



ПРИМЕНА ПРОГРАМСКОГ ПАКЕТА CIVIL 3D СА ПРИМЕРОМ НА ДЕОНИЦУ ПУТА РАШКА-НОВИ ПАЗАР (L~2km)

APPLICATION OF SOFTWARE PACKAGE CIVIL 3D ON AN EXAMPLE OF ROAD SECTION RASKA-NOVI PAZAR (L~2km)

Владимир Михајловић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област- ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – У ради је приказана анализа могућности примене програмског пакета Civil 3D кроз фазу пројектовања реконструкције пута, његова функционалност и примена, и исти је примењен на практичном примеру на делу трасе Државног пута ИБ 22, деоница Рашка-Нови Пазар (L~2km). Описани су алати који се користе при изради дигиталног модела терена (ДТМ), дефинисања осовине пута, подужног профила и нивелете пута, коридора, цртања попречних профила и карактеристичних попречних профила, формирање нивелационог плана, обрачун количина итд.

Кључне речи: Пројектовање путева, Civil 3D, реконструкција.

Abstract - The paper presents an analysis of the possibilities of using the Civil 3D software package through the design phase of road reconstruction, its functionality and application, and the same was applied in a practical example on the section of the State Road IB 22, section Raska-Novı Pazar (L ~ 2km). The tools used in the creation of the digital terrain model (DTM), defining the road alignment, longitudinal profile and road leveling, corridors, drawing cross sections and typical cross sections, forming a leveling plan, calculating quantities, etc. are described.

Key words: Road design, Civil 3D, reconstruction.

1. УВОД

У раду су описане могућности примене програмског пакета Civil 3D. Рад је подељен на два дела: опис програмског пакета Civil 3D и израда идејног решења пројекта реконструкције државног пута ИБ22, деоница Рашка-Нови Пазар. Помоћу програмског пакета Civil 3D су пројектовани и обележени елементи ситуационог плана, нивелационог плана, подужног профила и попречних профила, а у самом пројекту реконструкције је димензионисана нова коловозна конструкција, описан детаљан технички извештај као и предмер и предрачун радова.

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији је ментор био доц. др Милош Шешлија.

МОГУЋНОСТИ ПРИМЕНЕ ПРОГРАМСКОГ ПАКЕТА CIVIL 3D

Програмски пакет Civil 3D се користи за креирање 3D модела терена, водених токова, цевовода, саобраћајница које имају динамичку повезаност са изворним подацима и другим елементима пројекта.

Укратко, Civil 3D се користи за прегледање, дизајнирање, анализирање и оптимизовање инфраструктурних пројеката. Помаже да се пројекти побољшају и изграде сигурно, на време и у оквиру буџета. Као водеће BIM (Building Information Modeling) решење у индустрији, Civil 3D је чувен у инжењерским круговима и има примену у широком пољу инфраструктурних пројеката. Применом програмског пакета Civil 3D кориснику се пружа могућност да:

- формира и уреди дигитални модел терена;
- пројектује и обележи ситуациони план;
- формира, пројектује и обележи подужни профил;
- формира, пројектује и обележи попречне профиле;
- изврши обрачун количина радова са попречних профила;
- формира и обележи нивелациони план и план обележавања;
- табеларно прикаже списак елемената за искључавање трасе;
- да формира 3D моделе линијских и површинских елемената и објеката и моделује косине.

Предност овог софтвера је та што се све промене у току рада аутоматски преносе на модел и та синхронизованост омогућава да се промене врше у било којој фази пројекта и да се аутоматски преносе на све зависне елементе пројекта, тако да не постоји потреба за ручним прегледањем пројекта и корекцијом истог.

Приказане су фазе израде пројекта кроз овај софтвер почевши од уноса тачака, креирања дигиталног модела терена, дефинисања осовине, израда подужног профила пута и дефинисања нивелете, израда попречних профила, као и додатне опције овог софтвера које могу да нам уштеде време приликом израде пројекта као што су темплејти за дефинисање попречних профила.

