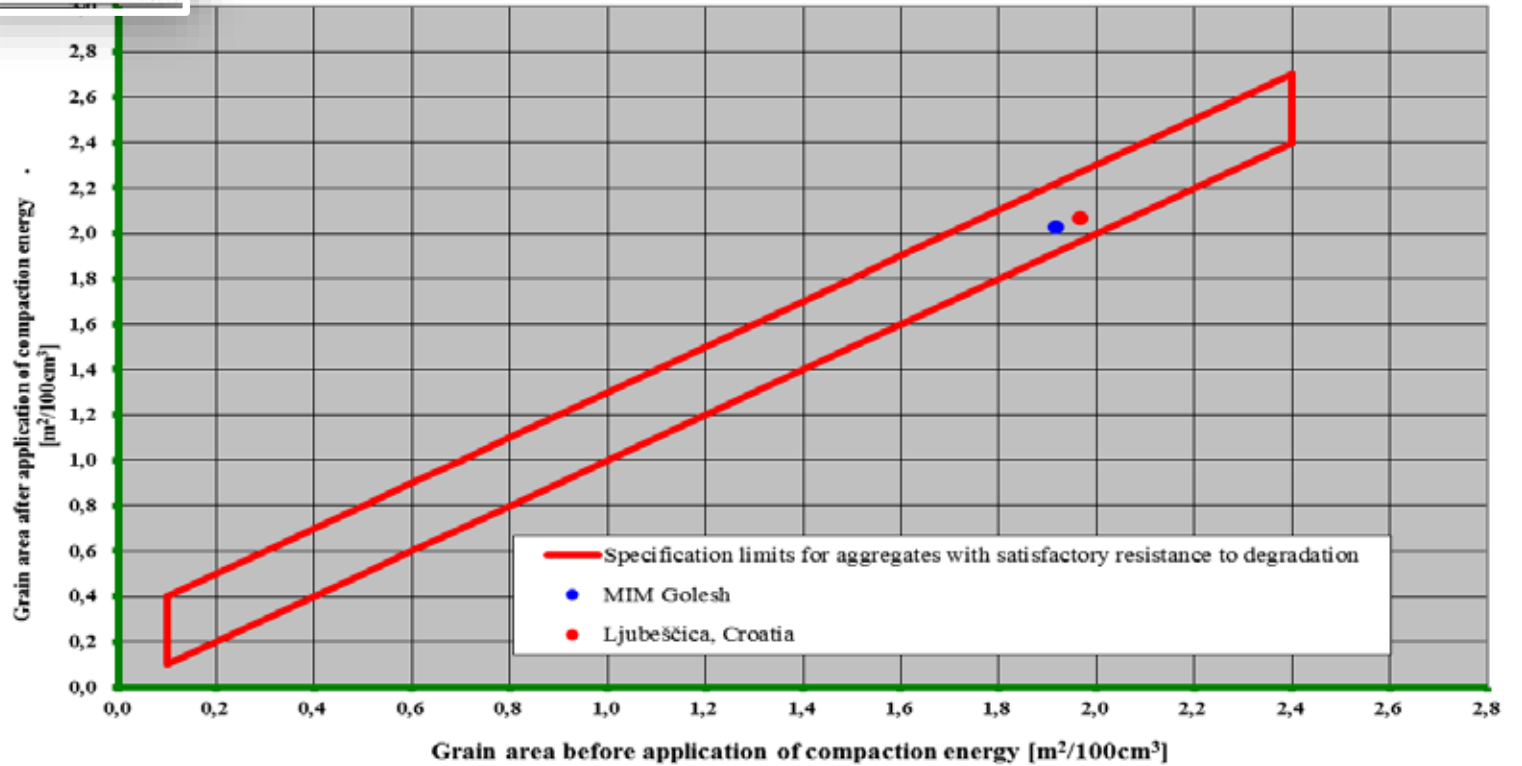


4. ALTERNATIVNI PRISTUP OCJENJIVANJU POGODNOSTI AGREGATA ZA ASFALT

Rezultati ispitivanja otpornosti na predrobljavanje prikazani s granicama specifikacije,



Test results of resistance to degradation measured during compaction of Marshall sample




4. ALTERNATIVNI PRISTUP OCJENJIVANJU POGODNOSTI AGREGATA ZA ASFALT

Pokazatelji štetnosti troske iz Dugog Rata u procesu proizvodnje asfalta –

sažetak laboratorijskih ispitivanja

Analitički broj: 05803 0133/15



NASTAVNI ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO DR. ANDRIJA ŠTAMPAR

Odjel za životni i radni okoliš
Služba za zaštitu okoliša i zdravstvenu ekologiju
Mirogojska cesta 16, Zagreb
Tel: 014696 209, Fax: 014677 120
www.stampar.hr

11025-HAA

Akreditirane metode označene su zvijezdicom (*)
Metode iz fleksibilnog područja akreditacije označene su slovom F i zvijezdicom (F*)

Datum: 13.05.2015.


