

3110.-

4-6

Ceste i mostovi

ZAGREB

TRAVANJ - LIPANJ 1965.

GOD. XIII



Sadržaj

Ela Samakovića, dipl. inž. i Berislav Grbac: Ispitivanje starenja ugrađenih bitumena Rječke rafinerije	49
Leđestev Holub, dipl. inž.: Remontiranje u veći izdatih sprječnice Instituta za asfalt (SAD) koja se odnose na dimenzioniranje asfaltnih koloseva	53
Zdravko Jokić, dipl. inž.: Vrste rekonstrukcija i ojačanja kolovoznih konstrukcija na putevima kroz referate VII svjetskog kongresa za puteve u Rimu	71
Redujević Biser, dipl. inž.: Naza tehnička uputstva i propisi za izradu asfalbetona u Znanstvenoj Ujedinjenosti	75
Wiedimir Mladenić, dipl. inž.: Mest preko Drave kod Repasa	85
Peter Dražić, dipl. ecc. Teretni autotransport u međunarodnom saobraćaju	97
Milan Sporičić: Prijevoz tereta velikih dimenzija na javnim cestama	99
Statut jugoslavenskog društva za puteve	21
Statut međunarodnog društva za puteve	91

Časopis izdaje Društvo za ceste Hrvatske, Zagreb, Zrinjevac br. 6/1, tel. 24-672, poš. pret. 272. / Glavni urednik: inž. Štefan Lamer, tel. 23-754 / Tehnički urednici: Ivo Filipak i Ervin Mejsanec, tel. 24-672 / Preplata godišnje 1.200.— dinara, pojedini broj 100.— dinara. Cijena ovog broja 300.— dinara / Tekući račun kod N. B. Zagreb, 400-17-608-31 / Tisk. Štamparija «Vojvodina» SBBRH, Zagreb, Odranske b. 6, telefon br. 515-576

Ceste i mostovi

Časopis za projektiranje, gradjenje, održavanje cesta mostova i cestovni saobraćaj
ZAGREB
TRAVANJ - LIPANJ 1965
GODINA XIII BROJ 4 - 6

Ela Samakovića, dipl. inž. i Berislav Grbac

Ispitivanje starenja ugrađenih bitumena Rječke rafinerije

Uvod

Ceste pritužbe naših potrošača na kvalitet bitumena, iz koga se izrađuju asfaltni kolovozi, ponukale su nas da privedemo sistematskom ispitivanju kvalitete bitumena, koji se proizvodi na našem postrojenju te da, osim detaljnih laboratorijskih analiza utvrdimo njegov kvalitet na cesti u odnosu na porijeklo sirovine i na tehnološki proces proizvodnje.

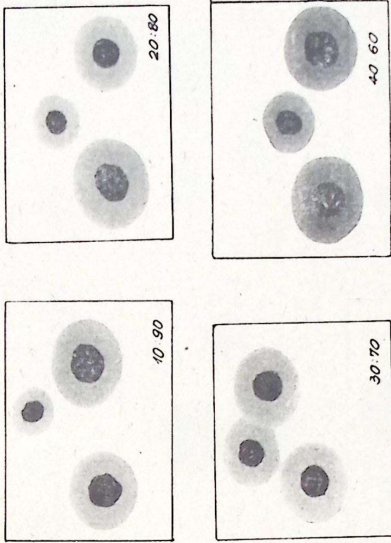
Unatoč svih laboratorijskih ispitivanja i rezultata koji se dobiju, ipak je najbolji pokazatelj onaj rezultat koji se dobije ispitivanjem bitumena u eksploataciji. Mi smo ugradili pokusne dionice na jednoj prometnoj cesti u Zagrebu, blizu Vele-

pokusnim dionicama izvršilo je poduzeće «Cesta», dok su svi radovi oko izrade recepture za asfaltnu masu, stručna kontrola ugradnje, analiza uzoraka (asfalta), izvršeni u laboratoriju za primjenu Rafinerije nafte — Rijeka, u Zagrebu.

