

Ramtech d.o.o.

**Definiranje uvjeta kvalitete za fizikalno-mehanička svojstva asfaltnih mješavina kod projektiranja tehnologije asfaltnih slojeva kolničkih konstrukcija**

# **Početno ispitivanje tipa (ITT-Initial Type Testing) asfalta provodi se prema uputama iz norme HRN EN 13108-20 kako slijedi:**

- provode se laboratorijska ispitivanja sastava i svojstava asfaltne mješavine prema postupcima propisanim u ispitnim normama HRN EN 12697-1 do HRN EN 12697-46
- Ispitivanja se provode na asfaltnoj mješavini koja je pripravljena u laboratoriju, proizvedena na asfaltnoj bazi ili uzorcima ugrađenog asfaltnog sloja
- usporedbom ispitivanjem dobivenih svojstava asfaltne mješavine s pripadnim vrijednostima koje se nalaze u produktnim normama od HRN EN 13108-1 do HRN EN 13108-9 određuju se kategorije za svako od traženih svojstava asfalta.
- raspon kategorija za pojedina svojstva asfaltne mješavine su elementi dokumenta koji se zove Početno ispitivanje tipa asfalta.

## **8 je produktnih normi koje propisuju vrste i kategorije svojstava asfaltnih mješavina:**

1. HRN EN 13108-1 Bitumenske mješavine - Specifikacije materijala - **Asfaltbeton**
2. HRN EN 13108-2 Bitumenske mješavine - Specifikacije materijala – **Asfaltbeton za vrlo tanke slojeve**
3. HRN EN 13108-3 Bitumenske mješavine - Specifikacije materijala – **Meki asfalt**
4. HRN EN 13108-4 Bitumenske mješavine - Specifikacije materijala – **Hot Rolled Asphalt**
5. HRN EN 13108-5 Bitumenske mješavine - Specifikacije materijala – **SMA (Stone Mastic Asphalt)**
6. HRN EN 13108-6 Bitumenske mješavine - Specifikacije materijala – **Lijevani asfalt**
7. HRN EN 13108-7 Bitumenske mješavine - Specifikacije materijala – **Porozni asfalt**
8. HRN EN 13108-9 Bitumenske mješavine - Specifikacije materijala – **Asfaltbeton za ultra tanke slojeve**

**U okviru početnog ispitivanja tipa asfalta, ovisno o tipu asfaltne mješavine, ispituju se minimalno sljedeća (empirijska) svojstva i to primjenom sljedećih europskih normi koje su prihvaćene kao hrvatske:**

- HRN EN 12697- 1: Udio veziva
- HRN EN 12697- 2: Granulometrija
- HRN EN 12697- 5: Gustoća asfaltne mješavine
- HRN EN 12697- 6: Gustoća asfaltnog uzorka
- HRN EN 12697- 8: CŠ/AU, ISP i CŠKM
- HRN EN 12697-12: Osjetljivost uzorka na vodu
- HRN EN 12697-17: Gubitak zrnja kod drenažnog asfalta
- HRN EN 12697-18: Ocjeđivanje veziva kod SMA i drenažnih asfalta
- HRN EN 12697-19: Vodopropusnost uzorka drenažnih asfalta
- HRN EN 12697-22: Otpornost prema trajnim deformacijama (kolotraženje)
- HRN EN 12697-34: Marshallova stabilnost i deformacija (aerodromi)
- HRN EN 12697-41: Otpornost na tekućine za odleđivanje
- HRN EN 12697-43: Otpornost na goriva

## **Tokom početnog ispitivanja tipa asfalta mogu se ispitati i sljedeća (fundamentalna) svojstva asfaltne mješavine:**

- HRN EN 12697-24: Otpornost na zamor
- HRN EN 12697-25: Otpornost prema trajnim deformacijama (jednoosni i troosni ciklični tlačni test)
- HRN EN 12697-26: Krutost
- **HRN EN 12697-46: Otpornost asfalta na djelovanje niskih temperatura**

# Izvještaj o početnom ispitivanju tipa – rezultati ispitivanja svojstava asfaltne mješavine

## 5. Sažetak rezultata ispitivanja svojstava asfaltne mješavine prema HRN EN 13108-20, Dodatak B, tablica B.1

### 5.1 Rezultati ispitivanja svojstava asfaltbetona tipa AC 8 surf B 50/70 proizvedenog prema projektu sastava PS(Krk-G)-159-2009

