

Процена стања и санација АБ конструкције јавног објекта у Новом Саду

The Assessment and Repair of RC Structure of Public Building in Novi Sad

Милутин Поповић, Слободан Шупић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Студијски програм – ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај: *Рад се састоји из истраживачког и стручног дела. У истраживачком делу је дат осврт на врсте и утицај дефеката на трајност АБ конструкција. У стручном делу је урађена процена стања АБ конструкције јавног објекта у Новом Саду. Како би се утврдио степен оштећења и дао предлог санационих радова, спроведен је детаљан визуелни преглед свих доступних елемената конструкције. На основу анализе регистрованих дефеката и оштећења, резултата теренских и лабораторијских испитивања, дат је предлог санационих мера у циљу обезбеђења носивости и трајности конструкције.*

Кључне речи: *Процена стања, санација, АБ, јавни објекат.*

Abstract: *The study consists of a research part and a professional (practical) part. The research part provides an overview of the types of defects and their impact on the durability of reinforced concrete (RC) structures. In the professional part, an assessment of the condition of an RC structure of a public building in Novi Sad is presented. In order to determine the level of damage and propose appropriate repair measures, a detailed visual inspection of all accessible structural elements was conducted. Based on the analysis of the identified defects and damages, as well as the results of field and laboratory testing, a set of repair measures was proposed with the aim of ensuring the load-bearing capacity and durability of the structure.*

Keywords: *Assessment, repair, RC, public building.*

НАПОМЕНА: Овај рад је проистекао из мастер рада, чији је ментор др Слободан Шупић, ванредни професор.

1. УВОД

Дефекти у бетону и армиранобетонским (АБ) конструкцијама представљају значајан фактор који директно утиче на трајност, функционалност и поузданост објеката. Њихов значај огледа се у томе што могу довести до повећане пропустљивости бетона, убрзаног продора агресивних агенаса и иницирања

процеса деградације, као што је корозија арматуре. Иако неки дефекти имају искључиво естетски карактер, велики број њих може озбиљно угрозити дугорочну експлоатацију конструкције.

Превенција дефеката подразумева свеобухватан приступ који обухвата правилно пројектовање бетонске мешавине, избор квалитетних материјала, адекватну припрему и извођење радова, као и контролу процеса уградње, компактирања и неге бетона. Посебан значај има поштовање технолошких процедура и стандарда, јер се већина дефеката може спречити правовременом контролом и пажљивим извођењем. На тај начин се обезбеђује дуготрајност и сигурност бетонских конструкција.

Посебно је важно напоменути да су дефекти често присутни код старијих објеката, изграђених у периоду када правила армирања нису била довољно развијена, а стандарди пројектовања и извођења нису били на нивоу данашњих захтева.

У раду је дата процена стања јавног објекта у Новом Саду, који је деценијама у фази експлоатације, те су се током времена, услед изложености дејству атмосферилуја и детериорационим процесима, на елементима носеће АБ конструкције испојили бројни дефекти и оштећења.

2. ОСНОВНИ ПОДАЦИ О ОБЈЕКТУ

Грађење јавног комплекса у Новом Саду, који је предмет рада, а састоји се из четири повезане ламеле, започето је крајем 1988. године, а прекинуто је 1992. године. У том периоду изведени су готово сви АБ радови на носећој конструкцији ламела А, В и С, као и шипови за ламелу "D". Током 2008-2009. завршена је реконструкција ламеле А, док је АБ конструкција ламела В и С остала незаштићена и директно изложена "зубу" времена све до данашњих дана.

Ради утврђивања стварног стања носеће АБ конструкције ламеле В2-С2, након вишедценијске изложености утицају атмосферилуја и детериорационим процесима и дефинисања евентуално потребних специфичних радова на санацији, предвиђено је да се обави детаљан преглед доступних

елемената носеће АБ конструкције, што је предмет овог мастер рада.

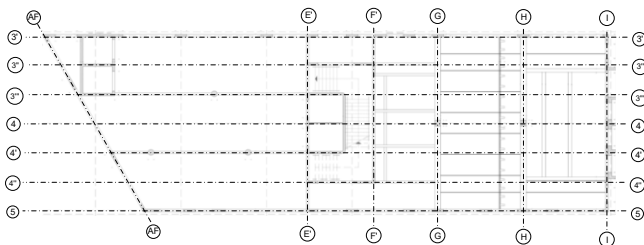
Носећа конструкција објекта је изведена као полумонтажна армиранобетонска конструкција. Са аспекта носећих вертикалних елемената, носећа конструкција је скелетна, укрућена са зидним платнима. Елементи носеће АБ конструкције ламеле В2-С2 су: стубови, главне попречне греде, главне подужне греде, секундарне греде, таванице од ТТ коруба, таваница типа пуне плоче и зидна платна. На основу анализе доступне пројектно-техничке документације, утврђено је да су за носећу конструкцију ламеле В и С одабране следеће врсте бетона:

- Бетон МБ 35 за АБ носеће елементе (стубови, греде, монолитне плоче и зидна платна),
- Бетон МБ 40 за префабриковане делове међусpratних таваница (ТТ корубе).