Materijal za izvedbu

Bitumen. Za izradu pokusnih dionica imali smo na raspolaganju sljedeće bitumene (tablica br. 1).

Belajim	55/ 50
Sokolovogorska	45/120
Irak dopirani	40/200
Irak	45/120

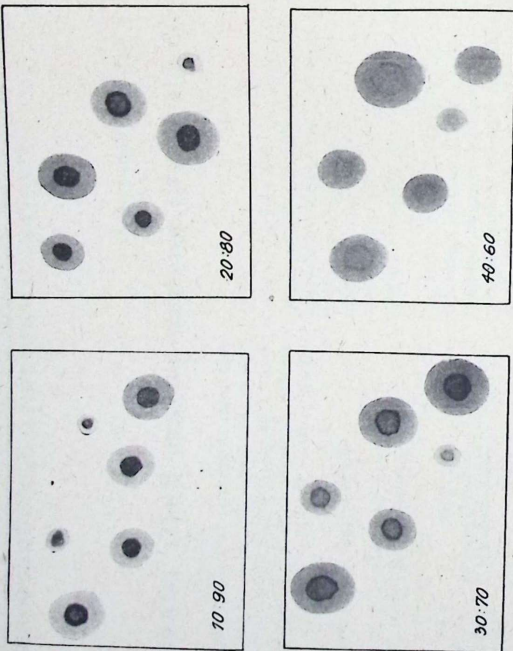


Slika br. 1 — Spot-test Belajim 55/50

sajma te smo u razdoblju od 3 godine uzimali u intervalima od godine dana uzorke asfalta s pokusnih dionica, te ih detaljno analizirali. Također smo paralelno s vadeanjem uzoraka pratili izgled asfaltna površine, te komisijski ustanovili nalaz o trenutnom stanju dionica. Dijagram granulometrijskog sastava asfaltna mase dobili smo od Instituta građevinarstva Hrvatske, ugradnju asfalta na

Manja količina bitumena Belajim 55/50 proizvedena je na kotlovskoj atmosferskoj destilaciji i na vakuum-kotlovskoj destilaciji 1960. godine, da bi se ustanovio randman ove sirovine. Kako je uslijed preslake cirkulacije sirovine i visoke temperature dolazilo do kreiranja, ostatak ove destilacije smo ugradili da bi na cesti mogli provjeriti

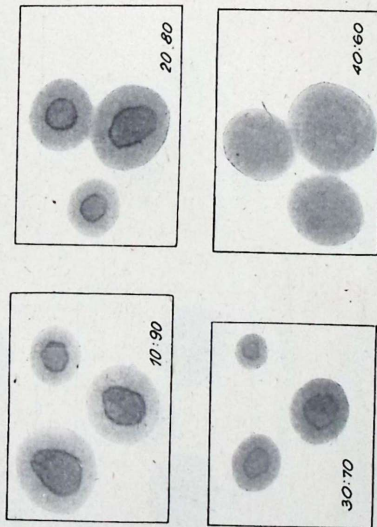
kakve će rezultate u primjeni dati jedan pregrijani bitumen. Ugrađeni bitumen, iako je u dovoljnim granicama JUS-a prema tablici 1, izuzev parafina, za koga smatramo da nema nekog značenja,



Slika br. 2 — Spot-test Sokolovogorska 45—120

Pokazuje znatove krekiranja, što je ustanovljeno Spot-testom (sl. 1). Ovaj test nije obuhvaćen standardima, a služi kao pokazatelj koloidalne stabilnosti jednog bitumena. Spottest je pozitivan sl.