Tablica 14. Svojstva asfaltbetona tipa AC 8 surf B 50/70

Svojstvo	Ispitna metoda	Jedinica	Rezultat	Razred	Ocjena
Gustoća asfaltne mješavine ( $\rho_{mh}$ )	HRN EN 12697-5, procedura A u vodi	[kg/m <sup>3</sup> ]	2,479	nije propisano	/
Gustoća asfaltnih uzoraka ( $\rho_{hmd}$ )	HRN EN 12697-6, procedura B	[kg/m <sup>3</sup> ]	2,292	nije propisano	/
Udio bitumenskog veziva ( $\alpha_b$ )	HRN EN 12697-1	%	6,1	B <sub>min</sub> (nije propisano)	/
Koncentracija šupljina (V)	HRN EN 12697-8	[%(v/v)]	7,5	V <sub>min</sub> (nije propisano)	/
Koncentracija šupljina u kamenom materijalu (VMA)			21,3	VMA <sub>min</sub> (nije propisano)	/
Ispuna šupljina u kamenom materijalu bitumenom (VFB)			64,5	VFB <sub>min</sub> (nije propisano)	/
Osjetljivost asfaltnih uzoraka na djelovanje vode (ITSR)	HRN EN 12697-12	[%]	58,95	ITSR <sub>NR</sub>	/
Otpornost na trajnu deformaciju - kolotraženje	Brzina: (WTS <sub>AIR</sub> )	[mm/1000 ciklusa]	0,040	WTS <sub>AIR 0,05</sub>	prilog 5, strana 37
	Maksimalna deformacija: (PRD <sub>AIR</sub> )		1,82	PRD <sub>AIR 2,0</sub>	prilog 5, strana 37
	Relativna deformacija: (P)		5,85	P <sub>7,5</sub>	prilog 5, strana 37
Zamor asfalta ( $\epsilon_0$ )	HRN EN 12697-24, dodatak D	[μm/m]	179	$\epsilon_{0-100}$	/
Krutost asfalta (Sm)	HRN EN 12697-26, dodatak B	[MPa]	5150	Sm <sub>min</sub> (nije propisano)	/
Otpornost na trajnu deformaciju - Marshallovo ispitivanje	Stabilitet (S)	[kN]	10,2	S <sub>min</sub> (nije propisano)	/
	Deformacija (F)		2,6	F (nije propisano)	/
	Ukočenost (Q)		3,9	Q <sub>min</sub> (nije propisano)	/

# Priprema asfaltne mješavine i asfaltnog sloja za potrebe laboratorijskih ispitivanja



Laboratorijska mješalica i grijani stol za obradu uzoraka



Roller Compactor uredaj za pripremu uzorka sloja u laboratoriju.

# 1. Ispitivanje osjetljivosti asfaltnih uzoraka na djelovanje vode prema HRN EN 12697-12:2008 na uzorcima priređenim u laboratoriju prema HRN EN 12697-30:2008.



Prikaz aparature za njegovanje asfaltnih uzoraka pod vodom i aparature za određivanje vlačne čvrstoće neizravnom metodom



Ispitni uzorci nakon provedenog ispitivanja

## Rezultati ispitivanja za AC 8 surf PmB 45/80-65

Vlačna čvrstoća asfaltnog uzorka nakon djelovanja vode ( $ITS_w$ ) [MPa]	Vlačna čvrstoća asfaltnog uzorka bez djelovanja vode ( $ITS_d$ ) [MPa]	$ITS_R = ITS_w / ITS_d \ [%]$
0,939	1,210	77,60

## Rezultati ispitivanja za AC 8 surf B 50/70

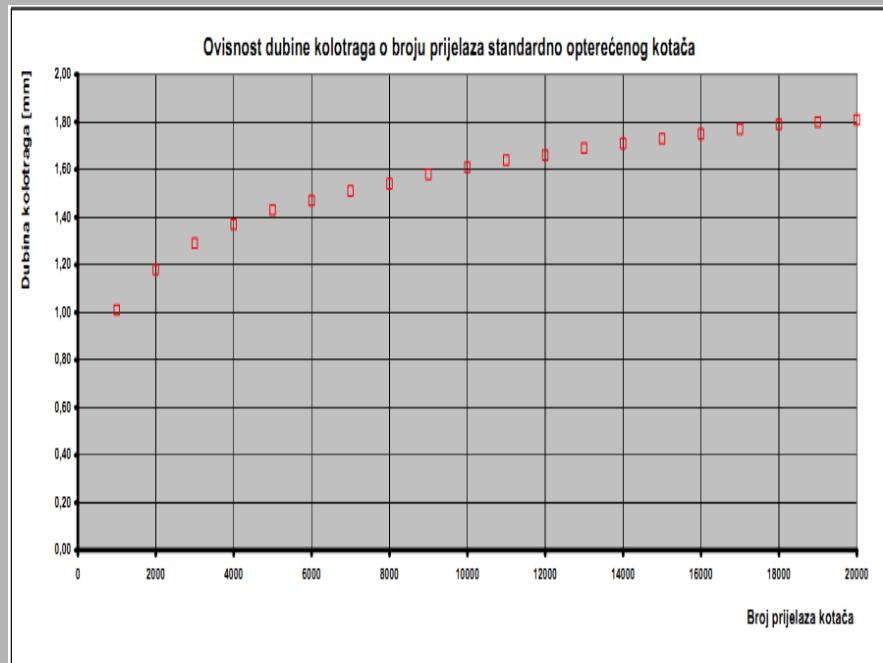
Vlačna čvrstoća asfaltnog uzorka nakon djelovanja vode ( $ITS_w$ ) [MPa]	Vlačna čvrstoća asfaltnog uzorka bez djelovanja vode ( $ITS_d$ ) [MPa]	$ITS_R = ITS_w / ITS_d \ [%]$
0,662	1,123	58,95

## Razredi otpornosti definirani prema HRN EN 13108-1

Minimum indirect tensile strength ratio %	Category $ITSR$
90	$ITSR_{90}$
80	$ITSR_{80}$
70	$ITSR_{70}$
60	$ITSR_{60}$
No requirement	$ITSR_{NR}$

## 2. Otpornost prema kolotraženju

### Ispitivanju dubine kolotraga u ovisnosti o broju prijelaza standardnog kotača prema metodi (HRN EN 12697-22 (procedura B- 10000 ciklusa))



