

**ПРОЦЕНА СТАЊА И САНАЦИЈА КОНСТРУКЦИЈЕ ТРИБИНА СТАДИОНА РФК  
НОВИ САД****THE ASSESSMENT AND REPAIR OF RC STRUCTURE OF THE STADIUM RFK NOVI  
SAD**

*Марко Зубац, Слободан Шупић, Факултет техничких наука, Нови Сад*

**Област - ГРАЂЕВИНАРСТВО**

**Кратак садржај** – Рад се састоји из теоријског и практичног дела. У теоријском делу је описана анализа оптерећења АБ конструкције трибина стадиона. У практичном делу је урађена процена стања носеће АБ конструкције трибина стадиона РФК Нови Сад. Како би се утврдио степен оштећења и дао предлог санационих радова, спроведен је детаљан визуелни преглед свих доступних елемената конструкције. Закључено је да на АБ елементима постоје бројни дефекти и оштећења. На основу анализе регистрованих дефеката и оштећења, као и резултата недеструктивних метода испитивања, дат је предлог санационих мера у циљу повећања трајности и носивости АБ конструкције.

**Кључне речи:** процена стања, дефекти, оштећења, санација, оптерећење трибина стадиона

**Abstract** – The paper consists of a theoretical and a practical part. In the theoretical part, the load analysis of the RC structure of the stadium is described. The assessment of multi-story structure of the stadium RFK Novi Sad, was carried out in the practical part. In order to determine the level and cause of damages, as well as the type of repair measures, the detailed visual inspection of structural elements was undertaken. The large number of defects and damages has been detected. Based on the analysis of those damages and defects and nondestructive material testing, the repair measures were suggested in order to improve the durability of RC structure.

**Keywords:** assessment, defects, damages, the load on the the stadium

**1. АНАЛИЗА ОПТЕРЕЋЕЊА АБ  
КОНСТРУКЦИЈЕ ТРИБИНА СТАДИОНА****1.1. Категорије оптерећења**

Код анализе оптерећења, треба разматрати стално, додатно стално, корисно, сеизмичко и инцидентно оптерећење. Стално оптерећење се анализира у виду сопствене тежине АБ конструктивних елемената.

Додатно стално оптерећење потиче од додатних слојева пода и плафона (уколико их има), столица за седење као и остале опреме инсталиране на трибинском простору.

**НАПОМЕНА:**

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Слободан Шупић, доцент.

Према правилнику РВАВ 87, уколико су трибине пројектоване са сталним седиштима, корисно оптерећење је интензитета  $4,5\text{kN/m}^2$  а ако нема сталних седишта, онда је  $6\text{kN/m}^2$ . На основу SRPS EN 1991-1-1, оптерећење трибина припада категорији корисног оптерећења С, односно поткатогији С5. Националним анексом усвојено је да корисно оптерећење трибина треба разматрати са  $5\text{kN/m}^2$ .

**1.2. Пробно оптерећење**

Пробно оптерећење се наноси као статичко, на месту које одговара пројектом дефинисаном најнеповољнијем распореду корисног оптерећења. Циљ наношења пробног оптерећења јесте изазивање приближно истих утицаја у носачу који ће се јавити током експлоатације конструкције. Испитивање се врши према стандарду SRPS U.M1.047.



Слика 1 – Испитивање статичким пробним оптерећењем

Режим испитивања:

- детаљан преглед и снимак конструкције пре наношења оптерећења,
- оптерећење до највећег предвиђеног интензитета,
- посматрање понашања конструкције под оптерећењем,
- растерећење,
- посматрање конструкције после растерећења
- детаљан преглед конструкције.

У поступку оптерећивања пробним оптерећењем конструкција се оптерећује у најмање четири једнака корака до предвиђеног нивоа оптерећења. Између појединих корака врше се мерења померања и деформација. Следећи корак оптерећења наноси се тек пошто је дошло до престанка (стабилизације) прираста померања и деформација у претходном кораку. Сматра се да је дошло до престанка прираста

померања и деформација ако је прираст померања и деформације у периоду од 5 минута мањи од 15% претходног прираста за исти временски период или мањи од грешке мерног инструмента. Пробно оптерећење не сме се извести на АБ конструкцијама трибина чија је старост мања од 28 дана. Пошто се на конструкцију нанесе највеће предвиђено пробно оптерећење, оно на њој мора остати најмање 16h. У том периоду врше се посматрања најмање 4 пута. Посматрање конструкције последице растерећења траје такође 16h, односно онолико дуго док се не испуне услови о величини трајних померања. Конструкција АБ трибине изложена пробном оптерећењу задовољава услове за технички исправну конструкцију:

- ако су измерени угиби на местима највећих утицаја мањи или једнаки рачунским угибима под пробним оптерећењем при краткотрајном оптерећењу,
- ако су измерени заостали угиби после 16h од растерећења мањи од 25% највећих измерених угиба,
- ако је ширина измерених прслина мања од величине допуштене према прописима,
- ако се величина измерених угиба може оценити као таква да не утиче на функционалност или естетски изглед конструкције.

