

# Uzroci kolapsa mostova

- **Tokom izvođenja**

- Približno 50% svih kolapsa mostovskih konstrukcija se desilo tokom izvođenja

- **Tokom eksploatacije**

- Ekstremno spoljnje opterećenje

- Udar vozila ili broda

- Ekstremni uticaji okoline

- Zemljotres, poplave, vjetar, požar, eksplozija

## **Najčešći uzroci kolapsa tokom izvođenja (165)**

- Kolapsi skela (60)
- Neodgovornost tokom izgradnje (46)
- Greške u projektu, statičkoj analizi, izvođenju (22)
- Nepoznat (12)
- Neprepoznata / zanemarena nestabilnost (10)
- Materijalni defekti uklj. čvrstoću betona (5)
- Nepoznat ili neprepoznat fenomen (3)
- Podcjenjivanje uticaja vjetra (2)
- Kvar opreme ili nekog dijela opreme (2)
- Neprepoznati rizik, generalno (2)
- Neplanirano preopterećenje (1)

# Kolapsi tokom eksploatacije mostova (107)

- Greške u projektu ili dimenzionisanju (23)
- Preopterećenje (20)
- Korozija i zamor (15)
- Pritisak vjetra sa dinamičkim efektima (14)
- Propusti u održavanju (13)
- Zanemarenje dinamičkog efekta (7)
- Problemi sa fundamentima (5)
- Ugrožena stabilnost (3)
- Izvođački propusti (2)
- Neutvrđeno (5)

Preglede mostovskih konstrukcija, a šire posmatrano i problematiku redovnog održavanja mostova, kod nas reguliše "Pravilnik o tehničkim normativima za eksploataciju i redovno održavanje mostova" (Sl. list SRJ br. 20/1992). Prema tom pravilniku definisani su sledeći pregledi mostova:

- kontrolni,
- redovni,
- glavni i
- vanredni,

pri čemu su u njemu precizirana vremena vršenja svakog od navedenih pregleda, kao i predmeti pregleda.

**Pregledi prema „Pravilniku o tehničkim normativima za eksploataciju i redovno održavanje mostova“**

<b>Vrsta pregleda</b>	<b>Vreme obavljanja</b>	<b>Predmet pregleda i druge aktivnosti</b>	<b>Napomena</b>
<b>Kontrolni</b>	<b>Najmanje dva puta godišnje po pravilu prije i poslije zimskog perioda</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stanje kolovoza</li> <li>- Stanje dilatacionih sprava</li> <li>- Stanje odvodnjavanja</li> <li>- Stanje zaštitinih odbojnika i ograda</li> </ul>	<b>Kontrolni pregled ima karakter upozorenja.</b>
<b>Redovni</b>	<b>Najmanje jednom u dvije godine</b>	<p><b>Pored aktivnosti kao kod KONTROLNOG i :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stanje stanje ležišta i zglobova</li> <li>- Stanje zaštite od korozije</li> <li>- Stanje noseće konstrukcije i stubova</li> <li>- Drugi djelovi ako se to zahtijeva posebnim uputstvom</li> </ul>	<b>Zapisnik i fotodokumentacija registrovanih oštećenja.</b>

<b>Vrsta pregleda</b>	<b>Vreme obavljanja</b>	<b>Predmet pregleda i druge aktivnosti</b>	<b>Napomena</b>
<b>Glavni</b>	<b>Najmanje jednom u šest godine</b>	<b>Pored aktivnosti kao kod REDOVNOG i : - Geodetska kontrola</b>	<b>Zapisnik i fotodokumentacija registrovanih oštećenja. (Ovaj pregled zamenjuje redovni u godini kada se on obavlja).</b>
<b>Vanredni</b>	<b>Posle elementarnih nepogoda, velikih voda pojave, pre i poslije prelaska izuzetnih tereta, poslije udesa na mostu, u slučajevima kada se ustanove oštećenja konstrukcije koja nisu sanirana.</b>	<b>Obim pregleda je najmanje kao kod redovnog pregleda</b>	<b>Obavezan je i prije isteka garantnog roka, kao i prilikom primopredaje radova na sanaciji mosta.</b>

## Prije pregleda

- Izraditi skice cijle mostovske konstrukcije i pojedinih dijelova prema potrebi
- Označiti na skicama orijentaciju mosta (dio putne mreže i strane svijeta).
- Po mogućnosti prikupiti podatke o mostu (projektant, izvođač, zapisnici prethodnih pregleda i sanacija).