Општи изглед објекта је приказан на наредној Слици 1, а основа ламеле В2-С2 са ознакама оса на Слици 2.



Слика 1. Општи изглед објекта



Слика 2. Основа ламеле В2-С2 са ознакама оса

3. ДЕТАЉАН ВИЗУЕЛНИ ПРЕГЛЕД АБ КОНСТРУКЦИЈЕ

Резултати визуелног прегледа су систематизовани по елементима АБ конструкције и биће приказани у наставку за поједине елементе.

3.1. АБ фасадна зидна платна

Карактеристични дефекти АБ фасадних платана су:

- недовољна дебљина заштитног слоја (Слике 3-6),
- видљива арматура (Слике 3-6),
- бетонска гнезда (Слика 4),
- порозан бетон.

и следећа оштећења:

- мрежасте прслине,
- корозија арматуре (Слике 3-6),
- одвајање и отпадање заштитног слоја бетона (Слика 3),
- биолошка корозија.



Слика 3. Пуцање и отпадање заштитног слоја бетона, јака корозија узенгија



Слика 4. Бетонска гнезда на спољашњој страни фасадног платна



Слика 5. Неправилно постављена арматура у зони споја платна и темељне греде



Слика 6. Корозија арматуре, пуцање и отпадање заштитног слоја бетона, кратки елемент

3.2. АБ стубови

Визуелним прегледом АБ стубова регистровани су следећи карактеристични дефекти:

- мала дебљина заштитног слоја бетона,
- линијска сегрегација,
- бетонска гнезда.

и следећа карактеристична оштећења:

- корозија арматуре,
- одвајање и отпадање бетона услед бубрења кородирале арматуре.

На наредним сликама илустровани су карактеристични дефекти и оштећења



Слика 7. Изглед кружног монолитног стуба, порозан заштитни слој бетона



Слика 8. Мали заштитни слој бетона, видљиве кородирале узенгије, пуцање и отпадање заштитног слоја бетона

3.3. АБ примарне греде

Примарне греде у оси Х су изведене као полумонтажне и формиране су спрезањем доњег монтажног дела греде димензија 50x27cm и горњег дела димензија 50x48cm, бетонираниог на лицу места, заједно са слојем за монолитизацију међуспратне конструкције, а остале примарне греде као монолитне правоугаоног попречног пресека, ширине 50cm и 20cm.

Карактеристичан дефект свих греда је мала дебелина заштитног слоја бетона (Слика 9), а регистрована су следећа оштећења:

- корозија узенгија (доња и бочна страна греда),
- одвајање и отпадање заштитног слоја бетона услед повећања запремине кородирале арматуре,
- трагови сливања воде



Слика 9. Недовољна дебелина заштитног слоја бетона, отпадање заштитног слоја бетона, видљиве кородирале узенгије

3.4. АБ међуспратне таванице – пуне плоче

Предметне плоче су бетонирание у оплати која је формирана од дасака. Због тога је доња површина плоча изразито неравна и на њој се могу уочити остаци неуклоњене - залепљене оплате. Визуелним прегледом су обухваћене доње површине плоча. Карактеристична оштећења на плочама су прслине и пукотине, праћене траговима процирувања и излуживања – Слика 10.



Слика 10. Попречна прслина на месту арматуре, корозија арматуре у зони отвора и попречне прслине

3.5. АБ међуспратне таванице – ТТ корубе

Међуспратне таванице од ТТ коруба су изведене као спрегнуте (бетон-бетон). Префабриковани део чини армиранобетонска ТТ коруба са ребрима висине 35cm и плочом дебљине 5cm, преко које је на лицу места избетонирана АБ плоча дебљине 8cm.

За све ТТ корубе је карактеристичан дефект недовољна дебелина заштитног слоја бетона, са местимично видљивим узенгијама ребара и попречном арматуром плоча. Танке прслине у плочи су последица недовољне дебљине заштитног слоја бетона и/или скупљања услед сушења. Подужне прслине на споју ребара и плоче су променљиве дужине (од 1m до дужине целог распона корубе), понекад су праћене траговима процирувања воде и испирањем Са(ОН)₂. Постоје са обе стране ребра и уочене су на већини ребара.



