|  |  |
| --- | --- |
|  | Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad |

**UDK: 725.39**

**DOI:** [**https://doi.org/10.24867/20CG07Drcelic**](https://doi.org/10.24867/20CG07Drcelic)

**АНАЛИЗА СОФТВЕРСКОГ ПАКЕТА CIVIL 3D ЗА ИЗРАДУ ПРОЈЕКАТА САОБРАЋАЈНИЦА**

**ANALYSIS OF SOFTWARE PACKAGE CIVIL 3D FOR DEVELOPING TRAFFIC PROJECTS**

Никола Дрчелић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

**Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО**

**Кратак садржај** – *У раду је приказана анализа могућности примене програмског пакета Civil 3D кроз фазу пројектовања пута, његова функцио­налност и примена. Описани су алати који се користе за израду дигиталног модела терена (ДТМ), дефинисање осовине пута, подужног профила и нивелете пута, коридора, цртање попречних профила и карактеристичних попречних профила, формирање нивелационог плана, обрачун количина радова , итд.*

**Кључне речи:** *пројектовање путева, Civil 3D*

**Аbstract -** *The paper presents an analysis of the possibilities of applying the Civil 3D software package during the road design phase, its functionality and application. The software tools used for creating a 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 of quantities, etc. are described.*

**Keywords:** *road design, Civil 3D*

**1. УВОД**

У раду су описане могућности примене програмског пакетa *Civil 3D*. Рад је подељен на два дела: опис програмског пакета *Civil 3D* и израда идејног решења пројекта [1].

Помоћу програмског пакета *Civil 3D* су пројектовани и обележени елементи ситуационог пла­на, нивела­цио­ног плана, подужног профила и поп­речних профила, а у самом пројекту је димензио­нисана коловозна конструкција, описан детаљан технички извештај као и предмер и предрачун радова.

**2. 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.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

# НАПОМЕНА:

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

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 [1,4,5]. Применом програмског пакета *Civil 3D* кориснику се пружа могућност да [4,5]:

* + 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 исклочавање 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 [2].

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 [1,2].

**3. ПЛАНИРАЊЕ И ПРОЈЕКТОВАЊЕ ПУТЕВА**

Планирање и 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.

Како се ради о будућности која увек садржи и компоненту неизвесности, планирање и пројектовање у суштини помажу да се унапред уочи највероватнији исход данас донетих одлука и предузетих корака, а укупна поузданост процеса, пре свега зависи од врсте, обима и поузданости информација, егзактности примењених метода и поступака и способности планера и/или пројектанта да кроз мисаони процес синтетизује резултате анализа, креативно формира могуће варијанте те објективно и непристрасно одме­ри њихову укупну вредност и предложи оптимално решење.

Приликом пројектовања путева пројектант мора да успостави везу између стратешко постављених прог­рамских услова, саобраћајног оптерећења и димензија пројектних елемената пута. Осим обезбеђивања функ­ционалности, пут мора да буде пројектован тако да обезбеђује саобраћајну безбедност возачима који пут користе у складу са важећим прописима. То значи да елементи пута морају да буду усклађени и састављени тако да, иако му је на читавој дужини пута обезбеђена захтевана прегледност, возач у току нормалне вожње није присиљен да интезивно кочи на појединим местима.

Најчешће грешке које се могу догодити код неускла­ђеног планирања и лошег пројектовања пута и које угрожавају безбедност током вожње су:

* Превелика брзина вожње;
* Недостатак зауставне прегледности;
* Појава „аквапланинга“;
* Неусклађеност хоризонталних геометриј­ских елемената осе пута и нивелете;
* Прекратке дужине зона за извођење саобраћајних маневара;
* Учесталост прикључака (улаза/излаза);
* Неправилно изведени прелази смањења броја саобраћајних трака на коловозу;
* Незаштићене стрме косине (одрон камења);
* линије.

