

Velimir Lacković, ing. geoteh., Zdravko Cimbola, dipl. ing. geoteh. Lovorko Ratković, ing. geoteh.

# PRIMJENA STAROG ASFALTA PRI PROIZVODNJI VRUĆE BITUMENSKE MJEŠAVINE

## USE OF OLD ASPHALT IN PRODUCING NEW ASPHALT MIXTURE, BASED ON HOT PRODUCTION METHOD IN AN ASPHALT PLANT

### SAŽETAK

U ovom radu opisan je postupak projektiranja i proizvodnje sastava bitumenske mješavine s dodatkom glodanog asfalta, kao i sva ispitivanja kvalitete mehaničko – fizičkih svojstava bitumenske mješavine. Ispitivanja su provedena prema europskim normama.

### SUMMARY

This article describes the procedure of designing the compound and production of the asphalt mixture by adding old milled asphalt, together with testing quality of mechanical and physical properties of the produced asphalt mixture according to the adequate standards.

### 1. UVOD

Zaštita okoliša i briga o prekomjernoj eksploataciji mineralnih sirovina dovodi do primjene novih tehnologija proizvodnje bitumenskih mješavina, koje su manje štetne po okoliš i omogućavaju održivi razvoj. U toj grupi tehnologija je i proizvodnja bitumenskih mješavina korištenjem starog asfalta uklonjenog s postojećih cestovnih kolnika. U tom pogledu bi proizvodnju takvih asfaltnih mješavina mogli smatrati zelenom tehnologijom.

U Hrvatskoj je izgradnja cestovne mreže uglavnom pred dovršetkom, a veliki dio te mreže je izgrađen i pred više desetaka godina. Težište aktivnosti u cestovnom sektoru se stoga premješta na održavanje i obnovu te dijelom već vrlo stare cestovne mreže. Pri tome se sve češće nameće potreba uklanjanja/glodanja postojećih degradiranih asfaltnih slojeva, što s jedne strane rezultira potrebom zbrinjavanja ogromnih količina starog asfalta, a s druge strane potrebom za velikim količinama kamenog materijala (i bitumena) za proizvodnju novih asfaltnih mješavina za uređenje tih cesta. Razvijene zemlje su već odavno pronašle i koriste racionalna rješenja za tu situaciju – ponovno koriste stari/glodani asfalt za proizvodnju novih asfaltnih mješavina. Upotreba starog asfalta u svijetu je već dugo vremena uvedena u redovnu proizvodnju asfaltnih mješavina, najviše za nosiva asfaltna slojeva. Stari asfalt se može koristiti za proizvodnju novog asfalta in situ ili na postrojenju za proizvodnju asfalta, po hladnom ili vrućem postupku. U ovom radu se opisuje tehnološki postupak proizvodnje novih asfaltnih mješavina uz dodatak starog asfalta na postrojenju za proizvodnju asfalta po vrućem postupku [1]. Svi postupci su prikazani na slici 1.

### 2. SASTAVNI MATERIJALI U PROJEKTIRANJU MJEŠAVINE AC 22 BASE

U nastavku se opisuje postupak proizvodnje asfaltnih mješavina s dodatkom starog asfalta na postrojenju za proizvodnju asfalta u Cesti Varaž-

din d.d. Na slici 2 prikazano je asfaltno postrojenje tvrtke Cesta Varaždin d.d. dograđeno na način da omogućava proizvodnju asfaltnih mješavina uz korištenje starog asfalta.

### 2.1 KAMENI MATERIJAL

Za izradu bitumenskih mješavina korišteni su slijedeći kameni materijali:

- punilo „Očura“ (sediment karbonatnog sastava) proizvođača Holcim mineralni agregati d.o.o.
- frakcije kamenog materijala sedimentnog porijekla iz kamenoloma Očura također proizvođača Holcim mineralni agregati d.o.o.

Ispitivanja sastavnih materijala provedena su prema hrvatskoj normi HRN EN 933-1 [2] a određivanje gustoće kamenih materijala prema hrvatskoj normi HRN EN 1097-6 [3]. U nastavku su dane kvalitete ulaznih sirovina za projektiranje sastava bitumenske mješavine AC 22 base [4].

