

UDK 625.7 : 624.2/.8

CODEN CSMVB2

YU ISSN 0411-6380

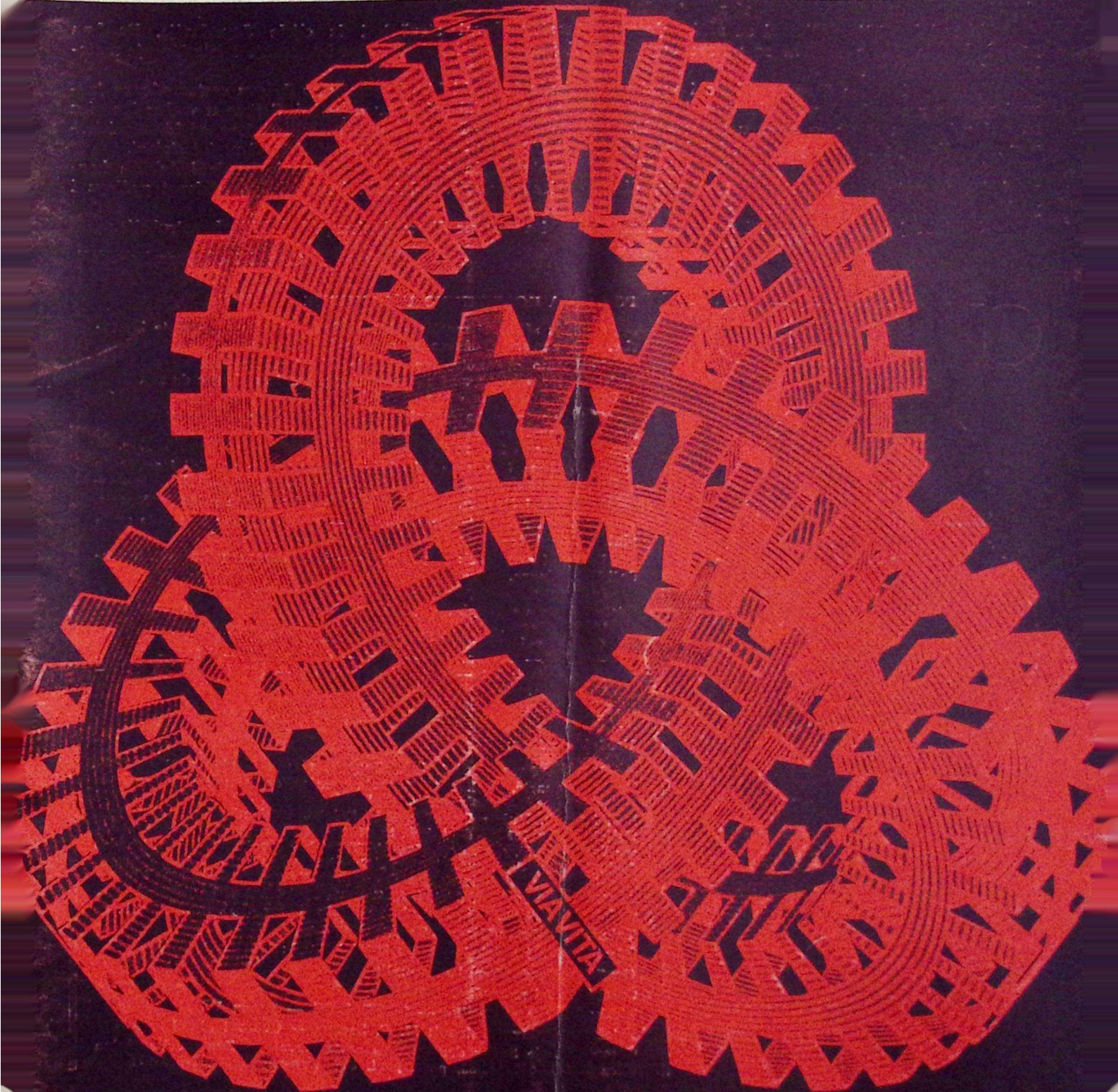
CESTE I MOSTOVI

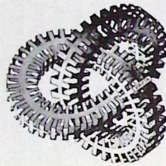
ČASOPIS ZA PROJEKTIRANJE, GRAĐENJE, ODRŽAVANJE
I TEHNIČKO-EKONOMSKA PITANJA CESTA, MOSTOVA I AERODROMA

Vol. 27

Zagreb, 1981.