žava na kvalitet bitumena proizvodni proces, koji je praćen pregrijavanjem ostatka. Moramo naglasiti, da bitumen iz sirovine Belajim, koji se redovito proizvodi u industrijskim

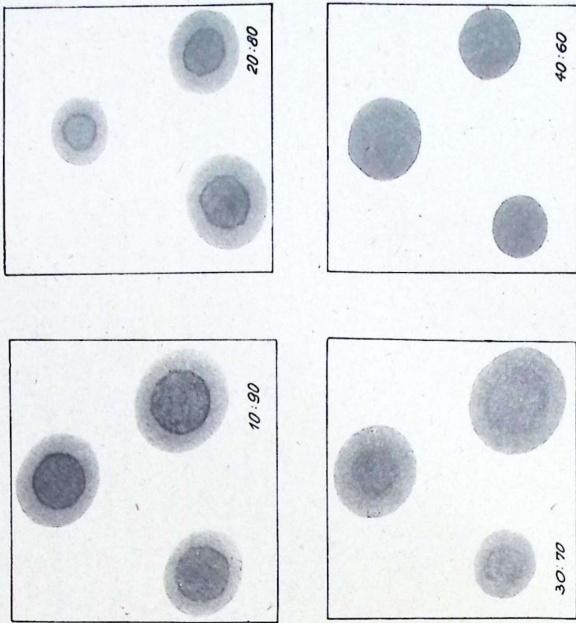


Slika br. 3 — Spot-test Irak dopirani 40/200

1), te se odmah moglo ustanoviti da je ovaj bitumen, još prilikom proizvodnje krekirao. Prstien, koji je vidljiv kod mrlje iz otapala heksan-kislen

količinama u atmosferskoj i vakuum-distilaciji u Kječkoj rafineriji ima veoma kvalitetna svojstva, u granicama je JUS-a, a ima negativan Spot-test.

Bitumen Sokolovogorska 45/120 proizveden je streight-run postupkom u vakuum-distilaciji, a zatim je oskidan do željene tvrdoće. Ovaj bitumen ima visoki procenat parafina. Ostala su mu svojstva u granicama JUS-a. Spot-test je negativan (sl. 2). Ugrađojom ovog bitumena htjeli smo ustanoviti koliki utjecaj ima procenat parafina na bitumen, koji se primjenjuje u cestogradnji.



Slika br. 4 — Spot-test Irak 45/120

Bitumen Irak, dopirani 40/200, proizveden je streight-run postupkom u vakuum-distilaciji uz dodatak dopa (ostatak masne kiseline biljnog po-

Tablica br 1 — Svojstva bitumena prije ugrađivanja

Bitumen	Sokolovogorska 45/120	Belajim 55/50	Irak dop.	Irak 45/120
Tačka razmekšavanja po PK°C	46,5	55	40	45
Dubina prodiranja (penetr.) na 25°C	104	47	>380	120
Rastezljivost (duktilitet) cm na 25°C	87	55	65	100
Tačka loma po Frassu (Frass)°C	<-15	-15	<-14	-14
Index penetracije IP	0,1	0,3	>+	—
Parafinski broj %	3,6	3,3	2	2,3
Količina pepela %	0	0,1	0,3	0,2
Nerastvorljivih sastojaka	0	0,3	1,0	0
Specifična težina	1,001	1,030	1,012	1,078
Nakon petatsatnog zagrijavanja				
Gubitak težine	0	0	3,3	0
Izdizanje tačke razmekšavanja po PK %	-4,3	4,6	2,5	1,1
Tačka loma po Frass-u °C	-10	-10	-13	-10
Smanjenje penetracije %	11	54	11	2,5
Duktilitet cm	80	44	71	100
Kiselinski broj mg KOH/g	0,27	0,27	1,45	0,35
Asfaltni %	16,2	25,2	20,9	20,4
Malteni %	83,8	74,8	79,1	81,6

ga centrifugiranjem smo uklanjali sitne mineralne sastojine (filter), što u potpunosti nije uspjelo, a što je vidljivo iz dosta visokog postotka pepela u uzorcima. Ekstrahirani bitumen, nakon potpunog uklanjanja benzena, analiziran je po JUS-u.