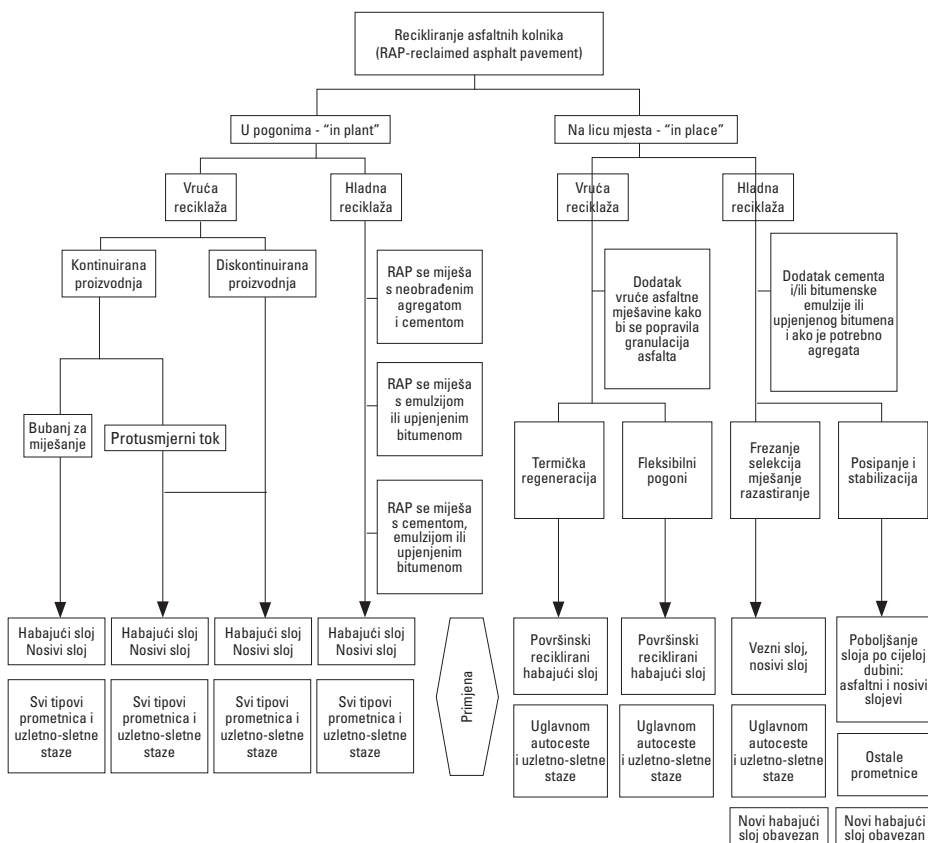
### 2.2 GLODANI STARI ASFALJNI MATERIJAL

Granulometrijski sastav starog asfalta uklonjenog glodanjem određen je prema hrvatskoj normi HRN EN 933-1. Na slici 3 se vidi izgled starog asfaltnog materijala uklonjenog glodanjem, prije i nakon prosijavanja.

Ispitano je više uzoraka starog asfalta a statistički pregled dobivenih rezultata za sve ispitane uzorke dan se u tablici 1 i na dijagramu 6. Asfaltni sloj na cesti je uklonjen glodalicom Wirtgen 2000. Prosijavanje glodanog starog asfalta je pokazalo ujednačenost granulometrijskog sastava materijala.

