



Hrvatsko asfaltno društvo



Croatian asphalt association

**Osvrt na revidirane norme za
bitumenske mješavine**
**Overview of the revised standards
for bituminous mixtures**

Branimir Palković

Međunarodni seminar ASFALJNI KOLNICE 2016
International seminar ASPHALT PAVEMENTS 2016

Opatija, 06.– 07. 04. 2016.

Norme za bitumenske mješavine - revizija

2006.

EN 13108-1 do EN 13108-8

EN 13108-20

EN 13108-21



2016.

EN 13108-1 do EN 13108-8

EN 13108-20

EN 13108-21

+

nova norma!

EN 13108-9

Plan primjene

- DOR (*Date of Ratification*): 2016-02-27
- DAV (*Date of Availability*): 2016-05-04
- DOA (*Date of Announcement*): DAV + 3 mj.
- DOP (*Date of Publication*): DAV + 6 mj.
- Dapp (*Date of Applicability*): DAV + 9 mj.
- DOW (*Date of Withdrawal*): DAV + 21 mj.

Važnije izmjene

1. Spajanje empirijskog i fundamentalnog pristupa, odnosno uvođenje fundamentalnog pristupa
2. Nova svojstva
 - trenje nakon poliranja
 - niskotemperaturna svojstva (TSRST, UTST)
 - razvoj i napredovanje pukotina (SCB)
 - otpornost na starenje i vlagu (SATS)
3. Dodatni razredi svojstava

Empirijski i fundamentalni pristup

2006.

EN 13108-1 (AC)

- Empirijski i fundamentalni zahtjevi
- **razdvojeni**

2016.

- Empirijski i fundamentalni zahtjevi
- **spojeni**

EN 13108-2 (BBTM)

- Opći zahtjevi

- **Uvedeni** zahtjevi za otpornost
na trajne deformacije

EN 13108-5 (SMA)

- Opći i empirijski zahtjevi

- **Uvedeni** fundamentalni zahtjevi
i spojeni s empirijskim zahtjevima

EN 13108-7 (PA)

- Opći zahtjevi

- **Uvedeni** zahtjevi za otpornost
na trajne deformacije

Empirijski i fundamentalni pristup

Empirijska svojstva

- Zahtjev za udio bitumena
- Posebni zahtjev za granulometriju (opći zahtjev + dodatna sita)
- Šupljine u smjesi mineralnog agregata
- Ispuna šupljina u smjesi mineralnog agregata bitumenom
- Otpornost na trajne deformacije (parametri kolotruga)
- Marshallove vrijednosti (aerodromske površine)

Fundamentalna svojstva

- Opći zahtjev za granulometriju (0,063 mm; 2 mm; D ; $1,4D$)
- Krutost
- Otpornost na trajne deformacije (parametar cikličkog troosnog tlačnog testa)
- Otpornost na zamor (ϵ_6 ili broj ciklusa do pojave pukotina)

Empirijski i fundamentalni pristup

Bitne značajke	Svojstva u odnosu na bitne značajke	Norma
Krutost	<ul style="list-style-type: none">• Modul krutosti	EN 13108-1:2016
Otpornost na trajne deformacije	<ul style="list-style-type: none">• Parametri kolotruga*• Parametar cikličkog troosnog tlačnog testa*	
Otpornost na zamor	<ul style="list-style-type: none">• ϵ_6^* ili N_{macro}	
Trajnost	<ul style="list-style-type: none">• Dubina kolotruga**	EN 13108-2:2016
Krutost	<ul style="list-style-type: none">• Modul krutosti	EN 13108-5:2016
Otpornost na trajne deformacije	<ul style="list-style-type: none">• Parametri kolotruga• Parametar cikličkog troosnog tlačnog testa	
Otpornost na trajne deformacije	<ul style="list-style-type: none">• Parametri kolotruga• Parametar cikličkog troosnog tlačnog testa	

* Svojstva su navedena i u normi EN 13108-1:2006

** Svojstvo je navedeno kao neobvezno u normi EN 13108-2:2006

Empirijski i fundamentalni pristup

Nedopuštene kombinacije svojstava

Marshall vrijednosti, šupljine u smjesi mineralnog agregata, ispuna šupljina u smjesi mineralnog agregata bitumenom

i

Otpornost na trajne deformacije

Zamor i/ili krutost i/ili otpornost na trajne deformacije određena parametrom cikličkog troosnog tlačnog testa

i

Udio bitumena iz norme, i/ili dodatni zahtjev za granulometrijski sastav i/ili skrućujuća svojstva punila i uglatost sitnog agregata

Otpornost na poliranje krupnog agregata (EN 13043)

i

Trenje nakon poliranja mješavine

Otpornost na trajne deformacije određena parametrima kolotruga

i

Otpornost na trajne deformacije određena parametrom cikličkog troosnog tlačnog testa

Nova svojstva

1. Trenje nakon poliranja (HRN EN 12697-49)
2. Niskotemperaturna svojstva (HRN EN 12697-46)
3. Razvoj i napredovanje pukotina (HRN EN 12697-44)
4. Otpornost na starenje i vlagu (HRN EN 12697-45)

Nova svojstva

Bitne značajke	Svojstva u odnosu na bitne značajke	Norma
Otpornost na klizanje	<ul style="list-style-type: none"> • trenje nakon poliranja 	EN 13108-1:2016
Trajnost	<ul style="list-style-type: none"> • otpornost na starenje i vlagu • niskotemperaturna svojstva • razvoj i napredovanje pukotina 	
Otpornost na klizanje	<ul style="list-style-type: none"> • trenje nakon poliranja 	EN 13108-2:2016
Trajnost	<ul style="list-style-type: none"> • niskotemperaturna svojstva 	
Otpornost na klizanje	<ul style="list-style-type: none"> • trenje nakon poliranja 	EN 13108-5:2016
Trajnost	<ul style="list-style-type: none"> • niskotemperaturna svojstva • razvoj i napredovanje pukotina 	
Otpornost na klizanje	<ul style="list-style-type: none"> • trenje nakon poliranja 	EN 13108-7:2016
Trajnost	<ul style="list-style-type: none"> • niskotemperaturna svojstva 	

