

Aleksandar Bojović

# Čelični mostovi

IZABRANA POGLAVLJA

Akadska misao, 2023.

Aleksandar Bojović  
**ČELIČNI MOSTOVI**  
Izabrana poglavlja

**IZDAVAČ:**

Akademski misao, Beograd

**Urednik:**

Marko Vujadinović

**Lektor:**

Divna Klančnik

**Recenzent:**

Profesor emeritus, Prof. dr Dragan Buđevac, dipl. ing. građ.

**Dizajn knjige i prelom:**

Veljko Zajc, Slobodan Tonić

**Fotografija na koricama:**

Isidora Bojović: Železničko-drumski most u Novom Sadu, juli 2017.

**ISBN 978-86-7466-956-3**

**Štampa:**

Planeta print, Beograd

**Tiraž:**

300 primeraka

**Mesto i godina izdanja:**

Beograd, 2023.

**© 2023, Akademski misao, Beograd**

NAPOMENA: Fotokopiranje ili umnožavanje na bilo koji način ili ponovno objavljivanje ove knjige – u celini ili u delovima – nije dozvoljeno bez prethodne izričite saglasnosti i pismenog odobrenja autora i izdavača.

---

CIP Katalogizacija u publikaciji  
Narodna biblioteka Srbije, Beograd  
COBISS.SR-ID 108892681

www.akademska-misao.rs  
office@akademska-misao.rs

*Posvećeno Radmili, Isidori i Petru*



# PREĐGOVOR

Mostovi su oduvek bili inspiracija i izazov za inženjere, ali i fascinantne građevine za široku publiku. Gvozdeni i čelični mostovi, od svoje pojave u 18. veku do danas, pomeraju granice raspona, nosivosti i primene raznih statičkih sistema. Danas gradnja svakog iole većeg čeličnog mosta, pogotovo železničkog, zahteva široka i temeljna znanja iz mnogih naučnih oblasti, u ma kojoj fazi gradnje - od priprema, preko projektovanja, do izgradnje. Praktično, primenjena su sva znanja i iskustva iz građevinskog konstrukterstva. Zato, knjigu o čeličnim mostovima nazvati „Čelični mostovi“ neralno je, prema tome i pretenzozno i neskromno, i u suštini pogrešno. Moguće je jedino obraditi osnovne teme, a i to u kratkom izboru i sažeto, dakle, kao izabrana poglavlja. Otuda i naslov ove knjige - „Čelični mostovi. Izabrana poglavlja“.

Knjiga je nastala iz želje autora da posle 40 i više godina inženjerske karijere, uglavnom u oblasti čeličnih konstrukcija i mostova, sumira i prikaže svoja iskustva i stavi ih na raspolaganje kolegama - građevinskim inženjerima-konstruktorima.

Konstrukterstvo danas karakterišu sve složeniji postupci proračuna zahtevani standardima, i sveprisutna primena računara u svim oblastima. Ponekad se čini da je razmatrani objekat samo povod za veliki festival proračunskih egzibicija. U velikoj meri, a ponekad i sasvim, projektovanje gubi svoj smisao. U prvom planu je proračun, a sam objekat, odnosno most - kao predmet ove knjige, u drugom je planu. Konstruisanje, postupci izrade i montaže, čak i osnovna procena da li je projekat uopšte uspeo, izostaju u velikoj meri. Tako ponekad imamo apsurdnu situaciju - uspeo proračun projektantski vrlo neuspešnog mosta, loše konstruisanog, neracionalnog po količinama materijala i ceni izgradnje, estetski skromnog.

Ova knjiga trebalo bi da uravnoteženiju sliku projektovanja čeličnih i spregnutih mostova. Pre svega prikazana je celina projektovanja, počev od osnovnih zahteva za projektovanje mosta, preko prikaza statičkih

sistema nosećih konstrukcija, specifičnosti proračuna opterećenja, lokalnih stabilnosti i zamora, do opreme mosta, pojedinosti probnog opterećenja i tehničke dokumentacije i komunikacije.

Namera autora je bila i detaljnija obrada tema koje su malo ili nimalo bile zastupljene u literaturi na srpskom jeziku, iako su značajne u projektovanju. Na primer: izbor sistema konstrukcije mosta, optimalne specifične mase čelične konstrukcije i očekivane cene izgradnje, proračunski tretman starih mostova, proračun i konstruisanje prema zahtevima stabilnosti na izbočavanje i zamor, a pogotovo oblasti koje su malo ili nimalo definisane standardima. Knjiga bi trebalo da ima praktičnu vrednost u inženjerskoj praksi. To je ostvareno preko stotina slika i tabela, algoritama, računskih primera i detalja izvedenih mostova, sa preporukama dobre prakse i primerima loših rešenja.

Knjiga je podeljeno u 13 poglavlja:

**1. poglavlje - Istorija gvozenih i čeličnih mostova,** bavi se gradnjom mostova povezanom sa napretkom tehnologije proizvodnje čelika kao materijala, kao i konstruktorima - inženjerima i naučnicima, direktno i indirektno povezanim sa gradnjom mostova u najširem smislu. Posebno su predstavljeni istaknuti srpski konstruktori.

**2. poglavlje - Čelik kao materijal,** prikazuje istorijski razvoj čelika kao materijala konstrukcija uopšte i mostova posebno. Navedene karakteristike čelika - hemijski sastav i mehaničke osobine - počev od sredine 19. veka do danas, osnova su za pravilan proračunski tretman (naročito starih mostova), kao i planiranje tehnologije izvođenja mostova.

**3. poglavlje - Osnove projektovanja mosta,** prikazuje različite zahteve za projektovanje i izgradnju drumskih, pešačkih i železničkih mostova. Most mora da zadovolji različite zahteve: funkcije, bezbednosti saobraćaja, racionalne izrade i montaže, minimalne cene izgradnje, kao i estetske zahteve. Svaki od zahteva detaljno je objašnjen i ilustrovan.

**4. poglavlje - Mase čelične konstrukcije mostova,** objašnjava jedan od osnovnih uslova projektovanja i meru racionalnosti konstrukcije - mase čelične konstrukcije mostova raznih sistema (grednih, lučnih i sa kosim kablovima), za drumske i železničke mostove. Dati su empirijski izrazi i krive očekivanih specifičnih masa čeličnih konstrukcija mostova - drumskih kao  $\text{kg/m}^2$  osnove mosta i  $\text{kg/m}^3$ /koloseka železničkih mostova.

**5. poglavlje - Statički sistemi mostova,** prikazuje osnovne vrste i karakteristike pojedinih statičkih sistema - grednih, ramovskih, lučnih i sistema sa kosim kablovima. Prikazani mostovi su čelični i spregnuti (beton/čelik). Detaljno su obrađene vešaljke lučnih mostova i mostova sa kosim kablovima, kolovozne konstrukcije čelične i spregnute, kao i pešački mostovi u celini, sa nizom svojih specifičnosti.

**6. poglavlje - Opterećenja,** tretira sva opterećenja drumskih, pešačkih i železničkih mostova. Prikazana su pojedinačna opterećenja i njihove kombinacije u proračunima graničnih stanja nosivosti i upotrebljivosti i proračunima zamora.

**7. poglavlje - Proračun i konstruisanje** ima za predmet proračune izvijanja, izbočavanja i zamora. Prikazani proračuni najčešće su merodavni za određivanje nosivosti konstrukcije. Dat je i istorijski razvoj ovih proračuna kao i poređenja rezultata proračuna prema raznim standardima počev od 1950-ih.

**8. poglavlje - Naknadni proračun mostova,** prikazuje način i algoritme proračuna starih drumskih i železničkih mostova, sa parcijalnim faktorima za materijale i opterećenja, kao i karakteristikama materijala, zavisnim od materijala originalne konstrukcije i vremena izgradnje.

**9. poglavlje - Oprema mosta,** detaljnije prikazuje ležišta konstrukcije mosta, dilatacione spojnice i revizionna kolica na drumskim i železničkim mostovima. Dat je istorijski razvoj, detaljni konstrukcije i veza sa konstrukcijom mosta, kao i pravila primene.

