



АНАЛИЗА ТРОШКОВА ИЗГРАДЊЕ КРУЖНИХ ТОКОВА У ЈАРКОВЦУ, ПАНЧЕВУ И НОВОМ САДУ

ROUNDAABOUTS IN JARKOVAC, PANČEVO AND NOVI SAD CONSTRUCTION COSTS ANALYSIS

Михаило Марјановић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област-ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – Предмет овог рада јесте анализа трошкова за изградњу три кружна тока која се налазе у близини Јарковца, у Панчеву и Новом Саду. Анализирано је који су то све параметри који утичу на структуру трошкова за ову врсту пројеката.

Кључне речи: трошкови, предмер и предрачун, јединична и укупна цена

Abstract – The subject of this paper is cost analysis of three roundabouts construction projects in Jarkovac, Pančevo and Novi Sad. It is analysed which parameters have impact on cost structure for these kind of projects.

Keywords: costs, bill of quantities, unit and total price

1. УВОД

Кружни ток код Јарковца налази се на раскршћу путева између истоименог села, Самоша, Добрице и Томашевца, у општини Сечањ. Изградња овог кружног тока је део ширег пројекта изградње пута који ће спојити државни пут ПА реда број 129 од ове кружне раскрснице и државни пут ПА реда број 130 у Томашевцу. Овај пројекат има за циљ унапређење путне инфраструктуре у Средње-банатском округу и смањење времена путовања и трошкова између насеља у овом региону.

Кружни ток у Панчеву налази се у северном делу града, тачније на раскрсници државног пута ПА реда број 130 и такозваног Црепајског пута. Како се индустријска зона града Панчева шири, предвиђено је да ће на овој локацији доћи до повећања саобраћаја, нарочито теретног, те пројекат предвиђа да постојећа класична раскрсница буде замењена кружном.

Турбо кружни ток у Новом Саду налази се на раскрсници Булевара цара Лазара и Фрушкогорске улице и представља први турбо кружни ток у Републици Србији. Изградња овакве раскрснице ће довести до повећања ефикасности саобраћаја у овом делу града, што представља значајан фактор за саобраћај у граду с обзиром да се број становника и потреба за инфраструктуром у граду Новом Саду константно повећавају.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био проф. др Владимир Мученски.

2. КРУЖНЕ РАСКРСНИЦЕ

Кружне раскрснице јесу раскрснице друмске инфраструктуре у којима се саобраћај обавља искључиво кружним кретањем возила. Оне се сматрају безбеднијим решењем у односу на класичне раскрснице. Поред тога, цена одржавања им је нижа, Како не постоји утрошак електричне енергије за константно напајање семафорске сигнализације, цена одржавања им је нижа. Све наведено, а најпре безбедност саобраћаја је разлог због кога је број оваквих раскрсница у константном повећању у свету и код нас [1,2,3].

3. ЕЛЕМЕНТИ РАСКРСНИЦА

3.1. Кружна раскрсница Јарковац

Идејни пројекат је предвидео да ће ова кружна раскрсница имати пречник уписане кружнице од $D=38\text{m}$ са ширином коловоза од 7m , у складу са правилником за пројектовање кружних раскрсница. Попречни нагиб коловоза износи $i_p=2,5\%$. Пројекат коловозне конструкције је у складу са српским стандардом. Коловозна конструкција у кружној раскрсници се састоји од следећих слојева, редом:

- асфалт-бетон АБ11с са ПмБ 45/ 80-65; $d=5\text{cm}$
- битумизирани носећи слој БНС 22А; $d=8\text{cm}$
- дробљени камени агрегат $d=15\text{cm}$
- дробљени камени агрегат; $d=20\text{cm}$
- песак; $d=40\text{cm}$ [4].

На свим правцима који се укључују на кружни ток постоји једна трака ширине $3,75\text{m}$ за улив и једна трака ширине $4,0\text{m}$ за излив. Саобраћајна острва су оивичена ивичњацима димензија $24/24$ са надвишењем од 12cm .

3.2. Кружна раскрсница у Панчеву

Кружна раскрсница је трокрака са следећим геометријским елементима:

- пречник уписане кружнице $D=44\text{m}$
- ширина кружног коловоза $b_k=6,50\text{m}$
- ширина уливне траке $b_u=4,00\text{m}$
- ширина изливне траке $b_i=4,50\text{m}$ [5].