Trenje nakon poliranja

HRN EN 12697-49:2014

Bitumenske mješavine -- Metode ispitivanja za asfalt proizveden vrućim postupkom –
49. dio: Određivanje trenja nakon poliranja (EN 12697-49:2014)

Svrha:

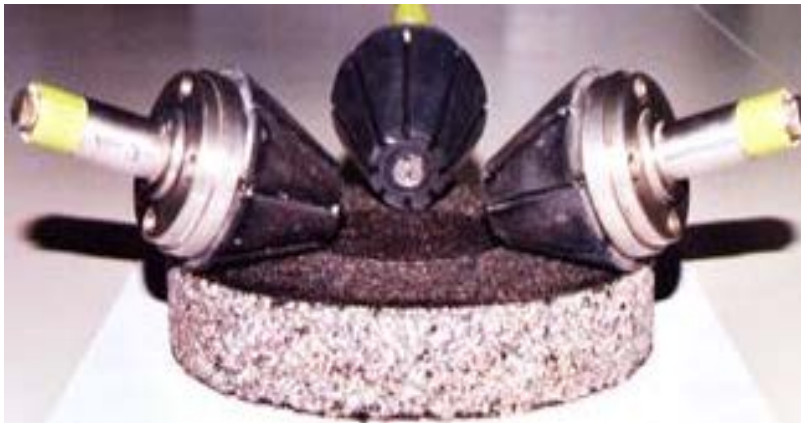
- Određivanje koeficijenta trenja površine uzoraka bitumenskih mješavina nakon postupka poliranja u laboratorijskim uvjetima

Trenje nakon poliranja

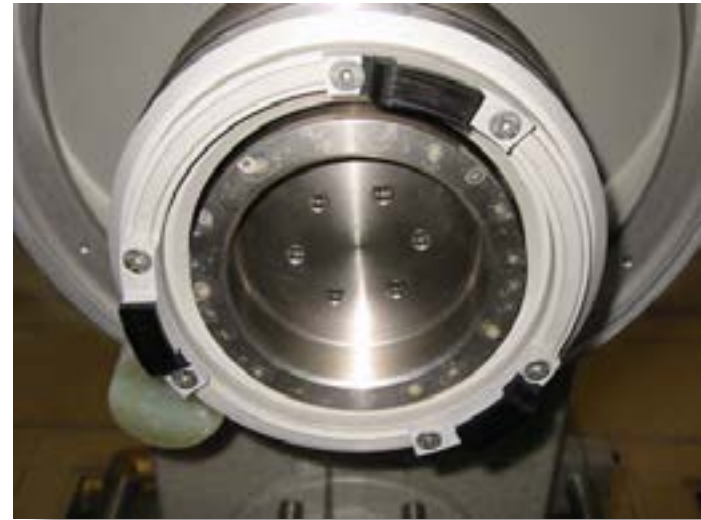
HRN EN 12697-49:2014

Wehner-Schulze uređaj

Poliranje



Mjerenje trenja



Trenje nakon poliranja

HRN EN 12697-49:2014

- Razredi minimalnog trenja nakon poliranja, FAP_{\min}
(*Friction after polishing*)

Norma	FAP_{\min}^*
EN 13108-1:2016	$FAP_{\min 30} - FAP_{\min 50}$
EN 13108-2:2016	
EN 13108-5:2016	
EN 13108-7:2016	
* 11 razreda s inkrementom od 2	

Primjer: *Laboratorijska otpornost na klizanje*, $PWS = 0,37 \rightarrow FAP_{\min 36}$

Niskotemperaturna svojstva HRN EN 12697-46:2012

Bitumenske mješavine -- Metode ispitivanja za asfalt proizveden vrućim postupkom -- 46. dio: Niskotemperaturne pukotine i svojstva pri jednoosnim vlačnim ispitivanjima (EN 12697-46:2012)

Svrha:

- Karakterizacija otpornosti bitumenskih mješavina prema nastanku pukotina uslijed niskih temperatura

