

Mihailo Muravljov
Boško Stevanović
Drago Ostojić

SANACIJE
GRAĐEVINSKIH KONSTRUKCIJA I OBJEKATA

Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu
Akademska misao
Beograd, 2022.

Dr Mihailo Muravljev, dipl.građ.inž.,
redovni profesor Građevinskog fakulteta u Beogradu, u penziji
Dr Boško Stevanović, dipl.građ.inž.,
redovni profesor Građevinskog fakulteta u Beogradu, u penziji
Drago Ostojić, dipl.građ.inž.,
stručni saradnik Građevinskog fakulteta u Beogradu, u penziji

SANACIJE GRAĐEVINSKIH KONSTRUKCIJA I OBJEKATA

Recenzenti:

Dr Dejan Bajić, dipl.građ.inž.,
redovni profesor Građevinskog fakulteta u Beogradu, u penziji
Dr Đorđe Lađinović, dipl.građ.inž.,
redovni profesor Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, u penziji
Dr Branko Milosavljević, dipl.građ.inž.,
vanredni profesor Građevinskog fakulteta u Beogradu

Odobreno za štampu odlukom Nastavno-naučnog veća Građevinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu br. 22/52-2 od 31.05.2022. god.

Dizajn korica:

Tijana Stevanović, mast.inž.arh.

Izdavači:

Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu
Akademska misao, Beograd

Za izdavače:

Dekan, prof. dr Vladan Kuzmanović, dipl.građ.inž.
Marko Vujadinović

Štampa:

Planeta print, Beograd
Tiraž 300 primeraka

Godina izdanja:
2022.

ISBN 978-86-7466-936-5

PREDGOVOR

Sanacije konstrukcija i objekata predstavljaju radove koji su vrlo široko zastupljeni u svremenom graditeljstvu. Razlozi za to vezani su za činjenicu da su danas građevinske konstrukcije i objekti tokom eksploatacije, a u nekim slučajevima već i u fazi građenja, izloženi različitim nepovoljnim uticajima koji dovode do njihovih oštećenja. Tu se najčešće radi o delovanjima agresivnih sredina, o različitim vidovima preopterećenja, o projektantskim i izvođačkim greškama i drugom, što sve dovodi do potreba popravki stanja, kako bi se obezbedili zahtevani uslovi funkcionalnosti, nosivosti, sigurnosti i trajnosti određene konstrukcije, odnosno objekta kao celine.

Formalno posmatrano, a prema aktuelnoj zakonskoj regulativi, pod sanacijama se u opštem slučaju podrazumevaju radovi koji se izvode isključivo u cilju popravljanja stanja konstrukcija, ali uz uslov da se time ne menjaju ni spoljašnji izgled objekta, niti njegova funkcija. Međutim, u regulativi se takođe govori i o rekonstrukcijama objekata, pa se u vezi sa tim navodi da su rekonstrukcije građevinski radovi na postojećim objektima u datim gabaritima i volumenima, kojima se takođe utiče na stabilnost i sigurnost, ali u okviru kojih se, između ostalog, menjaju konstruktivni elementi, tehnološki procesi i drugo, što znači da se u principu menjaju i spoljašnji izgledi objekata.

Saglasno rečenom, dakle, iako je naziv ove knjige SANACIJE GRAĐEVINSKIH KONSTRUKCIJA I OBJEKATA, sa puno prava se može reći da će u njoj istovremeno biti govora kako o slučajevima sanacija, tako i o slučajevima rekonstrukcija. Ne ulazeći detaljnije u analize pitanja sanacija i rekonstrukcija objekata, ovde se samo može navesti sledeće: suštinska razlika, ako se to tako može nazvati, je u tome što se pri rekonstrukciji nekog objekta izvode radovi pri kojima se *menja* spoljni izgled, dok se pri radovima na sanaciji *ne menja* spoljni izgled objekta.