Svojstva ugrađenog bitumena

Iz priloženog tabularnog pregleda analitičkih podataka bitumena (tablica 3) koji je ugrađen u pokusne dionice, a čije se staranje pratilo kroz period od 3 godine, može se zaključiti sljedeće:

Bitumen 55/50 iz sirovine Belajim. Izgled pokusnih dionica, izrađenih s ovim bitumenom nije zadovoljavajući, pošto se primjećuju znatni raspadaanja (sl. 5 i 6). To se specijalno odrazilo na grubom asfaltnom betonu (sl. 6) koje je otvoreniji od finog asfaltnog betona (sl. 5), te je pre-

kom. Vrijeme je bilo promjeljivo s nešto kiše. Za vrijeme kišovitog vremena na vlažnu podlogu nije polagan asfalt. Ugrađene su 4 pokusne dionice, svaka po 50 m dužine. Svaka od njih izvedena je s jednim od 4 raspolaživa bitumena. Dionica od 50 m razdijeljena je na 2 dijela po 25 m. Na prvih 25 m ugrađen je sloj finog asfaltnog betona, debljine 2 cm, prema recepturi II, koji je služio kao podloga, na koju je položen sloj od 3 cm grubog habajućeg asfalta, prema recepturi I.

Na drugih 25 m položeno je 3 cm grubog asfalta, prema recepturi I, koji služi kao podloga sloju od 2 cm finog habajućeg asfalta, prema recepturi III.

Sa svakim bitumenom izrađeno je 25 m grubog habajućeg asfalta i 25 m finog habajućeg asfalta.



Šlika br. 5 — Ugrađeni bitumen Belajim 55/50 — fini habajući sloj

Kolovoz na kome su izvedene pokusne dionice bio je odmah pušten u saobraćaj, koji je tokom čitave godine vrlo intenzivan, a osobito u vrijeme održavanja Zagrebačkog velesajma.

Kroz protekle 3 godine u mjesecu augustu vađeni su uzorci iz svake ugrađene dionice. Ekstrakcija uzoraka obavljena je s benzenom, a nakon to-

ma tome više izložen utjecaju atmosferilija. Za ovaj bitumen je karakteristično, da je već prije ugrađnje imao pozitivni Spot-test, (sl. 1) što je već napomenuto. Promjene, koje su nastale na dionicama, odražavaju se na svojstvu tačke loma po Frassu i na duktilitetu. Kod ovog bitumena ja-

sno se razaznaje njegova temperaturna osjetljivost.

Mješavina III.

Filer Zidani Most	15,91%/o
0 — 4 mm savski	9,36%/o
4 — 7 mm savski	49,61%/o
7 — 12 mm savski	14,04%/o
Pijesak kopani	4,68%/o
Bitumen	6,40%/o
	100,00%/o

Priprema asfaltnih mješavina

Asfaltna mješavine pripremane su u asfaltnoj bazi poduzeća »Cesta«, na starom postrojenju »Rajzer«. Bitumen se zagrijavao u malom kotlu od 2 tone, koji se nalazio pored postrojenja.

Postrojenje »Rajzer« na kojemu su rađene asfaltna mješavine dosta je staro i dotrajalo, tako da je za vrijeme rada nekoliko puta došlo do zastojia i poremećaja na vagi za bitumen. To se kasnije odrazilo i na procent bitumena, koji je dobioven ekstrakcijom asfaltna mješavine. Doziranje mineralne mješavine obavljeno je pred asfaltnim postrojenjem rukom i pomoću vozića. Gotova asfaltna

Imali smo na raspolaganju mineralne agregate poduzeća »Cesta«, izvodača radova i to sljedeće:

Savski drobljeni granulacije 0 — 4 mm
 Savski drobljeni granulacije 4 — 7 mm
 Savski drobljeni granulacije 7 — 12 mm
 Diabaz Budinska granulacije 8 — 15 mm
 Diabaz Budinska granulacije 15 — 25 mm
 Kopani pijesak
 Kremeni pijesak
 Filer Zidani Most

Navedeni agregati su poznati i često upotrebljavani materijali za gradnju cesta i izradu asfaltnih zastora, posebno diabaz, koji je vrlo rasprostranjen u našoj zemlji. Ima ga u Hrvatskoj, Sloveniji, Bosni i Makedoniji. Poznato nalazište u Hrvatskom Zagorju, odakle je diabaz koga smo mi upotrijebili, nalazi se u Budinskim.