**10. poglavlje - Probno opterećenje i monitoring,** daje preglede neophodnih radova, način korišćenja rezultata merenja kao i primere iz prakse.

**11. poglavlje - Tehnička dokumentacija i komunikacija,** generalno se bavi načinom raznim komunikacijama - pisanim (tehnička dokumentacija i korespondencija) i usmenim (prezentacije na poslovnim sastancima, stručnim skupovima, ...).

**12. poglavlje - Primeri izvedenih mostova,** obuhvata šest prikaza izvedenih mostova., drumskih i železničkih, sa detaljima konstrukcije.

**13. poglavlje - Liste mostova prema rasponima,** drumskih i železničkih mostova, grednih, lučnih i sistema sa kosim kablovima, izgrađenih u svetu.

Knjiga je namenjena građevinskim inženjerima-konstruktorima, angažovanim pre svega na projektovanju i/ili izgradnji čeličnih i spregnutih mostova, mada delom može biti korisna i inženjerima koji rade na betonskim mostovima, kao i studentima građevinske tehnike na završnim godinama studija.

Nijedna knjiga, pa ni ova, nije rezultat rada samo autora. Njenom objavljivanju doprineli su mnogi.

Pre svega sponzori-donatori (kompletan spisak dat je na kraju knjige), koji zaslužuju svaku zahvalnost i priznanje.

Veliku zahvalnost dugujem stručnom recenzentu profesoru emeritusu dr Draganu Buđevcu koji je svojim korisnim sugestijama uveliko doprineo značaju ovog dela.

Takođe, dugujem zahvalnost kolegama - prvim čitaocima, inženjerima tri generacije i različitog profesionalnog iskustva, počev od starije generacije sa velikim iskustvom i značajnim referencama, do mladih inženjera, na početku svojih profesionalnih karijera: Draganu Majkiću, Dimitriju Aleksiću, Novaku Veloviću, Novaku Novakoviću i Milanu Pandrcu. Njihovi utisci i ocene predstavljali su dragocen orijentir u radu na knjizi.

Gospođa Divna Klančnik je svojim stručnim i kreativnim lektorskim radom podigla jezički nivo knjige.

Zahvaljujem, i to ne na poslednjem mestu, svojoj supruzi Radmili na bezrezervnoj podršci tokom decenija intenzivnog rada i usavršavanja u oblasti čeličnih konstrukcija uopšte i mostova posebno, na osnovu kojih je i nastala ova knjiga.

**Aleksandar Bojović**  
Beograd, maj 2022.

---

## Sadržaj

### PREDGOVOR

<b>1</b>	<b>ISTORIJA GVOZDENIH I ČELIČNIH MOSTOVA</b>	<b>21</b>
1.1	Uvod	
	3	
1.2	Materijali	21
1.3	Razvoj otpornosti materijala, teorije konstrukcija i drugih tehničkih disciplina	22
1.4	Razvoj gvozdениh i čeličnih mostova	27
1.4.1	Uvod	27
1.4.2	Mostovi od gvođenog liva	28
1.4.3	Mostovi od kovanog gvožđa	31
1.4.4	Mostovi od čelika	33
1.5	Istaknuti konstruktori mostova	36
1.5.1	Leonard Ojler (Leonhard Euler, 1707-1783)	36
1.5.2	Klod Navje (Claude Louis Marie Henri Navier 1785-1836)	37
1.5.3	Karl Kulman (Karl Culmann, 1821-1881)	37
1.5.4	Kristijan Oto Mor (Christian Otto Mohr, 1835-1918)	38
1.5.5	Ludvig fon Tetmajer (Ludwig von Tetmajer 1850-1905)	38
1.5.6	Tomas Telford (Thomas Telford 1757-1834)	39
1.5.7	Hajnrich Gerber (Heinrich Gottfried Gerber 1832-1912)	40
1.5.8	Johan August Rebling (Johann August Röbling 1806-1867)	40
1.5.9	Gistav Ajfel (Alexandre Gustave Eiffel 1832-1923)	43
1.5.10	Moris Keklan (Maurice Koechlin 1856-1946)	44
1.5.11	Otmар Aman (Othmar Hermann Ammann, 1879-1965)	46
1.5.12	Mišel Vierložu (Michel Virlogeux 1946)	48
1.5.13	Santjago Kalatrava (Santiago Calatrava 1951)	49
1.5.14	Srpski konstruktori mostova	51
1.5.15	Kineski konstruktori	58
<b>2</b>	<b>Čelik kao materijal</b>	<b>59</b>
2.1	Uvod	59
2.2	Postupci proizvodnje čelika	60
2.2.1	Uvod	60
2.2.2	Proizvodnja sirovog gvožđa	61
2.2.3	Besemerov postupak	62
2.2.4	Tomasov postupak	62
2.2.5	Simens-Martinov postupak	62
2.2.6	Elektrolučni postupak	63

2.2.7	Linc-Donavic postupak	63
<b>2.3</b>	<b>Hemijski sastav gvožđa i čelika</b>	<b>64</b>
2.3.1	Uvod	64
2.3.2	Opšte o hemijskom sastavu čelika	64
2.3.3	Hemijski sastav gvožđa i čelika do oko 1910.	66
2.3.4	Hemijski sastav čelika prema standardima 1933-1980.	68
2.3.5	Hemijski sastav savremenih konstrukcionih čelika	69
2.3.6	Dijagram stanja čelika	70
2.3.7	Termičke obrade	71
<b>2.4</b>	<b>Mehaničke karakteristike gvožđa i čelika</b>	<b>73</b>
2.4.1	Mehaničke karakteristike gvožđa i čelika do oko 1910.	73
2.4.2	Mehaničke karakteristike čelika posle 1925.	75
2.4.3	Mehaničke karakteristike savremenih konstrukcionih čelika	76
2.4.3.1	Označavanje čelika	76
2.4.3.2	Konstrukcioni čelici	78
2.4.3.3	Konstrukcioni čelici za mostove	79
2.4.4	Žilavost čelika - otpornost čelika na krti lom	80
2.4.4.1	Uvod	80
2.4.4.2	Savremeni standard	80
2.4.5	Otpornost na lamelarno cepanje materijala	81
2.4.6	Proba navara	83
<b>2.5</b>	<b>Detalji definisanja čelika prilikom naručivanja</b>	<b>84</b>
2.5.1	Opcije naručivanja čelika prema EN 10025-1 do EN 10025-5	84
2.5.2	Uslovi naručivanja čelika za železničke mostove Nemačkih železnica	88
<b>3</b>	<b>Osnove projektovanja mosta</b>	<b>89</b>
<b>3.1</b>	<b>Uvod</b>	<b>89</b>
<b>3.2</b>	<b>Funkcionalni zahtevi za drumske mostove</b>	<b>92</b>
3.2.1	Uvod	92
3.2.1.1	Osnovni pojmovi	92
3.2.1.2	Funkcionalni zahtevi	93
3.2.2	Saobraćajni i slobodni profili	93
3.2.3	Normalni poprečni profili mostova	95
3.2.4	Informativno: Normalni poprečni profili puteva u Nemačkoj	98
3.2.5	Podužni i poprečni padovi kolovoza	100
3.2.6	Vođenje instalacija na mostu	100
3.2.6.1	Opšti principi	101
3.2.6.2	Polaganje instalacija	101
3.2.6.3	Izvođenje instalacija	102
3.2.6.3	Vešanje instalacija	103
3.2.6.4	Primeri vođenja instalacija na mostovima	103
3.2.7	Odvodnjavanje kolovoza	106
3.2.7.1	Vođenje elemenata za odvodnjavanje	106
3.2.7.2	Slivnici	107
3.2.7.3	Materijali	107