Да бисмо пројектовали безбедан пут, треба избегавати:

* Превазилажење горњих вредности рачунских брзина;
* Повећање ширине саобраћајних трака у односу на ширину која је прихваћена као стандардизована за појединачну рачунску брзину (проблем: повећање ширине узрокује веће алтернативне полупречнике кружних кривина што даље узрокује повећање брзине);
* Коришћење неусклађеног редоследа кружних и њимa припадајућих прелазних кривина;
* нивелетски нижем положају (важно за брзине веће од 70км/ч);
* Умештање мање између две истосмерне кружне кривине у облику О-кривине на нивелетски нижем положају (важно за брзине веће од 70км/ч);
* Мењање профила пута на прекратким растоја­њима;
* Постављање елемената који онемогућују или смањују прегледност на путу (саобраћајна опрема-табле, и сл.), или уметање уређења дуж пута у зони поља прегледности (стајалишта, паркиралишта, депоније, зидови...);
* Неуважавање могућности дограђивања појединач­них уређења на путу и по истеку планираног века;
* Изостављање уређивања објеката, уређаја и уре­ђења за прелазак животиња (екодукти, подземни пролази);
* Изостављање природних уређења регулација водотокова (угрожавање стабилности трупа пута);
* Изостављање процене утицаја снажног ветра и снежних наноса (преграде за заштиту од ветра);
* Пројектовање прелаза у нивоу за пешаке на непрегледним деоницама пута;
* Пројектовање грађевинских објеката у траси уну­тар слободног профила пута без заштитних уређења (ограда);
* Изостављање уређења проширења насипа (проши­рена банкина) код путева смањене ширине коловоза (омогућавање мимоиложења).

Основне 3 фазе које се одвијају приликом пројектовања и изградње пута су:

* Припремни радови за потребе пројектовања пута (укључују извођење истражних радова, прикупљање и израду подлога и података за пројектовање);
* Пројектовање пута (израда техничког решења);
* Извођење радова на изградњи пута.

Свака од ових фаза захтева ангажовање великих новчаних средстава, великог броја кадрова различите струке и мноштво разне опреме. За успешно извршење сваке од фаза, неопходно је имати добру организацију и координацију унутар тима. Свака успешна реализација једне фазе је предуслов за успешно извођење наредне фазе. Не треба штедети новац и брзати приликом израде припремних радова и пројектовања, јер ће свака нерационална уштеда на новцу и времену бити скупо наплаћена приликом извођења и експлоатације објекта (пута).

**4. ИДЕЈНО РЕШЕЊЕ**

**4.1. Коловозна конструкција**

Да би се извела новопројектована коловозна конструкција у континуитету потребно је порушити постојећу коловозну конструкцију [3,6]. Рушење постојећих објеката, који су се нашли на траси пројектованих саобраћајница нису саставни део пројекта.

За коловозну конструкцију саобраћајнице усвојена је следећа структура:

асфалт бетон АБ11с д=4.0 цм

битуменизирани носећи слој БНС 32с д=9.0 цм

дробљени камени агрегат 0/31.5мм д=15.0 цм

дробљени камени агрегат 0/63 мм д=25.0 цм

песак д=30цм

За коловозну конструкцију паркинга усвојена је следећа структура:

Бехатон д=8.0 цм

Фракција 2/4 д=4.0 цм

Дробљени камени агрегат 0/31.5мм д=10.0 цм

дробљени камени агрегат 0/63 мм д=20.0 цм

песак д=30цм

**4.2 Елементи попречних профила**

Попречни профили су рађени на карактеристичним местима као и на растојању не већем од 15m. Све саобраћајнице су дефинисане у ширини од 2x3.00m, док су паркинг места предвиђена са димензијама 2.80x5.00m. Пројектом је на коловозу предвиђен једностран попречни пад од 2%. Попречни пад паркинга је такође 2% према коловозу.

Карактеристични попречни профил је приказан у размери Р=1:100. На Слици 1 и Слици 2 приказани су нормални попречни профили на саобраћајници и паркингу.



Слика 1*:* *Нормални попречни профил на саобраћајници*



Слика 2: *Нормални попречни профил на паркингу*

**4.3 Ситуационо решење**

На ситуационом плану предметне саобраћајнице дефинисане су са четири осовине: осовина 1, осовина 2, осовина 3 и осовина 4.

