Mihailo Muravljov
Boško Stevanović
Drago Ostojić

SANACIJE
GRAĐEVINSKIH KONSTRUKCIJA I OBJEKATA

Drugo izdanje

Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu
Akademska misao
Beograd, 2026.

Dr Mihailo Muravljov, 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
Drugo izdanje

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 Jovović, mast.inž.arh.

Izdavači:
Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu
Akademska misao, Beograd

Za izdavače:
Dekan, prof. dr Branislav Bajat, dipl.geod.inž.
Marko Vujadinović, dipl. inž.

Štampa:
Planeta print, Beograd
Tiraž 300 primeraka

Godina izdanja:
2026.

ISBN 978-86-6200-093-4

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, sigirnosti 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 postojećimm 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 popravljanje 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 prilozima 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 svojevrstan 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. 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

PREDGOVOR DRUGOM IZDANJU

Drugo izdanje ove knjige predstavlje delimično izmenjeno i dopunjeno prvo izdanje. Ispravljene su štamparske i druge greške evidentirane u prvom izdanju i dodati još neki praktični primeri sanacija konstrukcija.

Zahvaljujem se svojim saradnicima i kolegama na ukazanim greškama u prvom izdanju i verujem da će drugo izdanje u potpunosti odgovarati svojoj nameni.

Beograd, septembra 2026. Boško Stevanović

SADRŽAJ

O P Š T I D E O

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 Prenošenje 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 prednaprezanja
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

P O S E B N I D E O

4. PRIMERI SANACIJA KONSTRUKCIJA I OBJEKATA IZ GRADITELJSKE PRAKSE

4.1 Sanacija drvene međuspratne konstrukcije osnovne škole u Aranđelovcu
4.2 Sanacija dimnjaka u toplani Konjarnik u Beogradu
4.3 Sanacija krovne konstrukcije od lepljenog lameliranog drveta bazena u Obrenovcu
4.4 Sanacija lučnog mosta preko reke Lepenice u Kragujevcu
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 smedrevske tvrđave
4.10 Sanacija dva svetionika na ušću Tamiša u Dunav
4.11 Sanacija zidanog dimnjaka visine 105m bloka 100 mw TEKO a 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 Đilas 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
4.22 Sanacija drumskog mosta preko kanala DTD u selu Jankov Most

OPŠTI DEO

1. UVOD

Za razliku od niz**a** intervencija koje se iz vrlo različitih razloga izvode na već gotovim građevinskim konstrukcijama i objektima (rekonstrukcije, adaptacije i drugo), pod sanacijama se podrazumeva izvođenje građevinskih radova na objektima koji su već u eksploataciji (a u nekim slučajevima i na objektima u fazi građenja), pri čemu sanacione intervencije podrazumevaju radove koji se vrše isključivo u cilju popravke stanja konstrukcija, uz uslov da se time ne menjaju ni spoljašnji izgled objekta niti njegova funkcija.

Ovde se napominje da će se u daljem kao **građevinske konstrukcije** smatrati složeni građevinski elementi koji sa drugim građevinskim elementima, raspoređenim i međusobno povezanim na određene načine, formiraju izvestan **građevinski objekat**, a što drugim rečima znači da se može smatrati da se svaki građevinski objekat u opštem slučaju sastoji od većeg broja različitih građevinskih konstrukcija. Na primer, ako je reč o objektima tipa zgrada, u njihov sastav ulaze sledeće građevinske konstrukcije: temelji, zidovi, stubovi, međuspratne konstrukcije, krovne konstrukcije i drugo. U praksi se, međutim, vrlo često pojedini specifični objekti u celini, a ponekad i celokupne zgrade, tretiraju kao određene građevinske konstrukcije; međutim, ima i drugačijih primera-visoki dimnjaci, antenski stubovi i sl. (koji su već sami po sebi složeni, pa bi ih trebalo smatrati za skupove nekoliko posebnih konstrukcijskih elemenata)- često se tretiraju kao građevinski objekti.

Generalno, radovi na sanacijama građevinskih konstrukcija i objekata mogu se podeliti na:

A. - *reparaturne* sanacije, koje se izvode radi produženja upotrebljivosti i trajnosti objekata. Tu se, uglavnom, podrazumevaju manje (manje - više „kozmetičke“) intervencije - popravke lokalnog karaktera koje se po pravilu mogu izvoditi u sklopu redovnog održavanja objekata;

B. - *konstrukcijske* sanacije, koje se izvode radi popravke stanja, koja su u principu takva da mogu da dovedu u pitanje nosivost i sigurnost, a u nekim slučajevima i funkcionalnost i upotrebljivost, konstrukcija i objekata. Na primer, konstrukcijske sanacije se izvode i u slučajevima kada usled izvesnih razloga konstrukcije u eksploataciji pokazuju preterano velike deformacije, koje mogu bitno da utiču na njihovu upotrebljivost i funkcionalnost.