Analitički broj: 05803 0133/15
Kupac: Ramelech d.o.o., 10361 SESVETSKI KRALJEVEC, Zagrebačka 91
Naziv uzorka: troska (U-15-365)
Vrijeme dostave uzorka u laboratorij: 14.04.2015. 09:45

REZULTATI ISPITIVANJA

Laboratorij za tlo i otpad					
Analiza započeta: 14.04.2015. 12:18			Analiza završena: 12.05.2015. 13:58		
Naziv analize	Metoda	Tehnika ispitivanja	Mjerna jedinica	Rezultat	MDK ^{***}
Koridi	HRN EN ISO 10304-1:2008/isp. 1:2012 en.		mg kg ⁻¹ s.t.	< 10	≤ 800
Sulfat	HRN EN ISO 10304-1:2008/isp. 1:2012 en.		mg kg ⁻¹ s.t.	82	≤ 1000
Kom	HRN EN 1233:1998		mg kg ⁻¹ s.t.	0,45	≤ 0,5
Bakar	HRN ISO 8288:1998 F*		mg kg ⁻¹ s.t.	< 0,5	≤ 2
Čelik	HRN ISO 8288:1998		mg kg ⁻¹ s.t.	< 1	≤ 4
Nikal	HRN ISO 8288:1998 F*		mg kg ⁻¹ s.t.	< 0,1	≤ 0,4
Olovo	HRN ISO 8288:1998		mg kg ⁻¹ s.t.	< 0,1	≤ 0,5
Kadmij	HRN ISO 8288:1998 F*		mg kg ⁻¹ s.t.	< 0,01	≤ 0,04
Arzen	HRN EN ISO 11960:1998		mg kg ⁻¹ s.t.	< 0,05	≤ 0,5
Živa	HRN EN ISO 12846:2012 mod.*	AAS	mg kg ⁻¹ s.t.	< 0,002	≤ 0,01
Belen	HRN ISO 9065:2001		mg kg ⁻¹ s.t.	< 0,05	≤ 0,1
Barij	SM 31110:3113		mg kg ⁻¹ s.t.	< 2	≤ 20
Molibden	HRN EN ISO 11046:2008		mg kg ⁻¹ s.t.	< 0,1	≤ 0,5
Antimon	SM 3113(F) Ap/nc/te		mg kg ⁻¹ s.t.	< 0,02	≤ 0,06
Poliklorirani aromatski ugljikovodici (PAH)	EPA 560		mg kg ⁻¹ s.t.	5,11	≤ 10
Mnretna ulja	EPA 1625		mg kg ⁻¹ s.t.	< 100	≤ 500
BTEX	EPA 1625		mg kg ⁻¹ s.t.	< 5	≤ 5
Ukupni organski ugljik (TOC)	HRN EN 13137:2005		% mase s.t.	2,88	≤ 3
Siha tvar (105°C)	HRN ISO 11465:2004*		%	99,1	

Rezultati se odnose isključivo na analizirani uzorak i ne smiju se umnožavati bez odobrenja izdavatelja ni koristiti u reklamne svrhe.
Mjerna nesigurnost za navedene metode dostupna je na zahtjev u ispitnom laboratoriju.
*** Maksimalno dozvoljena koncentracija prema zakonskim propisima navedenim u mišljenju.