Слика 11. Коса пукотина у углу конзолног дела плоче корубе

4. НАКНАДНО УТВРЂИВАЊЕ КВАЛИТЕТА БЕТОНА

Ради одређивања стварних чврстоћа при притиску бетона уграђеног у носеће елементе АБ конструкције, обављено је вађење бетонских језгара. Осим за оцену чврстоће бетона при притиску, језгра су послужила и за детекцију евентуалне макроскопске порозности бетона, као и унутрашњег раслојавања бетона и/или унутрашњих прслина, као и за одређивање дебљине карбонатизованог слоја бетона. Укупно је извађено 18 бетонских језгара: шест језгара из АБ стубова, шест језгара из АБ греда и АБ монолитних плоча и шест

језгара из АБ зидних платана. Резултати су дати у наредној Табели.

Табела 1. Средње вредности чврстоће при притиску бетона и пројектована марка бетона

Елемент конструкције	Средња вредност чврстоће при притиску (МПа)	Пројектована МБ
АБ стубови	59.9	МБ35
АБ греде и монолитне плоче	86.3	МБ35
АБ зидна платна	58.3	МБ35

Анализом добијених вредности чврстоћа бетона при притиску на дан испитивања, може се закључити да су средње и минималне вредности чврстоћа бетона при притиску у испитиваним елементима носеће АБ конструкције значајно више од карактеристичних вредности за пројектовану МБ, па се при евентуалној санацији или прорачуну за доказ носивости испитиваних елемената носеће АБ конструкције, може усвојити пројектована МБ35.



Слика 12. Преглед и обележавање извађеног бетонског језгра

5. ЗАКЉУЧАК О СТАЊУ КОНСТРУКЦИЈЕ И ПРЕПОРУКЕ ЗА САНАЦИЈУ

Визуелним прегледом елемената АБ конструкције, утврђено је да су се током вишегодишње експлоатације и неодржавања испојили бројни дефекти и оштећења. Набројани детериорациони фактори редукују трајност конструкције, док су стабилност и носивост конструкције и даље очувани, што су потврдиле високе механичке карактеристике на извађеним језгрима. У циљу обезбеђења носивости и трајности елемената АБ конструкције, потребно је да се изведу две групе санационих радова, које се генерално могу сврстати у конструкцијску и неконструкцијску санацију.

Неконструкцијска санација укључује следеће радове:

- Чишћење и заштита кородираних шипки и репрофилација оштећеног бетонског пресека.
- Извођење новог заштитног слоја на елементима на којима је регистрована општа корозија арматуре.
- Импрегнација инхибиторима корозије на спољашњим површинама елемената.
- Репрофилација елемената на којима су регистрована механичка оштећења.

Конструкцијска санација обухвата:

- Ињектирање прслина и пукотина у бетону које пролазе целом дебелином плоча.
- Локално ојачање плоча коруба са доње стране у зонама са косим пукотинама и издробљеним бетоном.

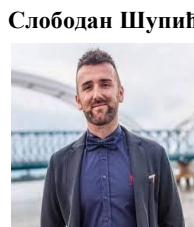
6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Проф. др Данијел Кукарас, Проф. др Слободан Шупић, предавања са предмета “Трајност и процена стања бетонских конструкција”, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2026.
- [2] Проф. др Данијел Кукарас, Проф. др Иван Лукић, Проф. др Слободан Шупић, предавања са предмета “Санација бетонских конструкција”, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2026.
- [3] СРПС ЕН 1504-10:2017: Производи и системи за заштиту и санацију бетонских конструкција – Дефиниције, захтеви, контрола квалитета и вредновање усаглашености – Део 10: Примена производа и система на терену и контрола квалитета радова.

Кратка биографија:



Милутин Поповић, рођен је 10.10.1992. године у Требињу. Основне академске студије грађевинарства на Департману за грађевинарство и геодезију Факултета техничких наука у Новом Саду завршио је 2016. године, а мастер рад из области Процена стања и санације бетонских конструкција брани 2026. године.
Контакт: milutinp992@gmail.com



Слободан Шупић рођен је 1989. године у Требињу у БиХ. Од 2013. године запослен је на Факултету техничких наука, а од 2025. ради као ванредни професор на Департману за грађевинарство и геодезију, ужа научна област: Грађевински материјали, процена стања и санација конструкција.