Niskotemperaturna svojstva

HRN EN 12697-46:2012

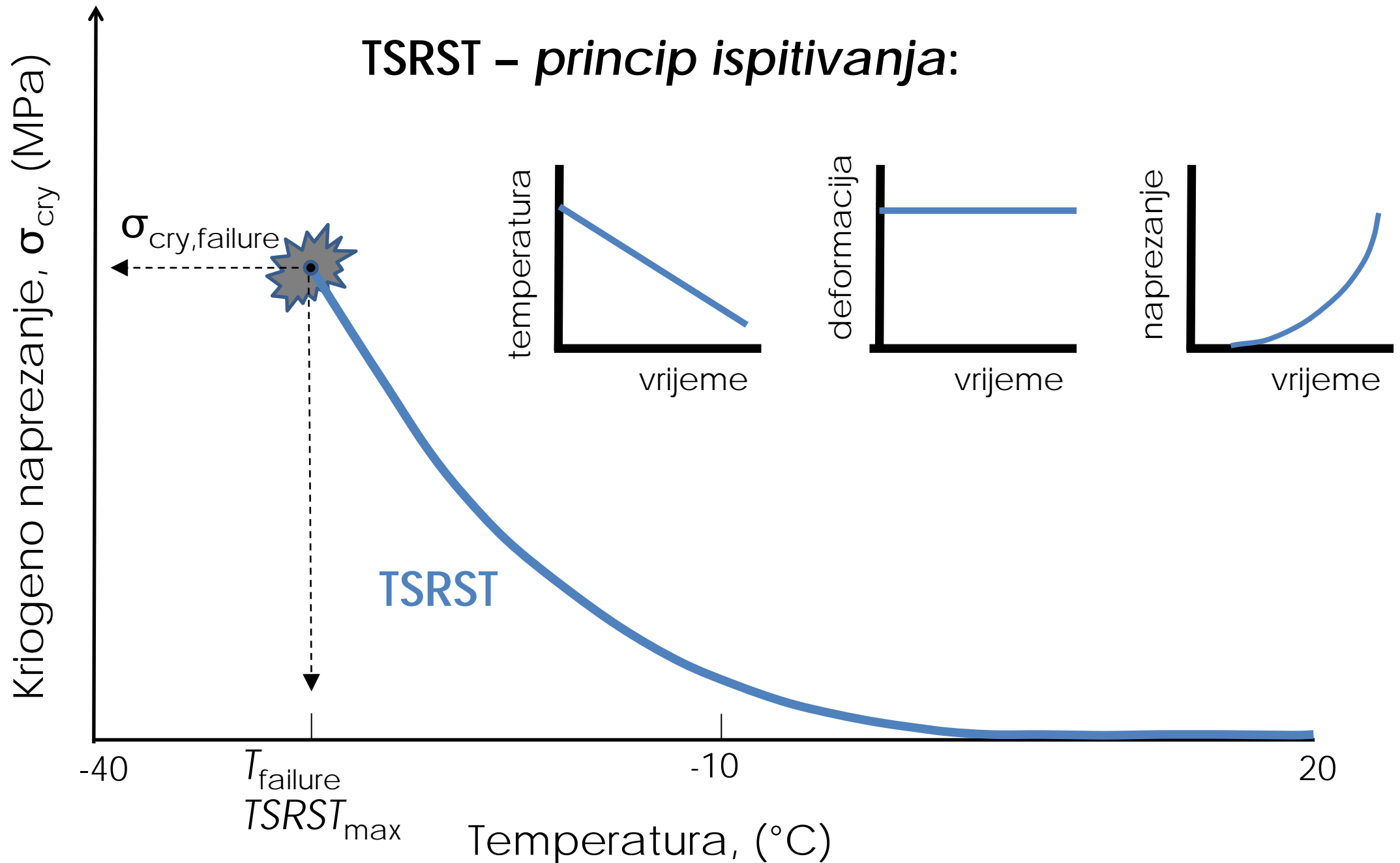
1. Jednoosno vlačno naprezanje
- *Uniaxial Tension Stress Test* (UTST)
2. Kriogeno naprezanje
- *Thermal Stress Restrained Specimen Test* (TSRST)