Ako se u ovoj knjizi težište izlaganja ipak fiksira na sanacijama objekata, predmetni radovi se mogu podeliti na:

- a. - *reparaturne* sanacije, odnosno reparaturne radove, čije izvođenje ima za cilj produženje upotrebljivosti i trajnosti objekata; tu se, uglavnom, podrazumevaju manje (manje-više „kozmetičke“) intervencije-popravke lokalnog karaktera, koje se po pravilu mogu izvoditi i u sklopu redovnog održavanja objekata;
- b. - *konstrukcijske* sanacije, odnosno konstrukcijske radove, čiji je glavni cilj popravlanje nosivosti i sigurnosti određene konstrukcije, a koji se radovi izvode u slučajevima kada su oštećenja po svom karakteru i kvantitetu takvi da, osim nosivosti, može da bude dovedena, ili je već dovedena u pitanje, funkcionalnost i upotrebljivost neke konstrukcije. U vezi sa ovim navodi se i sledeće: konstrukcijske sanacije izvode se i u slučajevima kada konstrukcije u eksploataciji pokazuju preterano velike deformacije, koje mogu bitno da utiču na njihovu upotrebljivost i funkcionalnost.

Konstrukcijske sanacije često podrazumevaju i različite vidove ojačavanja konstrukcija, a što se preduzima u situacijama kada je stanje konstrukcije koja se sanira takvo da ona, koja možda ni ranije nije imala zadovoljavajuću nosivost i sigurnost, nakon sanacije treba da

dobije neophodnu, a eventualno i povećanu nosivost i sigurnost. Stoga je, dakle, u okviru radova na sanacijama prisutnih oštećenja na konstrukcijama, u pojedinim situacijama neophodno preduzimanje i odgovarajućih intervencija radi obezbeđenja ranije nedostajućih, a prema novim zahtevima čak i povećanih nosivosti i sigurnosti.

Ovde se napominje da se konstrukcijske sanacije, mada se neke od njih mogu izvoditi i u sklopu tzv. investicionih održavanja objekata (na primer, u slučajevima radova uslovljenih drastičnim neodržavanjem i propustima u zaštiti objekata od spoljašnjih dejstava: kiše, snega, agresivnih hemijskih agenasa i dr.), najčešće preduzimaju u vezi sa efektima incidentnih dejstava na objekte, kao što su zemljotresi, klizanja terena, razorni vetrovi, požari, eksplozije, ratna razaranja i drugo.

Zasnivajući se na napred izloženom, ova knjiga se u smislu sadržaja sastoji od četiri posebna poglavlja, pri čemu se poglavlja *1 – Uvod*, *2 – Primeri oštećenja konstrukcija i objekata* i *3 – Postupci sanacija konstrukcija*, faktički mogu tretirati kao OPŠTI DEO knjige, dok se poglavlje *4 – Primeri sanacija konstrukcija i objekata iz graditeljske prakse*, u sklopu usvojenog koncepta, može tretirati kao POSEBNI DEO.

Kao što se može zaključiti na osnovu sadržaja knjige, nakon uvodnog dela (poglavlje 1), u njoj se, u poglavlju 2, daju prikazi nekih karakterističnih oblika oštećenja konstrukcija i objekata, dok se u nastavku daju opisi oštećenja lokalnog karaktera i odgovarajuće reparaturne sanacije. Međutim, iza tog dela knjige daju se i predlozi rešenja mogućih konstrukcijskih sanacija, pri čemu se, bez obzira da li je reč o reparaturnim ili konstrukcijskim sanacijama, uvek posebno govori o intervencijama vezanim za konstrukcije od različitih materijala (betonske, drvene, zidane, čelične). Ovo je po mišljenju autora potpuno logično, s obzirom da su u principu sve sanacione intervencije na objektima uvek vezane za konkretne konstrukcijske materijale.

U poslednjem delu drugog poglavlja knjige, pak, daju se i primeri izvesnog broja značajno oštećenih (ili porušenih) konstrukcija i objekata koje po opštem mišljenju nije moguće sanirati.

U poglavlju 3 knjige, govori se o postupcima konstrukcijskih sanacija elementa konstrukcija, gde se obrađuju intervencije na poprečnim presecima, sanacije putem povećanja preseka različitih vrsta konstrukcija (međuspratne, stubovi, zidovi i dr.), kao i sanacije putem smanjivanja opterećenja konstrukcijskih elemenata, putem smanjivanja raspona konstrukcija i putem promena konstrukcijskih sistema.