### 2.3 PROSIJANI AGREGAT DOBIVEN IZ GLODANOG STAROG ASFALTA

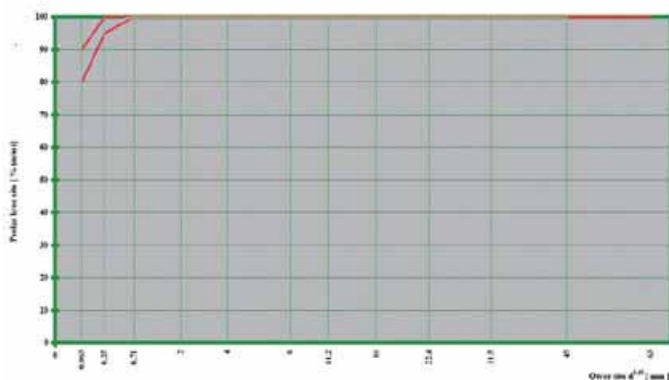
Prosijavanje materijala dobivenog glodanjem starog asfaltnog sloja napravljeno je na deponiji asfaltna baze u Lepoglavi (slika 4), te se ponov-



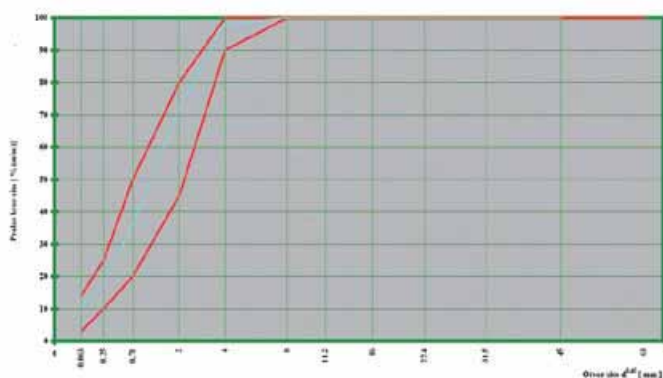
Slika 1. Postupci recikliranja asfaltnih kolnika

no odredio sadržaj bitumena i granulometrijski sastav. Dobiveni rezultati dani su u tablici 2 i u dijagramu 7.

U dijagramu 8 prikazana je grafička usporedba rezultata granulometrijske analize glodanog asfalta prije i nakon prosijavanja.



Dijagram 1. Granulometrijska analiza punila



Dijagram 2. Granulometrijska analiza frakcije 0/4



Slika 2. Asfaltno postrojenje tvrtke Cesta Varaždin d.d. dograćeno da omogućava dodavanje starog asfalta pri proizvodnji novih mješavina

## 2.4 REZULTATI ISPITIVANJA IZDVOJENOG BITUMENA

Izdvajanje bitumena iz starog asfalta izvršeno je prema hrvatskoj normi HRN EN 12697-3 [5] postupkom s rotacijskim otparivačem, nakon čega je bitumen podvrgnut ispitivanju prema hrvatskim normama HRN EN 1426 [6] - penetracija iglom i prema HRN EN 1427 [7] - metoda prstenkuglica. Po gore navedenim metodama ispitan je i novi bitumen, a statistički pregled rezultata ispitivanja i starog i novog bitumena prikazani su u tablici 3.

## 3. PROJEKT SASTAVA ASFALTA (PRETHODNI SASTAV)

Prethodni sastav bitumenske mješavine AC 22 base s dodatkom agregata iz starog asfalta napravljen je za srednje prometno opterećenje. Po projektu je planirano dodavanje 15% starog asfaltnog materijala, dok je matematičkim proračunom dobivena količina od 14,6% što je prikazano u tablici 4.

Prema udjelima u smjesi bitumenske mješavine dobivena je i granulometrijska krivulja određena prema HRN EN 12697-2 [8] mješavine AC 22 base čije vrijednosti su prikazane u tablici 5 i u dijagramu 9.

Projektirane vrijednosti gustoće asfaltnje mješavine, asfaltnog uzorka, te koncentracija šupli-



Slika 3. Uzorci glodanog i prosijanog glodanog asfalta



Slika 4. Prosijavanje izglovanog starog asfalta

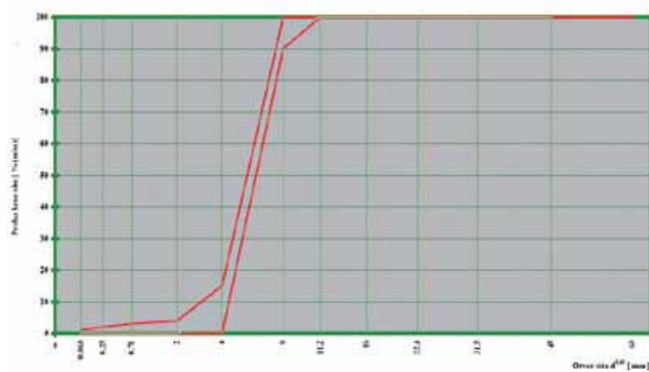
na u kamenom materijalu te ispuna šupljina u kamenom materijalu dane su u tablici 6.