Niskotemperaturna svojstva

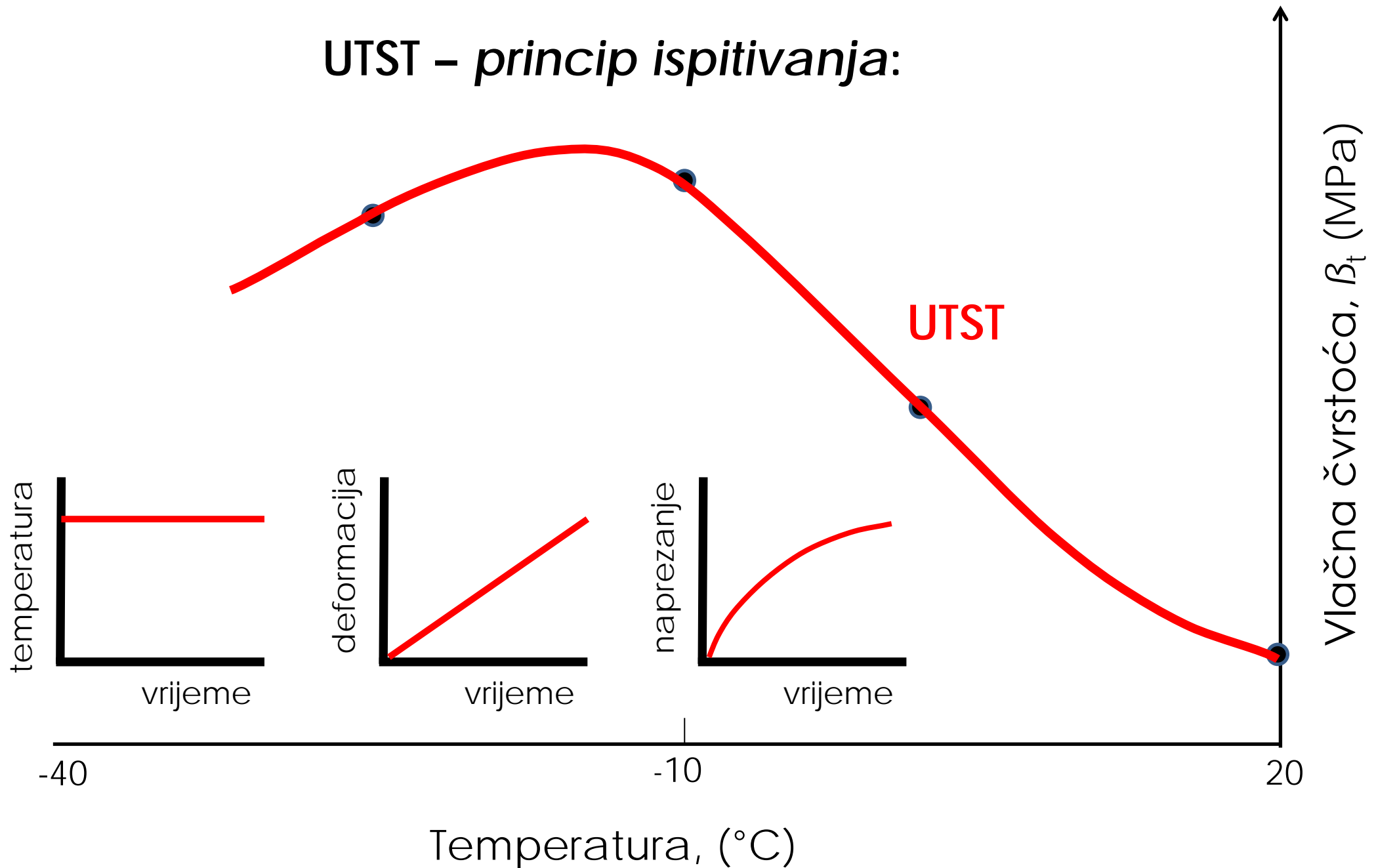
HRN EN 12697-46:2012

TSRST - *princip ispitivanja:*



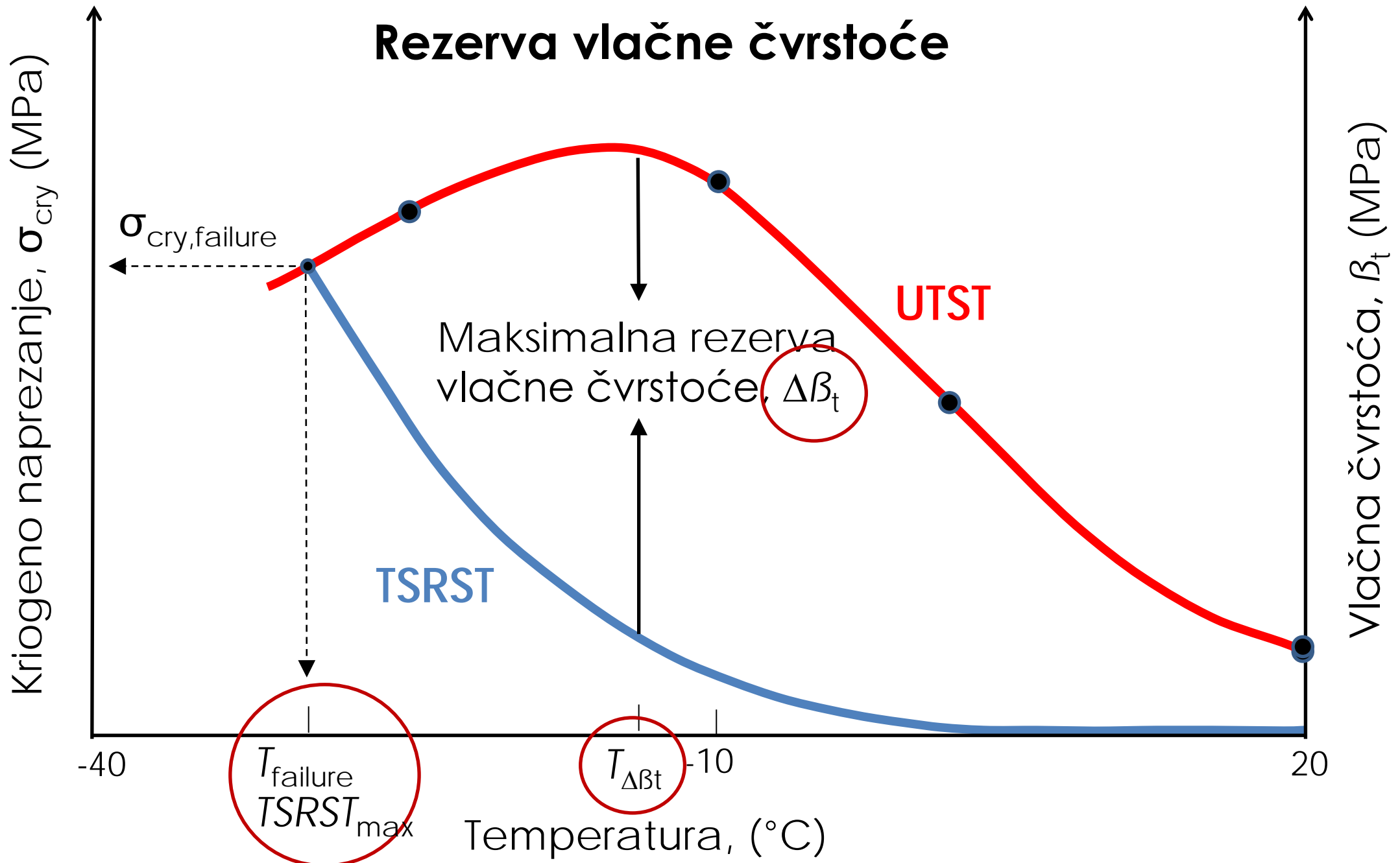
Niskotemperaturna svojstva HRN EN 12697-46:2012

UTST - *princip ispitivanja:*



Niskotemperaturna svojstva HRN EN 12697-46:2012

Rezerva vlačne čvrstoće



Niskotemperaturna svojstva

HRN EN 12697-46:2012

- Razredi maksimalne temperature loma, $TSRST_{max}$

Norma	$TSRST_{max}^*$
EN 13108-1:2016	$TSRST_{max-15,0} - TSRST_{max-30,0}$
EN 13108-2:2016	
EN 13108-5:2016	
EN 13108-7:2016	

* 7 razreda s inkrementom od 2,5 °C

Primjer: $T_{failure} = -26,8 \text{ °C} \rightarrow TSRST_{max-25,0}$

Razvoj i napredovanje pukotina HRN EN 12697-44:2011

Bitumenske mješavine -- Metode ispitivanja za asfalt proizveden vrućim postupkom -- 44. dio: Razvoj pukotine ispitivanjem polucilindričnog uzorka na savijanje (EN 12697-44:2010)