АНАЛИЗА ПОСТОЈЕЋЕГ СТАЊА

Циљ спровођења анализе

Анализа постојећег стања представља почетну активност у изради техничке документације.

Циљ спровођења анализе постојећег стања је утврђивање стања коловоза, затим геометрије пута и величине елемената, којима се описује постојеће стање пута (елементи попречног профила пута, хоризонтална и вертикална геометрија трасе).

Опис постојећег стања коловозне конструкције

Анализом постојеће архивске документације о изведеним истражним радовима (дефлексија површине коловоза, подужна и попречна равност, стање оштећености површине коловоза) утврђено је да је састав коловозне конструкције следећи:

- Асфалтни слојеви $d=19\text{cm}$;
- Невезани слојеви $d=33\text{cm}$.

На предметној деоници уочена су следећа оштећења:

- алигатор мрежасте пукотине;
- попречне пукотине;
- мрежасте блок пукотине ;
- подужна и попречна неравност;
- колотрази.



Слика 1: Мрежасте-блок пукотине на деоници



Слика 2: Попречне пукотине на деоници

Опис постојећег стања геометрије пута

На предметној траси не постоје хоризонталне кривине чији је радијус мањи од 250m који је минималан за остваривање пројектоване брзине од 80km/h ван насељеног места, па тако нема потребе ни за проширењима у кривини јер је минимални радијус 250m. Постојећа просечна основна ширина коловоза без проширења износи 7.00m, док су ивичне траке ширине 35cm. Нулта осовина представља решење којим се на местима прелазака из правца у кривину дефинишу и прелазнице, а све у складу са Правилником. Целом дужином трасе испоштован је минимални радијус кружне кривине $R=250\text{m}$ за рачунску брзину од 80 km/h, као и минимална дужина кружног лука од 44m. Правилником је дефинисана и минимална дужина прелазница за рачунску брзину од

80 km/h, то је дужина 62.50m.

У постојећем стању попречни нагиби коловоза у кривинама се крећу у границама од 2.5% до 7.5%.

Као и ситуациони план, и подужни профил је апроксимиран одговарајућим елементима како би се на адекватан начин описало постојеће стање.

Примењени радијуси вертикалних кривина су у највећем броју случајева усклађени са пројектном брзином од 80km/h (минимална вредност од 2500m за конкавну кривину и минимална вредност од 3500m за конвексну кривину), која је дефинисана рангом пута. Нагиби нивелете у постојећем стању се крећу од 0.5% до 2.0%.

2. ИДЕЈНО РЕШЕЊЕ

Идејним решењем је предвиђена реконструкција коловоза са пројектним периодом од 20 година. Геометријски елементи пута су овим пројектним решењем у максимално могућој мери усклађени са прописаним вредностима за брзину од $V_T=80\text{ km/h}$. Прописани минимални елементи рачунску брзину од $V_T=80\text{ km/h}$ су:

- Минимални радијус кривине $R_{\text{min}}=250\text{m}$;
- Минимална вредност параметра прелазних кривина $A=125\text{m}$;
- Вредност радијуса кривине изнад којег није обавезна примена прелазних кривина $R=1500\text{m}$ (1000m);
- Дужина међуправца код супротно усмерених кривина $160 \leq L(\text{m}) \leq 1600$;
- Дужина међуправца код истосмерних кривина $320 \leq L(\text{m}) \leq 1600$;
- Минимални попречни нагиб $I_{\text{pmin}}=2,5\%$;
- Максимални попречни нагиб $I_{\text{pmax}}=7\%$ (8%).

Коловозна конструкција

Димензионисање коловозне конструкције вршено је према важећем стандарду SRPS U.C4.012. Поступак димензионисања коловозне конструкције обухвата одређивање пројектних параметара за димензионисање, а потом одређивање врсте слојева и дебљине слојева коловозне конструкције.