# Tokom pregleda

- Ne dovesti u pitanje sopstvenu sigurnost (što manje izlaziti na kolovoz, nedostupnim djelovima ne prilaziti bez odgovarajuće opreme).
- Identifikovati most
  - **vrsta objekta:** MO-most, VI-vijadukt, PR-propust, PV-podvožnjak, NV-nadvožnjak, PP-podputnjak, NP-nadputnjak,
  - **tip konstrukcije:** AB –armiranobetonska, PB-prethodnonapregnuta, ČE-čelična, SP-spregnuta, DR-drvena, KA-kamena
  - **statički sistem:** PG-prosta greda, KN-kontinulani nosač, GN-gerberov noisač, RN-ramovski nosač, LU-luk, SV-svod, VK-viseća konstrukcija, KK-kosi kablovi
  - **tip poprečnog presjeka:**  
P-pločast, G-gredni, R-rešetka, S-sandučast
  - **klasa mosta:**

raspon	u m
visina stubova	u m (-m) i (m)
temeljenje	direktno, šipovi, bunari, ....
prepreka	opis
- Pregled raspoložive dokumentacije
- Napraviti spisak djelova koje treba pregledati kao i dostupnu opremu

# Fotodokumentacija

- Fotografija sa oznakom-imenom mosta
- Fotografija prilazu mosta
- Fotografija cijelog mosta
- Fotografija kolovoza i opreme mosta
- Fotografija nasipa, oporaca, stubova i ležišta
- Fotografija područja ispod mosta
- Fotografija, ako je to moguće, glavnih i poprečnih nosača

## Kolovoz

- Pregledati:
  - asfaltni zastor (kolotrazi, rupe..) i označiti oštećenja na skici osnove mosta
  - slivnike, ivičnjake, bitumenske spojnice

## Dilatacije

- Stanje same dilatacije (ravnost, elemenata, čistoća, korozija, ...)
- Uočiti eventualne promjene na elementu mosta na kojem su ugrađene
- Provjeriti da li se osjeća potres pri prolazu vozila
- Ako je moguće provjeriti dilataciju sa donje strane, provjeriti da li procuruje

# Pješačke staze, odbojne ograde, vijence i ogradu

- Pregledati ivičnjake, odbojne ograde, montažne ploče pješačkih staza (ako ih ima), vijence i ogradu mosta
- O svemu napraviti fotodokumentaciju

## Nasipi i kegle

- Stanje nasipa i njihova zaštita
- Erozija
- Vododerine

## Oporci i krilni zidovi

- Stanje krilnih zidova i oporaca
- Okolni teren
- Geometrija zida
- Eventualna oštećenja

## Stubovi

Stanje stubova, eventualna oštećenja  
Okolni teren (nasip u rijeci, isplivali temelji i sl.)  
Geometrija

# Ležišta

- Tip i vrsta ležišta
- Stanje ležišta, eventualna oštećenja (promjena oblika, korozija)

## Glavni nosači kolovozne konstrukcije

- Po mogućnosti pregledati nosače odozdo
- Posebno pregledati mjesta oslanjanja i eventualne zglobove
- Naznačiti oštećenja na skici
- Registrovati već sanirana oštećenja

## Kolovozna ploča

- Pregledati spojeve i dilatacije po mogućnosti odozgo
- Pregledati elemente za odvodnjavanje, slivnike, koji prolaze kroz ploču
- Opisati sva uočena oštećenja, naročito tragove procurivanja, vidljivu armaturu i koroziju.

