

**ПРОЦЕНА СТАЊА И САНАЦИЈА АБ КОНСТРУКЦИЈЕ ВИШЕСПРАТНЕ ПОСЛОВНО-СТАМБЕНЕ ЗГРАДЕ НА НОВОМ БЕОГРАДУ****THE ASSESSMENT AND REPAIR OF THE RC STRUCTURE OF A MULTI-STOREY BUSINESS-RESIDENTIAL BUILDING IN NOVI BEOGRAD**

Сеид Џековић, Слободан Шупић, Факултет техничких наука, Нови Сад

**Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО**

**Кратак садржај** – Рад се састоји из истраживачког и практичног дела. У истраживачком делу описана је проблематика и дате су мере за сузбијање појаве прелина услед пластичног скупљања бетона код плочастих елемената. У практичном делу је урађена процена стања АБ конструкције зграде на Новом Београду и дато је санационо решење за уочене дефекте и оштећења. На основу анализе резултата који су проистекли из детаљног визуелног прегледа, дато је санационо решење за предметну конструкцију, као и предмер свих радова које је потребно урадити.

**Кључне речи:** процена стања, дефекти, оштећења, санација, прелине, пластично скупљање, прелине услед пластичног скупљања

**Abstract** – The paper consists of a research and a practical part. The research part describes the issue and provides measures for preventing the occurrence of cracks caused by the plastic shrinkage of concrete in slab elements. In the practical part, an assessment of the condition of a reinforced concrete structure of a building in New Belgrade was carried out, and a repair solution was proposed for the observed defects and damages. Based on the analysis of the results obtained from a detailed visual inspection, a repair solution was provided, along with a preliminary estimate of all the necessary works to be carried out.

**Keywords:** assessment, defects, damages, repair, cracks, plastic shrinkage, cracks due to the plastic shrinkage

**1. МЕРЕ ЗА СУЗБИЈАЊЕ ПОЈАВЕ ПРСЛИНА УСЛЕД ПЛАСТИЧНОГ СКУПЉАЊА НА ПЛОЧАМА**

Како је градња постала све обимнија, а рокови градње све краћи и извођачи све немарнији, дефекти и оштећења АБ конструкција су постали неславна свакодневница.

**НАПОМЕНА:**

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

**1.1 Карактеристике прелина услед пластичног скупљања**

У првих неколико сати након уградње, бетон је пластичан и има ниску чврстоћу, тако да вода може релативно лако да се креће кроз овај материјал. Лакше компоненте смеше имају тенденцију да се крећу ка горњој површини, док се тежи материјали крећу надоле. Вода која је стигла до површине испарава. Испаравање је много брже на вишим температурама и нижој влажности околине. Ако је испаравање воде са површине брже од доласка воде на површину, доћи ће до смањења запремине услед губитка воде. Површина бетона има тенденцију скупљања, али је то ограничено доњим слојевима. Као резултат овог стања, у површинском слоју се јављају напони затезања, а пошто бетон у овој фази има веома малу чврстоћу, појављују се неправилне прелине. Карактеристике ових прелина су следеће:

- Ширина отвора: 1- 2mm;
- Дужина: 300-500mm;
- Дубина: 20-50mm или чак целом висином елемента;
- Облик/оријентација: неправилан (мрежа) – Слика 1, или у једном правцу (правац може бити последица ветра у почетној фази очвршћавања).



Слика 1. Иглед прелина и пукотина насталих услед пластичног скупљања бетона

## 1.2 Мере за сузбијање формирања прелина услед пластичног скупљања

Неке од мера за смањење могућности појаве прелина услед пластичног скупљања укључују:

- Заливање бетона водом у почетним сатима очвршћавања – Слика 2,
- Коришћење паранепропусних фолија/тканина – Слика 3,
- Коришћење адекватног цемента и хемијских додатака за бетон: пластификатори, компензатори скупљања, ретардери,
- Употреба микроарматуре.



Слика 2. Заливање површине бетона



Слика 3. Прекривање плоче геотекстилом

## 2. ТЕХНИЧКИ ОПИС КОНСТРУКЦИЈЕ

Предметни објекат је део комплекса објеката, стамбено-пословне намене, који се састоји од пет ламела. Предметни објекат је спратности 2ПО+П+8+ПС, правилног облика, са основом типског спрата приближне величине од 610 м<sup>2</sup>.