Осовина 1 је дефинисана применом три правца и две хоризонталне кривине R=7.0m и R=8.0m без коришћења прелазница. Укупна дужина осовине 1 је 217.09m. Осовина 2 је дефинисана применом четири правца и три хоризонталне кривине Р=8.10m, Р=50.0m и Р=50.0m без коришћења прелазница. На стационажи 0+017.25 Осовине 1 се налази укрсно место ове две саобраћајнице. Осовина 2 се на свом крају ситуационо и нивелационо уклапа на ивицу кружног подеоника, док се осовина 1 на свом крају укршта и уклапа у саобраћајницу дефинисану осовином 4. Укупна дужина осовине 2 је 356.89m.

Осовина 3 је осовина којом је дефинисана саобра­ћајница унутар паркинга за путничка возила која се на свом почетку на стационажи 0+000.00 укршта са осовином 1, а на свом крају на стационажи 0+076.71 са осовином 4. Дефинисана је применом једног правца. Укупна дужина осовине 3 је 80.15m.

Осовином 4 дефинисана саобраћајница по ободу паркинг простора, чији се почетак на стационажи 0+000.00 налази на укрштају са Осовином 1 док се на свом крају, стационажи 0+136.26 уклапа у кружни подеоник.. Формирана је од два правца и две хоризонталне кривине Р=9.0m и Р=40.00m без коришћења прелазница. Укупна дужина Осовине 4 је 136.26m. На Слици 3 приказан је део предметне деонице са осовинама.



Слика 3: *Део предметне деонице*

# 4.4 Подужни профил

Подужно вођење саобраћајница било је условљено уклапањем у постојеће стање на почетку Осовине 1, на стационажи 0+007.52, котом новопројектованих објеката, као и међусобним нивелационим уклапањима осовина једне у другу на својим укрсним местима.

Минимални подужни пад нивелете на Осовини 1 је 0.20%, а максималан 2.50%. Прелом нивелете већи од 0.2% је заобљен вертикалном кривином Rv=500, Rv=500, Rv=200м. Минимални подужни пад нивелете на Осовини 2 је 0.10%, а максималан 2.00%.

Прелом нивелете већи од 0.2% је заобљен вертикалном кривином Rv=500, Rv=1250.

Минимални подужни пад нивелете на Осовини 3 је 0.30%, а максималан 2.27%. Прелом нивелете већи од 0.2% је заобљен вертикалном кривином Rv=500м, Rv=200м.

Минимални подужни пад нивелете на Осовини 4 је 0.20%, а максималан 1.80%. Прелом нивелете већи од 0.2% је заобљен вертикалном кривином Rv=200м, Rv=1000м. Подужни профили рађени су у размери 1:50/500. На Слици 4 приказан је део подужног профила пута.

**4.5 Одводњавање**

Систем за одводњавање се гради за потребе контро­лисаног прикупљања и одвођења кишног отицаја са коловоза. Основни циљ јесте повећање безбедности, али и трајности саобраћајнице. Задржавање воде на коло­возу има неповољан утицај на безбедност одви­јања саобраћаја.



Слика 4: *Део подужног профила пута*

Одводњавање атмосферских вода са саобраћајница решено је првенствено попречним и подужним падо­вима. Предвиђен је затворен систем одводњавања. Прикупљена вода са коловоза, паркинга и тротоара се одводи сливницима који су висински и ситуационо прилагођени новопројектованој ситуацији.

Одводњавање је обрађено посебним пројектом – Про­јектом хидротехничких инсталација.

**5.** **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 омогућују да постане бржи у раду на инфраструктурним пројектима, као што су мреже цевовода, моделовање путева, рачунање кубатура, профилисање терена, геопросторне анализе и многи други.

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

**6. 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. Путеви Србије [www.putevi-srbije.rs](http://www.putevi-srbije.rs/)

**Кратка биографија:**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Никола Дрчелић** рођен je у Краљеву 11.08.1992. год. Гимназију у Краљеву завршава 2010. године, а 2017. године уписује студије грађевинарства на Факултету техничких наука у Новом саду, на коме у јуну 2021. године стиче звање дипломирани инжењер грађевинарства. Мастер рад на одсеку за путеве, железнице и аеродроме са темом “Анализа софтверског пакета Civil 3D за израду пројеката саобраћајница“ одбранио је у јулу 2022. године.контакт: nikoladrcelic92@gmail.com |