Broj 11





Standardizacija, odnosno izrada standarda u području cestogradnje još uvijek je u Jugoslaviji dosta nerazvijena. Mnoga područja cestogradnje još nisu obuhvaćena standardima, dobar dio standarda koji postoji bukvalno je prijelaz standarda bez uvažavanja njihovih specifičnosti; osim toga i zakonska regulativa u pogledu izdavanja standarda bila je nedorečena. Pojavom zakona o standardizaciji 1977. godine regulirana je problematika izdavanja standarda. Prema zakonu, Savezni zavod za standardizaciju osniva svoje komisije za standarde na prijedlog organizacije udruženog rada i drugih zainteresiranih samoupravnih organizacija i zajednica i organa društveno-političkih zajednica. Komisije za standarde vode brigu o izradi, reviziji i zamjeni standarda, donošenju propisa o jugoslavenskim standardima, provjeravanju rješenja sadržanih u standardima, te usklađivanju jugoslavenskih s međunarodnim standardima.

U vezi s tim Savezni zavod za standardizaciju formirao je 7 komisija za standarde iz oblasti projektiranja i gradnje cesta:

1. Održavanje cesta
2. Projektiranje cesta
3. Objekti na cestama
4. Dimenzioniranje ceste i ojačanje postojećih cesta
5. Tuneli na cestama
6. Zemljani radovi
7. Radovi u asfaltu i bitumeni

U rad komisija uključeni su naši najpoznatiji cestogradnje stručnjaci iz cijele Jugoslavije. Posebnu pomoć dao je Savez društava za puteve Jugoslavije i jugoslavensko društvo za ispitivanje i istraživanje materijala i konstrukcija.

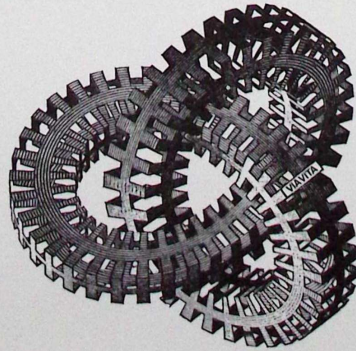
Urednički odbor časopisa »Ceste i mostovi« ocijenio je da bi bilo interesantno da svu cestogradnju javnost upozna s novozavršenim standardima, kako bi isti što prije našli primjenu u praksi. S time u vezi u časopisu su već prikazana dva standarda, u broju 11/80. JUS U.E9.028 — Izrada donjih nosivih slojeva od bitumeniziranog materijala po vrućem postupku i u broju 6/81. JUS U.E9.024 — Cementom stabilizirani nosivi slojevi.

U međuvremenu, izašla je vrlo zanimljiva grupa standarda iz područja dimenzioniranja kolničkih konstrukcija vezanih uz prometno opterećenje, dimenzioniranje novih kolničkih konstrukcija, nosivost podloge i problem djelovanja smrzavanja.

Ovaj broj časopisa »Ceste i mostovi« tematski je i vezan uz dimenzioniranje kolničkih konstrukcija.

Glavni i odgovorni urednik

CEMENTOSIOM



POZIV NA KOLEKTIVNO UČLANJENJE

Časopis »Ceste i mostovi« izdaje Savez društava za ceste Hrvatske, član Saveza društava za puteve Jugoslavije.

Pozivamo sve kolektive čija je djelatnost vezana za područje cestogradnje, mostogradnje i cestovnog prometa općenito da se učlane u Savez društava za ceste Hrvatske.

Osnovna je svrha časopisa »Ceste i mostovi« da upoznae članstvo s najnovijim dostignućima i iskustvima u projektiranju, gradnji, održavanju i svim akcijama na unapređenju cestovne mreže. Kolektivna članarina određuje se srazmjerno veličini i značenju poduzeća — kolektivnog člana, a najniža može iznositi 1.600 dinara.

Kolektivni članovi, uplatom članarina, besplatno primaju časopis. Godišnja pretplata: za poduzeća — 600.— dinara; za ostale preduplatnike — 120.— dinara; za inozemstvo — 60 US dolara.

Poljedini primjerci: za poduzeće — 50.— dinara; primjerak u podjeli 12.— dinara.

Članovi Saveza društava za ceste Hrvatske, uplatom članarine, stječu pravo na besplatno primanje časopisa. Godišnja članarina je od 120.— dinara.

