

4-6

Ceste i mostovi

GLASILO SAVEZA DRUŠTAVA ZA PUTOVE JUGOSLAVIJE

ZAGREB

TRAVANJ—SVIBANJ—LIPANJ 1976.

GODINA XXII BROJ 4—6



Ceste i mostovi

Glavilo Saveza društava za putove Jugoslavije
časopis za projektiranje, gradnju, održavanje i tehničko-
ekonomsku planinu cesta, mostova i uređenja
Godina XXII Travanj — Svibanj — Lipanj Broj 4—5

SADRŽAJ

Dr. ing. R. Floss, Köln Podtlo, donji stroj i nevezani nosivi slo- jevi — praksa i istraživanja u Saveznoj Republici Njemačkoj	85
Prof. Jovan Sutić, dipl. inž., Beograd Stabilnost nasipa na malo nosivom terenu Prof. Isak Papp, dipl. inž., Sarajevo O presvlačenju asfaltnog betonske polk- no-sletne staze aerodroma »Sarajevok 5 termičkog stanovišta	102
Prof. Miloš M. Cvrčević, dipl. inž., Beograd Helikopterski saobraćaj, Heliodromi	111
Vinko Čandrić, dipl. inž., Zagreb Cestovni montažni gredni mostovi s pri- jelaznim konstrukcijama u obliku armir- nobetonskih kontinuiranih ploča	120
Mr. Branimir Babić, dipl. inž., Zagreb Odnosi nekih fizičkih i geometrijskih osobina vepnom stabiliziranih gлина	129
Doc. Aleksandar Klemenčić, dipl. inž., Zagreb Učejak oblikovanja silazno-slaznih ram- pa na pogonsko i građevinsko rješavanje čvorista cesta van razine	145
Mate Sršen, dipl. inž., Zagreb Istraživački rad na dimenzioniranju ces- lovnih konstrukcija u Velikoj Britaniji	157
Zaključci IX kongresa Saveza društava za putove Jugoslavije	168
Kongresi, savjetovanja, izložbe	174
Statut Saveza društava za putove Jugoslavije	175
	176

Roads and Bridges

Bulletin of the Yugoslav Association of Societies for Roads
Journal for Design, Construction, Maintenance, Technical and
Economic Questions of Roads, Bridges and Airports
Volume XXII April — May — June No 4—5

CONTENTS

Dr. ing. R. Floss, Köln Subgrade, Roadbed and Granular Bea- ring Courses — Practice and Research Work in West Germany	85
Prof. Jovan Sutić, Beograd Stability of Embankment on Low-Bearing Soil	102
Prof. Isak Papp, Sarajevo Some Technical Aspects of Sarajevo Air- port Asphalt — Concrete Runway Coating Prof. Miloš M. Cvrčević, Beograd Helicopter Traffic, Helicopter Ports	111
Vinko Čandrić, Zagreb Prefabricated Girder Road Bridges with Transition Structures in the Form of Con- tinuous Reinforced Concrete Slabs	120
Mr. Branimir Babić, Zagreb Relations of Some Physical and Geome- chanical Properties of Lime Effected Clays Doc. Aleksandar Klemenčić, Zagreb Impact of Exit-Entrance Ramps Forming on Operational and Constructive Solution of Highway Interchanges	129
Mate Sršen, Zagreb Research Work in the Field of Pavement Design in Great Britain	145
Conclusions from IX Congress of Road Association Federation of Yugoslavia	168
Congresses and Meetings	174
Statute of Road Association Federation of Yugoslavia	175
	176

IGH

Institut građevinarstva Hrvatske

41000 ZAGREB, JANKA RAKUŠE 1
Pošt. pret. 296, Tel. 514-600

- U svojim jedinicama u Zagrebu:
 OOUR — Institut za ispitivanje konstrukcija i materijala
 OOUR — Institut za cestogradnju
 OOUR — Institut za geotehniku
 OOUR — Zavod za zgradarstvo
 OOUR — Tehničke uslužne djelatnosti
- i u svojim jedinicama izvan Zagreba:
 IGH — OOUR Zavod za ispitivanje materijala 58000 Split, Ulica oslobođenja 28, tele-
 fon 43-487
 IGH — OOUR Zavod za ispitivanje materijala 54000 Osijek, Drinska ul. 16, telefon
 24-958
 IGH — OOUR Zavod za ispitivanje materijala 51000 Rijeka, Ulica narodnog ustanka
 10/a, telefon 22-727