To je vrlo dobar kamen za cestogradnju, specijalno za asfaltna kolovoze. U daljnjem tabularnom pregledu dajemo granulometrijski sastav svih navedenih agregata. (Tablica br. 2).

Tablica br. 2 — Pregled kamenog agregata

Otvor sita u mm	Filer Z. Most %	Kopani pijesak %	Sava 0/4 %	Sava 4/7 %		Budinska %		Kremeni pijesak %		Sava 7/12 %	
				4/7	0/6	8/15	15,25	0/6	0/6	0/6	0/6
0	0,06	64,00	9,85	0,55	0,43	0,08	0,50	0,44	0,44	0,44	0,44
0,06	0,09	9,40	2,76	0,15	0,15	—	1,90	0,12	0,12	0,12	0,12
0,09	0,2	21,70	56,93	0,46	—	—	74,24	0,23	0,23	0,23	0,23
0,2	0,6	3,98	22,23	2,44	—	—	23,40	0,26	0,26	0,26	0,26
0,6	1	0,17	0,88	2,86	—	—	0,04	0,20	0,20	0,20	0,20
1	3	0,12	2,50	18,55	—	—	—	1,52	1,52	1,52	1,52
4	7	—	3,70	68,12	9,64	—	—	17,33	17,33	17,33	17,33
7	10	—	—	6,40	35,67	—	—	46,41	46,41	46,41	46,41
10	15	—	—	—	50,40	10,33	—	26,70	26,70	26,70	26,70
15	18	—	—	—	3,91	—	—	33,12	33,12	33,12	33,12
18	30	—	—	—	—	62,80	—	—	—	—	—

Sastav mineralnih mješavina

Sa navedenim agregatima sastavljene su 3 mineralne mješavine.

Mješavina I.

Filer Zidani Most	5,73%/o
0 — 4 mm savski	19,12%/o
8 — 15 mm Budinska	28,69%/o
15 — 30 mm Budinska	42,06%/o
Bitumen	4,40%/o
	100,00%/o

Mješavina II.

Filer Zidani Most	9,34%/o
0 — 4 mm savski	28,02%/o
4 — 7 mm savski	44,80%/o
Kremeni pijesak	11,22%/o
Bitumen	6,62%/o
	100,00%/o

Teren za polaganje asfalta i način ugrađnje

Pokusne dionice rađene su na aleji »Borisa Kidriča«. Kao podlogu imali smo stari asfaltni kolovoz dobro zbijen od višegodišnjeg prometa. Izvođač je tanko prespicao stari kolovoz emulzijom. Samo polaganje asfalta izvedeno je bez zastojia i objavljeno je rukom, a valjano je s 5 tonskim valj-

mješavina odvožena je kamionima na ugrađnju (udaljenost cca 5 km). Svakom kamionu s asfaltnom mješavinom tačno je izmjerena temperatura prije odlaska iz asfaltna baze. Na terenu za vrijeme ugrađnje mjerene su temperature asfaltna mase sa svakog kamiona. Temperature asfaltna mješavina u asfaltnoj bazi prosječno su se kretale od 175—185°C, a na terenu za vrijeme ugrađnje 150 — 170°C. Asfaltna masa je istog dana ugrađena.

Već godinu dana nakon ugradnje, habajući sloj, koji je više izložen atmosferskom utjecaju, pokazuje veliku promjenu u tački loma. Nosivi sloj, koji je zaštićen habajućim slojem, sporije se mijenja, ali već nakon 3 godine izjednačuje se s tačkom loma habajućeg sloja. Također se može opaziti velika promjena u duktilitetu kod habajućeg sloja asfalta iz



Slika br. 6 — Ugrađeni bitumen Belajim 55/50 — grubi habajući sloj

ovog bitumena. Razlika u duktilitetu između habajućeg i nosivog sloja, poslije prve godine ugradnje, poljeće otud, što se bitumen iz nosivog sloja vežao za bitumen iz emulzije, kojom je spricama podloga, na koju se nanosio nosivi sloj asfalta. Međutim, poslije 3 godine i duktilitet nosivog sloja je vidljivo umanjeno. Što se tiče parafinskog broja, vidljivo je da pada sa starenjem, što je naročito uočljivo kod habajućeg sloja. To se može objasniti pomanjkanjem same metode određivanja parafinskog broja.