Člarena oglasna: omočna stranica — 6.000.— dinara; unutrašnja 1/4 — 3.000.— dinara, 1/2 — 3.600.— dinara, 1/4 — 2.500.— dinara; inozemni oglasni: 1/4 — 660 US dolara, 1/2 — 500 US dolara, 1/4 — 330 US dolara.

Urednički odbor:

- mr. Mladen Lamer, dipl. inž., Zagreb, glavni i odgovorni urednik,
- Danko Mihančić, dipl. inž., Zagreb, zamjenik glavnog i odgovornog urednika,
- mr. Branimir Barić, dipl. inž., Zagreb, mr. Jovo Bistić, dipl. inž., Zagreb,
- Dušan Deković, inž., Rijeka, Kresimir Dugi, dipl. inž., Osijek,
- Ervyn Isaković, dipl. inž., Split, Stanko Kovac, dipl. inž., Zagreb,
- mr. Ivan Liović, dipl. inž., Zagreb, Tomislav Megia, dipl. inž., Zagreb,
- Željko Vojnić, dipl. inž., Zagreb, Branko Perović, dipl. inž., Zagreb,
- Željko Pilić, dipl. inž., Zagreb, Franjo Pregorec, dipl. inž., Zagreb,
- dir. Zlatavko R. mlajak, dipl. inž., Zagreb, Josip Sekopeć, dipl. inž., Zagreb,
- Karlo Telen, inž., Zagreb, Vladimir Weber, dipl. inž., Zagreb.

Tehnički urednik: Mirjana Zec, prof.

Klasifikacija i indeksiranje po UDK i IRRD: Marko Perčić

Grafička obrada: Branko Zlamalik

Časopis izlazi mjesečno.

Tisak: NISKO »Vjesnik« — OOUR TMG — Pogon VS

Crtež na naslojnoj strani: M. C. Escher — Čvorovi (detalji)

Časopis izdaje Savez društava za ceste Hrvatske, Zagreb, Vontčina ulica 3, tel. 445-422/63, pošt. pret. 673, žiro-račun 30102-678-271

1. UVOD

U Jugoslaviji do sada nije postojala jedinstvena usvojena metodologija za dimenzioniranje novih asfaltnih kolničkih konstrukcija, nego su se u tu svrhu uglavnom koristile razne inozemne empirijske ili poluempirijske metode bazirane na CBR-metodi ili rezultatima AASHO-Road Testa (1).

Ove metode najčešće su se koristile šablonski, bez dovoljno kritičkog sagledavanja pojedinih utjecajnih projektnih parametara, specifičnih za jugoslavenske prilike.

Osim toga, primjena raznih empirijskih metoda nije osiguravala istu interpretaciju dimenzioniranja i dobivanja istih dimenzija kolnika, što je vrlo često dovelo do neujednačenih rješenja za gotovo identične prometne, klimatske i terenske prilike.

S obzirom na nagli razvoj izgradnje prometnica u Jugoslaviji posljednjih desetak godina, kao i sve veći značaj udjela troškova gradnje kolničke konstrukcije u ukupnim troškovima gradnje ceste, pojavila se potreba za razradom ujednačene metodologije i propisa kod dimenzioniranja novih kolničkih konstrukcija. S tim u vezi, Savez društava za puteve Jugoslavije izdaje, preko Saveza republičkih i pokrajinskih organizacija za putove (SOP), 1977. godine, prijedlog pravilnika za dimenzioniranje kolničkih konstrukcija (2).

Nakon toga, tokom 1978. do 1980. godine radi se u organizaciji Saveznog zavoda za standardizaciju na prijedlogu standarda za dimenzioniranje novih asfaltnih kolničkih konstrukcija JUS U.C4.012 (3).

Rad na ovom standardu je završen, i izašao je iz tiska u mjesecu kolovozu ove godine (1981).

Standard ima neobavaznu primjenu, iz razloga da se omogućiti korištenje i drugih novijih dostignuća pri dimenzioniranju asfaltnih kolničkih konstrukcija kod nas, a posebno teoretskih metoda.

Osnovni cilj ovog standarda je ujednačavanje metodologije dimenzioniranja novih asfaltnih kolničkih konstrukcija u Jugoslaviji, s namjerom da se u što većoj mjeri koriste naši propisi i standardi o kvaliteti radova i primijenjenih materijala u kolničkoj konstrukciji.

2. OPĆE KARAKTERISTIKE NOVOG STANDARDA JUS U.C4.012

Ovim standardom propisan je postupak dimenzioniranja novih asfaltnih kolničkih konstrukcija javnih cesta izvan naselja, prema kriteriju nosivosti.