Конструктивно је конципиран као вишетажна армирано бетонска конструкција статичког система пуних плоча ослоњених на оквире. Стубови и зидови су постављени у ортогоналним осама које прате правац фасаде. Лифт и степенишни простор смештени су на једном крају објекта. Објекат се налази на Новом Београду.

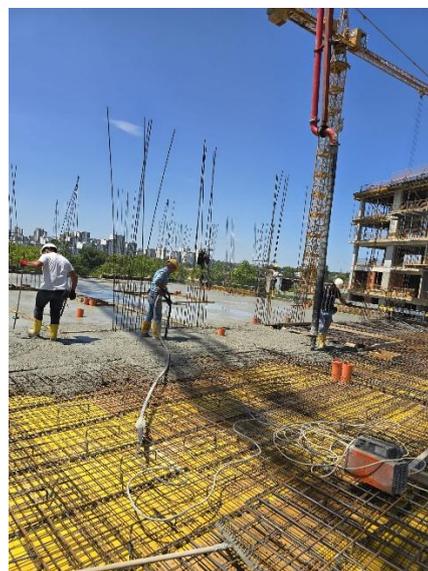
## 3. ИЗВОЂЕЊЕ АБ РАДОВА НА КОНСТРУКЦИЈИ

За предметни пројекат, извођење скоро свих бетонских радова је било у летњем периоду, при високим температурама и ниској релативној влажности ваздуха, што је условило потребу за посебним мерама пројектовања састава, транспорта, уграђивања и неге бетона.

### 3.1. Извођење радова на бетонирању АБ плоча

Све плоче на објекту се изводе од бетона класе чврстоће при притиску С35/45. Класа изложености плоча, као унутрашњих елемената који су изложени најмањем ефекту карбонатизације, је ХС1. На основу класе изложености, усвојена је дебљина заштитног слоја бетона од 2,5 см.

Спољашњи транспорт бетона се обавља аутомиксерима, а унутрашњи транспорт бетона је помоћу пумпе за бетон. Плоче се бетонирају у континуитету, без прекида – Слика 4. Демонтажа оплате плоча се врши након минимум 3 недеље.



Слика 4. Извођење радова на бетонирању АБ плоча

### 3.2. Извођење радова на АБ вертикалним елементима

Стубови у објекту су подељени у две врсте на основу класе чврстоће. Приземље и прва два спрата се изводе од бетона класе чврстоће С50/60, док сви наредни спратови имају елементе од бетона класе С40/50.

Класа изложености стубова је ХС1, те је усвојен заштитни слој бетона до арматуре 2,5 см. Бетонирање се изводи у слојевима од 1м. За унутрашњи транспорт бетона је коришћена кран-кибла.

За формирање облика стубова и зидова, коришћена је PERI-јева челична панелна оплата која је претходно премазана уљем за спречавање атхезије између бетона и оплате – Слика 5.



Слика 5. Извођење радова на бетонирању вертикалних АБ елемената

## 4. ДЕФЕКТИ

### 4.1. Стубови и зидна платна

На вертикалним елементима, регистровани су следећи дефекти: рупичаста површина (заробљени мехурићи ваздуха), линијска сегрегација – Слика 6, површинска бетонска гнезда и бетонска гнезда и следећа оштећења: механичка оштећења, у виду одваљених делова бетона, са или без видљиве арматуре.



Слика 6. Дефекти на стубовима: изражена линијска сува сегрегација бетона

### 4.2. АБ степеништа

На свим степеништима која су узета у разматрање овим предметним пројектом, регистровани су следећи дефекти: рупичаста површина (заробљени мехурићи ваздуха) и бетонска гнезда. Карактеристични дефекти на степеништима свих етажа рупичаста површина бетона и бетонска гнезда. Ови дефекти је уочени на свим степеништима. Рупичаста површина бетона је примећена на свим степеништима, са доње стране крака, и резултат је заробљених мехурића ваздуха на контакту оплате и бетона. Бетонска гнезда, која обухватају заштитни слој бетона и могу да доведу до

корозије арматуре и смањења трајности бетона, су детектована на свим степеништима – Слика 7.



Слика 7. Дефекти на АБ степеништима

### 4.3. АБ плоче и греде

Будући да је бетонирање извођено током летњих услова, температура је била врло висока, релативна влажност ваздуха ниска, чиме су се обезбедили услови за појаву прелина услед пластичног скупљања бетона, прелина услед слегања (седања) бетона, и неравна површина бетона. На АБ плочама су регистрована следећа оштећења: прелине услед пластичног скупљања бетона – Слика 8, прелине услед слегања (седања) бетона и љускање плитког површинског слоја бетона.