U konstrukcijske sanacije ubrajaju se i mnoge druge intervencije koje, mada najčešće lokalnog karaktera, po svom efektu mogu da dovedu do pojava tzv. „opasnih preseka“ u konstrukcijama, a koji kao takvi, mogu da budu od uticaja na njihovu nosivost i sigurnost.

Konstrukcijske sanacije konstrukcija i objekata u pretežnom broju slučajeva podrazumevaju i različite vidove ojačavanja konstrukcija, a što se uvek preduzima u situacijama kada je stanje konstrukcije koja se sanira takvo da ona, koja eventualno ranije nije imala zadovoljavajuću nosivost i sigurnost, nakon sanacije dobije neophodnu, a, eventualno i povećanu nosivost i sigurnost. Stoga je, dakle, u okviru radova na sanacijama prisutnih oštećenja, u pojedinim slučajevima neophodno preduzimanje i odgovarajućih intervencija radi obezbeđenja ranije nedostajućih, a prema novim zahtevima čak i povećanih nosivosti i sigurnosti.

Drugim rečima, konstrukcijske sanacije, bez obzira na uslove pod kojima se izvode, podrazumevaju da u okviru određene konstrukcije, a po završtku sanacione intervencije, u svim presecima, bude zadovoljena relacija

$$S_d \leq R_d,$$

gde je:

S_d - proračunska vrednost uticaja u elementu od spoljašnjih opterećenja (dejstava),
R_d - proračunska vrednost nosivosti elementa.

Pored toga, po završetku sanacionih intervencija sanirane konstrukcije (a u nekim slučajevima i ojačane konstrukcije), moraju da zadovolje i uslove zahevanih deformacija.

Generalno, uzroci koji dovode do potreba pristupanja konstrukcijskim sanacijama uglavnom su sledeći.

1. Greške pri projektovanju

- Nedovoljno kvalitetne podloge vezane za lokaciju objekta i geotehničke uslove;
- Neadekvatan izbor materijala, konstrukcijskih rešenja, proračunskih modela i opterećenja;
- Računske greške;
- Pogrešno konstruisanje i oblikovanje pojedinih detalja.

2. Greške pri građenju (izvođenju) objekata

Ove greške najčešće su vezane za kvalitet ugrađenih materijala, ostvarenu geometriju konstrukcije i izvođenje veza.

3. Neadekvatna eksploatacija objekata

- Promena namene objekata, koja za posledicu, između ostalog, može da ima povećanje korisnog i/ili stalnog opterećenja;
- Promena geometrije objekata, odnosno promena organizacije prostora dodavanjem novih zidova, izradom novih otvora u međuspratnim konstrukcijama ili zidovima i dr;
- Promena statičkog sistema dodavanjem ili ukidanjem nekih konstrukcijskih elemenata.

4. Neadekvatna zaštita i održavanje objekata

Ovaj slučaj odnosi se, između ostalog, i na oštećenja prouzrokovana kvašenjima usled neispravnih instalacija vodovoda, kanalizacije i sl.

5. Spoljašnja dejstva: kiša, sneg, led, vetar, sunce, biotički faktori (kod drveta) i dr.

6. Dejstva različitih agresivnih hemijskih agenasa

Ovo se uglavnom javlja kod industrijskih objekata, bazena, cevovoda i slično (soli, kiseline, hlor i drugo).

7. Incidentna dejstva

Ovde spadaju zemljotresi, klizanja terena, likvefakcije, razorni vetrovi, požari, eksplozije, udari vozila u objekat, udari plovnih objekata u stubove mosta, ratna razaranja i drugo.

Generalno, svaka sanacija, a što se posebno odnosi na konstrukcijske sanacije, obavezno treba da se izvodi na bazi posebne tehničke dokumentacije - *Projekta sanacije* - koji, u opštem slučaju, mora da bude zasnovan na ulaznim podacima, odnosno na sledećim podlogama:

- projektni zadatak,
- projekat postojeće konstrukcije,
- izveštaj o pregledu i proceni stanja konstrukcije (koji uključuje i rezultate ispitivanja relevantnih materijala),
- geotehničke podloge (eventualno-u zavisnosti od vrste konstrukcije i prirode njenih oštećenja),
- geodetski snimak konstrukcije (eventualno),
- ostale potrebne podloge.