Пројектована коловозна конструкција на основној траси:

- асфалт бетон – АБ11с $d=6\text{cm}$;
- бит. носећи слој БНС 22сА $d=9\text{cm}$;
- дробљени камени агрегат 0/31mm $d=15\text{cm}$;
- дробљени камени агрегат 0/63mm $d=20\text{cm}$;
- постелица од локалног материјала .

Пројектована коловозна конструкција наБУС стајалиштима и на проширењима:

- неармирана бетонска плоча $d=20\text{cm}$;
- дробљени камени агрегат 0/31mm $d=15\text{cm}$;
- дробљени камени агрегат 0/31mm $d=20\text{cm}$;
- дробљени камени агрегат 0/63mm $d=20\text{cm}$.

Пројектована коловозна конструкција на тротоарима на БУС стајалиштима:

- бехатон плоче $d=6\text{cm}$;
- фракција 2/4mm $d=4\text{cm}$;
- дробљени камени агрегат 0/31mm $d=15\text{cm}$;
- дробљени камени агрегат 0/31mm $d=20\text{cm}$.

Елементи попречног профила

Ширина пројектованих елемената попречног профила пута су следеће:

- Ширина саобраћајних трака $2 \times 3,50\text{m}$;
- Ширина ивичних трака $2 \times 0,35\text{m}$;
- Ширина стабилованих банкينا $2 \times 1,25\text{m}$;
- Ригол $0,72\text{m}$.

Карактеристични (нормални) попречни профили су дефинисани на местима насипа, усека и засека, као и на местима где су пројектована БУС стајалишта и проширења.



Слика 3: Нормални попречни профил пута у засеку

Коловозна конструкција главног правца је флексибилног типа, са хабајућим асфалтним слојем. Попречни нагиб коловоза износи минимум 2.5% до максималних 7%. Попречни нагиб банкينا је 8%. Нагиб косина у насипу које су најчешће и косине канала износе 1:1.5. Пројектовани земљани канали су трапезног облика, а дно канала је ширине 0.5m. На локацијама где је због усека или неког садржаја било неопходно, уместо банкине са каналом, примењен је бетонски ригол. Попречни нагиб ригола износи 8%. Ивичњак на крају ригола има надвишење од 12cm, посматрано у односу на ивицу ригола. Ширина берме је далеко већа од минималних 0.5m у датом случају, а попречни нагиб берме износи 8%, са падом ка риголи.

На деоници су пројектована три аутобуска стајалишта. На сва три аутобуска стајалишта ширина аутобуске нише износи 4m. Попречни нагиб коловоза на делу нише прати нагиб коловоза државног пута. Уз ивицу коловоза, са спољне стране, пројектован је бетонски ивичњак 18/24, са надвишењем од +12cm у односу на коловоз због заштите пешака, а са спољашње стране је пројектован мањи бетонски ивичњак 12/18.

Тротоар за пешаке на БУС стајалиштима је ширине 1.5m и попречног нагиба од 2%.

Ситуационо решење

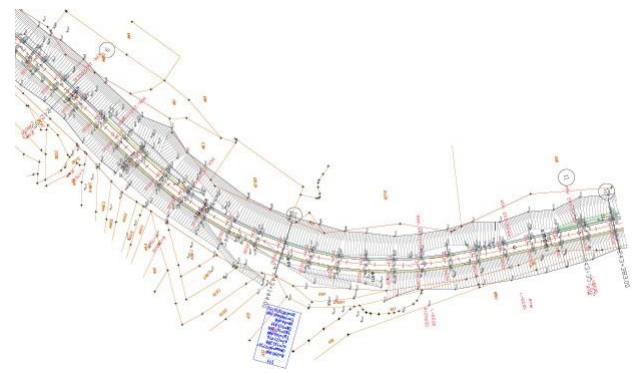
На дајој траси се налазе три хоризонталне кривине радијуса 827m, 300m и 250m. Прва кривина радијуса 827m је на почетку трасе, а на самом крају трасе налазе се две оштрије супротно оријентисане кривине

са радијусима 300m односно 250m, и међуправцем од око 200m. На целој деоници предвиђени су радијуси кривина и попречни нагиби коловоза у кривинама који одговарају рачунској брзини од $V_r = 80\text{ km/h}$.