#### Rezultati ispitivanja asfalta tipa AC 8 surf proizvedenog sa bitumenom tipa PmB 45/80-65

Brzina kolotraženja :	0,036	[mm/1000 ciklusa]
Maksimalna dubina kolotraženja :	1,75	[mm]
Relativna dubina kolotraženja:	4,99	[%]

#### Rezultati ispitivanja asfalta tipa AC 8 surf proizvedenog sa bitumenom tipa B 50/70

Brzina kolotraženja :	0,040	[mm/1000 ciklusa]
Maksimalna dubina kolotraženja :	1,82	[mm]
Relativna dubina kolotraženja:	5,85	[%]

# Ocjena otpornosti prema kolotraženju

RAMTECH ® SUSTAV OCJENE OTPORNOSTI ASFALTA PREMA KOLOTRAŽENJU		Brzina deformacije (BD) [mm/1000 ciklusa]				
Maksimalna dubina kolotraženja (MDK) (d/h) [%]	0<MDK<3	0,0<BD<0,03	0,03<BD<0,07	0,07<BD<0,12	0,12<BD<0,18	BD>0,18
	3<MDK<6	<i>odlična</i>				
	6<MDK<9		<i>vrlo dobra</i>			
	9<MDK<12			<i>dobra</i>		
	MDK>12				<i>slaba</i>	
						<i>loša</i>

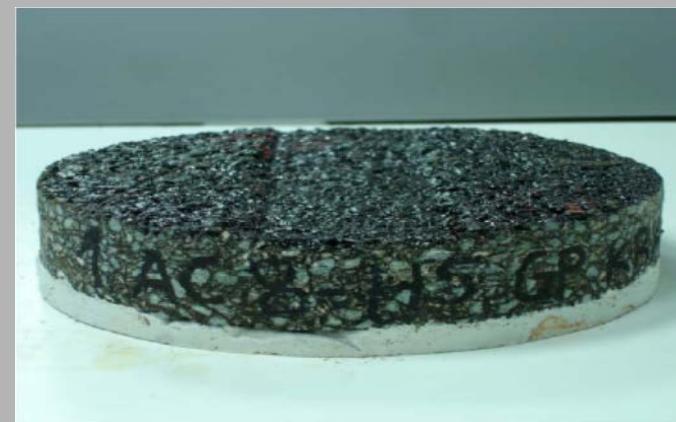
# Razredi otpornosti prema kolotraženju definirani prema produktnoj normi za asfaltbetone HRN EN 13108-1

Maximum wheel tracking slope mm per $10^3$ load cycle	Category $WTS_{AIR}$
0,03	$WTS_{AIR\ 0,03}$
0,05	$WTS_{AIR\ 0,05}$
0,07	$WTS_{AIR\ 0,07}$
0,10	$WTS_{AIR\ 0,10}$
0,15	$WTS_{AIR\ 0,15}$
0,30	$WTS_{AIR\ 0,30}$
0,40	$WTS_{AIR\ 0,40}$
0,50	$WTS_{AIR\ 0,50}$
0,60	$WTS_{AIR\ 0,60}$
0,80	$WTS_{AIR\ 0,80}$
1,00	$WTS_{AIR\ 1,00}$
No requirement	$WTS_{AIR\ NR}$

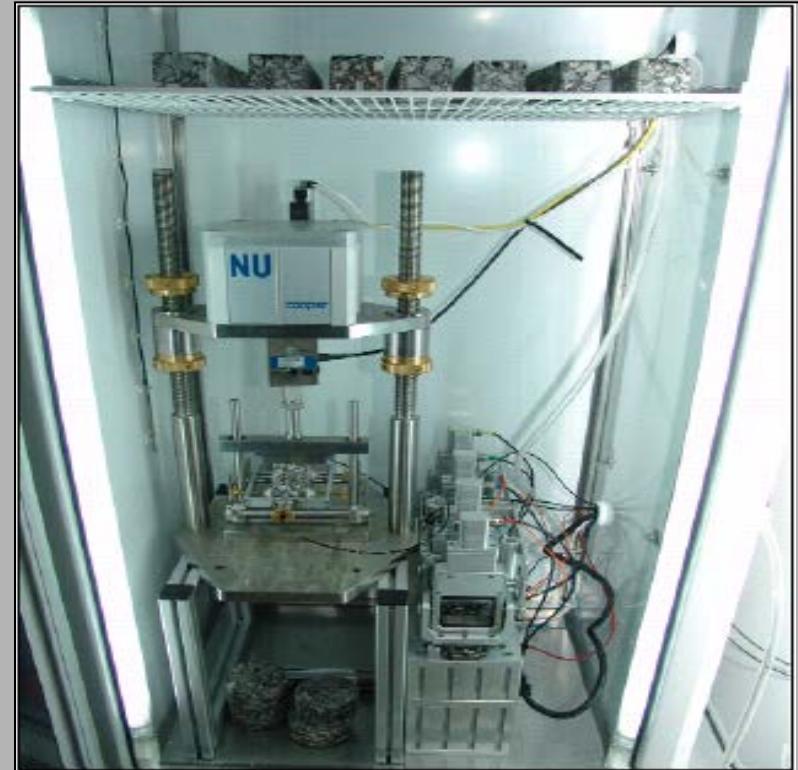
Maximum proportional rut depth %	Category $PRD_{AIR}$
1,0	$PRD_{AIR\ 1,0}$
1,5	$PRD_{AIR\ 1,5}$
2,0	$PRD_{AIR\ 2,0}$
3,0	$PRD_{AIR\ 3,0}$
5,0	$PRD_{AIR\ 5,0}$
7,0	$PRD_{AIR\ 7,0}$
9,0	$PRD_{AIR\ 9,0}$
No requirement	$PRD_{AIR\ NR}$

<sup>a</sup> For designed axel loads <13 t.