U slučaju kada ne postoji projekat postojeće konstrukcije, potrebno je, između ostalog, izvršiti:

- detaljno snimanje geometrije postojećih elemenata konstrukcije,
- „štemovanje“ - otkrivanje armature radi utvrđivanja vrste, broja i prečnika prisutnih šipki (važi za armiranobetonske konstrukcije),
- izradu istražnih jama (eventualno) radi utvrđivanja stanja materijala temelja, dimenzija temelja, kote fundiranja i drugo.

Izrada projekta sanacije je u opštem slučaju uvek složen problem, što se prevashodno odnosi na projekte konstrukcijskih sanacija koji su po pravilu složeniji od problema izrade projekta neke nove konstrukcije. Taj posao zahteva vrlo solidno poznavanje većeg broja konstrukcijskih disciplina, kao što su opšta teorija konstrukcija, armirnobetonske, prednapregnute, čelične, drvene konstrukcije i drugo. Pored navedenog, potreban je i visok stepen znanja iz oblasti građevinskih materijala i tehnologije građenja.

Pre pristupanja izradi nekog projekta konstrukcijske sanacije treba dobro upoznati originalnu projektnu dokumentaciju, pri čemu je u okviru tog projekta, a imajući u vidu i njegovu realizaciju, naročito važno pravilno koncipiranje i izvođenje pojedinih konstrukcijskih detalja.

Kako se konstrukcijske sanacije izvode na postojećim objektima, to znači da će konstrukcije koje se saniraju (a u nekim slučajevima i ojačavaju) tokom tih radova uvek biti pod određenim opterećenjima. Stoga je neophodno tačno poznavanje početnih naponsko-deformacionih stanja konstrukcijskih elemenata na kojima se interveniše - tzv. „nultih“ stanja, koja će biti osnove za superpoziciju sa uticajima izazvanim u toku i po završetku sanacionih intervencija.

U svakom slučaju, načini sanacije konstrukcija i objekata obavezno treba da budu usklađeni sa odgovarajućim propisima, međutim, nikad se ne sme zanemariti činjenica da konačno rešenje načina sanacije treba da bude zasnovano na odgovarajućem proračunu i inženjerskoj

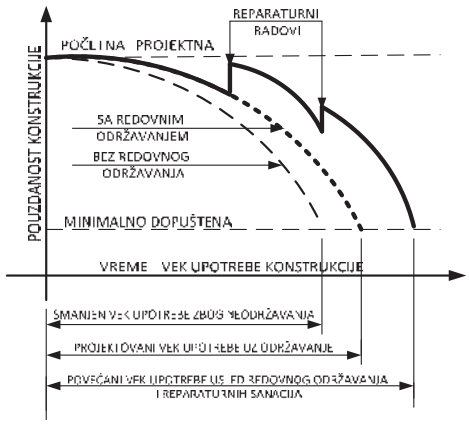
odluci. Pri tome, treba težiti (ako je to moguće) da radovi na sanaciji, u najmanjoj mogućoj meri, ometaju normalan život i rad (funkcionisanje) korisnika objekta.

2. PRIMERI OŠTEĆENJA KONSTRUKCIJA I OBJEKATA

2.1 Oštećenja lokalnog karaktera i reparaturne sanacije

2.1.1 Uvod

Kao što je rečeno, reparaturne sanacije se izvode radi produženja upotrebljivosti i trajnosti objekata, pri čemu se tu, uglavnom, podrazumevaju intervencije na manjim defektima površinskog ili strogo lokalnog karaktera. Reč je, naime, o oštećenjima koja ne dovode u pitanje nosivost i sigurnost konstrukcija, pri čemu se te intervencije najčešće izvode u sklopu redovnog održavanja objekata. Ovi radovi su u opštem slučaju od izuzetnog značaja, pošto oni u velikoj meri utiču na trajnost i funkcionalnost objekata. Na slici 2.1. prikazan je uticaj održavanja, odnosno izvođenja reparaturnih sanacija, na trajnost, odnosno produženje veka upotrebe nekog objekta.



Slika 2.1. Uticaj izvođenja reparaturnih sanacija na trajnost objekata

S obzirom da će težište izlaganja u ovoj knjizi biti na konstrukcijskim sanacijama, oštećenja lokalnog karaktera i reparaturne snacije konstrukcija neće se detaljnije elaborirati, već će o njima u daljem biti rečeno samo najkraće.