Tabela vrednovanja i ocena stanja

Red.broj	Element	Faktor značaja		Opis stanja	Ocena stanja
		3	4		
1	2	3	4	5	6
1	Temelji	7	11,3	Opasno	100
2	Sr.stubovi			Nezadovoljavajuće	20
3	Kr.stubovi			Loše	15
4	Ležišta			Nepovoljno	10
5	Gl.nosači			Prihvatljivo	5
6	Popr.nosači			Dobro	5
7	Spregovi			Ne postoji	0
8	Ploča			Nepoznato	10
9	Pojave korozije armature ili čeličnih konstrukcija	6	8	Opasno	100
				Nezadovoljava	12
				Loše	8
				Nepovoljno	5
				Prihvatljivo	3
				Dobro	1

10	Hidroizolacija	5	5,65	Ne postoji	20
				Nezadovoljava	15
				Loše	10
				Nepovoljno	5
				Prihvatljivo	5
				Dobro	1
				Nepoznato	5
11	Dilatacione sprave	5	5,65	Neophodna zamena	10
				Nezadovoljavajuće	8
				Loše	6
				Nepovoljno	4
				Prihvatljivo	2
				Dobro	1
				Ne postoje	0
12	Kolovoz	5	5,65	Nezadovoljavajuće	5
13	Vodotok ili područ. ispod mosta			Loše	4
				Nepovoljno	3
				Prihvatljivo	2
				Dobro	1

1	2	3	4	5	6
14	Istorijski podaci opšti utisak, stepen očuvano- sti mosta kao celini, procenjeni preostali vek mosta	5	5,65	Zapuštan	10
				Nezadovoljavajuće	5
				Loše	4
				Nepovoljno	3
				Prihvatljivo	2
				Dobro	1
15	Klinovi	4	4	Ne postoji	10
16	Prel.ploče			Nezadovoljavajuće	5
17	Kegle			Loše	4
18	Ograde			Nepovoljno	3
19	Ivičnjaci			Prihvatljivo	2
20	Peš.staze			Dobro	1
21	Sist.za odvod vode				
22	Instalacije	2	2	Nezadovoljavajuće	5
				Loše	4
				Nepovoljno	3
				Prihvatljivo	2
23	Signalizacija			Dobro	1
				Ne postoji	0

24	Položaj mosta u mreži	5	5,65	$M, l_d > 200/l_a > 50$	5	
				$M, l_d < 200/l_a < 50$	4	
				$R, l_d > 200/l_a > 30$	3	
				$R, l_d < 200/l_a < 30$	2	
				$M/R, l_d = 1,8 \frac{l_a}{a}$	1	
25	Geometrija mosta	4	4	Svojim položajem most izaziva diskontinuitet	5	
				Širina kol.na mostu manja za više od 1 m	4	
				Šir.kol.na mostu manja za manje od 1 m, peš.staza nema	3	
				Šir.kol.odgovara peš.staze nepropisno	2	
				Geometrija usaglašena	1	
26	Saobraćajno opterećenje deonice	3	2,82	PGDS	5000	5
					3001 - 5000	4
					1501 - 3000	3
					501 - 1500	2
					do 500	1



# Rejting

$$R = \sum_{n=1}^{26} (a_i b_i)$$

- $a_i$  – faktor značaja
- $b_i$  – ocjena stanja

$$R = R1 + R2 + R3 + R4$$

**R1, R2, R3 i R4 su parcijalni karakteristični brojevi**

<b>Rejting</b>	<b>Tip</b>	<b>Stanje objekta</b>	<b>Opis mjera</b>
R>1130	6	Prijeti rušenje	Neodložna sanacija ili rekonstrukcija
600-1130	5	Vrlo oštećen	Specijalni pregled i planiranje sanacije
350-700	4	Oštećen	Vanredni pregled i investiciono održavanje
200-500	3	Manja oštećenja	Intezivno redovno održavanje
150-300	2	Zanemaren	Redovna kontrola i redovno održavanje
120-200	1	Ispravan	Redovna kontrola