3.2.7.4	Primer iz prakse	108
<b>3.3</b>	<b>Sigurnost drumskog saobraćaja</b>	<b>110</b>
3.3.1	Uvod	110
3.3.2	Osnovno o Uputstvu BS-04:2010	110
3.3.3	Zaštitni uređaji na ivicama mostova	116
3.3.3.1	Stepen zadržavanja	116
3.3.3.2	Dužina zaštitnog uređaja	116
3.3.4	Zaštitni uređaji na srednjem i bočnim pojasevima razdvajanja na mostu	118
3.3.4.1	Stepeni zadržavanja	118
3.3.4.2	Područja delovanja	119
3.3.5	Čelične zaštitne ograde	121
3.3.6	Betonske zaštitne ograde	123
3.3.7	Poređenje čeličnih i betonskih zaštitnih ograda	125
3.3.8	Sile koje deluju na zaštitne uređaje	126
3.3.8.1	Uvod	126
3.3.8.2	Sile udara na ivičnjake	126
3.3.8.3	Sile udara na sistem za zadržavanje vozila	127
3.3.8.4	Sile udara na delove konstrukcije	128
3.3.9	Primeri izbora zaštitnih ograda	128
3.3.9.1	Drumski most Gazela preko Save u Beogradu	131
3.3.9.2	Drumski most sa putem na dve odvojene mostovske konstrukcije	132
3.3.9.3	Primeri izletanja vozila sa drumskih mostova	133
<b>3.4</b>	<b>Funkcionalni zahtevi za pešačke mostove</b>	<b>135</b>
3.4.1	Uvod	135
3.4.2	Specifičnosti pešačkih mostova	135
3.4.2.1	Opšte	135
3.4.2.2	Položaj i dispozicija mosta	135
3.4.3	Korisnici mosta	137
3.4.3.1	Pešaci	137
3.4.3.2	Biciklisti	138
3.4.4	Geometrijske mere	139
3.4.4.1	Širina pešačke staze	139
3.4.4.2	Nagibi	142
3.4.4.3	Prilazne rampe i stepeništa	142
	(1) Rampe	142
	(2) Stepeništa	142
3.4.5	Ograde	143
3.4.5.1	Srpska tehnička regulativa	143
3.4.5.2	Britanski Priručnik BD 29/17	144
3.4.5.3	Nemački tipski detalji RIZ-ING:2019	144
<b>3.5</b>	<b>Funkcionalni zahtevi za železničke mostove</b>	<b>146</b>
3.5.1	Uvod	146
3.5.2	Železnički koloseci i most	147
3.5.2.1	Trasa pruge i most	147
3.5.2.2	Usklađivanje koloseka i mosta	147
3.5.2.3	Slobodni profil	150
3.5.2.4	Koloseci i kolovozna prizma	152
3.5.3	Službene staze	154

3.5.4	Podužni pravac	155
3.5.5	Odvodnjavanje	155
3.5.6	Provetranje konstrukcije	157
3.5.7	Omogućavanje pravilne eksploatacije	158
3.5.7.1	Opšte	158
3.5.7.2	Prilazi mostu	158
3.5.7.3	Pristup šupljim delovima konstrukcije	159
3.5.7.4	Oprema prohodnih šupljih konstrukcija	161
<b>3.6</b>	<b>Zahtevi izrade i montaže</b>	<b>168</b>
3.6.1	Uvod	168
3.6.2	Održivost	168
<b>3.7</b>	<b>Cene izgradnje</b>	<b>170</b>
3.7.1	Uvod	170
3.7.2	Drumski mostovi	170
3.7.2.1	Opšte	170
3.7.2.2	Literatura	170
	Nemačka	170
	SAD	172
	Australija	172
3.7.2.3	Primeri cena drumskih mostova	176
	(1) Cena kao funkcija površina osnovne mosta	176
	(2) Gredni mostovi - cena kao funkcija raspona	178
	(3) Mostovi sistema sa kosim kablovima - cena kao funkcija raspona	179
3.7.3	Železnički mostovi	183
3.7.3.1	Iz literature	183
3.7.3.2	Primeri cena železničkih mostova	184
<b>3.8</b>	<b>Estetski zahtevi</b>	<b>186</b>
3.8.1	Uvod	186
3.8.2	Osnovni vizuelni elementi	186
3.8.3	Estetski kvaliteti	187
3.8.4	Ciljevi estetskog projektovanja	188
3.8.4.1	Jasnost funkcije	189
3.8.4.2	Razmera i proporcija	189
3.8.4.3	Red i ravnoteža	189
3.8.4.4	Jednostavnost i kontinuitet	189
3.8.4.5	Uklapanje u lokaciju i okolinu	189
3.8.4.6	Hijerarhija u estetici	189
3.8.5	Estetsko oblikovanje	190
3.8.5.1	Mostovske konstrukcije	190
	(0) Primenjene oznake dimenzija	190
	(1) Gredni mostovi	190
	(2) Lučni mostovi	196
3.8.5.2	Stubovi	201
	(1) Uvod	201
	(2) Stubovi	201
3.8.5.3	Krajnji stubovi	207
3.8.5.4	Detalji	210
3.8.5.5	Prostor iznad kolovoza	214

3.8.5.6	Most i okolina	215
3.8.6	Estetski atraktivni mostovi i mostovi mešovitih sistema	216
3.8.7	Rezime	220

## **4 Mase čeličnih mostova 221**

### **4.1 Uvod 221**

### **4.2 Mase čeličnih drumskih mostova 221**

4.2.1	Opšte	221
4.2.2	Literatura o masama konstrukcije čeličnih mostova	221
4.2.3	Specifične mase drumskih čeličnih mostova raznih sistema	223
4.2.3.1	Uvod	223
4.2.3.2	Grede punog preseka	223
	(1) Opšte	223
	(2) Specifične mase prema literaturi	227
	(3) Komentar	227
4.2.3.2	Spregnute grede čelik/beton	228
	(1) Opšte	228
	(2) Specifične mase prema literaturi	228
	(3) Komentar	231
4.2.3.3	Lučni mostovi	231
	(1) Opšte	231
	(2) Specifične mase prema literaturi	232
	(3) Komentar	237
4.2.3.4	Mostovi sa kosim kablovima	237
	(1) Opšte	237
	(2) Specifične mase prema literaturi	237
	(3) Ekvivalentne specifične mase čelika konstrukcije	241
	(4) Komentar	242
4.2.3.5	Zaključak	242

### **4.3 Mase čeličnih železničkih mostova 244**

4.3.1	Uvod	244
4.3.2	Mase starih čeličnih železničkih mostova	245
4.3.3	Mase savremenih čeličnih železničkih mostova	246
4.3.3.1	Lučni mostovi	246
	(1) Lučni mostovi na prugama sa $V \leq 200$ km/h	246
	(2) Lučni mostovi na prugama sa $V > 200$ km/h	248
4.3.3.2	Gredni mostovi	248
	(1) Gredni mostovi na prugama sa $V \leq 200$ km/h, sa zastorom	248
	(2) Gredni mostovi na prugama sa $V \leq 200$ km/h, bez zastora	248
4.3.3.3	Lučni i gredni mostovi na prugama velikih brzina	252
4.3.3.4	Rezime	253

