

**DIJAGNOSTIKA STANJA I PREDLOG MERA SANACIJE ZATVORENOG BAZENA U
BAČKOJ TOPOLI
DIAGNOSTICS AND PROPOSED MEASURES FOR REHABILITATION OF THE INDOOR
SWIMMING POOL IN BACKA TOPOLA**

Aleksandra Tadić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Rad čine dva dela. Prvi deo je teorijski, vezan za trajnost, procenu stanja i sanaciju betonskih konstrukcija. Drugi deo se odnosi na analizu same konstrukcije zatvorenog bazena, i sadrži sledeće: tehnički opis konstrukcije, procenu stanja objekta (sa fotografijama i naznačenim oštećenjima) na osnovu vizuelnog pregleda i predlog mera sanacije koje bi trebalo sprovesti. Predložene sanacione mere imaju za cilj da obezbede trajnost i upotrebljivost konstrukcije bazena.

Ključne reči: *Trajnost konstrukcije, procena stanja, sanacija, defekti, prsline, segregacija, betonska gnezda*

Abstract – *This thesis consists of two parts. The first part is theoretical, related to durability, condition assessment and rehabilitation of concrete structures. The second part refers to the analysis of the construction of the closed pool, and contains the following: technical description of the construction, assessment of the condition of the object (with photographs and indicated damages) based on a visual inspection and proposal measures for rehabilitation that should be implemented. The proposed remedial measures aim to ensure the durability and usability of the pool construction.*

Keywords: *Durability of structures, condition assessment, repair, defects, cracks, segregation, honeycombs in concrete*

1. UVOD

Predmetna konstrukcija je veliki bazen koji se nalazi u kompleksu „Zatvoreni bazen sa pratećim sadržajem i infrastrukturuom u bloku 2 - Faza 2“ u Bačkoj Topoli. Razlog za procenu stanja i sanaciju bili su vidljivi defekti i oštećenja konstrukcije nastali iz izgradnji konstrukcije.

2. OPŠTE O DIJAGNOSTICI STANJA BETONSKIH KONSTRUKCIJA

Dijagnostika stanja konstrukcija je utvrđivanje uzroka nastalih oštećenja i ocena stvarnog stanja konstrukcije. Predstavlja složen proces i obuhvata čitav niz aktivnosti.

Trajnost konstrukcije je njena sposobnost da usled očekivanog opterećenja i dejstava iz okoline tokom

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Danijel Kukaras, red. prof.

upotrebe zadrži zahtevani nivo sigurnosti i upotrebljivosti i odgovarajući izgled bez povećanih troškova za održavanje i popravke. U građevinskoj praksi se najčešće koristi termin oštećenje, koji obuhvata različite nedostatke izazvane spoljnim opterećenjem i uslovima sredine, kao i ljudskim greškama pri projektovanju i građenju.

Ukoliko se osnovnim pregledom utvrde nedostaci koji mogu uticati na ispunjenje osnovnih zahteva, kao i pravilnog funkcionisanja objekta, potrebno je sprovesti dodatne kontrole i ispitivanja.

Glavni pregled konstrukcije obuhvata:

- uvid u dokumentaciju objekta, uređaja i opreme (tehnička dokumentacija, građevinski dnevnik, izjave, potvrde, izveštaji, fotodokumentacija, nalozi, zapisnici...),
- vizuelni pregled,
- merenja i ispitivanja.

Prilikom vizuelnog pregleda objekta mogu se uočiti sledeći parametri stanja konstrukcije:

- Defekti - posledica grešaka u fazi projektovanja i fazi izvođenja ili usled neodgovarajućih materijala. Manifestuje se kao: betonska gnezda, zone segregacije, nedovoljna debljina zaštitnog sloja betona...

- Prsline - najkorisnije za preliminarnu dijagnozu betonskih konstrukcija. Podaci o položaju, orijentaciji, širini i dužini karakterističnih prsline, treba da budu zabeleženi. Važna je starost konstrukcije pri kojoj su se prsline prvi put pojavile.

- Oštećenja betona (odvajanje površinskog sloja betona, ljuskanje, otpadanje, pojava lokalnih rupa - "kokica", promena boje, itd.).