O.Š.10-3 Izdanje 08



Nastavni zavod za javno zdravstvo "Dr. Andrija Štampar"
Odjel za životni i radni okoliš


Strana 2/3

Analitički broj: 05803 0133/15

Laboratorij za tlo i otpad					
Analiza započeta: 14.04.2015. 12:18			Analiza završena: 12.05.2015. 13:58		
Naziv analize	Metoda	Tehnika ispitivanja	Mjerna jedinica	Rezultat	MDK ^{***}
Priprema elata (otoplj. tekuće tluče tluče 10:1)	HRN EN 12457-4:2005*		-	80,7 g/860 g	
g/1 t tlučevost	HRN EN ISO 10529:2012*			9,8	
Benol	DN 38409-HSE		mg kg ⁻¹ s.t.	0,40	≤ 1
Fluorid	HRN ISO 10289-1:1998*		mg kg ⁻¹ s.t.	< 2	≤ 18
Udio ukupno otopljenih tvari (TDS)	HRN EN 15216:2008*		mg kg ⁻¹ s.t.	< 1000	≤ 4800
Otopljeni organski ugljik - DOC	HRN EN 1484:2002*		mg kg ⁻¹ s.t.	17,5	≤ 600
Poliklorirani bifenili (PCB)	EPA 3082		mg kg ⁻¹ s.t.	< 1	≤ 1

Voditeljica Ocjela
dr.sc. Ivana Hrgov dipl. ing.


Kraj izvješća o ispitivanju



Izvješćaji o ispitivanju radioaktivnosti, otpuštanju teških metala, sadržaj poliaromatskih ugljikovodika i ostalih opasnih tvari **pokazali su da materijal zadovoljava uvjete dozvoljenih koncentracija teških metala i radioaktivnih elemenata za proizvodnju građevnih proizvoda, zadovoljava uvjete za inertnog otpada, općenito da su opasne tvari unutar dozvoljenih granica.**

Rezultati se odnose isključivo na analizirani uzorak i ne smiju se umnožavati bez odobrenja izdavatelja ni koristiti u reklamne svrhe.
Mjerna nesigurnost za navedene metode dostupna je na zahtjev u ispitnom laboratoriju.
*** Maksimalno dozvoljena koncentracija prema zakonskim propisima navedenim u mišljenju.

O.Š.10-3 Izdanje 08



Nastavni zavod za javno zdravstvo "Dr. Andrija Štampar"
Odjel za životni i radni okoliš

Strana 3/3

5. MONITORING SVOJSTAVA IZVEDENIH ASFALTNIH SLOJEVA SA TROSKOM



Prva ozbiljnija dionica s materijalom iz Dugog Rata izvedena je u gradu Splitu 1997/1998. godine na prometno vrlo optetećenoj Solinskoj ulici s asfaltnom mješavinom tipa AC 16 surf. (fotografija).

Laboratorij Ramtech proveo je terenska mjerenja na splitskim ulicama u 2013. godini. Svrha ovoga bila je istražiti utjecaj slabih svojstava otpora klizanja i niske makro teksture asfaltnog sloja proizvedenog samo od karbonatnog kamenog materijala na prometne nesreće i promet sigurnosti gradskih cesta i raskršća.

U okviru tog istraživanja jedna od referenci za kvalitetnu otpornost na klizanje bila je spomenuta Solinska ulica na temelju izmjerenih vrijednosti SRT-a od 58,5 i asfaltnog sloja koji osim uočenih popravka i pukotina, još uvijek u potpuno upotrebljivom stanju.

First serious section with the material from Dugi Rat was paved in the city of Split in the year 1997/1998 on 6 lanes two directional heavy traffic road on the Solinska Street with asphalt mixture AC 16. (Photo 8).

5. MONITORING SVOJSTAVA IZVEDENIH ASFALTNIH SLOJEVA SA TROSKOM

Mjerenje otpornosti prema klizanju na cesti od Vinjana Donjeg do Vinjana Gornjeg 2009. i 2015. godine

OCJENJIVANJE POGODNOSTI TEMELJEM SVOJSTAVA IZVEDENOG ASFALTOG SLOJA

Table 1

Mix design	MD (MLM) -02/2009	MD (MLM) -06/2009	Mix design	MD (MLM) -02/2009	MD (MLM) -06/2009		
Material	MLM Slag	Ljubištica, Erguljci	Material	MLM Slag	Ljubištica, Erguljci		
Property	Skid resistance according to EN 13036-4		Property	Macrotexture depth according to EN 13036-1			
Time of finishing [s]	Tested aggregate	Referent aggregate	Time of finishing [s]	Tested aggregate	Referent aggregate		
	0	71,5		70,8	0	0,57	0,49
	120	69,8		67,5	120	0,54	0,47
	240	55,4		57,4	240	0,47	0,42
	480	39,8		54,6	480	0,38	0,31
Technical Requirement	minimum 50 SRT		Technical Requirement	minimum 0,35 mm			