Табела 1: *Списак хоризонталних кружних кривина и попречних нагиба коловоза у кривинама*

| Редни број | Стационажа | Радијус | Попречни нагиб |
|------------|------------|---------|----------------|
| 1. | km 241+567 | 827m | 4.5 % |
| 2. | km 242+771 | 300m | 5.5% |
| 3. | km 243+067 | 250m | 7% |

Пројектовани радијуси кривина и попречни нагиби су прописаних вредности за $V_r=80\text{ km/h}$.

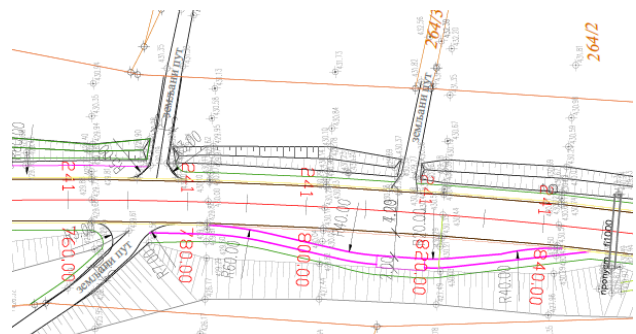


Слика 4: Хоризонтална кривина број 3

На деоници постоји укупно десет прикључака, од чега су два некатегорисана (km 242+456 и km 242+625) и они су рађени од асфалтног коловозног застора на дужини од 40m, док су остали индивидуални прикључци нивелационо уклопљени у постојеће стање туцаником.

Табела 2: *Списак прикључака на деоници*

| Р.Број | Стационажа | Страна | Тип |
|--------|------------|--------|-----------|
| 1. | 241+510 | лева | туцанички |
| 2. | 241+660 | лева | туцанички |
| 3. | 241+770 | десна | туцанички |
| 4. | 241+775 | лева | туцанички |
| 5. | 241+910 | лева | туцанички |
| 6. | 242+020 | лева | туцанички |
| 7. | 242+077 | десна | туцанички |
| 8. | 242+080 | лева | туцанички |
| 9. | 242+460 | лева | асфалтни |
| 10. | 242+630 | десна | асфалтни |



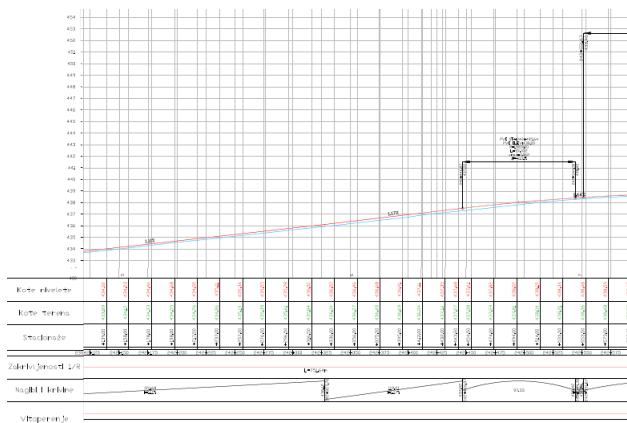
Слика 5: Део прикључака на предметној траси

На сваком аутобуском стајалишту предвиђен је и простор за чекање аутобуса ширине 2.00m са приступним стазама ширине 1.50m. Аутобуска стајалишта ће бити означена и обележена одговарајућом саобраћајном сигнализацијом. Пројектована ширина за проширења на БУС стајалиштима је 4.00m.