## Parcijalni karakteristični broj

- R1 (Vezuje se za nosivost konstrukcije): je karakteristični broj konstruktivnih elemenata mosta (temelji stubova krajnjih, temelji srednjih stubova, krajnji stubovi (sa krilima u sastavu), srednji stubovi, ležišta, glavni nosači, poprečni nosači, spregovi, ploča i konzola, pojava korozije armature ili čeličnih konstrukcija).
- R2 (Vezuje se za propagiranje propadanja): je karakteristični broj dopunskih elemenata za rangiranje Mosta deo koji se vezuje za konstrukciju (hidroizolacija, dilatacione sprave, vodotok, ili područje ispod mosta, istorijski podaci - opšti utisak-procjena preostalog vijeka mosta, sistem za odvodnjavanje).

$$R1 = \sum_{n=1}^9 (a_n b_n + a_{14} b_{14})$$

$$R2 = \sum_{n=10}^{13} (a_n b_n)$$

- R3 (Vezano za funkcionalnost): je karakteristični broj funkcionalnih elemenata mosta, (kolovoz, klinovi, prelazne ploče, kegle ili propušten nasip, ograde, ivičnjaci, pešačke staze, instalacije, signalizacija).
- R4 (Vezano za prioritet): je karakteristični broj dopunskih elemenata za rangiranje mosta prema saobraćaju: položaj mosta u mreži, geometrija mosta, saobraćajno opterećenje

