

**PROCENA STANJA I SANACIJA AB KONSTRUKCIJE DOMA ZDRAVLJA U KULI SA OJAČANJEM TEMELJNOG TLA****ASSESSMENT AND REPAIR OF THE RC STRUCTURE OF THE PUBLIC HEALTH CENTER IN KULA WITH STRENGTHENING OF THE FOUNDATION SOIL**Slobodan Stojanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

**Kratak sadržaj** – Rad se sastoji iz teorijsko-istraživačkog i praktičnog dela. U teorijsko-istraživačkom delu su date karakteristike lesnog tla sa terenskim ispitivanjima i metodama poboljšanja svojstva lesnog tla. U praktičnom delu je urađena procena stanja AB konstrukcije objekta Doma zdravlja u Kuli. Kako bi se utvrdio stepen oštećenja i dao predlog sanacionih radova, sproveden je detaljan vizuelni pregled svih dostupnih elemenata konstrukcije i pregradnih zidova. Zaključeno je da na AB elementima i pregradnim zidovima postoje vidna oštećenja. Na osnovu analize registrovanih oštećenja i rezultata nedestruktivnih metoda ispitivanja dat je predlog sanacionih mera u cilju povećanja trajnosti, sigurnosti i upotrebljivosti AB konstrukcije.

**Ključne reči:** lesno tlo, procena stanja, oštećenja, sanacija, pregradni zidovi

**Abstract** – The paper consists of theoretical research and professional work. The theoretical research part describes the characteristics of loess soil with terrain tests and methods to improve the properties of loess soil. The professional part contains an assessment of the condition of the RC load-bearing structure of the Public Health Center in Kula. A detailed visual inspection of all structural elements and partition walls was conducted to determine the degree of damage and to make a proposal for repair works. The conclusion is that there are visible damages on the RC elements and partition walls. Based on the analysis of the registered damages and results of non-destructive test methods, the repair measures were suggested to increase the stability, durability, and usability of the structure.

**Keywords:** loess soil, condition assessment, damages, repair, partition walls.

**1. KARAKTERISTIKE LESNOG TLA****1.1. Opšte karakteristike lesnog tla**

Les je eolska tvorevina i predstavlja makroporozno tlo koje, u prirodnom stanju, ima relativno veliku otpornost. Ova otpornost je posledica delimične cementacije granularnog skeleta. Usled povećanja vlažnost u lesu

slabljenje strukturnih veza je naročito izraženo kada je takvo tlo opterećeno. Posledice povećanja vlažnosti u lesu se manifestuju velikim sleganjem temelja i znatnim smanjenjem nosivosti tla.

**1.2. Terenska ispitivanja lesnog tla**

Terensko ispitivanje lesnog tla je vršeno, sa ciljem da se odrede njegove mehaničke osobine u prirodnim uslovima. Na lokaciji u Kuli, u neposrednoj blizini probnog opterećenja iskopan je sonažni bunar dubine 10 m, pri čemu je sa svakog metra isečena neporemećena kocka radi dobijanja mehanički neporemećenih uzoraka lesa. Osim toga, u blizini bunara izveden je opit dinamičke penetracije, opit statičke penetracije u prirodno vlažnim uslovima i opit statičke penetracije u uslovima provlaživanja lesnog tla.

Rezultati ispitivanja veličina zapreminskih težina u suvom stanju, prirodne vlažnosti i jednoaksijalnih čvrstoća do dubine od 10 m, pokazuju da se pri praktično istoj zapreminskoj težini i uz povećanje sadržine vode smanjuju vrednosti jednoaksijalnih čvrstoća.

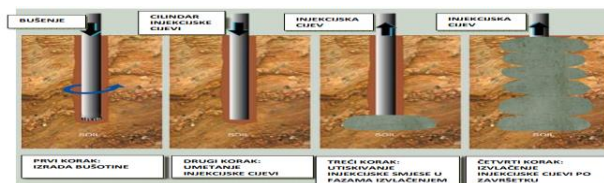
**1.3. Poboljšanje lesnog tla kao podloge za fundiranje**

Metode i tehnike poboljšanja svojstava tla mogu se generalno podeliti u četiri grupe:

Mehaničko poboljšanje, koje obuhvata:

- Tehnike plitkog zbijanja,
- Tehnike dubokog zbijanja (Slika 1) i
- Hidromehaničko zbijanje;

Hidrauličko poboljšanje,  
Fizičko i hemijsko poboljšanje i  
Poboljšavanje upotrebom dodataka.