Уколико критеријум о величини заосталих угиба није задовољен, а заостали угиби износе до 50%, испитивање пробним оптерећењем се мора поновити. При поновљеном оптерећењу заостали угиби не смеју бити већи од 12,5%. Уколико су величине заосталих угиба веће од 50% при првом пробном оптерећењу, односно веће од 12,5% при поновљеном пробном оптерећењу, пројекат конструкције се мора поново анализирати и треба пронаћи адекватно санационо решење.

О испитивању пробним оптерећењем прилаже се извештај који садржи све релевантне податке о испитаној конструкцији, поступку испитивања, употребљеним мерним инструментима, потребне теоретске прорачуне, податке о мерењима током испитивања, упоређење теоретских и измерених величина и закључак о понашању конструкције.

## 2. ПРОЦЕНА СТАЊА КОНСТРУКЦИЈЕ

### 2.1. Опис конструкције

Стадион РФК „Нови Сад“ налази се у Руменачкој улици бр. 152 у Новом Саду, на парцели број 3847/1, КО Нови Сад I. Фудбалско игралиште датира из 1966. године, док је западна трибина изграђена 1968. године.

Постојећа западна трибина је у основи правоугаоног облика, димензија 111,73m x 10,28m, а ширина на местима степеништа је 13,90m. Трибине имају приземни део и спратни део. У приземном делу објекта били су смештени локали, а на спрату се налази отворен гледалишни простор са прилазним степеницама.

Почетком 2022. године започети су радови на реконструкцији западне трибине стадиона РФК „Нови Сад“. У току извођења радова, односно након

уклањања седишта на трибинама, спуштених плафона и преградних зидова у подтрибинском простору, уочена су оштећења на армиранобетонским елементима носеће конструкције трибина. Због тога је било потребно извршити процену стања носеће АБ конструкције са основним циљем да се на основу стварног стања носеће АБ конструкције трибина, као и захтева из архитектонског пројекта реконструкције трибина, предложи оптималне мере санације којима ће се обезбедити носивост и стабилност конструкције западне трибине, као и њена задовољавајућа трајност.



Слика 2 – Изглед трибинског простора из правца Руменачке улице (пре почетка радова на реконструкцији)



Слика 3 – Изглед трибина из правца игралишта

Носећа конструкција западне трибине је изведена као монолитни армиранобетонски скелет, који се састоји од попречних рамова, постављених на међусобном растојању од 5,3m и има укупно 22 рама (слика 4). АБ рамови се састоје од 2 АБ стуба различите висине и косог главног трибинског носача са хоризонталним конзолним деловима.

На рамове су ослоњене АБ монтажне трибинске талпе, АБ греде, АБ пуне плоче и АБ парпетни зид.



Слика 4 – Изглед конструкције трибина

### 2.2. Визуелни преглед конструкције

Визуелном прегледу су подвргнути сви АБ елементи који чине конструкцију трибине. Прегледом је детектован велики број дефеката који потичу из периода грађења објекта (мала дебљина заштитног слоја бетона, линијска сегрегација на мјестима спојева оплате, бетонска гнезда, геометриске имперфекције и неправилно изведени прекиди бетонирања) и оштећења која су се развила услед вишегодишње изложености објекта атмосферилијама, процуривања



воде у простор испод трибина и услед набројаних дефеката (корозија арматуре и, последично, оштећења бетонских пресеја елемената).

На наредним сликама (5-10) су приказани карактеристични дефекти и оштећења.



Слика 5 – Бетонско гнездо у доњем делу стуба (лево); саћаст, порозан бетон без малтерске компоненте, неговарајућег гранулометријског састава (десно)



Слика 6 – Изглед стуба С11, недовољна дебљина заштитног слоја, раслојавање, пуцање и отпадање површинског слоја бетона услед јаке корозије арматуре (лево); јака корозија узенгије и главне арматуре (листање челика) изнад прекида бетонирања



Слика 7 – Недовољна дебљина, пуцање и отпадање заштитног слоја, површинска корозија арматуре на целој доњој површини плоче



Слика 8 – Неодговарајући састав бетона, саћаст бетон, трошине ивице, јака корозија арматуре са листањем челика (коси део главног носача, сегмент 8/A-C)



Слика 9 – Карактеристичне угаоне пукотине на крајевима талпе са или без трагова процуривања



Слика 10 – Раслојавање, пуцање и отпадање заштитног слоја бетона, прекинуте кородирале шипке вертикалне арматуре (параметни зид, сегмент A/5-6)

### 2.3. Накнадно испитивање чврстоће бетона при притиску

У циљу утврђивања чврстоће при притиску бетона уграђеног у АБ елементе конструкције, укупно је извађено шест бетонских језгара.