Njegova primjena općenito ne važi za dimenzioniranje asfaltnih kolničkih konstrukcija u gradskim područjima s obzirom na specifičnost odvijanja prometa u tim sredinama (često zaustavljanje i kretanje vozila na križanjima ulica, kanaliziran promet teških teretnih vozila, parkiranje vozila i sl.).

Metoda dimenzioniranja predviđena novim standardom proizašla je iz primjene rezultata AASHO-Road-Testa.

Kao osnova ove metode korištena su uputstva za dimenzioniranje asfaltnih kolničkih konstrukcija u SAD (AASHO Interim Guide), izdana 1972. godine (4).

Pri izradi napravljena su određena pojednostavnjenja, koja se odnose na svojstva primijenjenih materijala i klimatsko-hidrološke uvjete karakteristične za jugoslavenske prilike.

Paralelno s radom na ovom standardu izrađeni su ili se nalaze u izradi odgovarajući prateći standardi nepo-

Dimenzioniranje novih asfaltnih kolničkih konstrukcija u Jugoslaviji - prema standardu JUS U. C4. 012

Željko VOJNIĆ, dipl. inž.

Gradevinski institut
OOUR Fakultet građ. znanosti, Zagreb

pregledni rad
UDK 656.1.021:625-855-624.011.91
IRRD 22

sredno vezani uz problematiku dimenzioniranja novih asfaltnih kolničkih konstrukcija.*

3. MJERODAVNI PARAMETRI ZA DIMENZIONIRANJE

- Prema novom standardu JUS U.C4.012 kod dimenzioniranja se uzimaju u obzir sljedeći parametri:
- projektni period;
- vozna sposobnost površine kolničkog zastora na kraju projektnog perioda;
- prometno opterećenje;
- klimatsko-hidrološki uvjeti;
- nosivost materijala posteljice;
- kvaliteta primijenjenih materijala u kolničkoj konstrukciji.

3.1. Projektni period

Izbor dužine projektnog perioda ovisi u prvom redu o strategiji gospodarenja kolnikom.

Dimenzioniranje asfaltnih kolničkih konstrukcija se obavlja u pravilu za projektni period od 20 godina.

Kolničke konstrukcije se mogu dimenzionirati i etapno pri čemu projektni period jedne etape ne smije biti manji od 5 godina.

3.2. Vozna sposobnost površine kolničkog zastora na kraju proljetnog perioda

Vozna sposobnost površine kolničkog zastora procjenjuje se preko indeksa vozne sposobnosti p , čija je vrijednost $p = 5,0$ za nove i idealno ravne kolnike, a $p = 0$ za potpuno uništene kolnike po kojima nije više moguća vožnja.

U standardu je usvojena najmanja vrijednost indeksa vozne sposobnosti površine kolničkog zastora na kraju projektnog perioda $P_p = 2,5$.

3.3. Prometno opterećenje

Kod dimenzioniranja se koristi ukupno ekvivalentno prometno opterećenje na voznoj traci mjerođavnoj za dimenzioniranje, izraženo pomoću 82 kN osovine, a određuje se prema standardu JUS U.C4.010 (5).

3.4. Klimatsko-hidrološki uvjeti

Utjecaj klimatsko-hidroloških uvjeta na nosivost kolničke konstrukcije uzima se u obzir preko regionalnog faktora R_r . Njegova vrijednost kreće se u granicama od 0,5 do 5,0, pri čemu su veće vrijednosti nepovoljnije.

U standardu je uzeta veličina regionalnog faktora $R = 2,0$.

3.5. Nosivost materijala posteljice

Nosivost materijala posteljice izražava se pomoću vrijednosti CBR prema standardu JUS U.E8.010 (6).

Dimenzioniranje kolničke konstrukcije duž trase ce-
ste obavlja se prema potezima s približno jednakim geo-
mehaničkim karakteristikama i ujednačenom nosivošću posteljice.

Predviđena dužina homogenog poteza za dimenzioni-
ranje ne smije biti manja od 500 m.

3.6. Kvaliteta primijenjenih materijala u kolničkoj konstrukciji

Kod izbora vrste materijala u kolničkoj konstrukciji mora se voditi računa, kako o funkciji pojedinih slojeva i ekonomičnosti građenja, tako i o propisanim kriterijima kvalitete osnovnih materijala i mješavina prema odgovarajućim jugoslavenskim standardima.

* U popisu literature u točkama 6—11 navedeni su neki od novih, objavljenih standarda.