- preuzima naloge i obavlja:
 — naučnoistraživačke i unapređivačke radove iz svih područja građevinarstva,
 — ispitivanje građevnog materijala, građevnih elemenata i prefabrikata, te ostalih
 materijala vezanih uz građevinarstvo,
 — ispitivanje tla za visokogradnju i niskogradnju, uključujući sondažne radove,
 — ispitivanje gotovih zgrada (zvučna, toplinska, vodizolaciona),
 — ispitivanje izgrađenih mostova, hala i sl., te njihovih konstruktivnih elemenata,
 — ispitivanje i kontrola opreme energetskih i industrijskih postrojenja,
 — ispitivanje građevne mehanizacije,
 — sastav receptura za sve vrste betona, žbuka, izolacionih masa, asfalta za kolovoze,
 hidrotehničke radove i hidroizolacije na bazi teoretskih i eksperimentalnih studija
 i ispitivanja,
 — projektiranje, reviziju projekata i nadzor nad izvođenjem investicionih objekata i
 radova,
 — izradu tehnoloških planova zavarivanja i atesiranja zavarivača,
 — rješavanje problema fundiranja u visokogradnji i niskogradnji, kao i probleme sa-
 nacija odrona i klizišta,
 — rješavanje problema sanacija zgrada, mostova i brana,
 — rješavanje problema stabilizacije i konsolidacije sviju vrsti tla.

POZIV NA KOLEKTIVNO UČLANJENJE

Časopis »Ceste i mostovi« izdaje Društvo za
 ceste Hrvatske, član Saveza društava za putove Ju-
 goslavije. Pozivaju se svi kolektivni čija djelatnost
 zadire u područje cestogradnje, mostogradnje i op-
 ćenito cestovnog prometa da se učlane u Društvo
 za ceste Hrvatske.

Osnovna je svrha časopisa »Ceste i mostovi«
 da upozna članove s najnovijim dostignućima
 i iskustvima u projektiranju, gradnji, održavanju
 i svim akcijama na unapređivanju cestovne mreže.
 Kolektivna članarina određuje se razmjerno ve-
 ličini i značaju poduzeća kolektivnog člana, od
 1000— do 10000— dinara.
 Kolektivni članovi uplatom navedene članarine
 besplatno primaju per primjerka časopisa »Ceste
 i mostovi«.

Urednički savjet:
 Dr. ing. R. Floss, Köln, inž., Ivan Čelmeš, dipl. inž., Zorko Čihac, dipl. inž., Dejan Drobničković, dipl.
 inž., Vinko Čandrić, dipl. inž., Radoljica Jakovčić, dipl. inž., Pavao Čelo, dipl. inž., Rudolf Kahl-
 prof. Isak Papp, dipl. inž., Ela Samoković, dipl. inž., Naum Matković, dipl. inž., Vladimir Stendrović, dipl. inž.,
 Vugar, dipl. ek., Delimir Vuletić, dipl. inž., Adnen Solimbegović, dipl. inž., Josip Vrabec, dipl. inž.,
 Urednički odbor:
 doc. Aleksandar Klemenčić, dipl. inž., glavni i odgovorni urednik; Branimir Babić, dipl. inž., zamjenik
 dipl. ek., Tomislav Vrdoljak, članovi: Đeno Cerić, dipl. inž., Mladen Lemer, dipl. inž., Ivan Lović,
 Srećko, dipl. inž., prof. dr. Aleksandar Šolc, dipl. inž., Dražen Topolnik, dipl. inž., Nikola Vitas, dipl. inž.,
 Zoltan Vlada, dipl. ek.
 Čelnički urednik: Jasna Babić, prof.
 Cestovni urednik: Društvo za ceste Hrvatske, Zagreb, Voznjačka ulica 3, telefon 445-422, pošt. pret. 673, Časopis
 izlazi mjesечно, a na račun kod SDK Zagreb 3010-6708/2071. Isak Vrabec, Zagreb, Ljubice Gerovac b. b.,
 tel. 515-555.

Ceste i mostovi

Slika na naslovnoj strani: Portloroz — mjesto održavanja IX kongresa

Ceste i mostovi

Časopis za projektiranje, građenje, održavanje i tehničko-ekonomska pitanja cesta, mostova i aerodroma

ZAGREB

TRAVANJ—SVIBANJ—LIPANJ 1976.