## **5 Statički sistemi mostova 255**

### **5.1 Uvod 255**

5.1.1	Opšti pristup	255
-------	---------------	-----

5.1.2	Opšte o konstruisanju mosta	257
5.1.3	Izrada projekta	258
<hr/>		
<b>5.2</b>	<b>Čelični gredni mostovi</b>	<b>259</b>
5.2.1	Opšte o gredama kao statičkim sistemima	259
5.2.1.1	Uvod	259
5.2.1.2	Proste grede	259
5.2.1.3	Gerberove grede	260
5.2.1.4	Kontinualne grede	260
5.2.2	Kolovozne konstrukcije grednih mostova	264
5.3	Gredni čelični mostovi	265
5.3.1	Drumski mostovi	265
5.3.1.1	Uvod	265
5.3.1.2	Preseci drumskih mostova	265
5.3.1.3	Konstruisanje	269
	0 - Ulazni podaci	269
	1 - Gornji pojas	270
	2 - Donji pojas	271
	3 - Vertikalni limovi	272
	4 - Montažni nastavci - poprečni i podužni	273
	5 - Dijafragme	274
	6 - Ležišta	275
5.3.1.4	Primeri izvedenih mostova	278
	Primer 1: Drumski most u Karađorđevoj ulici u Beogradu	278
	Primer 2: Drumski mostovi Varadinski i kod Sremske Rače	280
5.3.2	Železnički mostovi	284
5.3.2.1	Uvod	284
5.3.2.2	Razvoj grednih sistema od limenih nosača	284
	(1) Mostovi sa otvorenim kolovozom	286
	(2) Mostovi sa zatvorenim kolovozom	287
	(3) Mostovi od debelih limova - savremeno rešenje za male raspane	288
5.3.2.3	Preporuke za primenu pojedinih statičkih sistema	289
5.3.2.4	Primer iz prakse	291
<hr/>		
<b>5.4</b>	<b>Spregnute grede</b>	<b>295</b>
5.4.1	Uvod	295
5.4.1.1	Istorijat	295
5.4.1.2	Prednosti i karakteristike	296
5.4.2	Drumski mostovi	298
5.4.2.1	Opšti pregled tipova preseka	298
5.4.2.2	Spregnute grede sa više I-nosača	299
	(1) Opšte	299
	(2) Rešenja sa betonskim poprečnim nosačima	301
	(3) Rešenje sa čeličnim poprečnim nosačima	302
5.4.2.3	Spregnute grede sa dva I-nosača	304
	(1) Opšte	304
	(2) Osnovni tipovi greda	304
	(3) Betonska ploča oslonjena samo na glavne nosače	305
	(4) Betonska ploča oslonjena na glavne i poprečne nosače	307
	(5) Ekonomičnost mostova sa dva glavna nosača	308
5.4.2.4	Mostovi sa sandučastim vazdušno nepropusnim presecima	310

5.4.2.5	Mostovi jednostrukog sandučastog preseka	313
	(1) Opšte	313
	(2) Jedan ili više sandučastih preseka?	318
	(3) Zamena betonske kolovozne ploče	319
	(4) Primeri izvedenih mostova	320
5.4.3	Železnički mostovi	323
5.4.3.1	Uvod	323
5.4.3.2	Mostovi sa dva ili više I-nosača	324
5.4.3.3	Mostovi sandučastog preseka	327
5.4.3.4	Rešetkasti mostovi	331
5.4.3.5	Mostovi sa valjanim profilima u betonu	336
<b>5.5</b>	<b>Rešetkaste grede</b>	<b>338</b>
5.5.1	Opšte	338
5.5.1.1	Uvod	338
5.5.1.2	Osnovno o konstruisanju rešetkastih mostova	340
	(1) Štapovi rešetke	340
	(2) Spregovi	342
	(3) Konstruisanje i proračun	343
5.5.1.3	Čvorni limovi	346
5.5.2	Osnovne karakteristike	357
5.5.2.1	Drumski mostovi	357
5.5.2.2	Železnički mostovi	359
5.5.3	Primeri rešetkastih mostova	366
5.5.3.2	Primeri rešetkastih železničkih mostova	368
<b>5.6</b>	<b>Ramovski mostovi</b>	<b>372</b>
5.6.1	Opšte	372
5.6.2	Portalni ramovi	372
5.6.3	Virendel ramovi	373
5.6.4	n-ramovi	374
5.6.5	Ramovi sa V-stubovima	382
<b>5.7</b>	<b>Lučni mostovi</b>	<b>383</b>
5.7.1	Uvod	383
5.7.1.1	Istorijat	383
5.7.1.2	Podela lučnih mostova po položaju kolovoza i statičkim sistemima	383
	Statički sistemi	383
5.7.1.3	Elementi opšte dispozicije	386
5.7.2	Opšte o sistemima konstrukcija lučnih mostova	390
5.7.2.1	Uvod	390
5.7.2.2	Osnovne komponente konstrukcije	392
	(1) Kolovozna konstrukcija	392
	(2) Lukovi i zatege punog preseka	399
	(3) Lukovi i/ili zatege kao rešetkasta konstrukcija	402
	(4) Lukovi punjeni betonom	405
5.7.3	Lukovi sa zategom	408
5.7.3.1	Uvod	408
5.7.3.2	Opšte o lučnim sistemima sa zategom	409
5.7.3.3	Sistem lukova sa zategom i dijagonalnim vešaljama	411
	(1) Uvod	411

	(2) Osnovni uticajni faktori	411
	(3) Varijanta 1 = Konstantan nagib vešaljki, slika 5.7.3-7	415
	(4) Varijanta 2 = Konstantan porast nagiba vešaljki, slika 5.7.3-7	417
	(5) Varijanta 3 = Konstantno smanjenje nagiba vešaljki, slika 5.7.3-7	418
	(6) Varijanta 4 = Radijalni raspored vešaljki, slika 5.7.3-8	418
	(7) Varijanta 5 = Konstantni razmaci vešaljki po osi zatege, u srednjoj zoni zatege, slika 5.7.3-8	421
	(8) Optimalne varijante rasporeda vešaljki	424
	(9) Uputstva [5-107] za izbor optimalnog sistema	427
	(10) Opšti komentar	429
5.7.4	Vešaljke	429
5.7.4.1	Uvod	429
5.7.4.2	Zavarene vešaljke od okruglog čelika	432
	(1) Opšte	432
	(2) Osnovno o projektovanju	433
	(3) Geometrija veze vešaljki	433
	(4) Provere vešaljki od okruglog čelika	434
	(5) Konstruisanje i klase zamora	437
5.7.4.3	Zavarene limene vešaljke	440
	(1) Provere limenih vešaljki	440
	(2) Konstruisanje i klase zamora	442
5.7.4.4	Vešaljke od užadi	444
	(1) Opšte	444
	(2) Aeroelastična stabilnost i provere	444
	(3) Provere pri dejstvu saobraćajnih opterećenja	445
	(4) Provera zamora tretirajući i savijanje vešaljki	445
	Dokaz nosivosti na zamor pri savijanju užeta vešaljke	445
5.7.4.5	Vešaljke od čelika sa navojem	447
	(1) Opšte	447
	(2) Aeroelastična stabilnost i provere	447
	(3) Vešaljke sa viljuškama	447
	Nosivost	449
	(4) Vešaljke sa setom navrtki na krajevima	450
5.7.4.6	Vešaljke od kablova	453
	(1) Opšte	453
	(2) Nosivost kablova	458
	(3) Aeroelastična stabilnost i provere	465
5.7.4.7	Montaža vešaljki	466
	(1) Opšte	466
	(2) Primer Železničkog mosta Flora, Nemačka, 2010.	466
	(3) Primer Železničko-drumskog mosta preko Dunava, Novi Sad, 2018.	468
	(4) Komentar	470
5.7.4.8	Rezime o vešaljicama	470
5.7.5	Zaključak	473
<b>5.8</b>	<b>Mostovi sistema sa kosim kablovima</b>	<b>474</b>
5.8.1	Uvod	474
5.8.2	Istorijat	474
5.8.3	Karakteristike sistema	477
5.8.3.1	Opšta dispozicija	477
5.8.3.2	Optimalna kompozicija	484
5.8.3.3	Greda	487