Kod dimenzioniranja asfaltnih kolničkih konstrukcija primijenjeni materijali se vrednuju preko koeficijenta zamjene materijala. Upotrebom ovih koeficijenata mogu se odrediti zamjenjujuće debljine za pojedine vrste materijala u odnosu na osnovni materijal odabran kod dimenzioniranja.

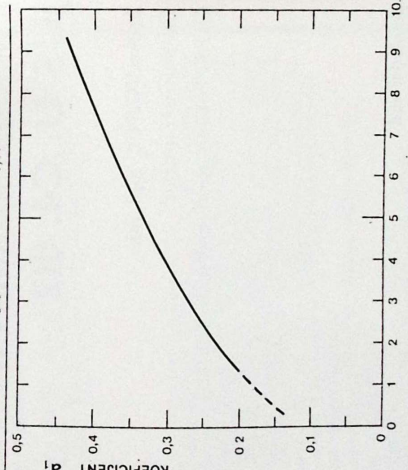
U tabeli I dane su prosječne vrijednosti koeficijenata zamjene materijala, koje se mogu koristiti za dimenzioniranje asfaltnih kolničkih konstrukcija u fazi idejnog projektiranja svih vangradskih javnih cesta.

Za glavni projekt svih vangradskih javnih cesta moraju se kod dimenzioniranja asfaltnih kolničkih konstrukcija koristiti detaljniji podaci iz odgovarajućih JUS-standarda o kvaliteti pojedinih vrsta predviđenih materijala. U tu svrhu koeficijenti zamjene materijala određuju se:

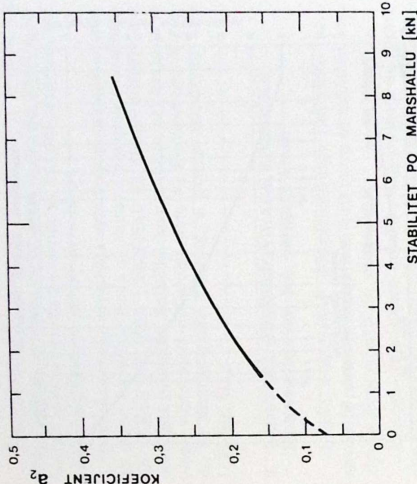
- za asfalne mješavine pomoću vrijednosti Marshallovog stabiliteta (slike 1 i 2);
- za cementom stabilizirane zrnate kamene materijale pomoću vrijednosti tlačne čvrstoće ispitane nakon 7 dana (slika 3);
- za vezavane zrnate kamene materijale pomoću vrijednosti CBR (slika 4).

Tabela I — Prosječni koeficijenti zamjene za pojedine vrste materijala

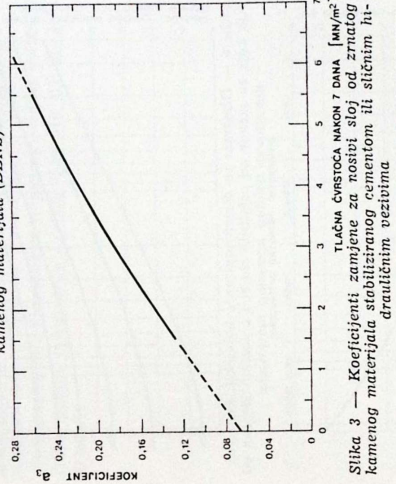
Vrst materijala	Prosječni koeficijenti zamjene materijala a_i	Sastav i svojstva zamjene materijala JUS-u
Asfaltbeton	0,42	U.E4.014
Bitumenizirani drobljeni kameni materijal	0,35	U.E9.021
Bitumenizirani šljunak s dodatkom kamene sitneži (min. 30%)	0,33	U.E9.021
Bitumenizirani šljunak	0,28	U.E9.021
Bitumenizirani materijal za donje nosive slojeve	0,24	U.E9.028
Cementna stabilizacija	0,20	U.E9.024
Vapnena stabilizacija	0,17	U.E9.026
Tucanik	0,14	U.E9.020
Drobljeni kameni materijal	0,14	U.E9.020
Granulirani šljunak	0,11	U.E9.020
Drobljeni prirodni šljunak	0,11	U.E9.020
Prirodni šljunkoviti pijesak	0,07	