- Tragovi curenja, vlažne mrlje ili krečnjačke naslage na konstrukciji moraju se zabeležiti. Značaj registrovanja prisustva vlage - oštećenja se obično koncentrišu u vlažnim zonama.

- Korozija armature (mrlje od rđe, prsline duž armature, odvajanje i raslojavanje zaštitnog sloja betona i vidljive korodirale šipke).

- Znakovi prethodnih „popravki“ na konstrukciji se moraju otkriti.

- Položaj i stanje dilatacija (bitno zbog mogućeg procurivanja i zbog sprečenog slobodnog pomeranja delova mosta).

- Provera stanja ležišta (mogu se pojaviti dodatna naprezanja u konstrukciji).

Postoje dve vrste sanacije betonskih konstrukcija, a to su: nekonstrukcijska i konstrukcijska sanacija. Nekonstrukcijska sanacija se primenjuje u cilju produženja upotrebljivosti i trajnosti objekata, obuhvata popravku - reparaciju oštećenih površina betona i armature, bez promene konstrukcijskog sistema i/ili dodavanja nove armature. Konstrukcijska sanacija se primenjuje prvenstveno u slučajevima kada je narušena nosivost i sigurnost betonskih konstrukcija.

Prilikom sanacije mora se obezbediti da izabrani materijal bude kompatibilan sa betonskom podlogom, što je osnovni uslov obezbeđenja trajnosti sanirane konstrukcije. Kompatibilnost predstavlja balans između: fizičkih, mehaničkih, hemijskih, elektrohemijskih svojstava i dimenzionog ponašanja „novog” i „starog” materijala.

Mehanička svojstva koja se zahtevaju od reperaturnih materijala su nošenje i transfer opterećenja i prihvatanje odnosno odupiranje naponima koji su izazvani sprečenim zapreminskim promenama.

Svojstva potrebna za izvođenje, odnosno primenu, su svojstva koja se odnose na svojstva reperaturnih materijala u početnom periodu: ugradljivost – plastičnost, vreme početka vezivanja, zahtevi za negom. Izbor reperaturnih materijala za površinsku sanaciju treba da se bazira na određenim kriterijumima za fizička svojstva (npr. skupljanje, adhezija, modul elastičnosti).

Reparaturni materijali se, u odnosu na ostvarivanje dobre adhezije sa podlogom, mogu podeliti u dve grupe:

-reparaturni materijali koji ne zahtevaju nanošenje posebnog sloja za povećanje prionljivosti za betonsku podlogu i

-reparaturni materijali koji zahtevaju nanošenje posebnog sloja za povećanje prionljivosti za betonsku podlogu.

Nakon procene stanja elemenata AB konstrukcije na kojima su registrovane prsline i definisanja uzroka njihovog nastanka, može se odabrati odgovarajuće tehnika sanacije prsline: injektiranje injekcionim masama na bazi cementa ili polimera, gravitacionim nalivanjem, popunjavanjem malterima, zasecanje i zapunjavanje, „ušivanje“, premošćavanje pomoću dodatne armature, pomoću impregnacije polimerima, oblogama i površinskim premazima, kombinacijama navadenih metoda.

3. TEHNIČKI OPIS KONSTRUKCIJE



Slika 1. Spoljašnja fasada kompleksa bazena

3.1. Lokacija objekta

Kompleks zatvorenog bazena se nalazi na katastarskoj parceli 5317/3, katastarska opština Bačka Topola – grad.

3.2. Opis konstrukcije

Konstruktivni sistem objekta je skeletni i fundiran je na šipovima sa naglavnicama. Osnova objekta je generalno pravougaonog oblika, gabaritnih dimenzija 50.8x52.5 m u osnovi i dodatkom dela kod vetrobrana dimenzija 2.5x6.25 m. Dimenzije velikog bazena u osnovi su 22.00x26.00 m i dubine od 1.4 m do 1.8 m. Bazen je izgrađen od armiranog betona.