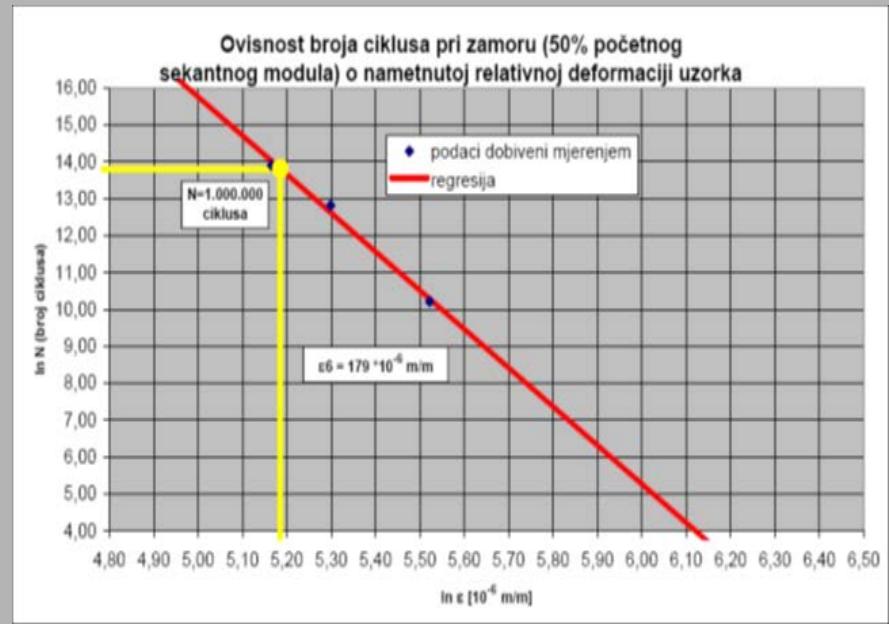
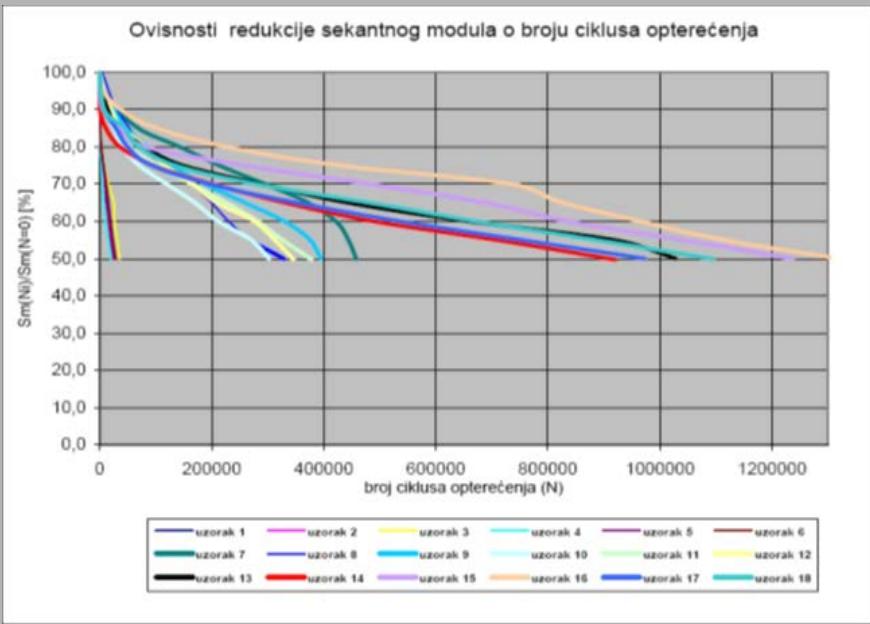
## Fotografije uzorka prije i nakon kolotraženja



### **3. Ispitivanju otpornosti asfalta na zamor prema standardnom postupku HRN EN 12697-24:2008 (annex D, 4PB-PR)**



# Grafički prikaz rezultata ispitivanja



# Rezultati ispitivanja

Rezultati ispitivanja ovisnosti broja ciklusa pri zamoru (50% početnog sekantnog modula) o nametnutoj relativnoj deformaciji uzorka

Nivo opterećenja	$\epsilon$ [ $10^{-6}$ m/m]	$\ln(\epsilon)$ [ $10^{-6}$ m/m]	Srednja vrijednost ((N)sr) [ciklusa]	Srednja vrijednost ( $\ln(N)sr$ ) [ciklusa]
I	250	5,52	27315	10,22
II	200	5,30	368627	12,82
III	175	5,16	1097629	13,91
Linearna regresija			A0	68,20
			A1	-10,49
			koeficijent korelacije	-0,996137111

Otpornost asfalta na zamor ispitana prema HRN EN 12697-24:2008  
uz uvjete ispitivanja koji su definirani prema HRN EN 13108-20:2006