GODINA XXII BROJ 4—6

Dr ing. R. FLOSS, Köln

Podtlo, donji stroj i nevezani nosivi slojevi — praksa i istraživanja u Saveznoj Republici Njemačkoj*

UDK 625.771.8.001 (430.1)

1. ISTRAŽIVANJA I PRAKSA U DIMENZIONIRANJU KOLNIČKIH KONSTRUKCIJA

Na području dimenzioniranja kolničkih konstrukcija u Saveznoj Republici Njemačkoj u do-gledno vrijeme predstoji opsežno empirijsko istraživanje ponašanja i usporedna istraživanja. Osnova ovih istraživanja jeste promatranje cesta i pokusnih dionica pod prometom što je nadopunjeno analognim modelskim ispitivanjima, pokusima i računskim teorijama za usporedbu različitih načina na gradnje.

Ova istraživanja koncentrirana su na:

1. dopuštene deformacije gornjeg stroja, podtla i donjeg stroja kao i na odgovarajuće kriterije za građevinsko izvođenje,
2. fizikalno-tehničke osobine tla i građevinskih materijala,
3. temperaturnu i vremensku zavisnost, kao i hidromehanički uvjetovanu promjenu stanja napona i stanja deformacija unutar konstrukcije i tla,
4. raspodjelu osovinskog opterećenja i vezu ekvivalentnog osovinskog opterećenja u odnosu na mjerodavnu vist naprezanja.

Tehnički i ekonomski poboljšane konstrukcije bit će moguće tek onda kad se gornji stroj i podtlo (donji stroj) pri projektiranju budu smatrali konstruktivnim jedinicama sa zajedničkim djelovanjem. Pri dimenzioniranju i izboru konstrukcije kolnika mora se uzeti u obzir nosivost i stanje deformacije tla, njihov utjecaj na nosivost cjelokupne konstrukcije, kao i termički i hidraulički momenti. Tehničko-ekonomsko razmatranje mora u principu polaziti od toga da suma troškova građenja, održavanja i pojačanja bude minimalna.

* Predavanje održano u Institutu za cestogradnju u Zagrebu.

U cilju postizanja ove tehničko-ekonomske optimalizacije gradnje (u pogledu kvalitete i debljine) u Saveznoj Republici Njemačkoj provode se brojna ispitivanja na pokusnim dionicama i pokusnim mjestima gdje se proučavaju naprezanja, ponašanje i životni vijek cesta. Postavljeni zadatci ovih znanstvenih istraživanja može se diferencirati ovako:

- preispitivanje rezultata teorijskih metoda dimenzioniranja pomoću mjerenja i, obrnuto, preispitivanje valjanosti empirijski razvijenih konstrukcija pomoću teorije,

- ispitivanje kriterija za voznost u odnosu na veličine deformacija i promjene osobina građevnog materijala,

- ponašanje asfaltnih konstrukcija koje su dimenzionirane samo za kratko vrijeme upotrebe (Državni auto-put München—Nürnberg, Hilpoltstein),

- ponašanje konstrukcija s različitim nevezanim nosivim slojevima,

- ponašanje novih vrsta konstrukcija kao npr. bitumenizirani ili cementom vezani gornji stroj i konstrukcije s termo-izolacijskim slojevima,

- dugotrajna promatranja na izabranim cestovnim odsjecima radi ustanovljavanja utjecaja prometa na kolničku konstrukciju (176 pokusnih dionica, povećanje prometa mjereno određivanjem opterećenja osovina, kao i broja osovina),

- promjene površinskih osobina završnog sloja uslijed mehaničkog trošenja i kemijski uvjetovanog trošenja,

- vrednovanje slojeva za pojačanje na stanje naprezanja konstrukcije i produženje vijeka trajanja,
- utjecaj vrste i rasporeda guma na raspodjelu opterećenja u konstrukciji.

Saznanja o navedenim problemima, a naročito o osobinama materijala i konstrukcija, još su toliko nedovoljna da je teorijsko dimenzioniranje i njegova primjena u suvremenoj praksi vrlo teška.

U praksi se stoga za dimenzioniranje kolničkih konstrukcija primjenjuju standardizirani prosjeci. Savezni državni jedinstveni standard za asfaltna kolnike od 1966. god. sada se prerađuje, kod čega je za osnovu uzeta ova koncepcija:

- jedinstvena debljina asfaltnog završnog sloja od 4 cm za sve prometne razrede;
- osnovna debljina za vezne slojeve od 4 ili 8 cm;
- varijacija debljine bitumeniziranih nosivih slojeva između 18 i 4 cm prema prometnom razredu i vrsti donjih nosivih slojeva (nevezani ili hidraulički-vezani šljunak, odnosno tucanički nosivi sloj, stabilizacija nosivog sloja ili podtla, odnosno donjeg sloja);
- jedinstvena debljina nosivog sloja tucanika od 20 cm i od šljunka 25 cm za sve prometne razrede opterećenja;
- jedinstveni kriterij za kvalitet modula deformacije E_v i stupnja zbijenosti D_{pr} sloja za zaštitu od smrzavanja, donjeg stroja i podtla.