Slika 1. Tehnika dubinskog zbijanja – kompaksijsko injektiranje

**2. TEHNIČKI OPIS KONSTRUKCIJE****2.1. Opis konstrukcije**

Kompleks Doma zdravlja sastoji se od dva objekta međusobno povezana u jednu celinu i trećeg koji je slobodnostojeći u odnosu na prva dva objekta. Ovi objekti

**NAPOMENA:**

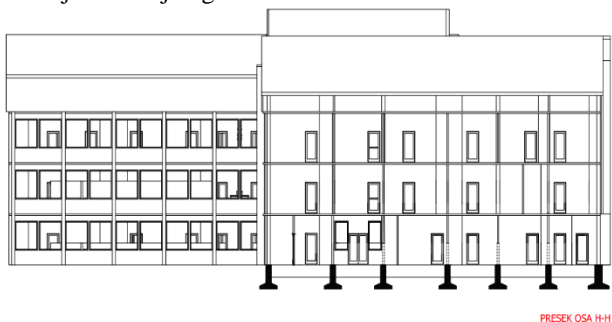
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Mirjana Malešev, red. prof.

se preko velikog hodnika spajaju međusobno i tako predstavljaju jednu jedinstvenu funkcionalnu celinu. (Slika 2, Slika 3).



Slika 2. Izgled objekta

Konstruktivni sistem objekta Doma zdravlja je skeletni, sastavljen od okvira (grede i stubovi) i izgrađen od armiranog betona. Međuspratna konstrukcija je monolitna armirano betonska krstasto armirana ploča. Opterećenje se preko armirano betonskih ploča prenosi na AB grede, a preko njih na AB stubove. AB Stubovi su pravougaonog poprečnog preseka, a grede su projektovane u sklopu međuspratnih konstrukcija. Temeljni zidovi su, takođe, armirano betonski, a ispod njih su izvedeni trakasti temelji, koji su međusobno povezani i ojačani kontragedama. Podna ploča prizemlja je izvedena kao plivajuća između trakastih temelja. U centralnom delu objekta, spratnosti P+3, nalazi se stepenište, lift okno i sanitarni čvor, a opterećenje u prizemlju primaju armirano betonski zidovi debljine  $d=25\text{cm}$ , da bi iznad prizemlja ti zidovi bili ozidani od opeke u produžnom malteru i ojačani mrežom vertikalnih i horizontalnih serklaža. Zidovi lift okna su od armiranog betona debljine  $d=16\text{cm}$ . Zidovi objekta su od opeke zidani u produžnom malteru. Pregradni zidovi u prizemlju oslanjaju se na trakaste temelje i temeljne grede.



Slika 3. Presek kroz osu H-H

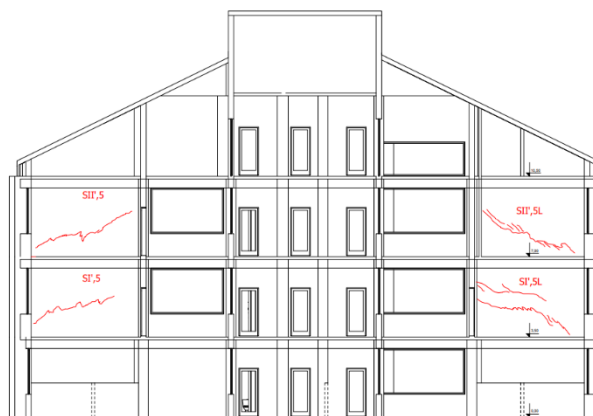
### 3. PROCENA STANJA OBJEKTA I VIZUELNI PREGLED DOSTUPNIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE OBJEKTA

S obzirom na to da su svi elementi noseće konstrukcije i pregradni zidovi omalterisani i/ili završno obojeni prisustvo eventualnih defekata koji potiču iz perioda građenja objekta nisu mogli biti registrovani.

Oštećenja koja su uočena su prsline i pukotine u zidanim elementima, tj. u pregradnim i fasadnim zidovima i u armiranobetonskim stubovima.

### 3.1. Procena stanja i vizuelni pregled zidanih elemenata

Vizuelnim pregledom detektovana su mnoga oštećenja u vidu prsline i pukotina u pregradnim i fasadnim zidanim elementima. Na narednim slikama (Slike 4 - 9) su ilustrovana opisana oštećenja.