#### 4. TEHNOLOŠKI TIJEK PROIZVODNJE ASFALTNE MJEŠAVINE S DODATKOM STAROG ASFALTA

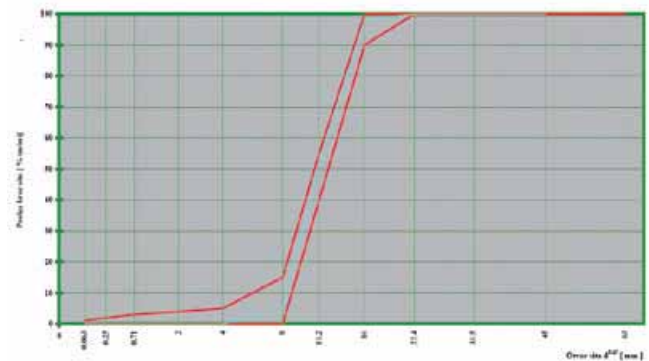
##### 4.1 GLODANJE I SKLADIŠTENJE STAROG ASFALTA

Asfaltni sloj glodan je s glodalicom Wirtgen tip 2000 koja može odstraniti zasebno pojedine asfaltne slojeve postojećeg kolnika ovisno o njihovoj debljini, dakle posebno habajući, vezni i nosivi sloj. Glodolica s noževima velike tvrdoće uklanja asfaltni sloj u željenoj debljini i preko transportne trake ga utovaruje u kamion kojim se stari asfalt prevozi na deponiju smještenu uz postrojenje za proizvodnju asfalta (slika 5).

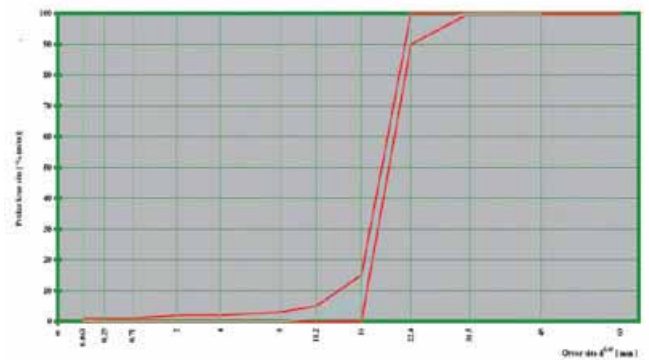
Jedan od uočenih problema bilo je sljepljivanje usitnjenog starog asfalta odloženog na deponiji te se iz tog razloga preporučuje da taj materijal ne bude direktno izložen sunčevim zrakama, posebno u ljetnim mjesecima (kada je točka razmekšavanja ispod 50°C). Zbog toga je potrebno usitnjeni stari asfaltni materijal deponirati na način da njegova visina ne bude prevelika i da je zaštićen od vremenskih utjecaja (sunca/kiše), dakle da je deponija natkrivena. Naime, ako je glodani asfaltni materijal izložen kiši povećava se njegova vlažnost što stvara probleme u proizvodnji nove asfaltne mješavine i povećava utrošak energije kod sušenja.