Слика 11 – Вађење бетонских језгара

Извађена језгра су у лабораторији детаљно макроскопски прегледана. Након прегледа, бетонска језгра пречника ~98mm одсечена су до висине сса 100mm, а притисне површине су поравнате брушењем. На тај начин формиран су бетонски цилиндри за испитивање чврстоће. Добијене вредности чврстоће при притиску показују да бетон задовољава пројектовану марку бетона МБ30.



Слика 12 – Изглед бетонских језгара извађеног из АБ монтажне талпе (верикални део седишта трибина, сегмент 6-7/5)

За одређивање стања заштитног слоја бетона, одабрана је колориметријска метода помоћу фенолфталеина. Дебљина карбонатизованог слоја бетона је мерена непосредно након вађења бетонских језгара и варира у опсегу од 0cm до 6,5cm.



Слика 13 – Изглед бетонских кернова након прскања фенолфталеин индикатора

### 3. ГЛОБАЛНЕ МЕРЕ САНАЦИЈЕ

У оквиру предложеног санационог решења предвиђене су следеће операције:

- уклањање остатака завршних облога (боја, малтер...) са површине бетона на свим АБ елементима на којима су ови остаци присутни,
- чишћење арматуре од површинске корозије и заштита,
- репрофилација бетона на месту кородирале арматуре, механичких оштећења и бетонских гнезда,
- растеређење стуба А/15 подупирањем, уклањање великог бетонског гнезда и бетонирање недостајућег дела стуба,
- рачунска провера носивости стубова С/18 и С/20, косих делова главних носача, плоча и греда са јаком корозијом арматуре, на основу ефективне површине уграђене арматуре (након уклањања кородираних делова попречног пресека). У зависности од резултата прорачуна предвидети неконструкцијске или конструкцијске мере санације,
- обезбеђење пасивне антикорозивне заштите арматуре на доњој страни плоче (извођење новог заштитног слоја или заштитни премаз),
- извођење недостајућег дела пресека горње плоче са горње стране,
- повећање носивости горње плоче у зависности од резултата контролног прорачуна,
- конструкцијска санација плоче С-С"/8-9 са попречном пукотином у средини распона,
- конструкцијска санација плоче С-С"/21-22 изложене дејству пожара,
- рачунска провера носивости парапетног зида у пољима са прекинутом вертикалном арматуром. У зависности од резултата прорачуна предвидети неконструкцијске или конструкцијске мере санације,
- предвидети адекватно одвођење воде са горње површине горње плоче,
- уклањање оштећених и трошних делова бетона у споју бетонских талпи и извођење нових,

- извођење додатног слоја бетона са горње стране талпи као подлога за нови слој хидроизолације и санација косих пукотина у ослоначким зонама талпи,
- конструкцијска санација греда С/8-9, С"/8-9 са попречном пукотином у средини распона,
- конструкцијска санација греда С/17-18, С/20-21 и С/21-22 са подужном хоризонталном пукотином,
- неконструкцијска или евентуално конструкцијска санација греда С"/6-7, С"/9-10, С"/14-15, С"/15-16 са попречним прелинама у трећинама распона,
- конструкцијска санација или уклањање и поновно извођење греда са великим механичким оштећењима (греде С"/16-17, С"/17-18, С"/18-19).

С обзиром на то да се ради о претходнонапрегнутим елементима, са непознатом силом преднапрезања, предлаже се контролно пробно оптерећење најмање једне талпе након уклањања свих завршних облога.

### 4. ЗАКЉУЧАК

У раду је дата процена стања и предлог санационог решења за АБ конструкцију трибине стадиона РФК Нови Сад. Услед грешака насталих при извођењу објекта, те услед неадекватне хидроизолације и одвођења воде са трибинског простора, дошло је до бројних дефеката и оштећења.

Анализом свих претходно изведених закључака о стању појединачних елемената конструкције, може се закључити да носећа АБ конструкција трибина има локалну смањену носивост и нарушену трајност, али да се одговарајућим мерама може довести у технички исправно стање.

### 5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Др Живорад Радосављевић, Др Дејан Бајић: Армирани бетон, књига 3 – Елементи армиранобетонских конструкција
- [2] Збирка југословенских стандарда за примену Правилника БАБ 87 о техничким нормативима за бетон и армирани бетон
- [3] Правилник о класификацији објеката ("Сл. гласник РС", бр. 22/2015).
- [4] Правилник за грађевинске конструкције ("Сл. гласник РС", бр. 89/2019, 52/2020 и 122/2020).

### Кратка биографија:



**Марко Зубац** рођен је у Невесињу РС/БиХ 8.11.1998. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарство - Конструкције, процена стања и санација бетонских конструкција је одбранио 2022. год.  
Kontakt: [marko.zubac98@gmail.com](mailto:marko.zubac98@gmail.com)



**Слободан Шупић** рођен је 1989. године у Требињу. Од 2020. запослен је као доцент на Департману за грађевинарство и геодезију, ужа научна област: Грађевински материјали, процена стања и санација конструкција.