Za tačku razmekšavanja po PK i penetraciju, može se zaključiti, da su se već poslije jedne godine u bitumenu iz habajućeg sloja znatno izmijenili. Te su promjene kod nosivog sloja nešto sporije, što se može pripisati zaštiti, koju pruža habajući sloj i penetriranju emulzije kojom je spricama podloga, na koju je ugrađen nosivi sloj.

bitumen pretrpio promjene u dozvoljenim granicama.

Karakteristično je, da se tačka loma po Frassu nije promijenila, što se odražava i na kvalitet ugrađenih dionica.

Duktilitet, koji je prije ugradnje bio ispod dozvoljenih granica, nakon ugrađivanja dolazi u granice JUS-a. Primjećuje se anomalija u duktilitetu kod habajućeg sloja poslije dvije godine, što pripisujemo tehničkim propustima kod ekstrakcije asfaltne mase. Ova anomalija je također prisijećena kod procenta parafina.

Iz podataka je vidljivo da se procent parafina znatno izmjenio, odnosno smanjio. Parafinski brojevi koji su ispitivani kod ovog bitumena veoma su različiti, te nam to govori o manjkavosti

ove metode, kao jednom nesigurnom pokazatelju kvalitete bitumena koje ovo svojstvo može imati kod ocjene kvalitete.

Bitumen 40/200 (sl. 9, 10) iz sirovine Irak dopiran sa ostatkom masne kiseline. Bitumen 40/200 dodali smo dop, da bi ustanovili efikasnost dopiranja bitumena sa nusproduktom jedne naše industrije.

Izgled (sl. 9, 10) pokusnih dionica izrađenih iz ovog bitumena je zadovoljavajući. Dopiranjem je penetracija bitumena povećana na 380, a duktilitet na 25°C spustio se ispod 100 cm. Međutim već kod ugradnje asfaltne mase, uslijed zagrijavanja, bitumen je vraćen u granice JUS-a pošto su lake frakcije evaporirale.

granicama nastalih promjena, iako se starenjem ovog bitumena ne može ustanoviti logično povećanje tvrdoće, a smanjenje penetracije se može pripisati tehnici rada kod ispitivanja.

Bitumen 45/120 iz sirovine Irak. To je komercijalni proizvod Rafinerije nafte Rijeka i dobiven je kombinirano straight-run postupkom, vakuumom i oksidacijom.

Izgled površine (sl. 11, 12) dionica izrađenih sa ovim bitumenom je zadovoljavajući. Tačka loma po Frassu kod ovog bitumena poslije 3 godine je nešto smanjena; kod habajućeg sloja za 5 jedinica, kod nosivog za 6 jedinica. Ovo smanjenje nije toliko osjetljivo, što se odražava i na izgledu površine koji je zadovoljavajući.



Slika br. 7 — Ugrađeni bitumen Sokolovogorska 45/120 — fini habajući sloj

Tačka loma po Frassu, ostala je poslije 3 godine konstantna, duktilitet se kod habajućeg sloja poslije 3 godine spustio ispod 100, što može biti greška kod određivanja ovog svojstva. Kod ovog bitumena kao i kod prethodnih, parafinski broj varira, što nam ponovno ukazuje na nereproduktivnost ove metode određivanja. Tvrdoća po PK kao i penetracija uglavnom se kreću u dozvoljenim

Duktilitet ovog bitumena je ostao u granicama svojstava prije njegove ugradnje. Parafinski broj i ovdje varira što se pripisuje manjkavosti metode određivanja ovog svojstva.

Tačka razmekšavanja po PK i penetracija variraju kao i kod prethodnih dionica, ali su svi rezultati u dozvoljenim granicama starenja bitumena.