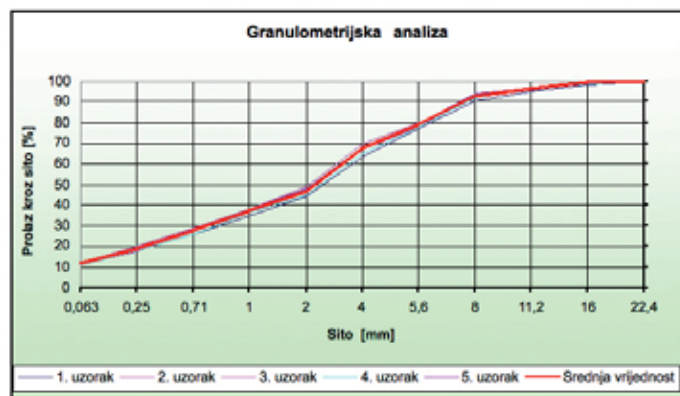
Dijagram 3. Granulometrijska analiza frakcije 4/8



Dijagram 4. Granulometrijska analiza frakcije 8/16



Dijagram 5. Granulometrijska analiza frakcije 16/22



Dijagram 6. Granulometrijska analiza glodanog asfalta

##### 4.2 PROIZVODNJA BITUMENSKE MJEŠAVINE

Bitumenska mješavina AC 22 base za srednje prometno opterećenje proizvedena je na asfaltnoj bazi AMMANN kapaciteta 250 t/h u Lepoglavi. Izvršena dogradnja postrojenja za proizvodnju asfalta omogućava dodavanje starog asfaltnog materijala u postupku proizvodnje novih asfaltnih mješavina (slike 6 i 7). Usitnjeni stari asfalt se dodaje iz preddozatora ka-

	1. uzorak	2. uzorak	3. uzorak	4. uzorak	5. uzorak	Srednja vrijednost
Otvor sita [mm]	Prolaz kroz sito [%]	Prolaz kroz sito [%]	Prolaz kroz sito [%]	Prolaz kroz sito [%]	Prolaz kroz sito [%]	[%]
22,4	100	100	100	100	100	100
16	98	100	99	99	100	99
11,2	95	97	97	97	96	96
8	90	94	93	92	94	93
5,6	77	78	80	78	79	78
4	63	67	70	65	68	67
2	44	47	49	45	48	47
1	35	38	38	36	38	37
0,71	26	28	29	26	28	27
0,25	18	17	20	18	19	18
0,063	10,9	11,4	12,5	11,1	11,8	11,5
Bitumen [%]	4,7	5,2	4,7	4,9	5,0	4,9
Vlažnost [%]	0,5	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4

Tablica 1. Granulometrijski sastavi glodanog asfalta

	1. uzorak	2. uzorak	3. uzorak	4. uzorak	5. uzorak	Srednja vrijednost
Otvor sita [mm]	Prolaz kroz sito [%]	Prolaz kroz sito [%]	Prolaz kroz sito [%]	Prolaz kroz sito [%]	Prolaz kroz sito [%]	[%]
22,4	100	100	100	100	100	100
16	100	100	100	100	100	100
11,2	98	98	99	99	98	98
8	91	91	90	89	90	90
5,6	82	81	83	81	81	82
4	74	74	75	76	74	75
2	54	53	54	55	53	54
1	44	45	46	45	44	45
0,71	32	33	34	32	34	33
0,25	22	22	23	22	23	22
0,063	12,1	12,5	12,2	12,3	12,5	12,3
Bitumen [%]	4,8	4,9	4,8	4,8	4,9	4,8
Vlažnost [%]	4,1	4,1	4,0	3,9	4,0	4,0

Tablica 2. Granulometrijski sastavi prosijanog glodanog asfalta

paciteta 12 m<sup>3</sup> opremljenog s transportnom trakom za doziranje u zasebni elevator, koji taj materijal dodaje u miješalicu. U miješalici se stari asfalt miješa s vrućim novim frakcijama kamenog materijala. Frakcije 0/4, 4/8, 8/16 i 16/22 se iz preddozatora transportnom trakom dovode u bubanj za sušenje. Sušenje agregata je povezano s vlažnosti materijala, ali treba napomenuti da se mora povećati temperatura sušenja novog agregata zbog toga što se vruć novi agregat miješa sa starim asfaltnim materijalom koji ima temperaturu okoline i pri tome određenu vlažnost. U opisanom primjeru vlažnost materijala je bila oko 4% pa je temperatura u bubnju za sušenje varirala od 230°C do 240°C. Vrijeme miješanja se povećalo za 30 sekundi i na kraju je dobivena homogena smjesa. Temperatura proizvedene bitumenske mješavine iznosila je od 160°C do 170°C.