Posebna pažnja u poglavlju 3, pak, posvećena je problemima ojačanja i sanacija konstrukcija postupcima prednaprezanja, primeni karbonskih traka, kao i primeni postupaka injektiranja u okviru konstrukcijskih sanacija.

Ovde se napominje da su u poglavlju 3, tamo gde je to bilo bitno u okviru opisa određenih sanacionih postupaka, posebno obrađivane intervencije na konstrukcijama od različitih materijala – od betona, drveta i dr. I ovo je po mišljenju autora potpuno logično, s obzirom da su u pretežnom broju slučajeva sanacione intervencije na objektima uvek vezane za konkretne konstrukcijske materijale.

Četvrto poglavlje knjige – PRIMERI SANACIJA KONSTRUKCIJA I OBJEKATA IZ GRADITELJSKE PRAKSE – sadrži ukupno 21 prilog. Reč je o prilogima koji predstavljaju radove autora knjige (bilo kao pojedinaca ili kao koautora), a koja su rešenja izrađena na bazi konkretnih zahteva pojedinih naručilaca – u vidu idejnih rešenja sanacija, idejnih i glavnih projekata, elaborata o metodologijama sanacionih radova (*Method Statement*), o stručnim mišljenjima i sličnom.

Ovde se, međutim, napominje da tekstovi odštampani u ovoj knjizi, iz razumljivih razloga, ne predstavljaju „kopije“ originalne tehničke dokumentacije, već oni u najvećem broju slučajeva sadrže određene izmene manje-više tehničke prirode, kao i određena skraćenja u odnosu na originale, a što je bilo neophodno iz razloga njihovog prilagođavanja karakteru, formi i sadržaju knjige.

Kao što će čitalac moći da zaključi nakon upoznavanja sa tekstom knjige, izlaganja u njoj su prevashodno zasnovana na praktičnim iskustvima i zapažanjima autora stečenim pri izvođenju sanacionih radova na realnim konstrukcijama i objektima. Stoga je njen sadržaj i koncipiran na osnovu principa da ona ne malom broju „svršenih“ građevinskih inženjera, ali i studentima građevinskih fakulteta, bude svojevrsan informator u vezi naučno-stručnih, ali i praktičnih dometa na planu sanacije konstrukcija.

Po mišljenju autora, međutim, knjiga može da posluži i kao koristan priručnik onima koji će se u svojoj inženjerskoj praksi, eventualno, naći pred problemom sanacije izvesne konstrukcije. Stoga su u sadržaju knjige, kao što je napred već rečeno, formalno i prisutna dva manje-više različita dela – OPŠTI i POSEBNI DEO – koji osim za bolje razumevanje materije o kojoj je reč, treba da predstavljaju i funduse za eventualne primene iste u konkretnim slučajevima u praksi.

Kao rezime svega napred rečenog na kraju treba reći i sledeće. U knjizi je posebno, mada implicitno, sadržan i stav o p r a k t i č n o m pristupu materiji vezanoj za postupke sanacije konstrukcija i objekata. To je u potpunosti na liniji opredeljenja autora da u većini svojih radova akcente izlaganja stave na aspekte p r a k t i č n e primene u inženjerstvu nekih savremenih dometa i saznanja. A u konkretnom slučaju reč je o sanacionim radovima kojima se u inženjerskoj praksi najčešće ne poklanja dužna pažnja, a koji to, kao što se može zaključiti na bazi do sada stečenih saznanja, neosporno zaslužuju.

Na kraju, autori izražavaju veliku zahvalnost dekanu i prodekanima Građevinskog fakulteta, Institutu za materijale i konstrukcije, koji su, polazeći od činjenice da se u okviru nastavnih planova i programa na Fakultetu u Beogradu, obrađuje i materija sanacije konstrukcija i objekata, ocenili da knjuga može da bude od koristi i studentima, kao udžbenik za predmete: Trajnost, procena stanja i sanacija betonskih konstrukcija i Sanacije i rekonstrukcije zidanih i drvenih konstrukcija, pa su stoga pomogli i podržali njenu pripremu i štampanje.

U Beogradu, septembra 2022. god.