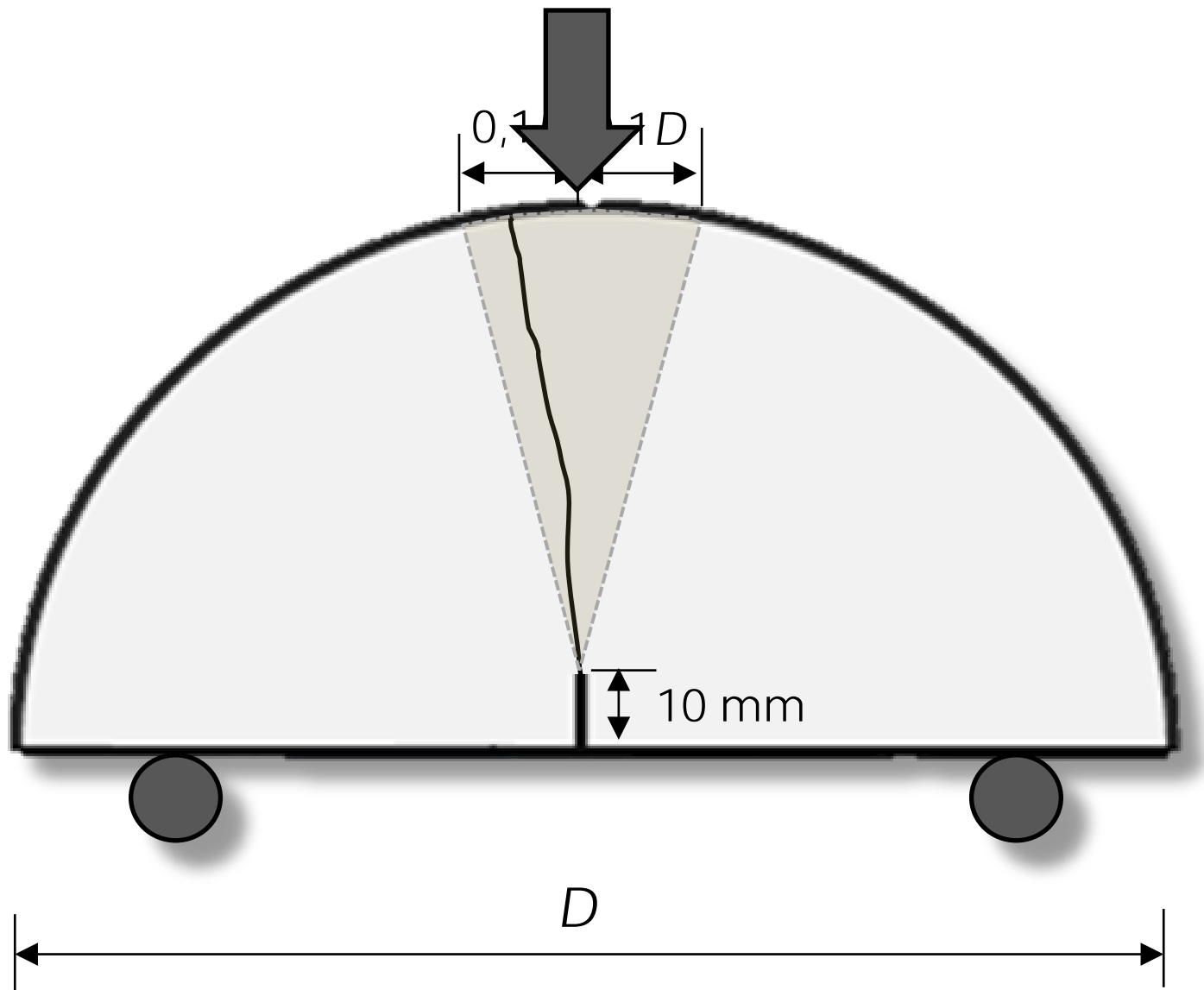
(*Semi-Circular Bending (SCB) test*)

Svrha:

- Ocjena potencijala za razvoj pukotina u bitumenskim mješavinama



Razvoj i napredovanje pukotina HRN EN 12697-44:2011



Razvoj i napredovanje pukotina

HRN EN 12697-44:2011

- Razredi minimalne lomne žilavosti, $K_{Ic \min}$

Norma	$K_{Ic \min}^*$
EN 13108-1:2016	$K_{Ic \min 10} - K_{Ic \min 55}$
EN 13108-5:2016	

* 10 razreda s inkrementom od 5 N/mm^{1,5}

Primjer: $K_{Ic} = 28,8 \text{ N/mm}^{1,5} \rightarrow K_{Ic \min 25}$

Osjetljivost na starenje i vlagu

HRN EN 12697-45:2012

Bitumenske mješavine -- Metode ispitivanja za asfalt proizveden vrućim postupkom –
45. dio: Ispitivanje starenja zasićenim asfaltnim uzorcima (SATS) (EN 12697-45:2012)

(Saturation Ageing Tensile Stiffness (SATS) conditioning test)

Svrha:

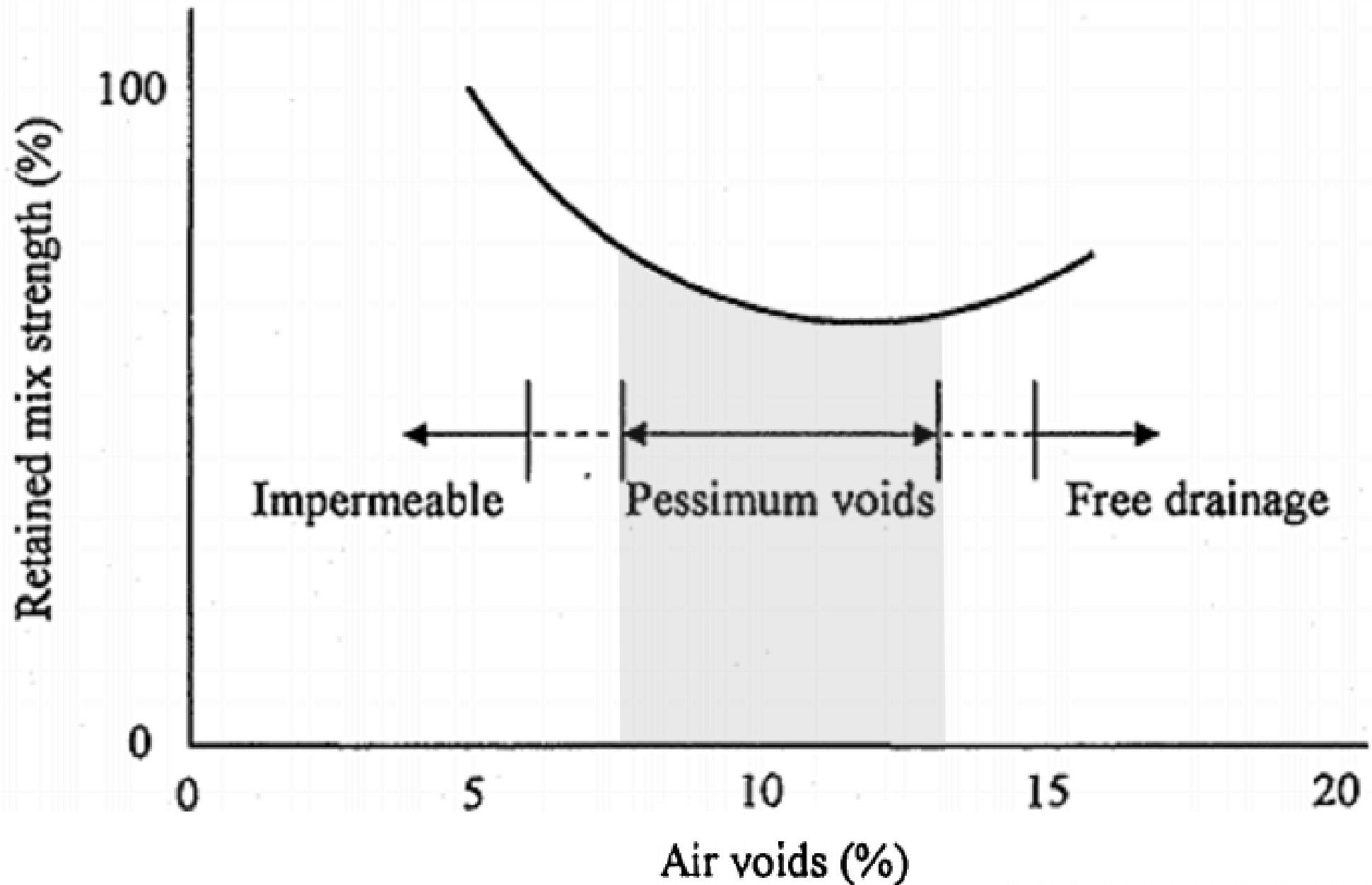
- Ocjena trajnosti adhezije bitumenskih mješavina za nosive i vezne slojeve od asfaltbetona

Ograničenja:

- Tvrdi cestograđevni bitumen 10/20
- Udio bitumena 3,5 do 5,5 %(m/m)
- Udio šupljina od 6 do 10 %(v/v)

Osjetljivost na starenje i vlagu

HRN EN 12697-45:2012

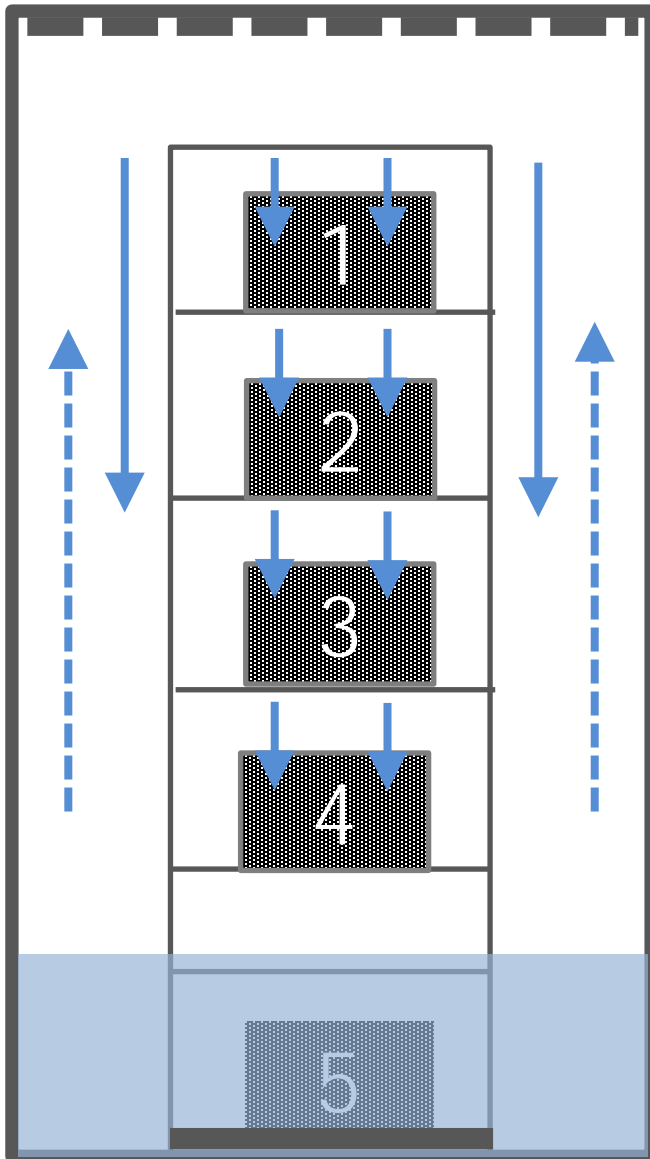


(Terrel and Al-Swailmi, 1993)