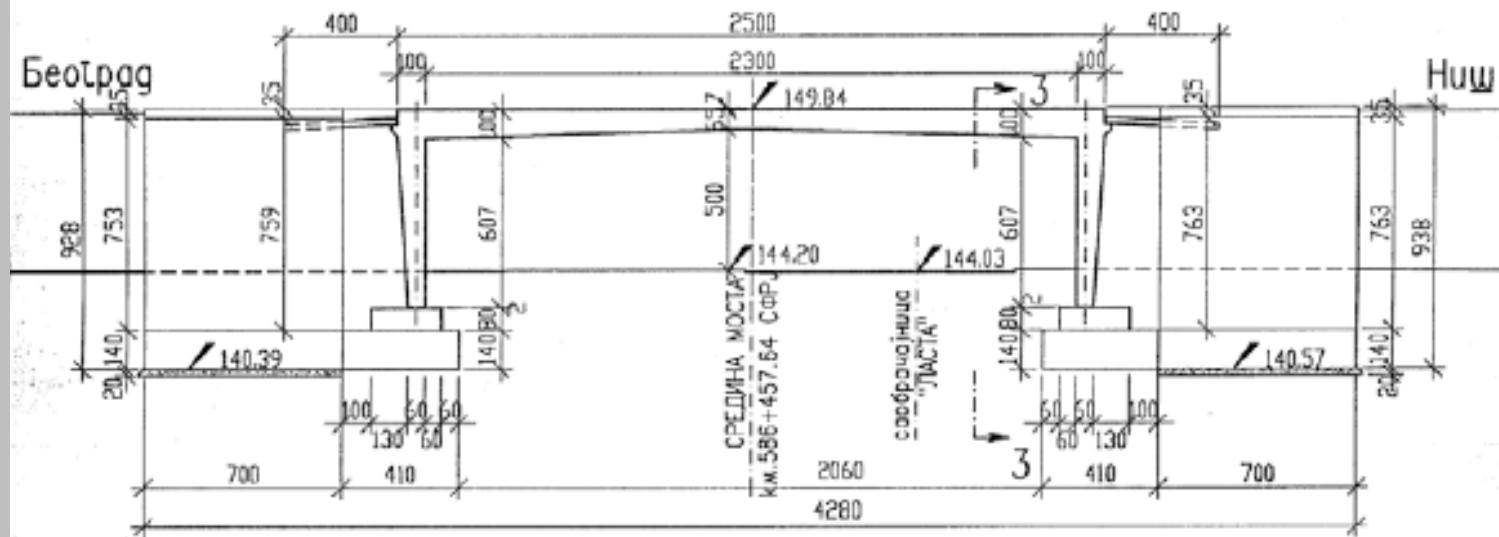
$$R3 = \sum_{n=15}^{33} (a_i b_i)$$

$$R4 = \sum_{n=24}^{26} (a_i b_i)$$

# Armirano betonski nadvožnjak "Lasta" - beograd



ПОДУЖНИ ПРЕСЕК 1-1  
1:200



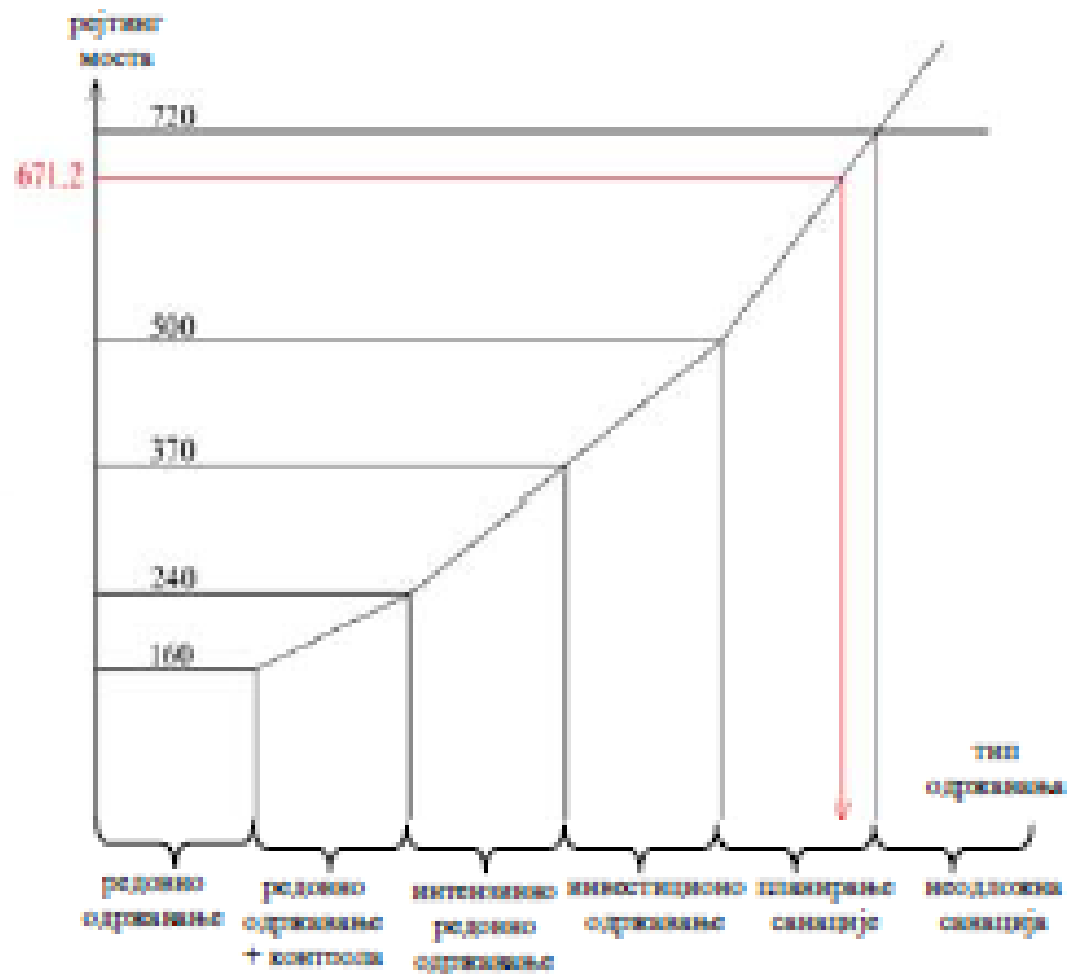
Ред. бр. запис.	Елемент	ФЗ	оцена		карактеристични бројеви				
					R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R
1.	ТЕМЕЉИ КРАЈЊИХ СТУБОВА	11.3		1	11.3				
2.	ТЕМЕЉИ СРЕДЊИХ СТУБОВА	11.3		0	0				
3.	КРАЈЊИ СТУБОВИ СА КРИЛИМА У САСТАВУ СТУБА	11.3	1	0	113				
4.	СЛОБОДНО СТОЛЕТА КРИЛА	8.0		0		0			
5.	СРЕДЊИ СТУБОВИ	11.3		0	0				
6.	ЛЕЖИШТА	11.3		0	0				
7.	ГЛАВНИ НОСАЧИ	11.3	1	5	169.5				
8.	ПОПРЕЧНИ НОСАЧИ	11.3		0	0				
9.	СПРЕГОВИ	11.3		0	0				
10.	ПЛОЧА И КОНЗОЛЕ	11.3	1	0	113				
11.	ПОЈАВЕ КОРОЗИЈЕ АРМАТУРЕ И ЧЕЛИЧНИХ КОНСТРУКЦИЈА	8.0		8	64				