Slika 2. Unutrašnjost kompleksa - veliki bazen

4. PROCENA STANJA KONSTRUKCIJE BAZENA

Procena stanja predmetne konstrukcije velikog bazena se sastoji od sledećeg:

- Vizuelni, makroskopski pregled, pregled izvedene AB konstrukcije i upoređivanje projektovane konstrukcije sa izvedenom AB konstrukcijom i ocenom stanja konstrukcije u cilju sagledavanja mogućnosti procene stanja i ispitivanja konstrukcije nedestruktivnim metodama,

-Ispitivanje konstrukcije nedestruktivnim metodama (profometar i sklerometar),

- Analiza rezultata i predlog aktivnosti i popravki koje su potrebne za dovođenje predmetne konstrukcije u stanje podobno za nastavak radova.

4.1. Vizuelni pregled objekta

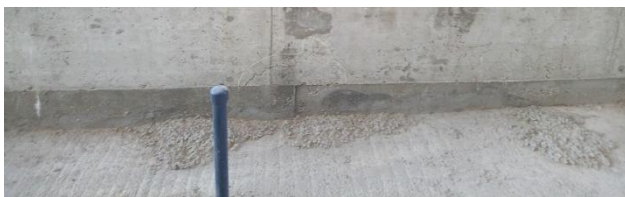
U toku pregleda konstruktivnih elemenata nisu uočena oštećenja koja bi ukazivala na opšti pad nosivosti ali su identifikovani sledeći defekti:

- Loše izvedeni nastavci betoniranja,



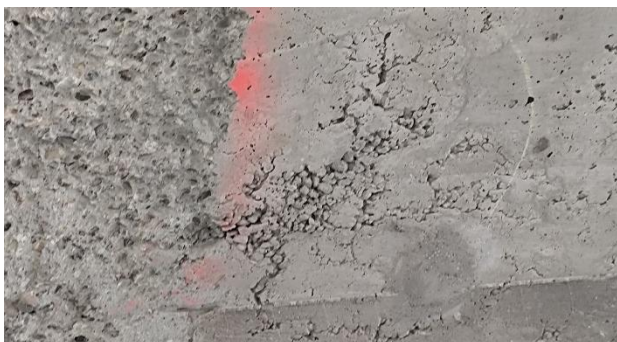
Slika 3. Loše izvedeni nastavci betoniranja

- Vidljivi ostaci betona u vidu gomilica na spojevima vertikalnih zidova bazena i donje ploče,



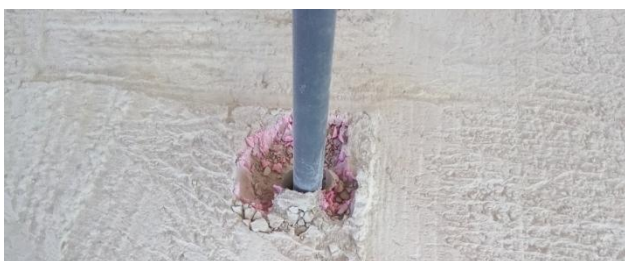
Slika 4. Ostaci betona nakon ugradnje

- Segregacija i betonska jezgra,



Slika 5. Betonsko gnezdo

- Nepravilne ivice otvora za hidrotehničke instalacije, ostaci stirodura u otvorima, na nekim mestima oštećena armatura,



Slika 6. Obrada prodora kroz donju ploču velikog bazena – nepravilan gornji deo otvora i tragovi stirodura

- Na vertikalnim zidovima bazena su vidljive vertikalne prsline koje se mestimično prostiru od vrha do dna bazena a na nekim mestima se završavaju u gornjoj zoni zida, od vrha pa do mesta nastavka betoniranja. Ove prsline su uglavnom ravnomerno raspoređene, na međusobnom razmaku od 2 do 3 m, po celom obodu bazena. Širina ovih prsline je relativno mala, oko 1 mm, ali se prostiru celom debljinom zida pa je izvesno da će kroz njih doći do procurivanja vode iz bazena.



Slika 7. Prsline u zidovima velikog bazena

4.2. Ispitivanje i položaj armature

Ispitivanje i položaj armature je izvršeno pomoću uređaja „BoschWallscanner D-tect SV“. Položaj i raspored armature je proveren na nekoliko karakterističnih mesta. Zaključak ispitivanja je da položaj i raspored armature odgovara projektovanom.

4.3. Ispitivanje površinske čvrstoće betona primenom sklerometra

Nakon provere površinske čvrstoće betona na 21 mernom mestu konstatovano je da dobijeni rezultati odgovaraju zahtevanim pri čemu rezultati ukazuju na postignutu klasu betona C30/37, izuzev na MM18 i MM19 gde je izmerena klasa čvrstoće C25/30.