A U T O R I

SADRŽAJ

OPŠTI DEO

1. UVOD

2. PRIMERI OŠTEĆENJA KONSTRUKCIJA I OBJEKATA

2.1 Oštećenja lokalnog karaktera i reparaturne snacije

2.1.1 Uvod

2.1.2 Betonske konstrukcije

2.1.3 Drvene konstrukcije

2.1.4 Zidane konstrukcije

2.1.5 Čelične konstrukcije

2.2 Oštećenja konstrukcija i objekata koja podležu konstrukcijskim sanacijama

2.2.1 Uvod

2.2.2 Betonske konstrukcije

2.2.3 Drvene konstrukcije

2.2.4 Zidane konstrukcije

2.2.5 Čelične konstrukcije

2.3 Značajno oštećene (ili porušene) konstrukcije i objekti koji se ne mogu sanirati

3. POSTUPCI SANACIJA KONSTRUKCIJA

3.1 Sanacije oštećenja lokalnog karaktera - intervencije na poprečnim presecima

3.2 Konstrukcijske sanacije putem povećanja preseka

3.2.1 Uvod

3.2.2 Međuspratne konstrukcije

3.2.3 Gredni i slični konstrukcijski elementi

3.2.4 Stubovi

3.2.5 Zidovi

3.2.6 Temelji

3.3 Sanacije smanjivanjem opterećenja konstrukcijskih elemenata

3.4 Prenošnje opterećenja na susedne konstrukcijske elemente dovoljnih nosivosti

3.5 Smanjivanje raspona konstrukcija

3.6 Promena konstrukcijskog sistema

3.6.1 Izvođenje dopunskih krutih oslonaca

3.6.2 Izvođenje dopunskih elastičnih (popustljivih) oslonaca

3.6.3 Integrisanje konstrukcijskih elemenata u složenije sisteme

3.6.4 Izvođenje dodatnih ukrućenja

3.7 Ojačanje i sanacija konstrukcija postupcima prednaprežanja

3.8 Primena karbonskih traka

3.9 Primena postupaka injektiranja u okviru konstrukcijskih sanacija

3.9.1 Uvod

3.9.1 Betonske konstrukcije

3.9.2 Zidane konstrukcije

POSEBNI DEO

4. **PRIMERI SANACIJA KONSTRUKCIJA I OBJEKATA IZ GRADITELJSKE PRAKSE**
- 4.1 Sanacija drvene međuspratne konstrukcije osnovne škole u Arandelovcu
- 4.2 Sanacija dimnjaka u toplani Konjarnik u Beogradu
- 4.3 Sanacija krovne konstrukcije od lepljenog lameliranog drveta bazena u Obrenovcu
- 4.5 Sanacija drvene konstrukcije zatvorenog bazena u Kruševcu
- 4.6 Rekonstrukcija krovne konstrukcije crkve Karmelskog manastira u Somboru
- 4.7 Sanacije tornja (zvonika) crkve na otoku Gospe od milosti kod Kotora
- 4.8 Sanacija spomenika neznanom junaku na Avali
- 4.9 Statička sanacija i stabilizacija kule 11 smederevske tvrđave
- 4.10 Sanacija dva svetionika na ušću Tamiša u Dunav
- 4.11 Sanacija zidanog dimnjaka visine 105m bloka 100 mw TEKOA u Kostolcu
- 4.12 Zemljotresna oštećenja i primenjeni postupci sanacije i ojačanja nadograđenih stambenih zidanih zgrada u Kraljevu
- 4.13 Sanacija temelja spomenika „Beogradski pobednik“
- 4.14 Sanacija stubova u proizvodnoj hali „Xella Srbija“ u Vreocima
- 4.15 Sanacija krovnih nosača industrijske hale u Nikšiću
- 4.16 Sanacija jedne konstrukcije oštećene požarom
- 4.17 Sanacija armiranobetonskog dimnjaka visine 150m primenom karbonskih traka
- 4.18 Tehničko rešenje sanacije AB konstrukcije brisoleja u okviru fasade oš „Aleksa Dilas Bećo“ u Mojkovcu
- 4.19 Sanacija dve havarisane čelične konstrukcije u montaži
- 4.20 Sanacije konstrukcijskih elemenata fasade zgrade „Rudo 2“ u Beogradu
- 4.21 Sanacija objekta *AERATOR* - vodovod Smederevo