Zadani broj ciklusa		Otpornost prema zamoru	
N (ciklus )	$\ln (N )$	$\ln (\epsilon_6)$ (iz jednadžbe pravca) [ $10^{-6}$ m/m]	relativna deformacija nakon 1.000.000 ciklusa opterećenja
1000000	13,82	5,1850	$\epsilon_6$ (izmjereni: 4PB-PR, $t=20^{\circ}\text{C}$ i $F=30\text{ Hz}$ ) [ $10^{-6}$ m/m]

# Razredi otpornosti asfalta na zamor definirani prema produktnoj normi za asfaltbetone HRN EN 13108-1

Table 25 — Resistance to fatigue,  $\varepsilon_6$

Resistance to fatigue microstrain	Category $\varepsilon_6$
310	$\varepsilon_6\text{-}310$
260	$\varepsilon_6\text{-}260$
220	$\varepsilon_6\text{-}220$
190	$\varepsilon_6\text{-}190$
160	$\varepsilon_6\text{-}160$
130	$\varepsilon_6\text{-}130$
115	$\varepsilon_6\text{-}115$
100	$\varepsilon_6\text{-}100$
90	$\varepsilon_6\text{-}90$
80	$\varepsilon_6\text{-}80$
70	$\varepsilon_6\text{-}70$
60	$\varepsilon_6\text{-}60$
50	$\varepsilon_6\text{-}50$
No requirement	$\varepsilon_6\text{-NR}$

# 4. Ispitivanju modula krutosti (apsolutne vrijednosti kompleksnog modula $|E^*|$ ) asfalta prema standardnom postupku HRN EN 12697-26:2004 (annex B: 4PB-PR)

Tablica 1. Prikaz podataka dobivenih mjerjenjem modula krutosti (apsolutne vrijednosti  $|E^*|$ ) prema standardu EN 12697-26:2004, annex B, metoda 4PB-PR uz uvjete ispitivanja definirane prema EN 13108-20:2006 ( $t=20^\circ C$  i  $F=8 \text{ Hz}$ )

Redni broj uzorka u seriji	Uzalne karakteristike asfaltnog uzorka							Karakteristika aparature	Definirano uvjetima ispitivanja	Podaci dobiveni mjerjenjem			Izračunate karakteristike asfaltnog uzorka		
	masa uzorka (M) [g]	gušćina uzorka (ρ) [t/m³]	vlešna uzorka (h) [mm]	širina uzorka (d) [mm]	duljina uzorka (l) [mm]	koefficijent oblike uzorka (V*)	koefficijent mase uzorka (μ)			frekvencija ispitivanja (ω) [Hz]	sila (F) [kN]	vertikalna deformacija (z) [mm]	fazni kut (Φ)	realna komponenta kompleksnog modula (E1) [MPa]	imaginarna komponenta kompleksnog modula (E2) [MPa]
UZORAK 1	2295,4	2,292	50,1	50,1	400,0	2,163	8371,167	8100	8	0,2752	0,1220	17,92	4645,11	1501,75	4881,83
UZORAK 2	2288,5	2,295	49,9	50,0	400,0	2,194	8367,176	8100	8	0,2861	0,1138	16,93	5280,00	1606,85	5519,09
UZORAK 3	2317,6	2,294	50,2	50,4	400,0	2,138	8384,009	8100	8	0,2828	0,1130	16,62	5126,24	1529,49	5349,54
UZORAK 4	2311,9	2,288	50,4	50,1	400,0	2,125	8380,712	8100	8	0,2934	0,1222	18,12	4848,01	1586,07	5100,86
UZORAK 5	2288,5	2,288	49,8	50,2	400,0	2,198	8367,176	8100	8	0,2834	0,1256	18,69	4698,15	1588,92	4959,56
UZORAK 6	2301,2	2,290	50,1	50,1	400,0	2,163	8374,522	8100	8	0,2956	0,1257	17,37	4855,62	1518,44	5087,51
													Srednja vrijednost:	5150	

## Uvjeti ispitivanja i rezultat

Temperatura ispitivanja [°C]	Frekvencija nanašanja opterećenja [Hz]	Modul krutosti ili apsolutna vrijednost $ E^* $ [MPa]
20	8	5150

# Razredi krutosti asfalta definirani prema produktnoj normi za asfaltbetone HRN EN 13108-1

Table 22 — Minimum stiffness,  $S_{\min}$

Minimum stiffness MPa	Category $S_{\min}$
21 000	$S_{\min21\ 000}$
17 000	$S_{\min17\ 000}$
14 000	$S_{\min14\ 000}$
11 000	$S_{\min11\ 000}$
9 000	$S_{\min9\ 000}$
7 000	$S_{\min7\ 000}$
5 500	$S_{\min5\ 500}$
4 500	$S_{\min4\ 500}$
3 600	$S_{\min3\ 600}$
2 800	$S_{\min2\ 800}$
2 200	$S_{\min2\ 200}$
1 800	$S_{\min1\ 800}$
1 500	$S_{\min1\ 500}$
No requirement	$S_{\min\text{NR}}$