Слика 8. Оштећења на АБ плочама: прелине услед пластичног скупљања

Други тип прелина који је уочен на плочама предметног пројекта су прелине услед седања бетона. До појаве седања бетона долази у првих неколико часова, док је бетон пластичан и док има малу чврстоћу. Теже компоненте имају тенденцију померања ка унутрашњости елемента, док лакше компоненте претендују да се крећу ка горњој површини. Препрека оваквом кретању је арматура, те бетон прави сводове преко шипки, што резултује појавом напона затезања у бетону, па самим тим и стварања прелина. До појаве седања бетона долази,

углавном, због лошег квалитета бетона, тачније када се бетону на градилишту додаје вода – Слика 9.



Слика 9. Седање бетона, АБ плоча

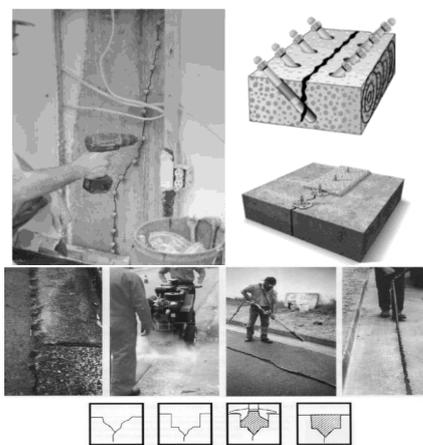
## 5. ЗАКЉУЧАК О СТАЊУ АБ КОНСТРУКЦИЈЕ

Након детаљног визуелног прегледа АБ конструкције, уочени су дефекти и оштећења на АБ вертикалним елементима (стубовима и зидним платнима), дефекти на АБ степеништима, као и дефекти и оштећења на АБ гредама и плочама. Сви дефекти и оштећења, односе се искључиво за бетон, што значи да ни на једном месту није утврђена корозија арматуре.

На основу детаљног визуелног прегледа конструкције, укупна површина бетона за санацију услед постојања бетонских гнезда и механичких оштећења је 99,06 m<sup>2</sup>, а укупна дужина прелина је 29,7m услед пластичног скупљања, односно 7,90m услед седања бетона.

## 6. САНАЦИОНО РЕШЕЊЕ НОСЕЋИХ ЕЛЕМЕНАТА АБ КОНСТРУКЦИЈЕ ЗГРАДЕ У НОВОМ САДУ

Што се тиче АБ плоча, прелине услед пластичног скупљања се санирају инјектирањем прелина, а прелине услед седања бетона се санирају техником засецања и запуњавања. АБ плоче, греде стубови, зидна платна и степеништа се санирају репрофилацијом дела елемента репаратурним малтерима.



Слика 10. Методе санације прелина (инјектирање и засецање и запуњавање)

Технике санације су илустроване на наредним фотографијама, а укупна цена коштања је дата у Табели 1.

## 7. ПРЕДМЕР САНАЦИОНИХ РАДОВА

У наредној Табели дата је рекапитулација трошкова за санационе мере на АБ конструкцији.

Табела 1. Укупна цена санационих радова

Опис санационих радова	Количина	Укупна цена (у динарима)
Инјектирање прелина услед пластичног скупљања	29,7 м	171.072,00
Засецање и запуњавање прелина насталих услед седања бетона	7,9 м	22.752,00
Репрофилација АБ стубова, зидних платана и степеништа	99,6 м <sup>2</sup>	1.187.816,57
УКУПНО		1.925.898,76

## 8. ЛИТЕРАТУРА

1. Проф. др Данијел Кукарас, Проф. др Слободан Шупић, предавања са предмета “Трајност и процена стања бетонских конструкција”, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2025.
2. Проф. др Данијел Кукарас, Проф. др Иван Лукић, предавања са предмета “Санација бетонских конструкција”, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2025.

### Кратка биографија:



**Сеид Цековић** рођен је 13.12.2001. у Сјеници. Студент је мастер студија грађевинарства, смер конструкције. Тренутно је запослен у ЗОП ИНЖЕЊЕРИНГ ДОО.

Контакт:  
[seiddzekovic@gmail.com](mailto:seiddzekovic@gmail.com)



**Слободан Шупић** рођен је 1989. године у Требињу. Од 2025. ради као ванредни професор на Департману за грађевинарство и геодезију, на Факултету Техничких Наука, ужа научна област: Грађевински материјали, процена стања и санација конструкција.