4.4. Zaključak o sprovedenoj dijagnostici stanja i predlog sanacije AB konstrukcije velikog bazena

Na osnovu sprovedene dijagnostike stanja i prikazanih rezultata zaključuje se da nosivost ispitane konstrukcije nije ugrožena ali su utvrđeni nedostaci koji imaju negativan uticaj na trajnost i upotrebljivost predmetne konstrukcije bazena. Predlaže se sprovođenje sledećih radova na postojećoj konstrukciji zbog kvalitetnije izrade obloga bazena (blindiranje prslina trakama, reprofilacija, hidroizolacija i dr.):

- zbog bolje veze postojeće konstrukcije sa narednim slojem, a sa ciljem uklanjanja cementnog mleka, oplatnog ulja i eventualno nevezanih delova betona potrebno je površine tretirati nekom od abrazivnih metoda (brušenje, peskarenje i/ili primena vode pod pritiskom);
- injektiranje prslina;
- zapunjavanje i reprofilacija trošnih/oštećenih površina betona kao i popravka neadekvatno izvedenih otvora za hidrotehničke i elektrotehničke instalacije.

5. MERE SANACIJE

5.1. Sanacija betonskih gnezda, segregacije

Prvi korak pri sanaciji bilo kog defekta betona obuhvata pažljivo uklanjanje trošnog betona i nečistoća sledećim metodama: ručnim štemovanjem, pneumatskim čekićem, vodom pod pritiskom, peskarenjem. Beton se uklanja sve dok iz cementnog kamena ispadaju cela zrna agregata, odnosno dok zrna agregata ne počnu da se lome. Popunjavanje odštemovanih delova sa zidova bazena i nanošenje novog zaštitnog sloja planirano je mikroarmiranim reparaturnim malterom RM2 – klasa čvrstoće R4 prema EN 1504.

5.2. Sanacija otvora za hidrotehničke instalacije u donjoj ploči bazena

Nakon uklanjanja ostataka betona i ostalih nečistoća pre same sanacije neophodno je izvršiti čišćenje armature u zonama u kojima je došlo do otkrivanja armature i/ili prekida šipki prilikom formiranja otvora za hidrotehničke instalacije. Čišćenje „otkrivene“ armature se izvodi žičanim četkama, ručno ili mehanički. Zatim se šipke premazuju sredstvima za antikorozijsku zaštitu i obezbeđenje bolje prionljivosti. U slučajevima gde je armatura bila prekinuta, izvršeno je nastavljavanje armature zavarivanjem. Za popunjavanje odštemovanih delova

sloja korišćen je mikroarmirani reparaturni malter RM2 – klasa čvrstoće R4 prema EN 1504.

5.3. Sanacija prslina u zidovima velikog bazena

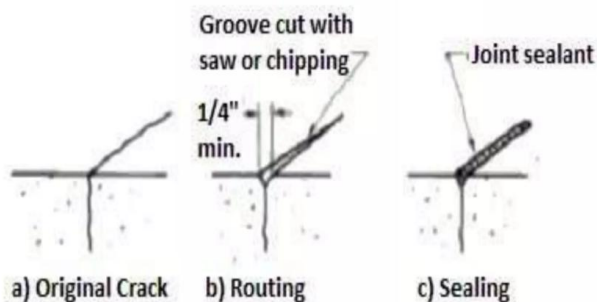
Ciljevi injektiranja prslina u betonu su: postizanje nepropustljivosti i vodonepropustljivosti betona, sprečavanje prodora agresivnih materija u beton radi sprečavanja pojave korozije betona i/ili armature, ojačavanje konstrukcija vraćanjem integriteta betona.