#### 4.3 TEMPERATURE

Orijentacijske vrijednosti korekcije temperatura s obzirom na udio vlage u starom asfaltnom materijalu dane su u tablici 7.

Praćena je proizvodnja nove bitumenske mješavine uz dodatak 15% starog asfalta koji je imao određenu vlažnost i nakon dodavanja je utvrđena potrebna korekcija temperature u ovisnosti o vlažnosti dodanog starog

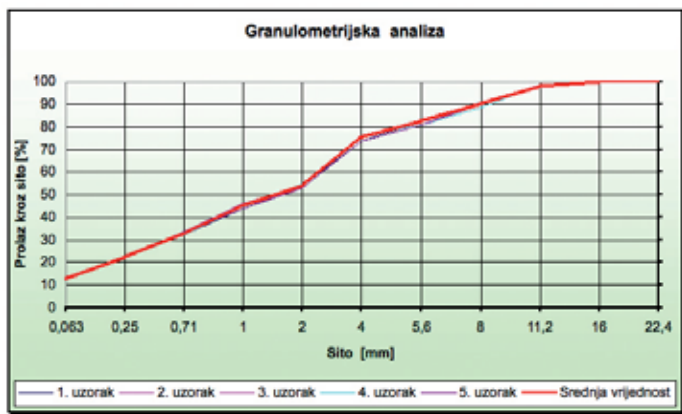
asfalta. Na taj način je formirana orijentacijska tablica s potrebnim korekcijama temperatura.

#### 5. ISPITIVANJA PROIZVEDENE BITUMENSKE MJEŠAVINE

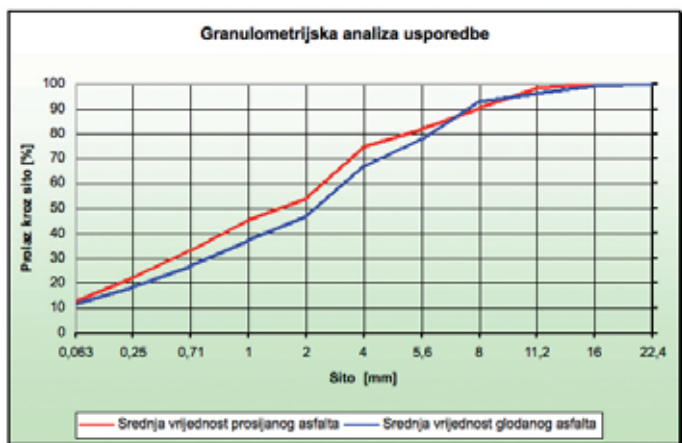
Provedena su ispitivanja sastava i fizičko – mehaničkih svojstava bitumenskih mješavina AC 22 base s dodatkom starog asfalta. Ispitivanja su obavljena prema hrvatskim normama HRN EN 12697-2 - Određivanje granulometrijskog sastava [9], HRN EN 12697-1 - Topivi udio veziva [10], HRN EN 12697-5 - Određivanje gustoće asfaltnih mješavina [11], HRN EN 12697-6 - Određivanje gustoće asfaltnog uzorka [12] i HRN EN 12697-8 - Određivanje šupljina u asfaltnim uzorcima. Rezultati provedenih ispitivanja statistički su prikazani u tablici 8.

#### 6. ZAKLJUČAK

Opisan je postupak projektiranja i proizvodnje asfaltnih mješavina AC 22 base za srednje prometno opterećenje s dodatkom od 15% starog asfalta na postrojenju za proizvodnju asfalta tvrtke Cesta Varaždin d.d. u Lepoglavi. Naime, sve veće količine starog asfalta koji se uklanja tijekom obnove cesta u Hrvatskoj otvara ne mali problem njegovog zbrinjavanja na zakonom predviđeni način. To je s jedne strane skupo a s druge strane radi se o