	Uticaj broja kablova poprečno	487
5.8.4	Proračun	492
5.8.4.1	Uvod	492
5.8.4.2	Preliminarni proračun	496
5.8.4.3	Metodi proračuna	497
5.8.4.4	Metod uticajne matrice sila kablova	498
	Komentar	502
5.8.4.5	Primer mosta kod kog je primenjena metoda uticajne matrice	502
5.8.5	Aeroelastična stabilnost	504
5.8.5.1	Greda	505
5.8.5.2	Piloni	506
5.8.5.3	Kablovi	506
	(1) Dejstvo vetra sa kišom	506
	(2) Suvo galopiranje	506
	(3) Odvajanje vrtloga	508
	(4) Pobuđeno galopiranje	508
	(5) Mere za otklanjanje velikih vibracija	510
5.8.6	Mostovi sa kratkim pilonima	513
	Uvod	513
	Istorijski osvrt	513
	Područje primene	513
	Konstrukcija	514
	Primeri izvedenih mostova	514
<hr/>		
<b>5.9</b>	<b>Pešački mostovi</b>	<b>517</b>
5.9.1	Uvod	517
5.9.2	Priroda opterećenja pešacima	518
5.9.3	Frekvencije oscilacija i ubrzanja konstrukcije približnim postupcima	523
5.9.3.1	Frekvencije i ugibi	523
5.9.3.2	Frekvencije i ubrzanja iz BS 5400-2:2000	524
5.9.3.3	Frekvencije jednostavnih modela iz SETRA i HiVoSS	526
5.9.3.4	Merene frekvencije i prigušenja na izvedenim mostovima	527
5.9.3.5	Osvrt na drumske mostove	528
5.9.4	Opterećenje pešacima za dinamički proračun	529
5.9.4.1	Uvod	529
5.9.4.2	Gustina pešaka	529
5.9.4.3	Modelovanje opterećenja pešacima	530
5.9.4.3.1	Opterećenje od jednog pešaka	530
5.9.4.3.2	Opterećenje grupom pešaka	532
5.9.4.3.3	Efekti pri horizontalnim vibracijama	533
5.9.5	Proračun ubrzanja prema standardima i preporukama	534
5.9.5.1	Uvod	534
5.9.5.2	Proračun prema standardu SRPS EN 1991-2/NA:2019	534
5.9.5.2	Proračun prema Preporukama SETRA (2006)	540
5.9.5.3	Proračun prema Preporukama HiVoSS (2008)	545
5.9.6	Načini poboljšanja karakteristika mosta ako nisu zadovoljeni uslovi komfora	552
5.9.7	Komentar postupaka proračuna pešačkih mostova	552
5.9.8	Konstrukcija pešačkih mostova	553
5.9.8.1	Konstruisanje	553
5.9.8.2	Utrosak čelika konstrukcije	556
5.9.9	Primeri izvedenih pešačkih mostova	558

5.9.9.1	Pešački most u Starim Banovcima, 2003.	558
5.9.9.2	Pasarela kod Belincone, Švajcarska, 2010.	560
5.9.9.3	Pešački most Peri, Novi Zeland, 2017.	562
5.9.10	Računski primeri	565
<b>5.10</b>	<b>Posebni detalji konstruisanja</b>	<b>567</b>
5.10.1	Uvod	567
5.10.2	Ograničenja dimenzija profila i debljina konstruktivnih elemenata	567
5.10.3	Detalji čelične konstrukcije	568
	(1) Opšta pravila	568
	(2) Zavareni šavovi	568
	(3) Dopunske kategorije zamora	570
	(4) Vertikalna ukrućenja	570
	(5) Pravila - specifična za spregnute mostove	571
<b>5.11</b>	<b>Kolovozne konstrukcije</b>	<b>573</b>
5.11.1	Uvod	573
5.11.2	Betonska kolovozna ploča	573
	(1) Materijali	573
	(2) Osnovni elementi konstruisanja	573
	(3) Minimalna armatura i ograničenje širine prslina ploče	576
	(4) Dopunski uslovi za spregnute drumske mostove	577
	(5) Dopunski uslovi za spregnute železničke mostove	578
	(6) Komentar dopunskih uslova	578
5.11.3	Čelična kolovozna konstrukcija	579
5.11.3.1	Čelične kolovozne konstrukcije oko 1950.	579
	(1) Drumski mostovi	579
	(2) Železnički mostovi	580
5.11.3.2	Čelične kolovozne konstrukcije posle 1950.	581
	(1) Istorijat	581
	(2) Konstruktivno oblikovanje i problemi	583
	(3) Oblikovanje ortotropnih ploča prema savremenim standardima - opšte	591
	(4) Oblikovanje ortotropnih ploča na drumskim mostovima	592
	(5) Oblikovanje ortotropnih ploča na železničkim mostovima	598
	(6) Komentar	602
<b>6</b>	<b>PRORAČUN OPTEREĆENJA</b>	<b>605</b>
<b>6.1</b>	<b>Opšte o proračunu konstrukcije</b>	<b>605</b>
<b>6.2</b>	<b>Opšte o opterećenjima</b>	<b>605</b>
<b>6.3</b>	<b>Stalna dejstva</b>	<b>610</b>
<b>6.4</b>	<b>Saobraćajna dejstva na drumskim mostovima</b>	<b>611</b>
6.4.1	Uvod	611
6.4.2	Saobraćajna opterećenja	612
6.4.2.1	Vertikalna opterećenja	614
6.4.2.2	Horizontalna opterećenja	617
6.4.2.3	Grupe opterećenja	617



6.4.3	Opterećenja za proračun zamora	618
6.4.3.1	Uvod	618
6.4.3.2	Model opterećenja FLM1	620
6.4.3.3	Model opterećenja FLM2	620
6.4.3.4	Model opterećenja FLM3	621
6.4.3.5	Model opterećenja FLM4	622
6.4.3.6	Model opterećenja FLM5	622
6.4.4	Incidentna dejstva	622
6.4.4.1	Udari vozila na konstrukcije ispod mosta - na stubove i konstrukciju mosta	622
6.4.4.2	Dejstva od vozila na mostu	623
6.4.4.3	Sile udara vozila na ivičnjake	624
6.4.4.4	Sile udara vozila na zaštitne uređaje	625
6.4.4.5	Sile udara vozila na delove konstrukcije	625
6.4.4.6	Dejstva na ograde pešačkih staza	626
6.4.5	Modeli opterećenja na krajnjim stubovima i zidovima uz most	626
6.4.5.1	Vertikalna opterećenja	626
6.4.5.2	Horizontalna opterećenja	626
<b>6.5</b>	<b>Dejstva na pešačkim i biclističkim stazama i pešačkim mostovima</b>	<b>627</b>
6.5.1	Uvod	627
	Polje primene	627
	Prikaz opterećenja	627
6.5.2	Statički modeli vertikalnih opterećenja	627
6.5.2.1	Jednakopodeljeno opterećenje $q_{fk}$	627
6.5.2.2	Koncentrisana sila $Q_{fwk}$	628
6.5.2.3	Službena vozila $Q_{serv}$	628
6.5.3	Statički modeli horizontalnih opterećenja	629
6.5.4	Grupe saobraćajnih opterećenja pešačkih mostova	629
6.5.5	Incidentna dejstva pešačkih mostova	629
6.5.5.1	Udari vozila na konstrukcije ispod mosta - na stubove i konstrukciju mosta	629
6.5.5.2	Incidentno prisustvo vozila na mostu	629
6.5.6	Dinamički model opterećenja za pešačke mostove	630
6.5.7	Dejstva na ograde pešačkih mostova	630
6.5.8	Modeli opterećenja na krajnjim stubovima i zidovima uz most	630
<b>6.6</b>	<b>Saobraćajna i druga dejstva specifična za železničke mostove</b>	<b>630</b>
6.6.1	Uvod	630
	Polje primene	630
	Prikaz dejstava - vrste opterećenja od železnice	631
6.6.2	Vertikalna opterećenja (statička dejstva)	632
6.6.2.1	Model opterećenja LM71	632
6.6.2.2	Modeli opterećenja SW/0 i SW/2	632
6.6.2.3	Model opterećenja Neopterećeni voz	633
6.6.2.4	Ekscentričnost modela opterećenja LM71 i SW/0	633
6.6.2.5	Raspodela opterećenja kroz šine, pragove i zastornu prizmu	634
	Podužna raspodela koncentrisane sile šinom	634
	Poprečna raspodela osovinskih opterećenja pragovima i zastornom prizmom	634
6.6.2.6	Ekvivalentno vertikalno opterećenje za ukopane konstrukcije i zemljani pritisak	636
6.6.2.7	Dejstva na službene staze	636
6.6.3	Dinamički uticaji (uključujući i rezonanciju)	636
6.6.3.1	Uvod	636