Osjetljivost na starenje i vlagu

HRN EN 12697-45:2012

Kondicioniranje



Laboratorijsko ispitivanje



- Određivanje krutosti indirektnim vlačnim testom (*Indirect Tensile Stiffness Modulus*) (EN 12697-26, Annex C)

Osjetljivost na starenje i vlagu

HRN EN 12697-45:2012

- Razredi indeksa trajnosti = MDI_{\min}
(*Mixture SATS Durability Index*)

Norma	MDI_{\min}^*
EN 13108-1:2016	$MDI_{\min 100} - MDI_{\min 60}$
* 5 razreda s dekrementom od 10 %	

Primjer: *Srednji omjer modula krutosti* = 76 % → $MDI_{\min 70}$

Dodatni razredi svojstava

Udio bitumena

- Minimalni udio bitumena, B_{\min} (%)

	2006.	2016.
Norma	B_{\min}	B_{\min}
EN 13108-1	26 razreda	za udio bitumena od 3,0 do 8,0 deklarirati udio bitumena na najbliže 0,1 %
	3,0 – 8,0	
EN 13108-2	8 razreda	za udio bitumena od 5,0 do 6,4 deklarirati udio bitumena na najbliže 0,1 %
	5,0 – 6,4	
EN 13108-5	14 razreda	za udio bitumena od 4,6 do 7,6 deklarirati udio bitumena na najbliže 0,1 %
	5,0 – 7,6	
EN 13108-7	9 razreda	za udio bitumena od 3,0 do 7,0 deklarirati udio bitumena na najbliže 0,1 %
	3,0 – 7,0	

Dodatni razredi svojstava

Udio šupljina

- Minimalni i maksimalni udjeli šupljina, V_{\min} i V_{\max} , (%)

	2006.		2016.	
Norma	V_{\min}	V_{\max}	V_{\min}	V_{\max}
EN 13108-1	12 razreda	17 razreda	12 razreda	17 razreda
	0,5 – 6	2 – 14	0,5 – 6	2 – 14
EN 13108-2	3 razreda	3 razreda	3 razreda	3 razreda
	3 - 11	6 - 15	3 - 11	7 - 15
EN 13108-5	10 razreda	9 razreda	18 razreda	19 razreda
	1,5 - 6	3 - 8	1,5 – 14	2 – 16
EN 13108-7	8 razreda	8 razreda	8 razreda	8 razreda
	14 - 28	18 - 32	14 - 28	18 - 32

Dodatni razredi svojstava

Ispuna šupljina u smjesi mineralnog agregata bitumenom

- Minimalna i maksimalna ispunjena šupljina u smjesi mineralnog agregata bitumenom, VFB_{\min} i VFB_{\max} (%)

	2006.		2016.	
Norma	VFB_{\min}	VFB_{\max}	VFB_{\min}	VFB_{\max}
EN 13108-1	8 razreda	16 razreda	11 razreda	16 razreda
	50 – 78	50 – 97	50 – 88	50 – 97
EN 13108-2	-	-	-	-
	-	-	-	-
EN 13108-5	6 razreda	6 razreda	11 razreda	11 razreda
	71 - 86	77 - 92	56 – 86	62 – 92
EN 13108-7	-	-	-	-
	-	-	-	-

Dodatni razredi svojstava

Osjetljivost na vodu

- Minimalni omjer indirektnih vlačnih čvrstoća, $ITSR_{min}$ (%)
- Minimalni omjer tlačnih čvrstoća, i/C_{min} (%)

	2006.	2016.	
Norma	$ITSR$	$ITSR_{min}$	i/C_{min}
EN 13108-1	4 razreda	7 razreda	7 razreda
	90 – 60	90 – 60	90 – 60
EN 13108-2	3 razreda	6 razreda	6 razreda
	100 - 75	90 - 65	90 - 65
EN 13108-5	4 razreda	7 razreda	7 razreda
	90 - 60	90 – 60	90 – 60
EN 13108-7	6 razreda	10 razreda	10 razreda
	100 - 50	95 - 50	95 - 50