Dijagram 7. Granulometrijska analiza glodanog prosijanog asfalta



Dijagram 8. Granulometrijska analiza usporedbe glodanog i prosijanog glodanog asfalta

vrlo kvalitetnom materijalu koji se ne bi smjeo tretirati kao otpadni građevinski materijal. Isto tako novi resursi odgovarajućeg kamenog materijala za proizvodnju novih asfaltnih mješavina su ograničeni i trebalo bi itekako voditi računa o njihovom trošenju, ako govorimo o održivom razvitku. Dakle, postoje i ekonomski i ekološki razlozi za korištenje tog vrijednog materijala u ponovnoj proizvodnji asfaltnih mješavina. Pogotovo stoga što danas ne postoje nikakve tehničko-tehnološke prepreke za korištenje starog asfalta za proizvodnju novih bitumenskih mješavina. Rezultati provedenih ispi-

vanja tako proizvedenih asfaltnih mješavina na postrojenju za proizvodnju asfalta tvrtke Cesta Varaždin d.d. potvrđuju već opće poznate činjenice da je kvaliteta tako proizvedenih asfaltnih mješavina jednaka kvaliteti asfaltnih mješavina proizvedenih od samo novih kamenih agregata, dakle da dodavanje starog asfalta u proizvodnji novih mješavina nimalo ne smanjuje kvalitetu proizvedenih asfaltnih mješavina. Uz opisani dodatak starog asfalta proizvedene asfaltna mješavina je u potpunosti udovoljila sve zahtjeve važećih tehničkih uvjeta koji su u primjeni u Hrvatskoj.

**LITERATURA**

- [1] Hrvatski cestar – Zbornik radova 2008
- [2] HRN EN 933-1 Ispitivanje geometrijskih svojstava agregata -- 1.dio: Određivanje granulometrijskog sastava -- Metoda sijanja (EN 933-1:1997)
- [3] HRN EN 1097-6 Ispitivanja mehaničkih i fizikalnih svojstava agregata -- 6. dio: Određivanje gutoće i upijanja vode (EN 1097-6:2000+AC:2002)
- [4] Projekt sastava asfalta (prethodni sastav) – PS(Cesta-Varaždin)-583/2010, Varaždin 2009
- [5] HRN EN 12697-3 Bitumenske mješavine -- Ispitne metode za asfalt proizveden vrućim postupkom -- 3. dio: Izdvajanje bitumena: rotacijski otparivač (EN 12697-3:2005)
- [6] HRN EN 1426 Bitumen i bitumenska veziva -- Određivanje penetracije iglom (EN 1426:1999)
- [7] HRN EN 1427 Bitumen i bitumenska veziva -- Određivanje točke razmekšanja -- Metoda prstena i kuglice (EN 1427:1999)
- [8] HRN EN 12697-8 Bitumenske mješavine -- Ispitne metode za asfalt proizveden vrućim postupkom -- 8. dio: Određivanje šupljina u asfaltnim uzorcima (EN 12697-8:2003)
- [9] HRN EN 12697-2 Bitumenske mješavine -- Ispitne metode za asfalt proizveden vrućim postupkom -- 2. dio: Određivanje granulometrijskog sastava (EN 12697-2:2002)
- [10] HRN EN 12697-1 Bitumenske mješavine -- Ispitne metode za asfalt proizveden vrućim postupkom -- 1. dio: Topivi udio veziva (EN 12697-1:2005)
- [11] HRN EN 12697-5 Bitumenske mješavine -- Ispitne metode za asfalt proizveden vrućim postupkom -- 5. dio: Određivanje gustoće asfaltna mješavine (EN 12697-5:2002)
- [12] HRN EN 12697-6 Bitumenske mješavine -- Ispitne metode za asfalt proizveden vrućim postupkom -- 6. dio: Određivanje gustoće asfaltnih uzoraka (EN 12697-6:2003)

	Penetracija HRN EN 1426	Metoda prsten kuglica HRN EN 1427
Bitumen	[mm/10]	°C
Ekstrahirani bitumen iz uzorka glodanog asfalta	24	63,0
Novi bitumen B50/70	61	48,6
Uvjeti za B50/70	50 - 70	46 - 54