U zavisnosti od veličine i položaja prslina na zidovima bazena, primenjeni su sledeći postupci sanacije:

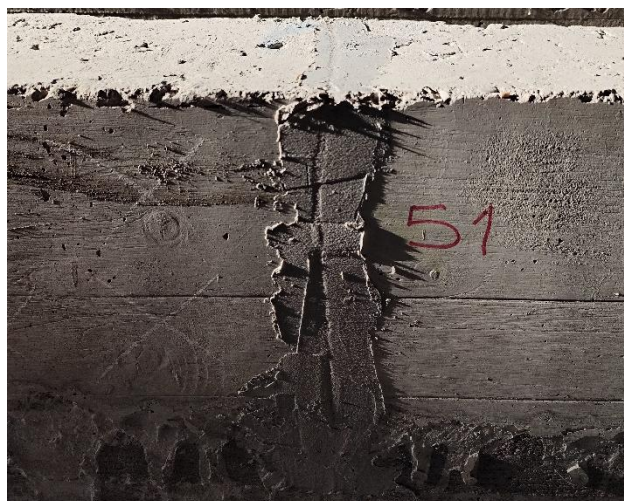
- Injektiranje injekcionim masama na bazi cementa i polimera (epoksidima), kod prslina koje se protežu celom visinom zida, i dublje u betonski presek,
- Zasecanje i zapunjavanje, kod prslina pri vrhu zida.

Za injektiranje predmetnih prslina korišćene su superfluidne epoksidne smole (npr. „EpoJet“ MAPEI). Odabrana injekciona masa za prenos sile ima oznaku „F“. Opšta procedura injektiranja epoksidnim materijalima, prema ACI 503R, sastoji se od: čišćenje prslina, zapunjavanje – zatvaranje prslina na površini betona, bušenje otvora i postavljanje ulivnih dizni, mešanje epoksida, injektiranje epoksidima, uklanjanje ulivnih dizni i zaptivne mase sa površine betona. Odprašivanje formiranih kanala (4x4 mm, sa obe strane) izvršeno je komprimovanim vazduhom. Kanal se formira na površini AB elementa, duž prslina, zasecanjem prslina testerom za beton. Ulivne dizne (injektor) postavljaju se u rupe izbušene koso, naizmenično sa obe strane prslina. Ugao bušenja je 45°. Prslina su injektirane pumpama niskog pritiska (do 5 bara). Sa procesom injektiranja se započinje od najnižeg injekcionog otvora i injektira se sve dok se injekciona masa ne pojavi na prvom injekcionom otvoru iznad. Donji injektor se zatvara a proces se nastavlja sve dok se prslina potpuno ne „napuni“ i dok se ne zatvore ulivne dizne. Nakon 12h od završenog injektiranja, odnosno isteka vremena potrebnog za očvršćavanje epoksida, može se ukloniti masa kojom je površinski zapunjena prslina.

Sanacija prslina metodom zasecanja i zapunjavanja sastoji se iz sledećih operacija: proširivanje vidljivog dela prslina i zapunjavanje odgovarajućom masom. Proširivanje vidljivog dela prslina se sastoji u formiranju kanala na površini dubine 4x4 mm. Za izvođenje ove operacije korišćena je testera za beton. Formirani kanal se zatim čisti komprimovanim vazduhom. U ovako pripremljen žljeb ugrađuje se masa za zapunjavanje. Kao masa za zapunjavanje korišćena je epoksidna smola.



Slika 8. Sanacija prslina zasecanjem i zapunjavanjem [2]



Slika 9. Izgled zapunjene prsline

6. LITERATURA

- [1] Prof. dr Danijel Kukaras, Doc. dr Slobodan Šupić, predavanja sa predmeta “Trajnost i procenja stanja betonskih konstrukcija”, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [2] Prof. dr Vlastimir Radonjanin, Prof dr. Mirjana Malešev, predavanja sa predmeta “Sanacija betonskih konstrukcija”, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [3] Prof. dr Danijel Kukaras, Centar za konstrukcije DOO Subotica, Izveštaj „Dijagnostika stanja i predlog popravki AB konstrukcije zatvorenih bazena u Bačkoj Palanci“
- [4] https://youtu.be/DnqcCiEoH48?si=Uc_pwVU_hACDuNfN

Kratka biografija:



Aleksandra Tadić rođena je u Loznici 1997. god. Osnovne akademske studije završila je na Fakultetu tehničkih nauka 2022. godine, iz oblasti građevinarstva – konstruktivni smer. Iste godine upisuje, master akademske studije, smer – konstrukcije koje završava 2024. godine sa nazivom master rada “Dijagnostika stanja i predlog mera sanacije zatvorenog bazena u Bačkoj Topoli”.