PRESEK OSA 5'-5'

Slika 4. Poprečni presek kroz osu 5'-5'. Oštećenja u pregradnim zidovima od opeke



Slika 5. Poprečni presek kroz osu 5'-5'. Oštećenje SII',5L, kose pukotine u zidu



PRESEK OSA G-G

Slika 6. Podužni presek kroz osu G-G, h. Oštećenja u pregradnim zidovima od opeke



Slika 7. Podužni presek kroz osu G-G, h. Ozbiljno oštećenje zida SI, G, h (1;3) u vidu kosih pukotina



PRESEK OSA F-F

Slika 8. Podužni presek kroz osu F-F, h. Oštećenja u pregradnim zidovima od opeke

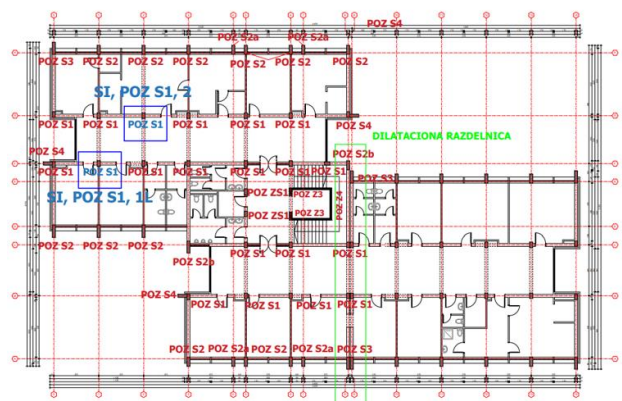


Slika 9. Podužni presek kroz osu F-F, h. Oštećenje zida SI, F, h (1;2), lom zida

### 3.2. Procena stanja i vizuelni pregled AB stubova

Slom betona, posmatran na nivou njegove strukture, nastaje razvojem mikroprrsline unutar cementnog kamena ili na spoju sa agregatom, gde načelno uzrok lomu betona uvek leži u dostizanju njegove zatezne čvrstoće, što je i u slučaju analiziranog objekta.

S obzirom na to da su svi elementi noseće konstrukcije omalterisani i završno obojeni, prisustvo oštećenja stubova su uočljiva na mestima gde je malter otpao usled napona smicanja, koji se pojavio na kontaktu sa betonskom površinom stubova, jer malterska obloga ne prati "rad" konstrukcije. Na mestima gde je malter otpao, uočena su oštećenja armirano betonskih stubova u vidu horizontalnih pukotina. Ovo oštećenje je uočeno na stubovima u osama (1; 2), u prizemlju, prvom i drugom spratu (Slika 10). Pukotine su širina otvora većih od 2 milimetara i koje prolaze po celom preseku stubova (Slika 11).



Slika 10. Osnova prvog sprata – označeni su AB stubovi koji su zadobili konstrukcijska oštećenja u vidu horizontalnih pukotina



Slika 11. Oštećenje armiranobetonskog stuba na prvom spratu – SI, POZ S1, 2, otpadanje maltera i horizontalne pukotine, zbog prekoračenja čvrstoće betona na zatezanje

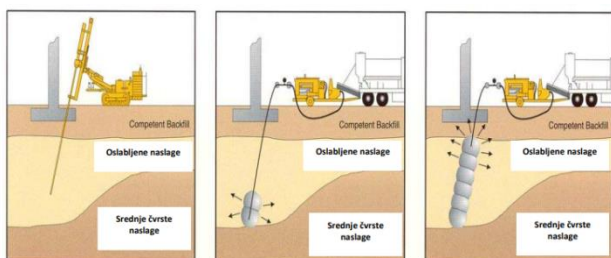
Na kraju je zaključeno da su nosivost, stabilnost, upotrebljivost i trajnost objekta ugroženi.

### 4. FAZE SANACIJE OBJEKTA DOMA ZDRAVLJA

Proces sanacije objekta Doma zdravlja u Kuli biće sproveden kroz niz aktivnosti koje će slediti jedna drugu, uz obezbeđenje svih mera bezbednosti i zdravlja na radu i poštovanja građevinskih propisa. Aktivnosti koje će slediti tokom procesa sanacije su hronološki pobrojane:

- Uklanjanje pregradnih zidova prizemlja, prvog i drugog sprata i malterske obloge sa oštećenih stubova;
- Montaža transportera za građevinski šut;
- Uklanjanje plivajuće podne ploče prizemlja;
- Iskop zemljišta do donje kote podložnog betona, pravljenje rampe radi ulaza mašina za sanaciju tla;
- Uklanjanje starih vodovodnih i kanizacionih instalacija;
- Sanacija lesnog tla ispod temelja objekta. Primena metode kompakcijskog injektiranja, slika 12;
- Plitko ili površinsko zbijanje lesnog tla;
- Kontrola zbijenosti lesnog tla;