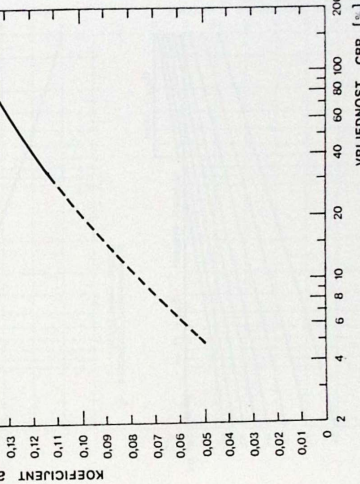
Slika 1 — Koeficijenti zamjene za asfaltbeton i nosivi sloj od bitumeniziranog drobljenog kamenog materijala (BNS)



Slika 2 — Koeficijenti zamjene za nosivi sloj od bitumeniziranog šljunka (BNS) i za donji nosivi sloj od bitumeniziranog kamenog materijala (DBNS)



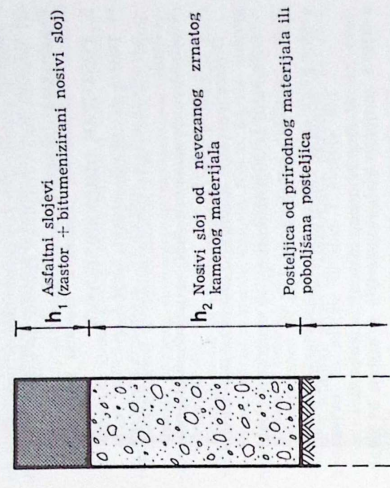
Slika 3 — Koeficijenti zamjene za nosivi sloj od zrnatog kamenog materijala stabiliziranog cementom ili sličnim hidratnim vezivima



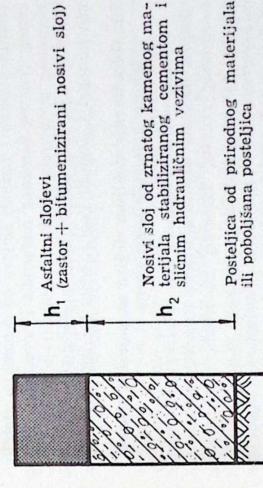
Slika 4 — Koeficijenti zamjene za nosivi sloj od zrnatog kamenog materijala — šljunak, drobljeni kameni materijal i sl.

4. OSNOVNI TIPOVI ASFALTNIH KOLNIČKIH KONSTRUKCIJA

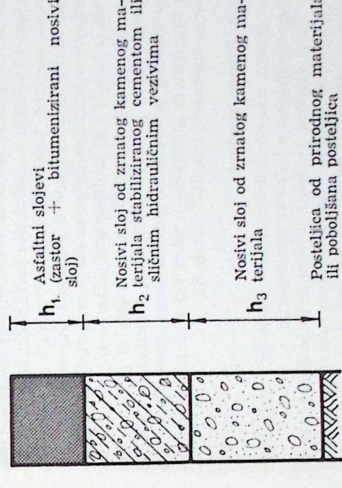
TIP 1



TIP 2



TIP 3



Slika 5 — Tipovi varijantnih rješenja asfaltnih kolničkih konstrukcija

Ovisno o primjeni i kombinaciji određenih vrsta materijala i njegove kvalitete, sastav asfaltnih kolničkih konstrukcija općenito se razlikuje prema vrsti nosive podloge ispod asfaltnih slojeva.

Novim standardom za dimenzioniranje predviđena su tri osnovna tipa varijantnih rješenja asfaltnih kolničkih konstrukcija (slika 5).

5. POSTUPAK DIMENZIONIRANJA

Postupak dimenzioniranja obuhvaća:

- određivanje mjerodavnih parametara za dimenzioniranje;
- određivanje sastava i debljine pojedinih slojeva kolničke konstrukcije.

Dimenzioniranje se obavlja pomoću razrađenih dijagrama.

Dijagrami za dimenzioniranje su izrađeni za odabrane tipove kolničkih konstrukcija, i to za:

- **TIP 1**, kolničke konstrukcije koje se sastoje od asfaltnih slojeva i nosivih slojeva od nevezanog zrnatog kamenog materijala (slika 6), i
- **TIP 2**, kolničke konstrukcije koje se sastoje od asfaltnih slojeva i nosivih slojeva od cementom stabiliziranog zrnatog kamenog materijala (slika 7).

Asfaltna kolničke konstrukcije, koje se sastoje od asfaltnih slojeva i nosivih slojeva od cementom stabiliziranog zrnatog kamenog materijala i nevezanog zrnatog kamenog materijala (tip 3), dimenzioniraju se kao konstrukcije tipa 2, uz odgovarajuće preračunavanje dobijenih dimenzija pomoću koeficijenta zamjene materijala.