	(1) Promenljivost uticaja	636
	(2) Faktori koji uslovljavaju dinamičko ponašanje konstrukcije	636
	(3) Opšta pravila proračuna	636
6.6.3.2	Dinamički koeficijent $\Phi$	640
	(1) Opšte	640
	(2) Definicija dinamičkog koeficijenta $\Phi$	640
	(3) Smanjenje dinamičkog koeficijenta	643
6.6.3.3	Osnove dinamičkog proračuna	643
	(1) Opterećenja i kombinacije opterećenja	643
	(2) Razmatrane brzine vozova	645
	(3) Parametri mosta	646
	(4) Modelovanje dinamičke pobude i dinamičkog ponašanja konstrukcije	647
	(5) Provere graničnih stanja	648
6.6.3.4	Komentar dinamičkog proračuna	649
	(1) Opšte	649
	(2) Bliža objašnjenja	651
	(3) Primeri	651
	(3-2) Primer 2. Dinamički proračun Železničko-drumskog mosta u Novom Sadu	652
	(3-3) Primer 3. Rezonantne brzine stvarnih teretnih vozova	655
6.6.4	Horizontalna opterećenja	656
6.6.4.1	Centrifugalne sile	656
6.6.4.2	Sile bočnih udara	658
6.6.4.3	Sile od pokretanja i kočenja	659
6.6.4.4	Zajednički odgovor konstrukcije i koloseka pri promenljivim dejstvima	660
	(1) Uvod	660
	(2) Parametri koji utiču na zajednički odgovor konstrukcije i koloseka	660
	(3) Proračunski model	662
	(4) Kriterijumi projektovanja	663
	(5) Postupak proračuna	664
	Jednostavan proračun za pojedinačnu konstrukciju	666
	Metod proračuna zajedničkog odgovora konstrukcije i koloseka pri promenljivim dejstvima, prema Aneksu G EN 1991-2:2003+AC:2010	667
6.6.5	Zajednički odgovor konstrukcije i koloseka u ranijoj srpskoj regulativi	672
6.6.6	Aerodinamička dejstva od vozova u pokretu	673
	(1) Jednostavne vertikalne površine, paralelne koloseku	674
	(2) Jednostavne horizontalne površine iznad koloseka	674
	(3) Jednostavne horizontalne površine u okolini koloseka	676
	(4) Konstrukcije sa više površina - vertikalnih, horizontalnih, zakošenih - duž koloseka	676
	(5) Površine koje ovičavaju svetli prostor oko koloseka u ograničenoj dužini (do 20 m)	677
	(6) Železnički i drumski saobraćaj na istom mostu	677
6.6.7	Iskliznuće voza	678
	Proračunska situacija I	679
	Proračunska situacija II	679
	Ostali uslovi:	679
	Komentar	680
6.6.8	Primena saobraćajnih opterećenja železničkih mostova	681
6.6.8.1	Opšte	681
6.6.8.2	Grupe opterećenja kao višekomponentna dejstva	683
6.6.8.3	Frekventne vrednosti višekomponentnih dejstava	685
6.6.8.4	Saobraćajna opterećenja u prolaznim proračunskim situacijama	685
6.6.9	Saobraćajna opterećenja za proračun zamora	685

6.6.10	Rezime odredaba koje su predmet pojedinačnih projekata, ili nadležne institucije	689
<b>6.7</b>	<b>Dejstvo vetra</b>	<b>693</b>
6.7.1	Opšte	693
6.7.2	Opterećenje vetrom mostova	698
6.7.2.1	Uvod	698
6.7.2.2	Odgovor konstrukcije	699
	(1) Odgovor konstrukcije u pravcu dejstva vetra (x-pravcu)	699
	(2) Odgovor konstrukcije pri dejstvu vetra u vertikalnom pravcu (z-pravcu)	699
	(3) Aerodinamička stabilnost	699
6.7.2.3	Koeficijenti sile konstrukcije mosta	699
	(1) Koeficijenti sile za pravac vetra x (horizontalan, poprečno na most)	699
	Koeficijent sile $c_f, x$	699
	(2) Koeficijenti sile za pravac vetra z (vertikalni)	703
	(3) Koeficijenti sile za pravac vetra y (podužni)	704
6.7.2.4	Dejstvo vetra na stubove mosta	704
6.7.2.5	Komentar	706
	(1) Poređenje opterećenja vetrom prema starim standardima i prema aktuelnom standardu	706
	(2) Osnovna brzina vetra u proračunskim situacijama	708
<b>6.8</b>	<b>Toplotna dejstva</b>	<b>710</b>
6.8.1	Opšte	710
6.8.2	Toplotna dejstva kod mostova	712
6.8.2.1	Uvod	712
	Tipovi mostova	712
	Razmatrana dejstva toplote	712
6.8.2.2	Ravnomerna promena temperature	712
	Opšte	712
	Temperatura vazduha	713
	Opseg ravnomernih promena temperature	714
6.8.2.3	Razlika temperature (promenljivi deo promene temperature)	715
6.8.2.4	Horizontalna razlika temperature	716
6.8.2.5	Istovremeno dejstvo ravnomerne promene i razlike temperature	717
6.8.2.6	Razlika ravnomernih promena temperature različitih delova konstrukcije	717
<b>6.9</b>	<b>Kombinacije opterećenja u graničnim stanjima</b>	<b>717</b>
6.9.1	Uvod	717
6.9.2	Kombinacije opterećenja	720
6.9.2.1	Opšte	720
6.9.2.2	Vrednosti koeficijenata $\psi$ kombinacije opterećenja	721
	(1) Drumski mostovi	721
	(2) Pešački mostovi	722
	(3) Železnički mostovi	722
6.9.3	Granična stanja nosivosti	724
6.9.3.1	Proračunske vrednosti dejstava u stalnim i privremenim situacijama	724
6.9.3.2	Proračunske vrednosti dejstava u incidentnim situacijama seizmičkih dejstava	725
6.9.4	Granična stanja upotrebljivosti	726
6.9.4.1	Drumski mostovi	726
6.9.4.2	Pešački mostovi	727
6.9.4.3	Železnički mostovi	728
6.9.4.4	Komentar	731

<b>7</b>	<b>Proračun i konstruisanje</b>	<b>733</b>
<b>7.1</b>	<b>Uvod</b>	<b>733</b>
<b>7.2</b>	<b>Izvijanje</b>	<b>733</b>
7.2.1	Vreme oko 1880.	733
7.2.2	Vreme 1900-2000.	736
<b>7.3</b>	<b>Izbočavanje</b>	<b>740</b>
7.3.1	Uvod	740
7.3.2	Period do 1937.	740
7.3.3	Period 1937-1980-ih, DIN 4114-1:1952 i DIN 4114-2:1953	744
7.3.3.1	Uvod	744
7.3.3.2	Neukružene ploče zglobno oslonjene na sve četiri ivice, pritisnute u jednom pravcu	747
7.3.3.3	Ploče - delovi pritisnutog štapa	747
7.3.3.4	Neukružene ploče zglobno oslonjene na sve četiri ivice, prsnute u oba pravca	748
7.3.3.5	Koeficijenti izbočavanja ploča različitih uslova oslanjanja	750
7.3.3.6	Krutost ukrućenja	750
7.3.3.7	Postupak za ukružene ploče	753
7.3.3.8	Postupak za ukružene ploče po Klepelu [7-18] i [7-19]	754
7.3.3.9	Računski primeri	756
7.3.4	Period od 1980-ih do 2000-ih	765
7.3.4.1	DASt-Ri 012:1978	765
7.3.4.2	JUS U.E7.121:1986	767
7.3.4.3	Računski primeri	768
7.3.5	Period posle 2000 - savremeni standard EN 1993-1-5	774
7.3.5.1	Uvod	774
7.3.5.2	Metoda efektivnih preseka	775
7.3.5.3	Metoda redukovanih napona	778
7.3.5.4	Poređenje metoda proračuna	784
7.3.5.5	Računski primer	786
7.3.6	Ukrućenja	796
7.3.7	Poređenje rezultata iz računskih primera	799
<b>7.4</b>	<b>Zamor</b>	<b>803</b>
7.4.1	Uvod	803
7.4.2	Opšte o zamoru	803
7.4.3	Istorijski pregled tretmana zamora u mostovskim konstrukcijama	805
7.4.3.1	Propisi Nemačkih železnica iz 1934.	806
7.4.3.2	Jugoslovenski Tehnički propisi iz 1964.	806
7.4.3.3	Propisi Nemačkih železnica iz 1985.	808
7.4.3.4	Jugoslovenski standardi iz 1987.	811
7.4.3.5	Komentar	816
7.4.4	Savremeni tretman zamora prema aktuelnim standardima	816
7.4.4.1	Uvod	816
	(1) Čvrstoća zamora	816
	(2) Akumulacija oštećenja	817
	(3) Ekvivalentan opseg napona	817
7.4.4.2	Proračun prema EN 1993-1-9:2005+AC:2009	819
	(1) Osnovni termini i definicije	819
	(2) Provera zamora	822