Попречни нагиб коловоза у кружном току износи $2,50\%$ и оријентисан је према спољашњим ивицима.

Коловозна конструкција саобраћајнице на државном путу као и у зони кружне раскрснице садржи следеће слојеве пута:

- Асфалт бетон АБ11s d=5cm
- Битуменизирани носећи слој БНС22sA d=6cm
- Битуменизирани носећи слој БНС22sA d=6cm
- Дробљени камени агрегат 0/31,5mm d=20cm
- Дробљени камени агрегат 0/63mm d=30cm.

3.3. Турбо кружна раскрсница у Новом Саду

Полупречник унутрашње ивице прегазног дела острва (који је ширине 2,0m) је $R_0=9,35m$ док је полупречник спољашње ивице коловоза (спољашње траке) $R_4=23,0m$. Ширина унутрашње кружне возне траке је 5,30-5,50m док је спољна ширине 5,85-6,0m, и оне омогућавају критичан маневар меродавног возила по одређеним смеровима. Како би се избегло увођење и кретање свих типова возила која долазе са укрсних праваца у кружни ток, предвиђене су спољне саобраћајне траке за директно одвајање десних скретања, најмање ширине од 4,50m, које растеређују саму кружну раскрсницу.

Пројектована је коловозна конструкција која садржи следеће слојеве:

- Асфалт бетон АБ 11с d = 5cm
- Битуменизирани носећи слој БНС 22А d=6cm
- Битуменизирани носећи слој БНС 22А d=6cm
- Дробљени камен 0/31,5mm d= 10cm
- Дробљени камен 0/63mm d = 25cm
- песак, минималне дебљине d=50cm

Коловозна конструкција прегазног коловоза (поплочана површина уз централно зелено острво кружног тока ширине 2,0m) је следећег састава и дебљине слојева [7]:

- Гранитна коцка 10x10x10cm d = 10cm
- Бетон МБ30 d = 10 cm
- Дробљени камен 0/31,5mm d = 15cm
- Дробљени камен 0/63mm d = 25cm
- Песак мин d = 50cm.

Поплочана физичка острва на делу коловоза у зони раскрснице имају следећи састав и дебљину слојева:

- Префабриковани бетонски елементи d = 8cm (10) cm
- Дробљени камен 0/31,5mm d = 20cm
- Песак мин d = 30cm

Пешачке и бицикличке стазе ће бити изграђене од следећих слојева:

- Асфалт бетон АБ 11 d = 4cm
- Битуменизирани носећи слој БНС 22А d= 5cm
- Дробљени камен 0/31,5mm d= 20cm
- Песак мин d = 30cm

Реконструисана паркинг места у Булевару цара Лазара ће бити изведена од следећих слојева:

- Асфалт бетон АБ 11 d= 4cm
- Битуменизирани носећи слој БНС 22А d = 5cm
- Дробљени камен 0/31,5mm d = 25cm
- Песак мин d = 30cm

4. ТРОШКОВИ ИЗГРАДЊЕ

4.1. Кружна раскрсница Јарковац

Према студији оправданости [4] за изградњу кружне раскрснице Јарковац, укупна инвестиција износи 346.992,15 EUR (40.945.073 RSD) са урачунатим ПДВ-ом, док цена без урачунатог ПДВ-а од 20% износи 289.160,12 EUR (34.120.894,34 RSD).

Анализа учешћа различитих врста радова у трошковима изградње ове раскрснице показује да нешто више од 3/4, тачније 76,63% трошкова односи се на грађевинске радове. Следе трошкови осветљења, стална и привремена саобраћајна сигнализација.

У наредној табели је приказана цена врста радова и њихово процентуално учешће у укупној цени.

Табела 4.1: цене група радова за изградњу кружног тока Јарковац (EUR)

позиција:	цена у EUR:	процент од укупне вредности (%):
грађевински радови	221.583,49	76,63
стална саобраћајна сигнализација	24.233,49	8,38
привремена саобраћајна сигнализација	14.175	4,90
осветљење	29.168,13	10,08

Анализирајући које су то појединачне позиције које имају највеће учешће у цени, закључује се да су то позиције које припадају групи грађевинских радова. Израда коловозне конструкције учествује са 40,36% од укупне цене изградње раскрснице.