Table 2

Mix design	MD (MLM) -01/2009	MD (MLM) -06/2009	Mix design	MD (MLM) -01/2009	MD (MLM) -06/2009		
Material	MLM Slag	Ljubištica, Erguljci	Material	MLM Slag	Ljubištica, Erguljci		
Property	Skid resistance according to EN 13036-4		Property	Macrotexture depth according to EN 13036-1			
Time of finishing [s]	Tested aggregate	Referent aggregate	Time of finishing [s]	Tested aggregate	Referent aggregate		
	0	73,8		74,0	0	0,68	0,65
	120	51,7		64,8	120	0,49	0,47
	240	57,1		68,1	240	0,55	0,53
	480	52,5		56,1	480	0,59	0,57
Technical Requirement	minimum 50 SRT		Technical Requirement	minimum 0,35 mm			



5. MONITORING SVOJSTAVA IZVEDENIH ASFALTNIH SLOJEVA SA TROSKOM

Mjerenje dubine makroteksture na cesti od Vinjana Donjeg do Vinjana Gornjeg

2009. (SRT 75) i 2015.(SRT 71) godine

OCJENJIVANJE POGODNOSTI TEMELJEM SVOJSTAVA IZVEDENOG ASFALTNOG SLOJA



Table 1

Mix design	MD (MLM) -02/2009	MD (MLM) -05/2009	Mix design	MD (MLM) -02/2009	MD (MLM) -05/2009		
Material	MLM Slag	Ljubičića, Eraptiv	Material	MLM Slag	Ljubičića, Eraptiv		
Property	Skid resistance according to EN 13036-4		Property	Macrotexture depth according to EN 13036-4			
Time of recording [s]	Tested aggregate	Referent aggregate	Time of recording [s]	Tested aggregate	Referent aggregate		
	0	71.3		70.8	0	0.57	0.49
	120	66.8		67.5	120	0.54	0.47
	240	52.4		57.4	240	0.47	0.42
	480	39.8		54.6	480	0.38	0.51
Technical Requirement	minimum 50 SRT		Technical Requirement	minimum 0,35 mm			

Table 2

Mix design	MD (MLM) -01/2009	MD (MLM) -06/2009	Mix design	MD (MLM) -01/2009	MD (MLM) -06/2009		
Material	MLM Slag	Ljubičića, Eraptiv	Material	MLM Slag	Ljubičića, Eraptiv		
Property	Skid resistance according to EN 13036-4		Property	Macrotexture depth according to EN 13036-4			
Time of recording [s]	Tested aggregate	Referent aggregate	Time of recording [s]	Tested aggregate	Referent aggregate		
	0	73.8		74.0	0	0.68	0.65
	120	51.7		64.8	120	0.49	0.47
	240	37.1		68.1	240	0.55	0.53
	480	22.5		56.1	480	0.59	0.57
Technical Requirement	minimum 50 SRT		Technical Requirement	minimum 0,35 mm			



6. MONITORING SVOJSTAVA NA IZVEDENIM PROBNIM DIONICAMA, D1 UDBINA-GRAČAC

Habajući sloj od asfalta SMA 11 45/80-65 proizveden je s različitim odnosima frakcija Bojna/Busišta 2 na slijedećim pod-dionicama:

1. od km 11+572 do km 12+840; 100 % agregat Bojna
2. od km 12+840 do km 13+600; 100 % industrijski agregat Busišta 2
3. od km 13+600 do km 13+940; 25% industrijski agregat Busišta 2 i 75% Bojna.
4. od km 10+000 do km 10+400; 100 % agregat Bojna
5. od km 10+520 do km 11+000; 25% agregat Bojna i 75% industrijski agregat Busišta 2