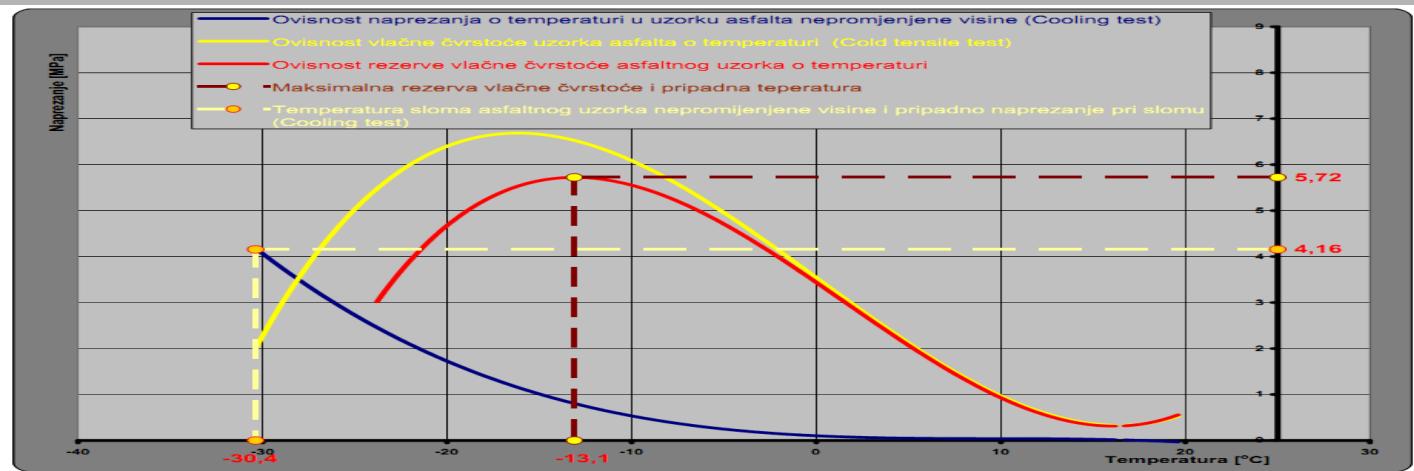
Table 23 — Maximum stiffness,  $S_{\max}$

Maximum stiffness MPa	Category $S_{\max}$
30 000	$S_{\max30\ 000}$
25 000	$S_{\max25\ 000}$
21 000	$S_{\max21\ 000}$
17 000	$S_{\max17\ 000}$
14 000	$S_{\max14\ 000}$
11 000	$S_{\max11\ 000}$
9 000	$S_{\max9\ 000}$
7 000	$S_{\max7\ 000}$
No requirement	$S_{\max\text{NR}}$

## 5. Ispitivanje otpornosti asfalta prema temperaturnim pukotinama



# Rezultati ispitivanja



**REZULTATI MJERENJA OVISNOSTI VLAČNE ČVRSTOĆE ASFALTNOG UZORKA O TEMPERATURI  
(COLD TENSILE TEST)**

Temperatura	Vlačna čvrstoća [Mpa]				Produljenje [%]		
	oznaka uzorka	pojedinačno mjereno	srednja vrijednost	standardna devijacija	pojedinačno mjereno	srednja vrijednost	standardna devijacija
20 °C	1	0,61	0,59	0,01	1,73	1,68	0,11
	2	0,59			1,76		
	3	0,58			1,56		
5 °C	4	2,09	2,07	0,06	1,47	1,04	0,51
	5	2,00			1,18		
	6	2,13			0,47		
-10 °C	7	6,20	6,31	0,16	0,52	0,43	0,13
	8	6,49			0,49		
	9	6,23			0,29		
-25 °C	10	5,18	5,29	0,10	0,58	0,39	0,17
	11	5,36			0,36		
	12	5,33			0,24		