Након тога, следе земљани радови са 30,94% учешћа у цени. Разлог за овакву дистрибуцију трошкова јесте што овај пројекат обухвата само изградњу кружног тока без пешачких и бицикличких стаза, без уређења амбијента и сл, с обзиром да је локација ван насељеног места те се не предвиђа потреба за таквим садржајима.

У трошковима израде коловозне конструкције највеће учешће има израда носећег слоја БНС А22, d=8cm са 18,23% трошкова грађевинских радова; хабајући слој-асфалт бетон АБ 11с са ПМБ 45/80-65, d=5cm са 11,92% учешћа и дробљени камени агрегат 0/63mm са 11,46% учешћа.

Када су земљани радови у питању, позиција са највећим учешћем јесте машинско насипање рефулисаног песка са 27,15%.

4.2. Кружна раскрсница у Панчеву

Према студији оправданости[4] за изградњу кружне раскрснице у Панчеву, укупна инвестиција износи 37.200.514,6 RSD без урачунатиог ПДВ-а, док цена са ПДВ-ом од 20% износи 44.640.617,52 RSD. На овом пројекту највеће учешће у цени изградње имају грађевински радови са 80,76%. Унутар грађевинских радова највећи проценат цене имају радови на изради коловозне конструкције са чак 47,9% цене целокупног пројекта. Након тога следи група земљаних радова са 16,44% цене свих радова. Трошковно најзначајнија појединачна позиција радова из групе радова на изради коловозне конструкције је израда доњег носећег слоја од дробљеног каменог агрегата 0/63mm дебљине 30cm са учешћем од 11,42% целокупне цене. Значајне су и позиције израда првог слоја горњег носећег слоја БНС 22sA дебљине 6cm и израда другог слоја горњег носећег слоја БНС 22sA дебљине 6cm на кружном току и на државном путу које учествују са по 8,28% од укупне цене. Земљани радови имају значајан удео у трошковима који износи 16,44% укупне, односно 20,44% цене грађевинских радова.

4.3. Турбо кружни ток у Новом Саду

Пројекат турбо кружног тока се по својим карактеристикама знатно разликује од кружних токова у Јарковцу и Панчеву. Разлог за то најпре лежи у његовој локацији, што условљава већи број позиција радова које су везане за пешачки и бициклички саобраћај и изглед раскрснице. Изградња саобраћајне површине учествује са 60,43% у цени пројекта, где су урачунате површине за пешачки и бициклички саобраћај. Значајани трошкови су предвиђени за хидротехничке радове, односно изградњу фонтане у централном острву раскрснице и за јавно осветљење. Унутар групе радова на изградњи саобраћајних површина највеће учешће имају радови на изградњи коловозне конструкције са 30,34% цене пројекта. Појединачно најскупља позиција из ове групе је БНС 22сА Пмб на делу постојећег коловоза d=6cm који учествује са 7,21% цене пројекта.

У наредној табели дат је приказ учешћа трошкова изградње по врстама радова.

Табела 4.2: цене група радова за изградњу турбо кружног тока у Новом Саду

врста радова:	учешће трошкова (%):
Архитектура	8,85
Саобраћајне површине	60,41
Конструкције	1,99
Хидротехничке инсталације	10,98
Јавно осветљење	8,65
Инсталације семафора	2,63
Инсталације фонтанске технике	1,72
Машинске инсталације	2,43
Саобраћајна сигнализација	2,34

У архитектонске радове спада изградња фонтане и машинске собе за инсталације фонтане, док у хидротехничке радове спада опремање фонтане одговарајућим машинским системима и инсталацијама. Збир цена ове две врсте радова представља заправо

цену фонтане, што преставља значајан удео у укупној цени пројекта, односно 19,83% трошкова.

5. ПАРЕТОВ ПРИНЦИП

Овај принцип је теорија италијанског економисте која је позната и као правило 80/20. Наиме, ради се о тврдњи да 20% производа учествује у 80% профита фирме или у случају грађевинских радова да 20% позиција радова носи 80% трошкова.

За кружни ток у Јарковцу се може видети да од 27 позиција из групе грађевинских радова, свега шест позиција носи 80% трошкова, док остала 21 позиција заузима мање од 20% цене грађевинских радова. Управо тих шест најзначајнијих позиција представљају 22% од укупног броја позиција на пројекту. Када је кружни ток у Панчеву у питању у анализи које су то позиције које имају највећи удео у цени, долази се до закључка да 10 од 37 позиција грађевинских радова има учешће од 80,05%. У односу на укупан број позиција, тих 10 најзначајнијих износе 27% броја позиција. Иако постоји одступање од Паретовог закона од 20%, ипак се може рећи да један мањи број позиција носи највећи део трошкова на пројекту. Оне уједно чине 64,62% трошкова свих радова на пројекту.