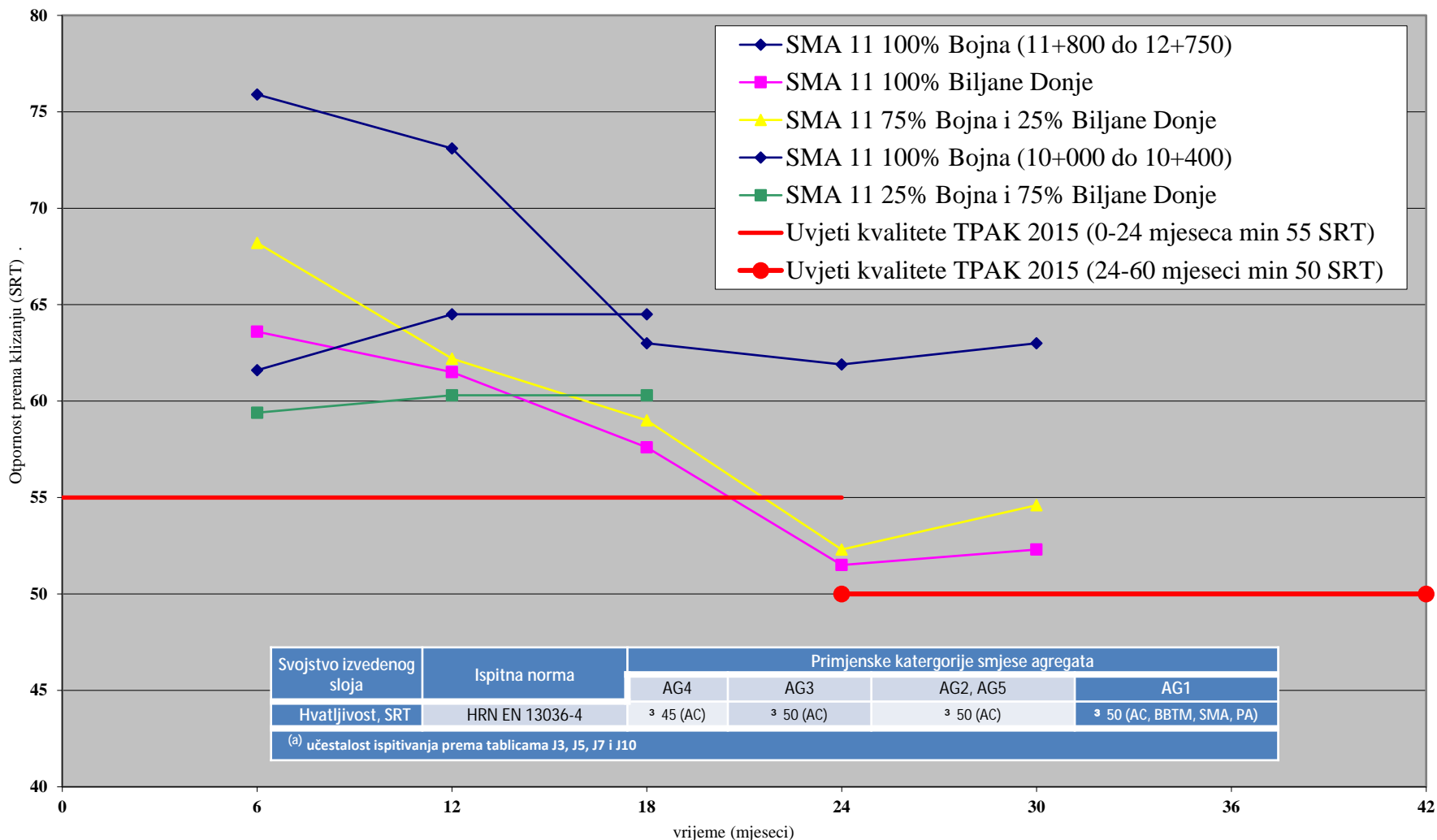
6. REZULTATI TERENSKIH ISPITIVANJA NA PROBNIM DIONICAMA

Tablica 1. Rezultati mjerenja otpornosti na klizanje asfalta SMA 11 45/80-65 s agregatom Bojna i industrijskim agregatom s deponije Biljane Donje na D1, dionica Udbina - Gračac, nakon 6, 12, 18, 24 i 30 mjeseci od ugradnje