	(3) Koeficijent ekvivalentnog oštećenja $\lambda$ za drumske mostove	823
	(4) Koeficijent ekvivalentnog oštećenja $\lambda$ za železničke mostove	825
	(5) Kombinacija oštećenja od dejstva lokalnih i globalnih opsega napona	827
	(6) Kategorije zamora $\Delta\sigma_c$	827
	Tabela 8.2 standarda: Zavareni presecci.	827
	Tabela 8.3 standarda: Poprečni šavovi.	830
	Tabela 8.4 standarda: Prikjučci i ukrućenja.	833
	Tabela 8.8 standarda: Ortotropna ploča sa šupljim rebrima.	834
	Tabela 8.9 standarda: Ortotropna ploča sa otvorenim rebrima.	837
	Dopunski, nekontradiktorni detalji iz DIN EN 1993-2/NA:2011.	838
7.4.4.3	Komentar	839
7.4.4.4	Primeri	839
	(1) Drumski most preko Save, Most Gazela, Beograd, 1970.	839
	(2) Drumski most preko Dunava, Kovin, 1976.	842
	(3) Železničko-drumski most preko Dunava, Novi Sad, 2018.	843
	(4) Primeri prslina od zamora	845
	(5) Opiti zamora na starim mostovima	853
<b>7.5</b>	<b>Završni komentar</b>	<b>861</b>
<b>8</b>	<b>Naknadni proračun mostova</b>	<b>863</b>
<b>8.1</b>	<b>Uvod</b>	<b>863</b>
<b>8.2</b>	<b>Naknadni proračun drumskih mostova prema NRRi:2011</b>	<b>868</b>
8.2.1	Uvod	868
8.2.2	Osnovni koncept naknadnog proračuna	869
8.2.3	Vrste proračuna i ocene stanja	870
	Proračun	870
	Ocena stanja na osnovu pregleda mosta (kvalitativno ocenjivanje)	870
	Eksperimentalne provere nosivosti	870
	Ocena rezultata naknadnog proračuna	870
8.2.4	Utvrđivanje stanja mosta	870
8.2.5	Ciljani nivo opterećenja (LM-cilj)	871
8.2.5.1	Vertikalna saobraćajna opterećenja	871
8.2.5.2	Horizontalna opterećenja	873
8.2.5.3	Opterećenja za proračun zamora	873
8.2.6	Parcijalni koeficijenti	876
8.2.7	Proračun presečnih sila	876
8.2.8	Karakteristike materijala	877
8.2.8.1	Opšte	877
8.2.8.2	Proračunske vrednosti za beton	877
8.2.8.3	Proračunske vrednosti za čelik armature	878
8.2.8.4	Proračunske vrednosti za čelik i spojna sredstva konstrukcije	878
	(1) Veze zavrtnjima i zakivcima, materijal konstrukcije	878
	(2) Sredstva za sprezanje kod spregnutih mostova	879
	(3) Hercovi pritisci za ležišta i zglobove	879
8.2.9	Čelični i spregnuti mostovi	880
8.2.9.1	Opšte	880
8.2.9.2	Dopunska pravila za čelične i spregnute mostove	880

8.2.10	Proračunske provere nosivosti	883
8.2.11	Proračunske provere upotrebljivosti	883
8.2.12	Kvalitativna ocena upotrebljivosti	883
8.2.13	Provera zamora	883
8.2.14	Ležišta i dilatacione sprave	884
8.2.15	Određivanje karakteristika materijala	885
8.2.15.1	Opšte	885
8.2.15.2	spitivane karakteristike	886
8.2.16	Mere kompenzacije	886
	Saobraćajne mere kompenzacije	886
	Kompenzacione mere ograničenja u saobraćaju	887
8.2.17	Primer: Provera drumskih mostova u Moroviću	888
<b>8.3</b>	<b>Naknadni proračun železničkih mostova prema DS 805:2010</b>	<b>891</b>
8.3.1	Opšte	891
	Opšte	891
	Opšte o DS 805:2010	891
8.3.2	Uvod	891
8.3.3	Stepeni naknadnog proračuna	892
8.3.4	Principi ocene stanja mosta	892
8.3.5	Opterećenja i parcijalni koeficijenti za dejstva	895
8.3.5.1	Stalna opterećenja	895
8.3.5.2	Promenljiva dejstva	895
8.3.5.3	Incidentna dejstva	896
8.3.5.4	Parcijalni koeficijenti	896
8.3.6	Materijali	897
8.3.6.1	Uvod	897
8.3.6.2	Čelik	897
8.3.6.3	Dopušteni naponi betona i armature	897
8.3.7	Ispitivanje ponašanja konstrukcije	897
8.3.8	Proračun konstrukcije	900
8.3.8.1	Proračunski model	900
8.3.8.2	Naknadni proračun stepena 3. Opšte	901
8.3.8.3	Naknadni proračun stepena 3. Proračun zamora	902
	(1) Slučajevi kad nije potrebna provera napona	902
	(2) Preostali eksploatacioni vek	902
	(3) Koeficijent opteretivosti $\beta_{D,ULIC}$	903
	(4) Dopušteni opseg napona $\Delta\sigma_{Be,z,zul}$	903
8.3.8.4	Proračun preostalog veka eksploatacije nezavarenih železničkih mostova	903
8.3.8.5	Proračun preostalog veka eksploatacije zavarenih železničkih mostova	906
8.3.8.6	Intervali provere železničkih mostova	908
	(1) Nezavarene konstrukcije	908
	(2) Zavarene konstrukcije	909
8.3.9	Komentar	910
8.3.10	Računski primeri primene DS 805:2010	912
8.3.10.1	Primer 1: Nezavareni (zakovani) most iz 1945.	912
8.3.10.2	Primer 2: Zavareni most iz 1976.	913
8.3.10.3	Primer 3: Zakovani železnički most sa velikim bruto-prometom	916
<b>8.4</b>	<b>Naknadni proračun zakovanih čeličnih železničkih mostova po PBM:2010</b>	<b>918</b>
8.4.1	Uvod	918

8.4.2	Osnovno o proračunu zamora	918
8.4.3	Karakteristike materijala	919
8.4.4	Kategorije zamora $\Delta\sigma_c$ zakovanih konstrukcija	919
8.4.5	Dejstva i naponi pri proveri zamora i preostalog eksploatacionog veka	921
8.4.5.1	Provera granične nosivosti (ULS)	921
8.4.5.2	Provera zamora	921
8.4.5.3	Koeficijent obima saobraćaja $\lambda_j$ postojećih mostova	922
8.4.6	Proračun preostalog eksploatacionog veka mosta	923
8.4.6.1	Uvod	923
8.4.6.2	Uprošćena provera na osnovu koeficijenata iz Eurocod-a	923
8.4.6.3	Provera na osnovu podataka o realnim vozovima iz prošlosti	925
8.4.6.4	Posebni slučajevi provere	926
	(1) Uzimanje u obzir ojačanja konstrukcije	926
	(1-1) Uprošćena provera	926
	(1-2) Provera na osnovu podataka o realnim vozovima iz prošlosti	926
	(2) Superpozicija globalnih i lokalnih oštećenja	927
	(3) Uzimanje u obzir malih saobraćajnih opterećenja	928
	(4) Uzimanje u obzir specifičnih vozova na mostu	928
8.4.7	Računski primer	928