5.1. Određivanje debljine slojeva za pojedine tipove asfaltnih kolničkih konstrukcija

U ovisnosti o odabranom tipu kolničke konstrukcije ukupna debljina asfaltnih slojeva i nosivih slojeva (od nevezanog zrnatog kamenog materijala, stabiliziranog zrnatog kamenog materijala pogodnom vrstom veziva ili od kombinacije ovih materijala) određuje se iz dijagrama na slici 6, ili 7, direktno iz nanesenih vrijednosti ukupnog ekvivalentnog prometnog opterećenja u projektnom periodu T_p i mjerodavne vrijednosti nosivosti materijala posteljice CBR.

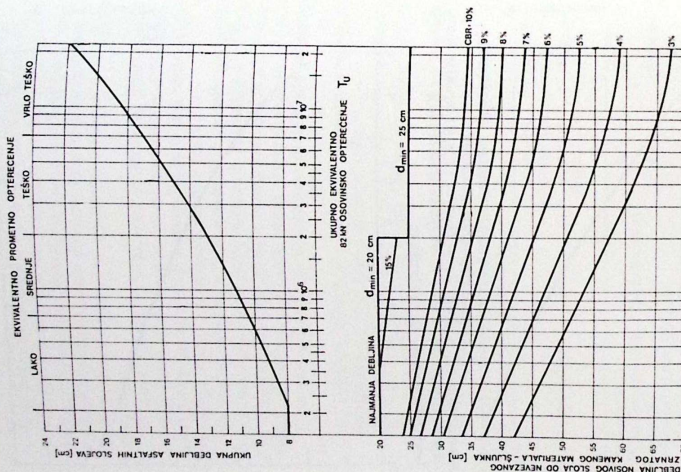
Dobivene ukupne debljine pojedinih slojeva iz navedenih dijagrama odnose se na materijale standardom propisane kvalitete — definirane preko računskih koeficijenta zamjene. Ove debljine preračunavaju se s obzirom na odabrane materijale u pojedinih slojevima, pomoću odgovarajućih koeficijenta zamjene materijala, dobivenih iz tabele 1 ili iz dijagrama (slike 1—4).

Izbor sastava i kvalitete materijala za pojedine slojeve ovisi o položaju u kolničkoj konstrukciji, veltirni prometnog opterećenja, geometrijskim elementima ceste i klimatskim prilikama, a mora biti u skladu sa zahtjevima odgovarajućih JUS standarda.

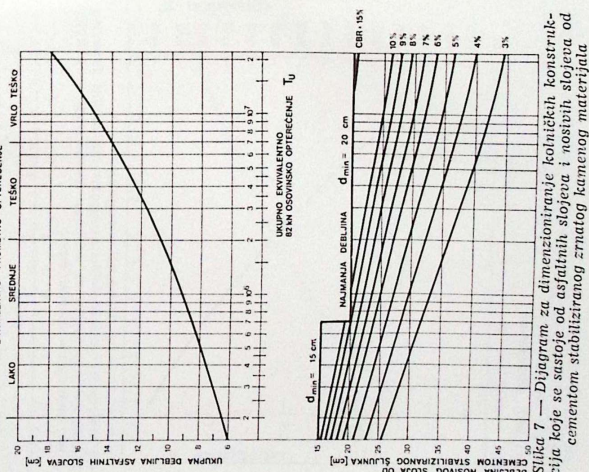
5.2. Etapno gradnje

Prema novom standardu predviđena je i mogućnost etapnog gradnje kolničke konstrukcije.

Kod etapnog gradnje princip je da se dimenzioniranje nosivih slojeva — ispod asfaltnih slojeva, obavlja za ukupni projektni period od 200 godina, a asfaltni slojevi dimenzioniraju se za predviđeni projektni period prve etape.



Slika 6 — Dijagram za dimenzioniranje kolničkih konstrukcija koje se sastoje od asfaltnih slojeva i nosivih slojeva od nevezanog zrnatog kamenog materijala



Slika 7 — Dijagram za dimenzioniranje kolničkih konstrukcija koje se sastoje od asfaltnih slojeva i nosivih slojeva od cementom stabiliziranog zrnatog kamenog materijala

Dimenzioniranje asfaltnog pojačanja — zastora, za drugu etapu izgradnje, određuje se iz razlike debljine asfaltnih slojeva dimenzioniranih za ukupni projektni period i za projektni period prve etape.