Red. br.	Poddionica	Prometni trak	Stacionaža	SMA 11 45/80-65 s dvije vrste agregata		Otpornost prema klizanju nakon 6 mjeseci		Otpornost prema klizanju nakon 12 mjeseci		Otpornost prema klizanju nakon 18 mjeseci		Otpornost prema klizanju nakon 24 mjeseca		Otpornost prema klizanju nakon 30 mjeseci		Najmanja dopuštena otpornost prema klizanju					
				Prirodni agregat sa nalazišta Bojna	Industrijski agregat (SiMn troska) sa deponije Biljane Donje	pojedinačno	prosječno	pojedinačno	prosječno	pojedinačno	prosječno	pojedinačno	prosječno	pojedinačno	prosječno						
																	(SRT)				
			km+m	Udjeli agregata (%)																	
1	od km 11+572 do km 13+940	D	11800	100	0	75,0	75,9	73,6	73,1	59,2	63,0	62,5	61,9	63,8	63,0	od 0 do 24 mjeseca min 55 SRT, od 24 do 60 mjeseci min 50 SRT					
2		L	11950			76,3		71,6		63,8		60,9		63,8							
3		D	12200			76,6		70,6		61,8		58,4		64,0							
4		L	12350			76,5		75,3		58,6		62,6		62,7							
5		D	12600			77,3		73,6		70,8		65,2		60,3							
6		L	12750			73,8		73,7		64,0		61,7		63,3							
7		D	12895	0	100	64,2	63,6	61,6	61,5	58,2	57,6	49,1	51,5	49,6	52,3						
8		L	13005			64,9		67,5		61,1		49,7		55,8							
9		D	13115			62,8		59,9		55,6		44,6		51,1							
10		L	13225			63,7		58,5		54,7		52,7		51,7							
11		D	13335			62,8		59,9		57,4		54,9		52,3							
12		L	13445			62,2		65,7		57,6		54,7		51,4							
13		D	13555	75	25	64,7	68,2	57,1	62,2	58,8	59,0	55,1	52,3	54,6	54,6						
14		L	13665			66,8		60,3		59,1		48,8		55,3							
15	D	13775	69,9			61,3		61,3		56,6		55,1									
16	L	13885	67,8			65,0		56,5		51,6		53,5									
17	L	10000	100			0		59,7		61,6		64,1		64,5		63,0					
18	D	10100						65,8				69,7				62,0					
19	L	10200		61,6	60,8		63,5														
20	D	10300		59,1	61,4		53,9														
21	L	10400		61,6	66,4		64,3														
22	D	10520		61,4	61,7		61,4														
23	L	10600	25	75	63,4	59,4	66,2	60,3	64,1												
24	D	10680			60,9		63,4		60,9												
25	L	10760			58,7		60,0		62,6												
26	D	10840			54,4		56,4		53,9												
27	L	10920			57,3		53,9		57,9												

6. REZULTATI TERENSKIH ISPITIVANJA NA PROBNIM DIONICAMA

Otpornost prema klizanju asfaltnog sloja SMA 11 45/80-65 s agregatom Bojna i industrijskim agregatom (troska) s deponije Biljane Donje na DC 1, dionica Udbina - Gračac, nakon 30 mjeseci od ugradnje



7. Certifikacija agregata



ASCION INSTITUT d.o.o.
Zagrebačka 91, Čista Mlaka, HR-10 361 Sesveti Kraljevec
Tel/faks: +385(0)1 2760901, E-mail: asccon@asccon-institut.hr,
www.asccon-institut.hr ASCIONCert



Prijavljeno tijelo broj **Z480**

CERTIFIKAT O SUKLADNOSTI KONTROLE TVORNIČKE PROIZVODNJE

2480-CPR-37

U skladu s Uredbom (EU) br. 305/2011 Europskog parlamenta i Vijeća od 9. ožujka 2011. o utvrđivanju usklađenih uvjeta za stavljanje na tržište građevnih proizvoda (Uredba o građevnim proizvodima; engl. Construction Products Regulation, CPR), ovaj certifikat vrijedi za građevne proizvode

AGREGATI ZA BITUMENSKE MJEŠAVINE I POVRŠINSKU OBRADU CESTA, AERODROMSKIH PISTA I DRUGIH PROMETNIH POVRŠINA

naziva, oznaka, razine i razreda svojstava i namjeravanih uporaba, koje proizvođač objavljuje u Izjavi o svojstvima, navedenih u prilogu koji je sastavni dio ovog certifikata,

koje je proizveo:

MLM group-Zagreb d.o.o.
Vlaška 68, HR-10000 Zagreb

u proizvodnom pogonu:

MLM group-Zagreb d.o.o.
Pogon za proizvodnju agregata „Busišta Dva“

Ovim se certifikatom potvrđuje da su primijenjene sve odredbe koje se odnose na ocjenjivanje i provjeru stalnosti svojstava opisane u dodacima ZA norma

EN 13043:2003, EN 13043:2003/AC:2006
(HRN EN 13043:2003, HRN EN 13043:2003/AC:2006)

u skladu sa sustavom Z+ i da

kontrola tvorničke proizvodnje ispunjava sve gore propisane zahtjeve.