Код новосадског турбо кружног тока од укупно 83 позиције из групе грађевинских радова, трошковно најзначајнијих 18 позиција заузимају чак 78,31% трошкова грађевинских радова, док преосталих 65 позиција обухвата 21,69%. Паретово правило важи за трошкове овог пројекта с обзиром да 18 трошковно најзначајнијих позиција представља 21,7% од укупног броја позиција и носи скоро 80% трошкова.

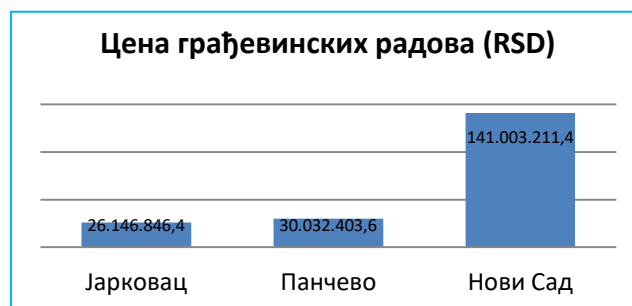
6. ПОРЕЂЕЊЕ ЦЕНА РАДОВА

6.1. Поређење цена грађевинских радова

Поређења цена како укупне цене грађевинских радова тако и појединачних врста радова је најједноставније приказати кроз дијаграме. Поред приказа цена у свом пуном износу, сведене су и на јединичну површину раскрснице, односно цене одређене врсте радова су подељене са површином предметне раскрснице како би поређење могло бити што реалније.

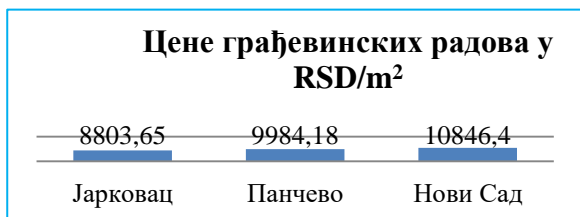
На наредном дијаграму приказана је цена грађевинских радова за сва три пројекта изражена у RSD.

Дијаграм 6.1: цене грађевинских радова у RSD



На наредном дијаграму приказана је цена грађевинских радова за сва три пројекта сведена на јединичну површину односно у RSD/m².

Дијаграм 6.2: цене грађевинских радова по јединичној површини (RSD/m²)



Иако сведена на јединичну површину разлика у ценама је видљива. Разлога за то је више. Поред различитих јединичних цена које су пројектанти предвидели кључна је разлика у врстама позиција које се изводе, односно у садржајима раскрсница. Турбо кружни ток у Новом Саду има знатно више садржаја од друге две раскрснице што се може видети у разликама укупне цене и цене по m².

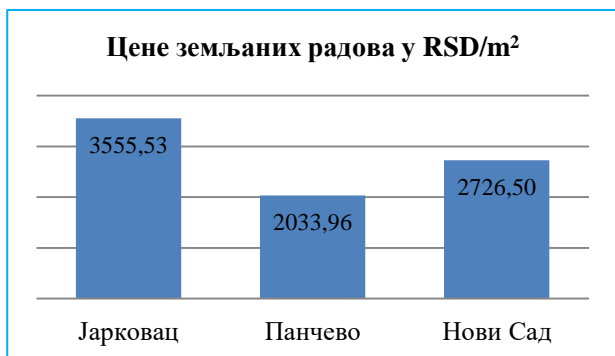
6.2. Поређење цена земљаних радова

На наредна два дијаграма су приказани дијаграми цена земљаних радова и цена земљаних радова по јединичној површини.

Дијаграм 6.3: цене земљаних радова (RSD)



Дијаграм 6.4: цене земљаних радова по јединичној површини (RSD/m²)



У групи земљаних радова, количина песка који је потребно насути је знатно већа у пројекту Јарковац него у Панчеву, што на првом месту прави разлику у цени земљаних радова.