Tablica 3. Rezultati ispitivanja bitumena ekstrahiranog iz starog asfalta i novog bitumena

Kameni materijal	Oznaka frakcije	Udio u smjesi [% (m/m)]	Gustoća [kg/m <sup>3</sup> ]
Očura	KB	2,4	2851
Očura	0/4	25,4	2852
Očura	4/8	11,1	2852
Očura	8/16	23,2	2853
Očura	16/22	23,2	2855
Glodani asfalt	0/16	14,6	2573
Gustoća SKM [kg/m <sup>3</sup> ]		2808	

Tablica 4. Udjeli kamenih materijala

Prolaz kroz sito		
Otvor sita [mm]	[(m/m)]	[(m/m)]
0,063	5,2	5,2
0,25	3,2	8
0,71	6,3	15
2,00	12,3	27
4,00	10,6	38
8,00	15,4	53
11,20	12,4	65
16,00	12,5	78
22,40	21,4	99
31,50	0,7	100

Tablica 5. Granulometrijska analiza AC 22 base

Gustoća AU [kg/m <sup>3</sup> ]	Gustoća AM [kg/m <sup>3</sup> ]	ČŠ/AU [% (v/v)]	čŠKM/AU [% (v/v)]	IšKM <sub>sB</sub> [% (v/v)]	Stabilitet [kN]	Deformacija [mm]	S/d [kN/mm]
2500	2652	5,7	14,0	58,9	11,2	3,4	3,3

Tablica 6. Sastav i svojstva laboratorijskog probnog tijela asfaltne mješavine priređene po Marshall metodi

Korekcija temperature [°C]		Udio vlage [%]				
		1	2	3	4	5
Usitnjeni stari asfalt	15%	12°C	24°C	36°C	48°C	60°C

Tablica 7. Korekcije temperatura

Granulometrijski sastav HRN EN 12697-2	AC 22 base
Otvor sita [mm]	Prolaz kroz sito [(m/m)]
0,063	5,1
0,25	9
0,71	15
2,0	25
4,0	38
8,0	51
11,2	64
16,0	80
22,4	99
31,5	100
Topivi udio veziva [(m/m)] HRN EN 12697-1	4,1
Gustoća asfaltnog uzorka [kg/m <sup>3</sup> ] HRN EN 12697-6	2521
Gustoća asfaltne mješavine [kg/m <sup>3</sup> ] HRN EN 12697-5	2646
Udio šupljina [(v/v)] HRN EN 12697-8	4,7
Šupljine u kamenom materijalu [(v/v)] HRN EN 12697-8	14,9
Ispunjenost šupljina bitumenom [(v/v)] HRN EN 12697-8	68,2

Tablica 8. Sastav i fizičko – mehanička svojstva proizvedene bitumske mješavine



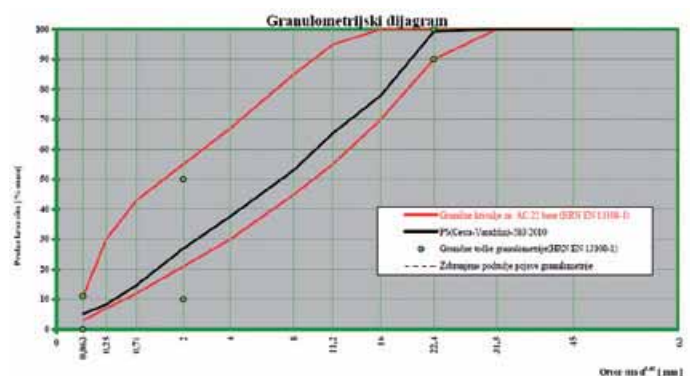
Slika 5. Deponija reciklažnog asfaltnog agregata



Slika 6. Pogled na predozator reciklažnog asfaltnog agregata



Slika 7. Događeni dio za dodavanje reciklažnog asfaltnog agregata



Dijagram 9. Granulometrijski sastav AC 22 base s dodatkom 15% reciklažnog asfaltnog agregata