Prilagodavanje prometnom opterećenju treba tako uslijediti u prvom redu samo varijacijama bitumeniziranog nosivog sloja.

Prijedlog za standardiziranje kolnika od betona predviđa naprotiv varijaciju debljine ploče između 22 i 16 cm prema prometnom razredu. Cementom ili kataranom stabilizirani nosivi slojevi pod betonskim zastorom trebaju imati jedinstvenu debljinu od 15 cm, dok bi za bitumenizirani nosivi sloj trebali biti debeli 10 ili 8 cm.

Podtlo, donji stroj i nevezane slojeve za zaštitu od smrzavanja treba kod česta svih prometnih razreda sabiti tako da se postigne stupanj zbijenosti D_{pr} dan u tabeli 1. Osim toga sadržaj (pora) zraka

Treba očekivati da će uslijed oskudne financijske situacije kod novogradnji u budućnosti doći u prvi plan i mogućnost fazne izgradnje.

2. PONAŠANJE TLA S OBZIROM NA NOSIVOST I DEFORMACIJE

Kompleksni utjecaj tla na nosivost i deformacijske karakteristike kolničke konstrukcije mora u praksi biti sveden na osnovni zahtjev da nakon toga zbijenosti i naknadne deformacije pod prometom tla budu onemogućene, koliko je god to moguće, već za vrijeme gradnje, načinom ugradnje i procesom zbijanja.

Propisi i smjernice za zemljane radove prerađeni su uzimajući u obzir dugogodišnja iskustva, kao i tehnički, odnosno znanstveni razvoj. U okviru ove pretrade promijenjeni su i zahtjevi za zbijenost kako bi se prilagodili gore navedenom osnovnom zahtjevu, kao i da bi se osobine materijala i vrjednosti ostvarene u izvedbi bolje uzele u obzir nego što je to bio slučaj do sada. Nove činjenice uzimaju u obzir i saznanja skupljena u međuvremenu o zavisnosti između zbijanja (D_{pr}), E_v i modula i sadržaja vlažnosti W .

2.1. Zahtjevi za zbijanje

Podtlo, donji stroj i nevezane slojeve za zaštitu od smrzavanja treba kod česta svih prometnih razreda sabiti tako da se postigne stupanj zbijenosti D_{pr} dan u tabeli 1. Osim toga sadržaj (pora) zraka

»n« prašinstog ili glinovitog tla grupa GÜ, GT, SU, ST, U i T ne smije biti veći od 12% njihovog volumena. Za zbijanje stijene, kamenitog tla i isovršnih zemljanih materijala vrijede u osnovi također zahtjevi iz tabele 1.

Kod ispunava objekata, neposredno iznad konstrukcije odnosno vrha luka, sloj nasipa minimalne debljine 1,0 m, kao i nasip u čunjustim završecima pred objektom, kod krila objekata, treba imati jedinstveni stupanj zbijenosti $D_{pr} \geq 100\%$.

U zonama vodova i kod prostora za ispunu kod revizijskih okana mora biti postignut stupanj zbijenosti od najmanje $D_{pr} \geq 97\%$, bilo da su rovovi smješteni unutar ili izvan prometne površine. Za zone vodova unutar sloja za zaštitu od smrzavanja, kao i za područja izvan zone vodova, vrijede zahtjevi za zbijanje iz tabele 1.

Ako je sastav tla takav da je određivanje stupnja zbijenosti D_{pr} teško ili nesigurno, mogu se primijeniti druge metode ispitivanja, koje daju indirektno podatke o stanju zbijenosti — pokus vožnje kamionom, pokus pločom, nivoiman za utvrđivanje promjene debljine sloja, mjerenje progiba Benkelmanovim gredom, ispitivanje udarnom sondom i tlačnom sondom. Primjena ovih načina ispitivanja zahtijeva ipak, prije početka rada, usporedna ispitivanja zavisnosti rezultata ovakvih ispitivanja sa stupnjem zbijenosti D_{pr} .

Ako se zbog sastava materijala ne mogu primijeniti niti ova ispitivanja, treba pokusnim zbijanja

njem ili na osnovi postojećih saznanja i uputa za rad odrediti broj potrebnih prijelaza i visinu naspnih slojeva. Za vrijeme izvođenja radova treba ova radna uputstva stalno provjeravati i eventualno pri promjeni sastava i osobina materijala izvršiti odgovarajuće korekcije.