12.	ХИДРОИЗОЛАЦИЈА	5.65	1	5		84.75			
13.	ДИЛАТАЦИОНЕ СПРАВЕ	5.65		0		0			
14.	КОЛОВОЗ	5.65		1			5.65		
15.	ВОДОТОК ИЛИ ПОДРУЧЈЕ ИСПОД МОСТА	5.65		2		11.3			
16.	ИСТОРИЈСКИ ПОДАЦИ, ОПШТИ УТИСАК, СТЕПЕН ОЧУВАНОСТИ, ПРОЦЕНА ПРЕОСТАЛОГ ВЕКА ТРАЈАЊА	5.65		5		28.25			
17.	КЛИНОВИ	4.0		2			8		
18.	ПРЕЛАЗНЕ ПЛОЧЕ	4.0		1			4		
19.	КЕГЛЕ ИЛИ ПРО ПУШТЕН НАСИП	4.0		1			4		
20.	ОГРАДЕ	4.0		2			8		
21.	ИВИЧЊАЦИ	4.0		1			4		
22.	ПЕШАЧКЕ СТАЗЕ	4.0		3			12		
23.	СИСТЕМ ЗА ОДВОДЊАВАЊЕ	4.0		2		8			
24.	ИНСТАЛАЦИЈЕ	2.0		1			2		
25.	СИГНАЛИЗАЦИЈА	2.0		1			2		
26.	ПОЛОЖАЈ МОСТА У МРЕЖИ	2.0		4				8	
27.	ГЕОМЕТРИЈА МОСТА	2.0		1				2	
28.	САОБРАЋАЈНО ОПТЕРЕЂЕЊЕ ПДС (АДТ)	2.82		5				14.1	
ВРЕДНОСТИ КАРАКТЕРИСТИЧНИХ БРОЈЕВА					470.8	132.3	44	24.1	671.2
					R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R