- Nasipanje i zbijanje tucanika pre izvođenja sloja podložnog betona;
- Izrada podložnog betona;
- Priprema površine postojećih trakastih temelja i temeljnih greda za povezivanje sa novom temeljnom pločom;
- Bušenje rupa radi postavljanja ankera u postojeće temelje sa injektiranjem epoksidnih masa;
- Armiranje nove temeljne ploče;
- Nanošenje veze za spoj starog i novog betona i betoniranje temeljne ploče;
- Izrada hidroizolacije temeljne ploče, trakastih temelja i temeljnih greda i postavljanje geofilca radi zaštite hidroizolacije iznad temeljne ploče;
- Postavljanje nove vodovodne i kanalizacione instalacije, postavljanje cevi za dreniranje u slučaju havarija;
- Nasipanje peska unutar temelja;
- Zbijanje peska;
- Armiranje i betoniranje podne plivajuće ploče prizemlja sa ostavljanjem revizionih otvora;
- Priprema površine betona stubova za sanaciju i ispitivanje oštećenih AB stubova, pull off metodom;
- Konstrukcijska sanacija oštećenih stubova;
- Zidanje pregradnih i parapetnih zidova od gasbetona, postavljanje nove olučne instalacije;
- Izrada grubog razvoda elektro, vodovodnih i kanalizacionih instalacija;
- Zamena stolarije;
- Malterisanje zidova tankoslojnim malterom za gasbeton;
- Izrada nivelišućih podova prizemlja i spratova;
- Keramičarski radovi u sanitarnim prostorijama;
- Molerski radovi (gletovanje, krečenje);
- Izrada elastičnih poliuretanskih podnih Sistema;
- Ugradnja atmosferskih kanalicica oko objekta;



Slika 12. Ojačanje tla ispod postojećih temelja objekta i faze injektiranja

**Kompakcijsko injektiranje** je jedna od metoda mehaničkog poboljšanja tla dubokim zbijanjem. Koristi se kao metoda za poboljšanje svojstava tla, odnosno povećanje gustine i nosivosti tla zbijanjem. Ideja metode zasniva se na ubrizgavanju injektione smese pod velikim

pritiskom u tlo, kako bi se ojačale/ popunile oslabljene formacije tla.

Takođe se može primeniti kao ojačanje postojećih temelja nekog objekta, za izravnavanje i izdizanje terena pod opterećenjem,

## 5. ZAKLJUČAK

U radu su prikazani procena stanja i predlog sanacionog rešenja za AB konstrukciju sa ojačanjem temeljnog tla objekata Doma zdravlja u Kuli. Na osnovu svih prikupljenih podataka, dobijenih detaljnim vizuelnim pregledom i nedestruktivnim ispitivanjima, mogu se izvesti sledeći zaključci:

Nosivost, stabilnost, upotrebljivost i trajnost objekta su ugroženi;

Predlaže se konstrukcijska sanacija oštećenih AB stubova, konstrukcijskim injektiranjem horizontalnih pukotina epoksidima. Nakon injektiranja pukotine, AB stubove je potrebno utegnuti monoaksijalnim karbonskim tkaninama;

Takođe se predlaže kompakcijsko injektiranje, kao jedna od metoda mehaničkog poboljšanja tla dubokim zbijanjem, koristeći se za delove tla ispod stubova i temeljnih traka, kao i površinsko zbijanje peska pomoću valjaka.

Takođe se predlaže i prezidivanje svih ispucalih unutrašnjih i spoljašnjih zidova, koji su zadobili teška oštećenja - pukotine i /ili drobljenje osnovnog materijala zida.

Predloženim sanacionim rešenjem objekat Doma zdravlja u Kuli, može da se vratiti u stanje funkcionalnosti uz obezbeđenje trajnosti AB elemenata konstrukcije.

## 6. LITERATURA

- [1] Projektno tehnička dokumentacija Doma zdravlja u Kuli – Istorijski arhiv grada Sombora
- [2] Dušan Milović. Problemi fundiranja na lesnom tlu
- [3] Prof. dr. Biljana Kovačević Zelić. Poboljšanje svojstava tla i stjena.

### Kratka biografija:



**Slobodan Stojanović** rođen je u Vrbasu RS 08.06.1989. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo - Konstrukcije - Procena stanja i sanacija betonskih konstrukcija odbranio je 2021.god.

Kontakt:

[slobodanstojanovic025@gmail.com](mailto:slobodanstojanovic025@gmail.com)