Kod česta sa srednjim do vrlo teškim prometom treba dodatno ispitati modul deformacije E_v iz tabele 1, i to:

1. na gornjoj površini sloja za zaštitu od smrzavanja od neobavijenog materijala,
2. na planumu, ako se u sastavu gornjeg stroja ne nalazi sloj za zaštitu od smrzavanja od granuliranog materijala, a podtlo i donji stroj nisu potpuno nenasipani sredstvima.

U svim drugim slučajevima, kao i kod putova i česta s vrlo slabim i slabim prometom, može se modul E_v primijeniti za ocjenu zbijanja, pri čemu je dovoljno na početku radova pokusom utvrditi odnos postignute zbijenosti D_{pr} s onim iz smjernica, budući da se ovi putovi i česte dimenzioniraju i grade prema građevnim načelima koja odstupaju od pravila.

Prema tabeli 1 na gornjoj površini sloja za zaštitu od smrzavanja potrebni moduli E_v mogu se u pravilu postići samo u slučajevima:

1. kada se u sloj u punoj debljini ugradi materijal odgovarajućeg sastava,
2. kada sloj za zaštitu od smrzavanja ima minimalnu debljinu od 30 cm,

BR.	PODRUČJE	MATERIJAL	D_{pr} u %	E_v u kp/cm^2
GORNJI STROJ SA SLOJEM ZA ZAŠTITU OD SMRZAVANJA				
1	SLOJ ZA ZAŠTITU OD SMRZAVANJA	MJEŠAVINA DROBLJENOG PIJESKA - KAK SINEŽ-TUCANAK ŠLJUNAK MJEŠAVINA ŠLJUNAK PIJESAK, DROBLJENI PIJESAK KAMEVA SINEŽ-MJEŠAVINA, DROBLJENI PIJESAK	103	1.500 1.200
		PIJESAK, MJEŠAVINE PIJESAK-ŠLJUNAK	100	600
2	PLANIK OD 0,5 m DUBINE	GW-GI-GE-GÜ-GÜ-ÖT-ÖT	100	—
		SÜ-ŠT-U-T	97	—
3	0,5 m ISPOD PLANIKA DO DVA NASIPA KOD NASIPA VISINE 4-2 m (ISPOD POVRŠINE KOLNIKA) DO 0,5 m ISPOD DVA NASIPA	GW-GI-GE-GÜ-GÜ-ÖT-ÖT	97	—
		SÜ-ŠT-U-T	95	—
GORNJI STROJ NA PODTLU SIGURNOK NA SMRZAVANJE ODNOŠNO NA DONJEM STROJU				
4	PLANIK OD 0,2 DUBINE	KAO BR. 1	—	—
5	OD 0,2 DO 0,5 m DUBINE, ISPOD PLANIKA	KAO BR. 2	—	—
6	KAO BROJ 3	KAO BR. 3	—	—
GORNJI STROJ/PODVAČAN POPUNO OBAVLENI NA PODTLU/DONJEM STROJU-OSETLJIVOK NA SMRZAVANJE				
7	PLANIK OD 0,5 m DUBINE	GU-ÖÖ-ÖT-ÖT-SÜ-ST	100	450
8	KAO BROJ 3.	SÜ-ŠT-U-T	97	—
1) SADRŽAJ ZRAKA (PORA) < 12 % kod GÜ-ÖT-SÜ-ŠT-U-T				

Tabela 1 — Mjerna osnovna minimalne vrijednosti stupnja zbijenosti D_{pr} i modula deformacije E_v

VRSTA TLA	D_{pr} u %	E_v u kp/cm^2
GW-GI-GE	≥ 100	≥ 800
SW-SI-SE	≥ 97	≥ 600
	≥ 100	≥ 600
	≥ 95	≥ 450

Tabela 2 — Približna procjena stupnja zbijenosti D_{pr} i deformacijskog modula E_v kod šljunka (G) i pijeska (S)

SADRŽAJ PORA „n“ u %	SADRŽAJ VODE W u težinskim %	E_v MODUL u kp/cm^2
$n \leq 30$	$7 \leq W \leq 15$	$E_v \geq 450$
$30 < n < 36$	$10 \leq W \leq 20$	$200 < E_v < 450$
$n \geq 36$	$W \geq 15$	$E_v \leq 200$

Tabela 3 — Približna procjena sadržaja pora n i sadržaja vode W i modula E_v kod fino i miješano znatnih vrsti tla sa sadržajem zraka $n_a \leq 12\%$