Код турбо кружног тока у Новом Саду количина земље за машински ископ за који се користи рокопач је знатно већа и износи 10 792m³. Набијање подтла и израда насипа од песка дебљине d=50cm се поред постојећег коловоза ради и испод проширења коловоза, новог коловоза, пешачких стаза и паркинга у дебљини од d=30cm, као и испод стаза испред Научно-технолошког парка. Самим тим количине у предмеру су знатно веће него код друга два пројекта. Јединичне цене коју су пројектанти предвидели за насипање песка су веома сличне.

6.3. Поређење цена коловозне конструкције

На наредном дијаграму дат је упоредни приказ цена коловозних конструкција на сва три кружна тока. За кружни ток у Новом Саду су дата два приказа цена. Један се односи само на цену коловозне конструкције на самој саобраћајници, док се други приказ односи на укупну цену свих радова на коловозним конструкцијама, односно на збир цена за саобраћајницу, пешачке и бицикличке стазе.

Дијаграм 6.5: цене коловозне конструкције (RSD)



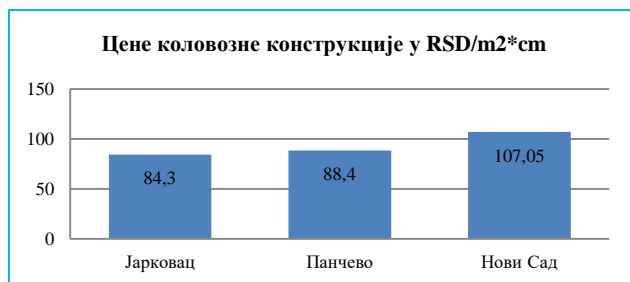
Цена радова коловозне конструкције кружног тока у Панчеву знатно је већа од кружног тока у Јарковцу, док је цена коловозне конструкције турбо кружног тока у Новом Саду вишеструко пута скупља од друга два пројекта.

Цена коловозне конструкције по метру квадратном за кружни ток у Јарковцу износи 4 636,8 RSD/m², док за кружни ток у Панчеву износи 5 924,2 RSD/m². Оно што ова два пројекта, са аспекта коловозне конструкције, разликује јесте дебљина уграђених слојева. Кружна раскрсница у Јарковцу ће имати видно мање дебљине уграђених слојева од раскрснице у Панчеву. Ширина коловоза унутар самог кружног тока је слична и износи 7m у Јарковцу и 6,5m у Панчеву.

Узимајући у обзир и разлику у дебљини слојева који су уграђивани у ове три раскрснице, цену у динарима по m² је могуће поделити и са дебљином асфалта у cm и добити цену изражену у RSD/m²*cm.

На наредном дијаграму су приказане цене изражене у динарима по јединичној површини раскрснице и по јединичној дебљини слојева пута.

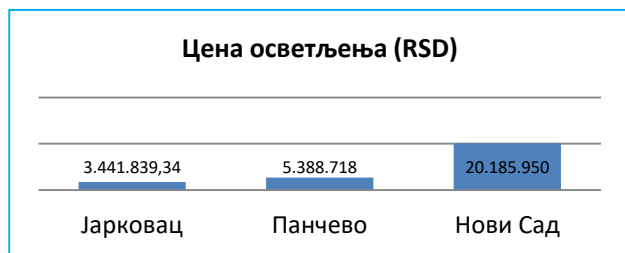
Дијаграм 6.5: цене коловозне конструкције по јединичној површини раскрснице и по јединичној дебљини слојева пута. (RSD)



6.4. Поређење цена осветљења

На наредном дијаграму је дат упоредни приказ цена осветљења за све три раскрснице.

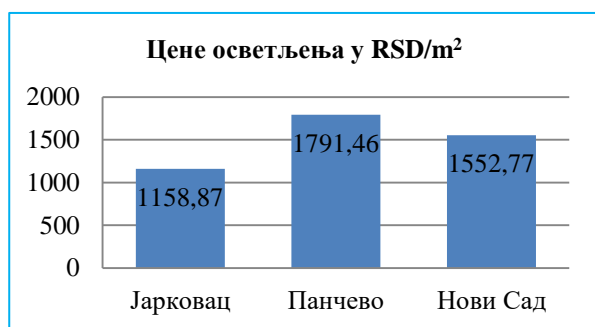
Дијаграм 6.6: цене осветљења (RSD)