Ovaj je certifikat prvi put izdan 4. travnja 2018. i ima valjanost sve dok se ne promijene metode ispitivanja i/ili zahtjevi kontrole tvorničke proizvodnje obuhvaćeni u usklađenoj normi, koji se rabe za ocjenu svojstava objavljenih značajka i/ili dok se znatno ne izmijeni proizvod ili uvjeti u proizvodnom pogonu.

OD-17/06-017

Voditelj ASCIONCert-a:

Čista Mlaka, 4. travanj 2018.

Željko Kosovec, dipl.ing.grad.



Sirovina za proizvodnju agregata je silikomanganska troska nastala kao nusprodukt proizvodnje manganskih legura i ferolegura bivše Šibenske tvornice elektroda i ferolegura TEF

- izdvajanjem zaostalog mangana iz troske, čeljusnim drobilicama SiMn troska je drobljena na veličinu 0/25 mm. U krugu bivše tvornice na drobilničnom i spearacijskom postrojenju proizvedena je troska frakcija 0/4, 4/8, 8/11, 11/16 i 16/22 mm.

- industrijski agregat proizveden uporabom silikomanganske i feromanganske troske iz tvornice „TEF“-a u Šibeniku 2010. godine prevezen je na dvije deponije-Busišta Dva i Biljane Donje.

- deponirani materijal na pogonu je ili gotov proizvod-frakcije industrijski proizvedenog agregata za bitumenske mješavine, ili sirovina za proizvodnju frakcija, ovisno o granulometrijskom sastavu.

- Proizvodnja podrazumijeva provjere granulometrijskog sastava deponiranog agregata, te ukoliko je došlo do pogoršanja kvalitete materijala uslijed višegodišnjeg skladištenja, ponovnog prosijavanja na frakcije koje zadovoljavaju uvjete norme HRN EN 13043.

- Agregat za čiji je granulometrijski sastav ustanovljeno da ne zadovoljava, transportira se utovarivačima do separacijskog postrojenja.

- Na proizvodnom pogonu su odvojeno označene neseparirane deponije koje čine sirovinu za proizvodnju agregata i sami proizvodi – frakcije agregata tako da je osigurano njihovo prepoznavanje tijekom svih faza proizvodnje, skladištenja i isporuke.

- Deponirani materijal ispitivan je u više navrata u akreditiranom laboratoriju. Provedena su ispitivanja prema normi HRN EN 13043 Agregat za bitumenske mješavine i površinsku obradu cesta, aerodromskih pista i drugih prometnih površina-kvaliteta sitnih čestica metilenskim modrilom, oštrina odnosno uglatost sitnog agregata, indeksi oblika zrna, otpornost na polirnost, površinsku abraziju, drobljenje i habanje, gustoće i upijanje vode, otpornost na zamrzavanje, prionljivost između agregata i bitumena.

- Kontrola tvorničke proizvodnje ugovorena je sa tvrtkom Ramtech d.o.o., koja je akreditirana za sva ispitivanja agregata koja se provode u sklopu kontrole tvorničke proizvodnje u skladu sa normom HRN EN 13043.

- Temeljem provedenih početnih ispitivanja tipa proizvoda, izrađen je izvještaj o ocjeni svojstava proizvoda kao početna točka sustava kontrole proizvodnje.

- Osim toga izrađena je dokumentacija sustava kvalitete, priručnik, obrasci, radne upute i zapisi, sve potrebno za funkcioniranje sustava KTP.

- Sklopljen je Ugovor o provođenju postupka certifikacije tvorničke kontrole proizvodnje agregata te je proveden početni pregled proizvodnje i kontrole tvorničke proizvodnje za prijavljene agregate koji se proizvode u pogonu za proizvodnju agregata „Busišta Dva“. Prilikom početnog pregleda primijenjeni su zahtjevi norme: HRN EN 13043:2003; HRN EN 13043:2003/AC:2006.

Provedenim početnim pregledom proizvodnje i kontrole tvorničke proizvodnje utvrđeno je da su ispunjeni svi bitni zahtjevi normi, te je izdan certifikat o sukladnosti kontrole tvorničke proizvodnje u skladu sa Uredbom 305/2011.