Ovde se napominje da se reparaturne sanacije često izvode (ukoliko su potrebne) i pre puštanja objekata u eksploataciju (na primer, u slučaju prisustva manjih defekata uočenih nakon završetka betoniranja neke konstrukcije), ali da se one, kao što je već rečeno, najčešće izvode u okviru tekućih (redovnih) održavanja objekata, što je najprihvatljivije kako sa tehničko - tehnološkog tako i sa ekonomskog aspekta.

Reparaturne sanacije uvek se moraju posmatrati u funkciji konstrukcija o kojima je reč, a što je i logično, pošto oštećenja konstrukcija, zbog kojih se sprovode takve sanacije, bitno zavise od materijala konkretnih konstrukcija. Drugim rečima, reparaturne sanacije su bitno različite

na područjima betonskih, drvenih, zidanih, čeličnih ili konstrukcija neke druge vrste, a što će u daljem biti ilustrovano primerima.

2.1.2 Betonske konstrukcije

Ako se radi o betonskim konstrukcijama, reparaturne sanacije se sprovode na različitim oblicima manje - više lokalnih defekata, kao što su zone segregacije, lokalna oštećenja usled mehaničkih uticaja (udara), površinske destrukcije usled nedovoljnih zaštitnih slojeva betona i delovanja nekih agresivnih agenasa, vlage i slično. U svakom slučaju, lokalna oštećenja koja podležu reparaturnim sanacijama ne smeju da uslove pojave tzv. „opasnih preseka“ u kostrukcijama, tako da budu od značajnog uticaja na njihovu nosivost i sigurnost.

Defekti koji podležu reparaturnim sanacijama najčešće se saniraju primenom određenih reparaturnih masa (maltera) i/ili zaštitnih premaza, dok se eventualne sitne prsline (prevashodno „plitke“ - uglavnom nastale usled skupljanja betona), saniraju različitim postupcima zaptivanja odgovarajućim injekcionim i/ili zaptivnim masama.

Napominje se da će se ovde kao prsline tretirati oštećenja kod kojih su otvori $a \leq 0{,}5$mm, pri čemu treba uzeti u obzir da se prema klasičnoj teoriji armiranog betona prsline sa otvorima $a < 0{,}3$mm najčešće smatraju za potpuno regularne. Stoga one, kao takve, u uslovima neagresivnih ili slabo agresivnih sredina, u najvećem broju slučajeva i ne zahtevaju intervencije „zatvaranja“ (epoksidnim smolama, poliuretanima i drugim injekcionim materijalima). One bi, eventualno, kao i prsline sa otvorima do 0,5 mm, mogle da budu injektirane ili na neki drugi način zatvorene (zaptivene) isključivo radi zaštite ugrađene armature od korozije, ili pak injektirane radi eventualnog sprečavanja prodora vode.

Ovde se takođe napominje da se neke betonske konstrukcije, zavisno od stepena agresivnosti sredine u kojoj će „živeti“, u novije vreme, i pre početka eksploatacije, štite odgovarajućim postupcima - najčešće primenom odgovarajućih premaznih sredstava. U takvim slučajevima bitno je da se u okviru tekućih (redovnih) održavanja objekata sprovodi permanentno obnavljanje izvedenih zaštita, što u principu treba smatrati za izvođenje reparaturnih sanacija. U novije vreme, međutim, i betonske konstrukcije koje egzistiraju u uslovima normalnih sredina (ne posebno agresivnih), vrlo često se već na početku životnog veka površinski obrađuju određenim zaštitinim premazima u cilju produženja njihove upotrebljivosti i trajnosti. Stoga se i u takvim slučajevima rad na održavanje izvedenih zaštita u principu može smatrati za izvođenje reparaturnih sanacija.

U praksi ima i slučajeva kada se iz razloga povećanja trajnosti i upotrebljivosti, pojedine betonske konstrukcije štite i različitim oblogama značajnijih debljina. Takav je slučaj sa visokim armiranobetonskim dimnjacima čije se unutrašnje površine obziđuju određenim elementima koji će biti u stanju da se odupru kako visokim temperaturama, tako i agresivnom delovanju dimnih gasova. Podrazumeva se, logično, da i ovakve obloge u toku eksploatacije dimnjaka, a nakon obavljenih periodičnih pregleda, povremeno moraju da budu reparirane.

U pojedinim situacijama, osim sanacije betona, postoji i potreba sanacije „ogoljene“ armature prisutne u betonu koja je zahvaćena korozijom. U ovakvim slučajevima u okviru reparaturne