Prije konačnog usvajanja asfaltnog pojačanja za drugu etapu izgradnje mora se sastav i debljina proračunatih slojeva provjeriti i opravdati na osnovi određivanja nosivosti postojeće kolničke konstrukcije pri kraju prve etape, mjerenjem defleksija pomoću Benkelmanove grede ili deflektografa Lacroix, a prema standardu JUS UB4.016 (7).

6. PROVJERA DIMENZIONIRANE KOLNIČKE KONSTRUKCIJE NA SMRZAVANJE

Nakon obavijenog dimenzioniranja kolničke konstrukcije prema kriteriju nosivosti mora se kolnička konstrukcija provjeriti na smrzavanje.

Procjena osjetljivosti kolničke konstrukcije na smrzavanje i tehničke mjere za sprječavanje štetnih posljedica od smrzavanja određuju se prema standardu — JUS UB9.021 (8) u ovisnosti o vrsti materijala u posteljici i njegovoj osjetljivosti na smrzavanje — JUS U.E1.012 (9), klimatskim i hidrološkim uvjetima — JUS U.C4.016 (10) i dubini smrzavanja — JUS UB9.010 (11) ili JUS UB9.012.

Literatura:

1. Jugoslavensko društvo za puteve, **Privremena uputstva za dimenzioniranje kolovoznih konstrukcija**, publikacija br. 10, Beograd, 1968.
2. Savez društava za puteve Jugoslavije, Savjet republičkih i pokrajinskih organizacija za puteve (SOP), **Pravilnik o dimenzioniranju kolovoznih konstrukcija**, publikacija br. 147, Beograd, 1977.
3. Savezni zavod za standardizaciju, **JUS U. C1.012, Dimenzioniranje asfaltnih kolovoznih konstrukcija**, Beograd, 1981.
4. American Association of State Highway and Transportation Officials, **AASHO Interim Guide for Design of Pavement Structures**, Washington, D. C., 1972.
5. Savezni zavod za standardizaciju, **JUS U. C1.010, Određivanje ukupnog ekvivalentnog saobraćajnog opterećenja za dimenzionisanje asfaltnih kolovoznih konstrukcija**, Beograd, 1981.
6. Savezni zavod za standardizaciju, **JUS U. E8.016, Ravenost i nosivost na nivou posteljice**, Beograd, 1981.
7. Savezni zavod za standardizaciju, **JUS U. E1.016, Oprema i metode mjerenja defleksija fleksibilnih kolovoznih konstrukcija**, Beograd, 1981.
8. Savezni zavod za standardizaciju, **JUS U. B9.012, Procjena osjetljivosti kolovozne konstrukcije na dejstvo mrazova i tehničke mjere za sprječavanje oštećenja**, Beograd, 1981.
9. Savezni zavod za standardizaciju, **JUS U. E1.012, Osjetljivost materijala posteljice na dejstvo mraza**, Beograd, 1981.
10. Savezni zavod za standardizaciju, **JUS U. C1.016, Klimatski i hidrološki uslovi**, Beograd, 1981.
11. Savezni zavod za standardizaciju, **JUS U. B9.010, Mjerne nje dubine smrzavanja**, Beograd, 1981.

Željko VOJNIĆ

DIMENZIONIRANJE NOVIH ASFALTNIH KOLNIČKIH KONSTRUKCIJA U JUGOSLAVIJI — PREMA STANDARDU JUS U.C4.012

Autor članka radio je kao član Komisije za standarde Saveznog zavoda za standardizaciju na pradi standarda za dimenzioniranje novih asfaltnih kolničkih konstrukcija — JUS U. C4.012.

Osnovni cilj ovog standarda je ujedinjavanje metodologije dimenzioniranja asfaltnih kolničkih konstrukcija u Jugoslaviji.

Metoda dimenzioniranja predviđena ovim standardom bazirana je na uputstvima za dimenzioniranje asfaltnih kolničkih konstrukcija u SAD (AASHO Interim Guide) iz 1972. godine.

Pri razradi su napravljena određena originalna rješenja, koja se u prvom redu odnose na izbor ukupne debljine asfaltnih slojeva u ovisnosti o ukupnom ekvivalentnom prometnom opterećenju, te selektivnom postupku dimenzioniranja u ovisnosti o izboru tipa kolničke konstrukcije (definitivna su 3 osnovna tipa).