7. Certifikacija agregata

ASCON INSTITUT d.o.o. ASCONCert
OD-17/06-018

PRILOG 1 CERTIFIKATU O SUKLADNOSTI KONTROLE TVORNIČKE PROIZVODNJE 2480-CPR-37

Popis proizvoda proizvođača: **mlm group-Zagreb d.o.o., Vlačka 68, HR-10000 Zagreb**

Proizvedenih u tvornici: **Pogoni za proizvodnju agregata „Busišta Dva“**

Red. br.	Trgovački naziv proizvoda	Izveštaj o ocjeni svojstava	Omaka proizvoda prema normi	Granulome-trajski sastav	Sadržaj sitnih čestica	Metilensko modriilo	Oblik zrna: Indeks oblika	Udio drobljenih i lomljenih zrna	Ugljastost sitnog agregata	Otpornost na drobljenje- Los Angeles	Otpornost na poliranje	Otpornost na površinsku abraziju	Otpornost na habanje	Gustoća zrna	Najpina gustoća	Ispijanje vode	Otpornost na smrzavanje i odmravanje	Otpornost na toplinski šok	Prijonjivost između agregata i bitumena	Odrđivanje lakih zagađenja	Kemijski sastav
			d/D	Razred	Objavljena vrijednost (g/kg)	Razred							Objavljena vrijednost (Mg/m ³)	Objavljena vrijednost (%)	Razred	Objavljena Vrijednost (%)	Razred	Opis			
a) Agregat za bitumenske mješavine i površinsku obradu cesta, aerodromskih pista i drugih prometnih površina u skladu s tablicom ZA.1 norme EN 13043:2002, EN 13043:2002/AC:2004 (HRN EN 13043:2003, HRN EN 13043:2003/AC:2006) Namjeravana uporaba: Za bitumenske mješavine i površinsku obradu cesta, aerodromskih pista i drugih prometnih površina																					
1.	Frakcija 0/2	I-2017-769	0/2	G _{0,85}	f ₁₀	MB ₁₀	-	G _{100/0}	E _{0,30}	-	-	-	-	3,02	-	0,1	-	-	-	m ₁₀₀ 0,1	Industrijski proizveden agregat
2.	Frakcija 4/8	I-2017-769	4/8	G _{0,90/15}	f ₁	-	S ₁₂₀	G _{100/0}	-	-	-	-	-	3,0	-	0,1	-	-	-	-	Industrijski proizveden agregat
3.	Frakcija 8/11	I-2017-769	8/11	G _{0,90/15}	f ₁	-	S ₁₂₀	G _{100/0}	-	LA ₂₀	PSV ₄₅ *	A _{AV10}	M _{0,10}	2,99	-	0,0	MS ₁₀	4	6h: 85 % 24h: 55%	-	Industrijski proizveden agregat

* Izveštaj o ispitivanju br. I-2015-157

Popis proizvoda u ovom prilogu, zaključno s brojem 3 u tablici a) sastavni je dio Certifikata o sukladnosti kontrole tvorničke proizvodnje oznake 2480-CPR-37 (OD-17/06-017, izdanje 04.04.2018.). Važeće izdanje Priloga dostupno je na web adresi: www.ascon.hr

Datum izdanja priloga: 4. travanj 2018.

Voditelj ASCONCert-a:

Željko Kosovec, dipl.ing.građ.



8. Zaključak

Standardnim pristupom ocjeni pogodnosti troske iz Dugog Rata ili TEF-a Šibenik kao agregata koji će se koristiti u asfaltnim mješavinama za habajuće slojeve na prometnicama sa teškim prometnom opterećenjem već bi se na početku odustalo od primjene zbog ograničavajućih svojstava izvan specifikacija.

Međutim oba agregata više nego dobro funkcioniraju u praksi već deset, do čak 20 godina i to na prometnim cestama, pa bi bilo razumno prihvatiti vrednovanje sirovina za proizvodnju asfalta na temelju svojstava asfaltnog sloja.

Materijali marginalne kvalitete ocijenjeni prema standardnim mjerama na kraju mogu biti vrlo kvalitetni i dokazano trajni u eksploataciji.

Slijedom ove ideje Hrvatske ceste su dopustile izvedbu probnih dionica na način da se svojstva otpornosti prema klizanju prate u vremenu, a ocijene po isteku jamstvenog roka što se u praksi pokazalo kao dobar pristup.