---

<b>8.5</b>	<b>Završni komentar</b>	<b>932</b>
------------	-------------------------	------------

---

<b>9</b>	<b>Oprema mosta</b>	<b>933</b>
----------	---------------------	------------

<b>9.1</b>	<b>Ležišta</b>	<b>933</b>
9.1.1	Uvod	933
9.1.2	Istorijski razvoj ležišta	933
9.1.3	Vrste ležišta	936
9.1.4	Zahtevi	942
9.1.4.1	Zahtevi za ležišta drumskih mostova	942
9.1.4.2	Zahtevi za ležišta železničkih mostova	943
9.1.5	Proračun ležišta	946
9.1.6	Ugradnja ležišta	950
9.1.6.1	Opšte	950
9.1.6.2	Pojedinosti ugradnje ležišta	952
9.1.7	Primeri iz prakse	955
9.1.7.1	Primer 1: Ležišta manja od potrebnih	955
9.1.7.2	Primer 2: Primer pomeranja velikog mosta	956

<b>9.2</b>	<b>Dilatacione spojnice</b>	<b>958</b>
9.2.1	Uvod	958
9.2.2	Osnovni zahtevi	959
9.2.3	Tipovi dilatacija	959
9.2.4	Podela zadataka na definisanju, izradi i ugradnji dilatacija	968
9.2.5	Tolerancije izrade i ugradnje dilatacija	971
9.2.6	Zazori i otvori	972
9.2.7	Konstruktivno oblikovanje	973
9.2.8	Ugradnja	974

---

<b>9.3</b>	<b>Ostala oprema mosta</b>	<b>975</b>
------------	----------------------------	------------

9.3.1	Opšte	975
9.3.2	Reviziona kolica	975

## **10 Probno opterećenje i monitoring 979**

<b>10.1</b>	<b>Probno opterećenje</b>	<b>979</b>
10.1.1	Uvod	979
10.1.2	Istorijski razvoj	979
10.1.3	Sadržaj probnog opterećenja	981
10.1.4	Specifičnosti ispitivanja	983
10.1.4.1	Drumski mostovi	983
10.1.4.2	Železnički mostovi	983
10.1.4.3	Pešački mostovi	983
10.1.5	Primeri iz prakse	984
10.1.5.1	Drumsko-železnički most (Žeželjev most) u Novom Sadu, 1961.	984
10.1.5.2	Drumski most Gazela, Beograd, probno opterećenje 2012.	986
10.1.5.3	Železničko-drumski most u Novom Sadu, 2018.	989
<b>10.2</b>	<b>Monitoring</b>	<b>996</b>
10.2.1	Osnovno o monitoringu	996
10.2.2	Monitoring čeličnih železničkih mostova	996
10.2.3	Proračun eksploatacionog veka bez monitoringa i sa monitoringom	997
10.2.3.1	Bez monitoringa	997
10.2.3.2	Sa monitoringom	997
10.2.3	Opšti pristup u određivanju preostalog eksploatacionog veka uz pomoć monitoringa	999
10.2.4	Pregled veličina koje se prate monitoringom	1000
10.2.5	Elektromagnetni senzori za merenje sile zategnutih šipki i kablova	1001
10.2.6	Zaključak	1006

## **11 Tehnička dokumentacija i komunikacija 1007**

<b>11.1</b>	<b>Uvod</b>	<b>1007</b>
<b>11.2</b>	<b>Opšte preporuke</b>	<b>1007</b>
<b>11.3</b>	<b>Projektna dokumentacija</b>	<b>1008</b>
11.3.1	Uvod	1008
11.3.2	Opšte preporuke	1011
11.3.3	Tehnički opis	1013
11.3.4	Proračun konstrukcije	1013
11.3.5	Crteži	1017
11.3.6	Tehničke specifikacije	1021
11.3.7	Predmer radova	1023
<b>11.4</b>	<b>Korespondencija</b>	<b>1023</b>
<b>11.5</b>	<b>Prezentacija</b>	<b>1023</b>
11.5.1	Uvod	1023
11.5.2	Svrha	1024



11.5.3	Osnovna struktura	1024
11.5.4	Usmeni deo prezentacije	1024
11.5.5	Tehnička obrada prezentacije	1025
11.5.6	Pitanja i odgovori	1025
11.5.7	Zaključak	1025
11.5.8	Primeri	1026
<b>12</b>	<b>primeri izvedenih mostova</b>	<b>1033</b>
<b>12.1</b>	<b>Uvod</b>	<b>1033</b>
<b>12.2</b>	<b>Železnički most preko Save u Beogradu, 1980.</b>	<b>1034</b>
12.2.1	Opšte	1034
12.2.2	Dispozicija i konstruktivne pojedinosti	1034
12.2.3	Proračun konstrukcije	1038
12.2.4	Komentar	1039
12.2.5	Posebne okolnosti u izvođenju	1040
12.2.6	Učesnici	1041
<b>12.3</b>	<b>Drumski most preko Visle, Plock, Poljska, 2005.</b>	<b>1041</b>
12.3.1	Uvod	1041
12.3.2	Projekat	1041
12.3.2.1	Konstruktivno oblikovanje	1042
12.3.2.2	Proračun konstrukcije	1046
12.3.3	Izvođenje	1048
12.3.4	Projektantski tim	1049
<b>12.4</b>	<b>Drumski most slobode preko Dunava u Novom Sadu, novi most 2005.</b>	<b>1050</b>
12.4.1	Stari most 1981-1999.	1050
12.4.2	Tenderski dokumenti i Projektni zadatak 2001.	1052
12.4.3	Novi most 2005.	1052
12.4.3.1	Problemi izazvani originalnim projektom 1977.	1052
12.4.3.2	Projekat 2002.	1061
12.4.3.3	Izvođenje	1064
12.4.4	Učesnici	1067
<b>12.5</b>	<b>Drumski most Džangbe, Kina, 2019.</b>	<b>1068</b>
12.5.1	Uvod	1068
12.5.2	Projekat	1069
12.5.3	Izgradnja	1072
12.5.4	Komentar	1073
<b>12.6</b>	<b>Drumski most Volterdejl, Kanada, 2017.</b>	<b>1074</b>
12.6.1	Uvod	1074
12.6.2	Opšte o mostu	1074
12.6.3	Montaža	1077
12.6.4	Učesnici	1080
<b>13</b>	<b>Liste mostova prema rasponima</b>	<b>1081</b>

---

13.1	Uvod	1081
13.2	Gredni mostovi, čelične pune grede	1081
13.3	Gredni mostovi, betonske grede	1084
13.4	Gredni mostovi, čelične rešetkaste grede	1086
13.5	Lučni mostovi	1088
13.6	Mostovi sa kosim kablovima	1095
13.7	Viseći mostovi	1100
13.8	Zaključak	1102
<b>14</b>	<b>LITERATURA</b>	<b>1103</b>
14.1	Istorija gvozdениh i čeličnih mostova	1103
14.2	Čelik kao materijal	1104
14.3	Osnove projektovanja mosta	1105
14.4	Mase čelične konstrukcije mostova	1108
14.5	Statički sistemi mostova	1108
14.6	Opterećenja	1115
14.7	Proračun i konstruisanje	1116
14.8	Naknadni proračun mostova	1117
14.9	Oprema mosta	1118
14.10	Probno opterećenje i monitoring	1120
14.11	Tehnička dokumentacija i komunikacija	1121
14.12	Primeri izvedenih mostova	1122
14.13	Liste mostova	1123
<b>Registar mostova</b>		<b>1106</b>