**REZULTATI MJERENJA OVISNOSTI NAPREZANJA O TEMPERATURI  
UZORKA NEPROMJENJENE VISINE (COOLING TEST)**

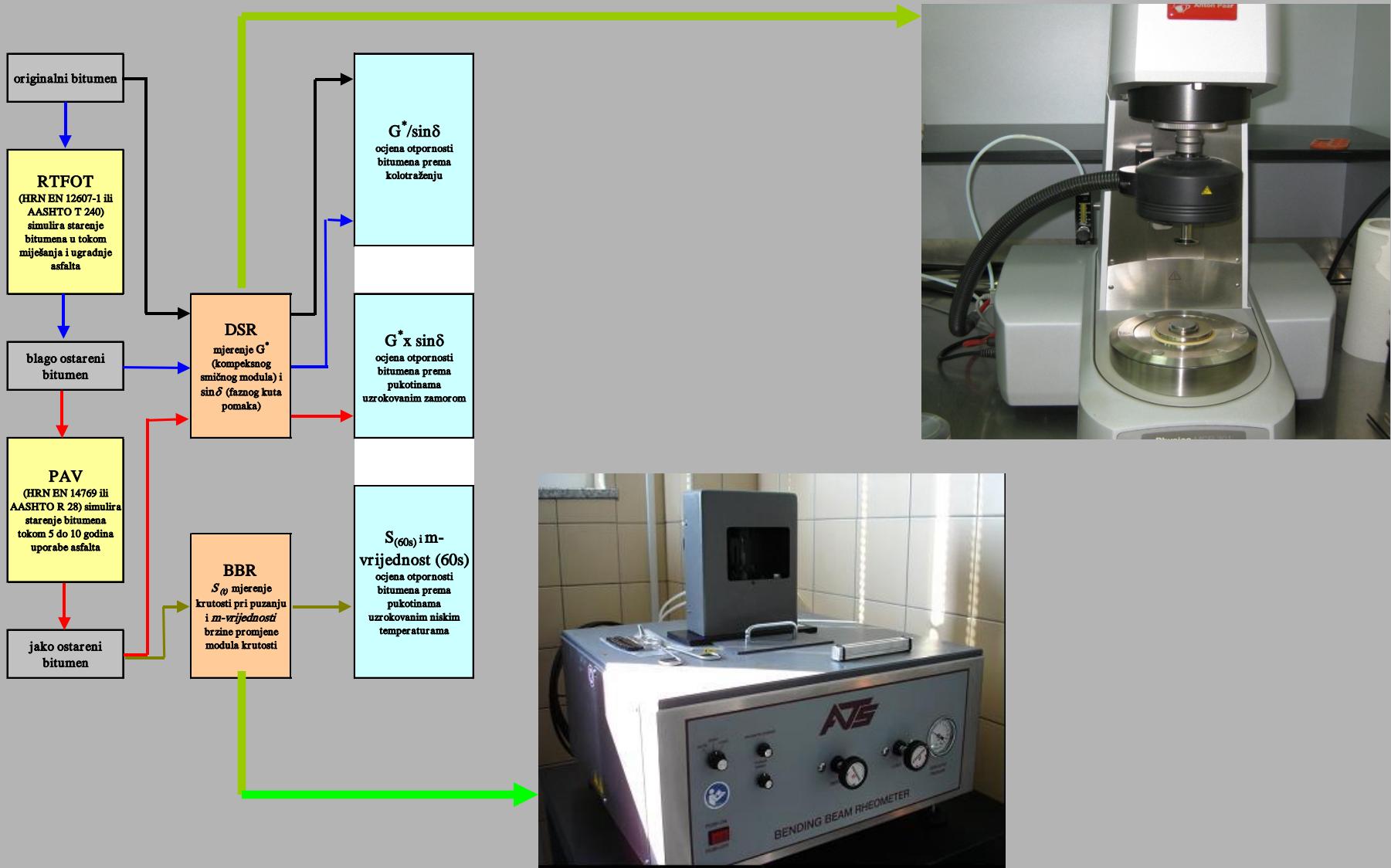
	Uzorak 1.	Uzorak 2.	Uzorak 3.	srednja vrijednost	standardna devijacija	[MPa]		[°C]
Naprezanje pri slomu [Mpa]	3,95	3,75	3,99	3,90	0,13	6,12	na	-13,90
Temperatura sloma [oC]	-31,90	-33,80	-32,00	-32,57	1,07			

**MAKSIMALNA REZERVA VLAČNE ČVRSTOĆE**

## 6. Izbor optimalnog bitumena za očekivane temperature kolnika tokom eksploatacije:

		Donja temperaturna granica klase ponašanja (PG) bitumena [°C]						
		-10	-16	-22	-28	-34	-40	-46
Gornja temperaturna granica klase ponašanja (PG) bitumena [°C]	46					46-34	46-40	46-46
	52	52-10	52-16	52-22	52-28	52-34	52-40	52-46
	58		58-16	58-22	58-28	58-34	58-40	
	64	64-10	64-16	64-22	64-28	64-34	64-40	
	70	70-10	70-16	70-22	70-28	70-34	70-40	
	76	76-10	76-16	76-22	76-28	76-34		
	82	82-10	82-16	82-22	82-28	82-34		

# Određivanje granica ponašanja (PG) bitumena:



## **7. Ispitivanja otpornosti prema klizanju i dubine teksture na uzorku asfaltnog sloja proizvedenog u laboratoriju**

Ispitivanje otpornosti prema klizanju na laboratorijskom uzorku i na terenu



Ispitivanje dubine teksture na laboratorijskom uzorku i na terenu



# **Praktična primjena definiranih uvjeta kvalitete za svojstava asfaltnih mješavina na nekim bitno različitim prometnim površinama**

- Županijska cesta 2017-Novo Selo Rok – tankoslojni habajući sloj asfalta tipa BBTM 8A prema HRN EN 13108-2
- Državna cesta D 303 - Rovinjsko Selo – tankoslojni habajući sloj asfalta tipa BBTM 8B prema HRN EN 13108-2
- Zračna luka Zagreb – pojačano održavanje asfaltnog kolnika središnjeg djela uzletno-sletne staze – habajući sloj asfalta tipa AC 16 surf i vezni sloj asfalta AC 22 bin prema HRN EN 13108-1
- Morine to Merdare Kosova Motorway Project – habajući sloj asfalta tipa WC SMA 16 prema HRN EN 13108-5

# **1. BBTM 8A – Županijska cesta 2017-Novo Selo Rok – projektni zahtjevi**

- modul krutosti prema HRN EN 12697-26, annex B na prizmatskim uzorcima, minimalno 4000 MPa;
- otpornost na trajnu deformaciju (kolotraženje) prema HRN EN 12697-22, procedura B na zraku, mali uređaj relativna deformacija maksimalno 8%;
- ispitivanje ponašanja asfalta pri niskim temperaturama prema HRN EN 12697-46, TSRST, minimalna temperatura koju asfalt može podnijeti prije pucanja - 27°C.