Цене осветљења се најпре разликују због броја стубова расвете која ће бити уграђена на раскрсницама. Локације ових објеката диктирају потребу за нивоом расвете. Како је турбо кружни ток у урбаној зони града Новог Сада присутна је потреба за осветљењем саобраћајних, пешачких и бициклических површина као и пројектованих садржаја унутар централног острва раскрснице. Трошкови за осветљење кружног тока у Панчеву су видно већи него за раскрсницу у Јарковцу. Разлог је тај што се кружни ток у Јарковцу налази ван самог села тачније у његовом атару те је потреба за осветљењем знатно мања јер пројектант не предвиђа да ће на овој локацији постојати значајан пешачки и бициклически саобраћај. На раскрсници у Панчеву, иако на периферији града се очекује пешачки и бициклически саобраћај на локацији, те је неопходно адекватно осветлити све површине.

Цене осветљења је, такође, могуће свести на јединичну површину раскрснице и тако их упоредити, што је и приказано на наредном дијаграму.

Дијаграм 6.7: цене осветљења по јединичној површини у RSD/m²



7. ЗАКЉУЧАК

Гледајући три кружна тока који су обрађивани у овом раду, закључује се да је турбо кружни ток у Новом Саду значајно сложенији пројекат од друга два и да са собом доноси одређени број позиција радова који нису предмет друга два пројекта. Самим тим су укупне цене за турбо кружни ток у Новом Саду веће, док то није увек случај са ценама које су сведене на јединичну површину.

У свим обрађиваним пројектима највеће учешће трошкова носили грађевински радови. Унутар грађевинских радова ових пројеката важи Паретово правило, односно за сва три пројекта је могуће наћи оквирно 20% броја позиција радова који носе око 80% трошкова изградње раскрсница.

Укупна цена за пројекат изградње кружне раскрснице Јарковац износи 40.945.073 RSD са урачунатим ПДВ-ом, за раскрсницу у Панчеву 44.640.617,52 RSD са урачунатим ПДВ-ом, док за турбо кружни ток у Новом Саду износи 280.081.497,40 RSD са урачунатим ПДВ-ом. Средња вредност укупне цене изградње ова три кружна тока износи 121 889 062,6 RSD.

Средња вредност цена грађевинских радова за све три раскрснице износи 9.878,08 RSD/m², док средња вредност цене изградње коловозне конструкције по јединичној површини раскрснице по јединичној дебљини слојева пута износи 93,25 RSD/m²*cm.

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Дончева Радојка; Пројектирање патни јазли; Градежен факултет; Скопје; 2004.
- [2] интернет, линк: <https://en.wikipedia.org/wiki/Roundabout>; преузето: 26.05.2023.
- [3] Узелац Ђорђе; Коловозне конструкције; Факултет техничких наука; Нови Сад; 2015.
- [4] Боричић Људевит, дипл. инж. грађ; Студија оправданости-кружна раскрсница на укрштању са државним путем на саобраћајном чвору 12903 (Самош) на државном путу ПА 129 на км 91+837 на катастарским парцелама број 4719/1, 4719/2, 4716/2, 4719/3, 2196/2, 4722 КО Јарковац; Виa инжењеринг д.о.о. Нови Сад; 2020.
- [5] Станимировић Марија, дипл. инж. грађ; Пројекат коловозне конструкције-Изградња кружне раскрснице на катастарским парцелама број 9416/43, 9417, 13962, 13957 све КО Панчево; Архитектонско-грађевински институт; Нови Сад; 2021.
- [6] Костић Горан; Студија оправданости-Изградња кружне раскрснице на катастарским парцелама број 9416/43, 9417, 13962, 13957 све КО Панчево; Архитектонско-грађевински институт; Нови Сад; 2021.
- [7] Мостафа Насер, дипл. инж. саоб; ПЗИ– пројекат за извођење кружне раскрснице Булевару цара Лазара и Фрушкогорске улице у Новом Саду на к.п. 7815/1, 7814/1, 3553/20, 3653/1, 3609/5, 3610/2, 3611/2, 3611/3, 3612/2, 3612/1 к.о. Нови Сад II; МХМ Пројект; Нови Сад; 2018.

Кратка биографија:



Михаило Марјановић рођен је у Београду 1997. године. Основне студије је завршио на Грађевинском факултету у Београду, док је мастер студије на Факултету техничких наука у Новом Саду, смер грађевинарство, одсек организација и технологија грађења уписао 2022. године.