Ширина проширења је 4.00m. Проширење за мерење осовинског оптерећења се налази на стационажи km 242+480 и пројектовано је у дужини за заустављање два меродавна возила.

Подужни профил

Нагиб нивелете је пројектован са шест вертикалних кривина. На предметној деоници, подужни нагиб се налази у опсегу од минималних 0.30% до максималних 1.82%, што је испод максималне прописане вредности која износи 6% (изузетно 7%) за $V_{gr}=80$ km/h. Заобљења вертикалних прелома су извршена конкавним кривинама у распону од минималног $R_v=5500m$ на стационажи km 241+781.57 до максималног $R_v=30000m$ на стационажи km 241+454.31 који се налази на почетку предметне трасе.



Слика 6: Део подужног профила пута

Одводњавање

Систем за одводњавање се гради за потребе контролисаног прикупљања и одвођења кишног отицаја са коловоза. Основни циљ је повећање безбедности, али и трајности саобраћајнице. Задржавање воде на коловозу има неповољан утицај на безбедност одвијања саобраћаја јер доводи до смањења видљивости, а може довести и до појаве аквапланинга (појава која се догађа када возило својом тежином не може да истисне воду на путу испод гуме).

Генерално гледано, задржава се постојећи концепт одводњавања предметне деонице. Постојећи концепт одводњавања је преливањем воде преко банке у путне јаркове, односно евакуација воде риголима ка постојећим пропустима који прикупљене отицаје преводе кроз труп пута на десну страну предметне деонице.

Риголи се готово целом дужином деонице протежу дуж леве стране коловоза гледајући у смеру раста стационаже и представљају главни елемент одводњавања предметне деонице.

3. ЗАКЉУЧАК

Планирање и/или пројектовање као активности подразумевају мање или више формализоване поступке са циљем да се унапред сагледа будућност са довољно извесности и поузданости, те су се данас донеле потребне одлуке и предузеле одговарајуће мере да се побољша постојеће стање и реализују позитивни и умање негативни ефекти развоја који се може предвидети. Развој софтвера за пројектовање путева је многоструко убрзао и упростио процес анализе (истраживања) и пројектовања путева, и сходно томе, велики је број разних софтвера за пројектовање путева, који су у принципу засновани на истој основи.

Civil 3D садржи и бројне алатке и функционалности које му омогућају да постане бржи у раду на инфраструктурним пројектима, као што су мреже ценовода, моделовање путева, рачунање кубатура, профилисање терена, геопросторне анализе и многи други.

Последњих пар година програм је напредовао и данас се користи у решавању најсложенијих инжењерских проблема.

4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Радовић, Н.: Одабрана поглавља из пројектовања путева (Скрипта са предавања и вежби, ФТН 2012- 2013).
- [2] ЈП „Путеви Србије“: Приручник за пројектовање путева у Републици Србији.
- [3] Цветановић, А, Банић, Б.: Коловозне конструкције.
- [4] State of Florida Department of Transportation: FDOT Civil 3D Subassembly Composer Course Guide.
- [5] Graham R., Holland L.: Mastering AutoCAD Civil 3D 2012.
- [6] <https://geoinova.com/index.php/you/home-yu/2-uncategorised?start=8>
- [7] Путeви Србије www.putevi-srbije.rs

Кратка биографија:



Владимир Михајовић рођен у Тузли 17.01.1992. год. Гимназију у Зворнику завршава 2010. године, а исте године уписује студије грађевинарства на Факултету техничких наука у Новом саду, на коме у фебруару 2018. године стиче звање дипломирани инжењер грађевинарства. Мастер рад на одсеку за путеве, железнице и аеродроме са темом „ Примена програмског пакета Civil 3D са примером на деоницу пута Рашка-Нови Пазар (L~2km)“ одбранио је у септембру 2019. године.