## **BBTM 11**

- Otpornost prema klizanju: SRT > 65
- Dubina teksture: MPD > 0,8 mm

## 2. WC SMA 16 PmB – Kosovo Motorway Project

Tablica 1 Fizičko - mehanička svojstva asfaltne mješavine SMA 16 (PmB 45/80-65) and Polymer Modified Asphalt (PMA)

Redni broj.	Tehničko svojstvo	Ispitna norma	Uvjeti kvalitete definirani projektom tehnologije asfalta	Rezultati laboratorijskih ispitivanja provedenih na asfaltnoj mješavini proizvedenoj i ugrađenoj u sloj u laboratoriju	Razred prema HRN EN 13108
1	Void content, $V_{\max}$ [%]	HRN EN 12697-8	3 - 6	5,0	$V_{\max 6}$ $V_{\min 3}$
2	Voids filled with bitumen, $VFB_{\max}$ [%]		71 - 83	76,0	$VFB_{\max 83}$
3	Voids filled with bitumen, $VFB_{\min}$ [%]	HRN EN 12697-18	< 0,6	0,4	$VFB_{\min 71}$
4	Drained material, D [%]		> 80	89,0	$D_{0,6}$
5	Indirect tensile strength ratio, ITSR [%]	HRN EN 12697-12 HRN EN 12697-23	≤ 0,07	0,05	$ITSR_{80}$
6	Wheel tracking slope, WTS <sub>AIR</sub> [mm/1000 ciklusa]	HRN EN 12697-22	≤ 5,0 [%]	4,9	$WTS_{AIR 7,0}$
7	Proportional rut depth, PRD <sub>AIR</sub> [%]	HRN EN 12697-26, dodatak B	$S_{\min 3\ 600}$ $S_{\max 9\ 000}$	5100 MPa	$PRD_{AIR\ 5,0}$
8	Stiffness [MPa]	HRN EN 12697-24, dodatak D	> ε6-160	174	$\epsilon 6\ -160$ [10-6 m/m]
9	Resistance to fatigue (microstrain)				

### 3. ZRAČNA LUKA ZAGREB – POJAČANO ODRŽAVANJE ASFALTNOG KOLNIKA SREDIŠNJEK DIJELA UZLETNO-SLETNE STAZE

#### Fizikalno-mehanička svojstva asfaltbetona AC 22-V za vezni sloj

HRN EN 13108-1				
Točka norme	Tehničko svojstvo		Ispitna norma	Uvjeti kvalitete
5.2.2 <sup>(a)</sup>	Udio šupljina, V , % (V/V)	pojedinačne vrijednosti srednja vrijednost	HRN EN 12697-8	(razred) $V_{\min} 4,0$ $V_{\max} 7,0$ 5 do 6
5.2.3 <sup>(a)</sup>	Ispuna šupljina kamene smjese bitumenom, VFB (%)		HRN EN 12697-8	$VFB_{\min} 62$ $VFB_{\max} 72$
5.2.4 <sup>(b)</sup>	Omjer indirektne vlačne čvrstoće, ITSR (%)		HRN EN 12697-12 i HRN EN 12697-23	$\geq ITSR_{80}$
5.3.2 <sup>(c)</sup>	Stabilitet po Marshallu na 60 °C, S <sub>min</sub> (kN)		HRN EN 12697-34	$\geq S_{\min 10}$
	Tečenje po Marshallu na 60 °C, F (mm)			$\leq F_4$
	Kvocijent po Marshallu na 60 °C, Q (kN/mm)			$\geq Q_{\min 2,5}$
-	Najniža temperatura loma, °C <sup>(d)</sup>		prEN 12697-46	navesti
-	Maksimalna rezerva vlačne čvrstoće <sup>(d)</sup>			navesti

#### Fizikalno-mehanička svojstva asfaltbetona AC 16-H za habajući sloj

HRN EN 13108-1				
Točka norme	Tehničko svojstvo		Ispitna norma	Uvjeti kvalitete
5.2.2 <sup>(a)</sup>	Udio šupljina, V, % (V/V)	pojedinačni uzorci srednja vrijednost	HRN EN 12697-8	(razred) $V_{\min} 3,0$ $V_{\max} 5,0$ 4 – 4,5
5.2.3 <sup>(a)</sup>	Ispuna šupljina kamene smjese bitumenom, VFB (%)		HRN EN 12697-8	$VFB_{\min} 70$ $VFB_{\max} 80$
5.2.4 <sup>(b)</sup>	Omjer indirektne vlačne čvrstoće, ITSR (%)		HRN EN 12697-12i HRN EN 12697-23	$\geq ITSR_{90}$
5.3.2 <sup>(c)</sup>	Stabilitet po Marshallu na 60 °C, S <sub>min</sub> (kN)		HRN EN 12697-34	$\geq S_{\min 10}$
	Tečenje po Marshallu na 60 °C, F (mm)			$\leq F_4$
	Kvocijent po Marshallu na 60 °C, Q (kN/mm)			$\geq Q_{\min 2,5}$
5.2.8	Otpornost na gorivo <sup>(d)</sup>		HRN EN 12697-43	dobra
5.2.9	Otpornost na sredstvo za odleđivanje <sup>(d)</sup>		HRN EN 12697-41	$\geq \beta_{85}$
-	Najniža temperatura loma, °C <sup>(d)</sup>		prEN 12697-46	navesti
-	Maksimalna rezerva vlačne čvrstoće <sup>(d)</sup>			navesti