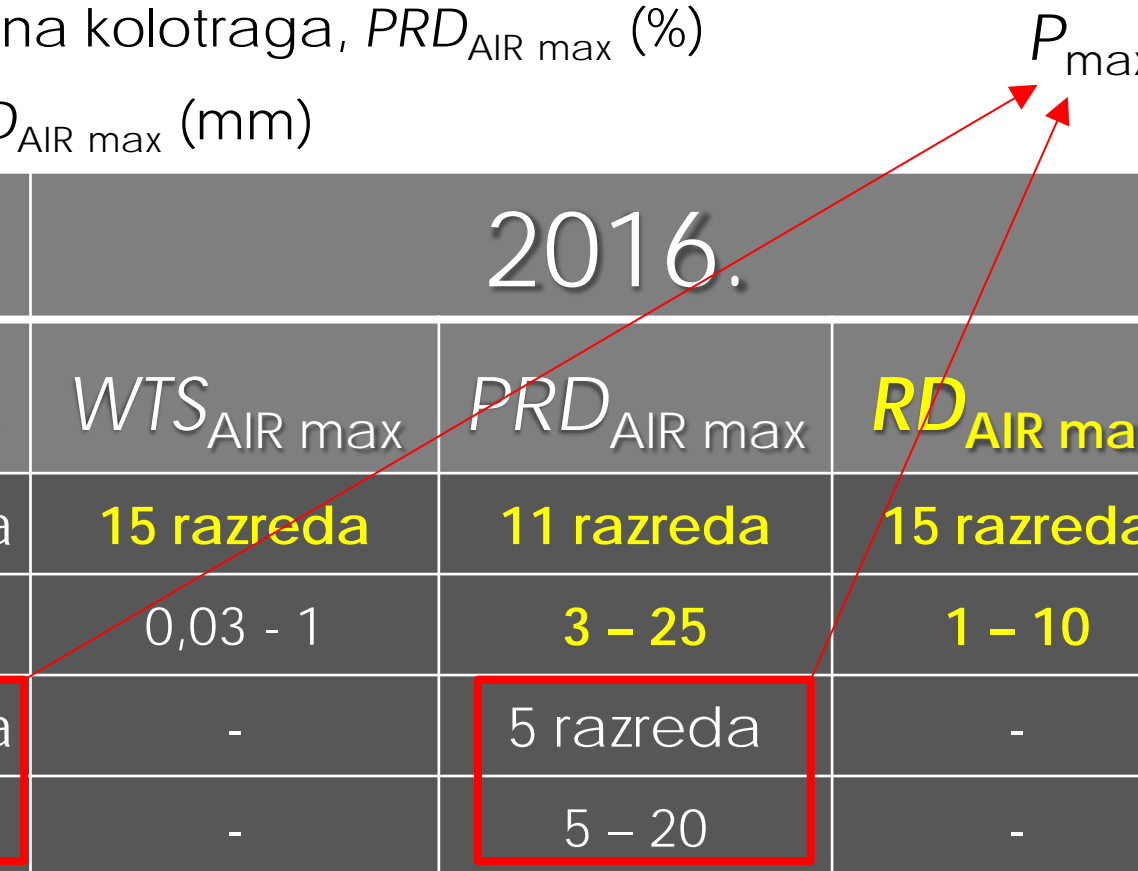
Dodatni razredi svojstava

Otpornost na trajne deformacije

- Maksimalna brzina nastajanja kolotruga, $WTS_{AIR\ max}$ (mm/10³ ciklusa)
- Maksimalna proporcionalna dubina kolotruga, $PRD_{AIR\ max}$ (%)
- Maksimalna dubina kolotruga, $RD_{AIR\ max}$ (mm)

	2006.		2016.		
Norma	WTS_{AIR}	PRD_{AIR}	$WTS_{AIR\ max}$	$PRD_{AIR\ max}$	$RD_{AIR\ max}$
EN 13108-1	11 razreda	7 razreda	15 razreda	11 razreda	15 razreda
	0,03 - 1	1 - 9	0,03 - 1	3 - 25	1 - 10
EN 13108-2	-	5 razreda	-	5 razreda	-
	-	5 - 20	-	5 - 20	-
EN 13108-5	11 razreda	5 razreda	15 razreda	14 razreda	12 razreda
	0,03 - 1	1 - 5	0,03 - 1	1 - 19	1 - 8
EN 13108-7	-	-	12 razreda	8 razreda	-
	-	-	0,02 - 1	0,5 - 9	-

P_{max}



Dodatni razredi svojstava

Otpornost na zamor

- Minimalna mikrodeformacija pri 10^6 ciklusa, ϵ_6 ($\mu\text{m}/\text{m}$)
- Broj ciklusa pri pojavi makro pukotina, $N_{\text{macro min}}$

	2006.	2016.	
Norma	ϵ_6	$\epsilon_{6\text{-min}}$	$N_{\text{macro min}}$
EN 13108-1	13 razreda	13 razreda	6 razreda
	310 – 50	310 – 50	3/30 – 45/800
EN 13108-2	-	-	-
	-	-	-
EN 13108-5	-	13 razreda	-
	-	310 – 50	-
EN 13108-7	-	-	-
	-	-	-

Dodatni razredi svojstava

Otpornost na gorivo (aerodromske površine)

- Maksimalni gubitak mase, Ci_{max} (%)

	2006.	2016.
Norma	Otpornost	Ci_{max}
EN 13108-1	3 razreda	10 razreda
	dobra, srednja, nedovoljna	6 – 15
EN 13108-2	3 razreda	10 razreda
	dobra, srednja, nedovoljna	6 – 15
EN 13108-5	3 razreda	10 razreda
	dobra, srednja, nedovoljna	6 – 15
EN 13108-7	3 razreda	8 razreda
	dobra, srednja, nedovoljna	1 – 8

Terminološka usklađenost s Uredbom (EU) 305/2011 (CPR)

2006.	2016.
Potvrđivanje sukladnosti <i>Attestation of Conformity (AoC)</i>	Ocjenjivanje i provjera stalnosti svojstava <i>Assessment and Verification of Constancy of Performance (AVCP)</i>
Izjava o sukladnosti <i>Declaration of Conformity (DoC)</i>	Izjava o svojstvima <i>Declaration of Performance (DoP)</i>
Europsko tehničko dopuštenje <i>European Technical Approval (ETA)</i>	Europska tehnička ocjena <i>European Technical Assessment (ETA)</i>

Što nam novo donose revidirane norme?

- Ekstenzivno uvođenje elemenata fundamentalnog pristupa, omogućuje vjerodostojnije vrednovanje kvalitete bitumenskih mješavina.
- Uvođenje novih metoda ispitivanja u okviru trajnosti bitumenskih mješavina, omogućuje nam spoznaju o funkcionalnim svojstvima i ponašanju bitumenskih mješavina u eksploataciji.
- Proširenje raspona vrijednosti pojedinih razreda svojstava, odnosno povećanje broja razreda, proizvođačima daje veći stupanj slobode u proizvodnji i deklariranju svojstava bitumenskih mješavina.