статички систем конструкције: ПРОСТ РАМ

Врста радова	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R
Редовно одржавање	62	25	42	31	671.20
Редовно одржавање + контрола	94	37	63	46	
Интензивно редовно одржавање	144	57	97	72	
Инвестиционо одржавање	195	77	131	97	
Планирање санације	281	111	188	140	
Неодложна санација	>281	>111	>188	>140	
<p>граничне вредности парцијалних карактеристичних бројева према верзији СР-03 техничког решења базе података о мостовима</p>	Сигурност моста за коришћење по основи	Ризик настајања даљих оштећења конструкције.	Функционалност	Предност у коначном одређивању	Планирање санације

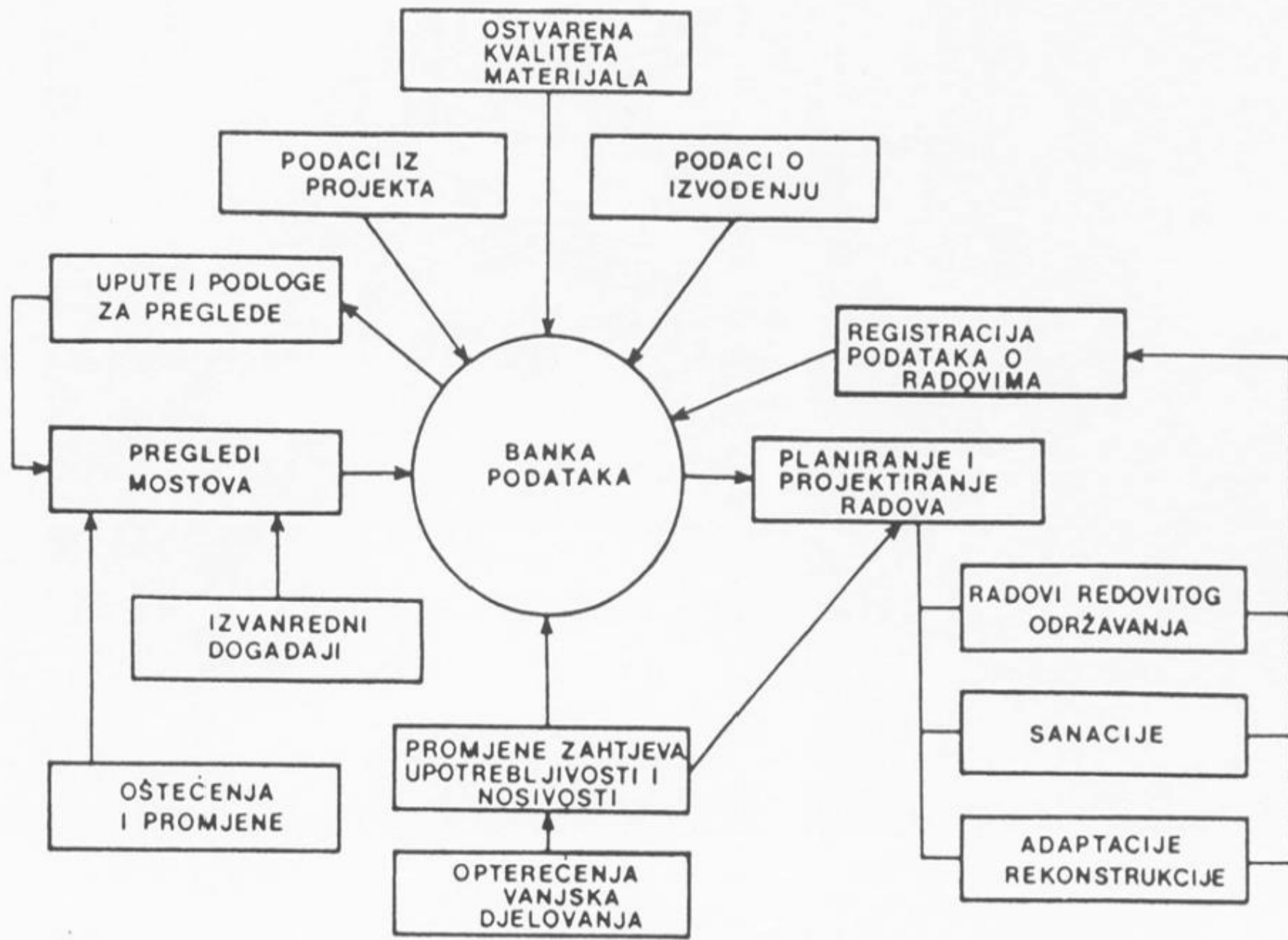


## ГРАФИЧКИ ПРИКАЗ ОДНОСА РЕЛТИНГА МОСТА И ТИПА ОДРЖАВАЊА



# Sistem upravljanja mostovima (Bridge Management Systems – BMS)

- Funkcionalna drumska infrastruktura je od vitalnog značaja za prosperitet države.
- Usled propadanja, nosivost i upotrebljivost mostovskih konstrukcija je ugrožena.
- Za održavanje konstrukcija u prvobitnom stanju potrebna su značajna sredstva koja ni kratkoročno, ni dugoročno nisu dostupna ni u ekonomski najrazvijenijim zemljama.
- Svrsishodno je sačiniti plan održavanja, u skladu sa očekivanim propadanjem mostovskih konstrukcija.
- Sistem upravljanja mostovima ima za cilj da se mostovi održe u prihvatljivom stanju za svoju namenu uz minimalne troškove.



# Zadaci sistema upravljanja mostovima

- Popis mostova
- Zapisnici o stanjima elemenata mostova ustanovljeni pregledom
- Određivanje nosivosti mostova
- Procena budućeg razvoja stanja mostovske konstrukcije
- Procena troškova različitih opcija održavanja
- Izbor ekonomski najisplativije strategije održavanja