

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Rihar, M., 2014. Primerjava sodobnih programskih orodij za modeliranje križišč na primeru križišča v Ljubljani. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Maher, T., somentor Rijavec, R.): 69 str.

University
of Ljubljana

Faculty of
Civil and Geodetic
Engineering



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Rihar, M., 2014. Primerjava sodobnih programskih orodij za modeliranje križišč na primeru križišča v Ljubljani. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Maher, M., co-supervisor Rijavec, R.): 69 pp.

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ
GRADBENIŠTVA
PROMETNA SMER

Kandidat:

MIHA RIHAR

**PRIMERJAVA SODOBNIH PROGRAMSKIH ORODIJ
ZA MODELIRANJE KRIŽIŠČ NA PRIMERU KRIŽIŠČA
V LJUBLJANI**

Diplomska naloga št.: 3383/PS

**COMPARISON OF MODERN-DAY INTERSECTION
MODELLING SOFTWARE EXAMPLED ON AN
INTERSECTION IN LJUBLJANA**

Graduation thesis No.: 3383/PS

Mentor:

doc. dr. Tomaž Maher

Predsednik komisije:

izr. prof. dr. Janko Logar

Somentor:

viš. pred. mag. Robert Rijavec

Član komisije:

prof. dr. Bogdan Zgonc

doc. dr. Mitja Košir

Ljubljana, 23. 04. 2014

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

»Ta stran je namenoma prazna«

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani Miha Rihar izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom: »**Primerjava sodobnih programskih orodij za modeliranje križišč na primeru križišča v Ljubljani.**«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Ljubljana, 11.04.2014

Miha Rihar

»Ta stran je namenoma prazna«

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	625.739(497.4Ljubljana)(043.2)
Avtor:	Miha Rihar
Mentor:	doc. dr. Tomaž Maher, univ. dipl. inž. grad.
Somentor:	viš. pred. mag. Robert Rijavec, univ. dipl. inž. grad.
Naslov:	Primerjava sodobnih programskih orodij za modeliranje križišč na primeru križišča v Ljubljani
Tip dokumenta:	diplomska naloga – UNI
Obseg in oprema:	69 str., 2 pregl., 50 sl., 15 pril.
Ključne besede:	križišče, krožišče, Civil 3d, Plateia, Nexus, Via, Torus, UC-win/Road, načrtovanje cest, modeliranje cest

Izveček:

V zadnjih letih se je velik napredek pokazal na področju razvoja programske opreme za projektante cest. V prvem delu diplomskega dela smo napisali nekaj o zgodovini in obstoječem stanju na področju načrtovanja in modeliranja križišč. Dotaknili smo se tudi prometnega dimenzioniranja.

V drugem delu smo izdelali načrte konkretnega križišča ter analizirali načrtovanje in modeliranje z različno programsko opremo. Delo smo opravili na konkretnem primeru križišča v Ljubljani s programsko opremo, ki je najbolj prisotna na slovenskem tržišču. Za načrtovanje štirikrakega križišča smo uporabil naslednje programe: Civil 3d, Plateia, Nexus in Via. Za projektiranje krožišča pa Civil 3d, Plateia in Torus. Za vsa uporabljena programska orodja smo naredili diagrame poteka dela. Edini samostojni program je Civil 3d; vsi ostali delujejo kot vtičniki v njem. Naredili smo medsebojno primerjavo uporabljenih programskih opreme. Izdelali smo vizualizacijo, kar omogočata le Plateia in Civil 3d. Vsi testirani programi razen Via omogočajo izvoz podatkov v format LandXML. Te podatke smo uvozili v program UC-win/Road s katerim smo izdelali simulacijo prometa.

V zaključku smo izpostavil težave, s katerimi smo se srečali med izdelavo diplomskega dela in opozorili na nekatere nepravilnosti oz. pomanjkljivosti v delovanju programske opreme.

Programska oprema za načrtovanje cest (križišč) je postala zelo sofisticirana, vendar še obstaja prostor za napredek.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 625.739(497.4Ljubljana)(043.2)
Author: Miha Rihar
Supervisor: Assist. Prof. Tomaž Maher, Ph.D.
Cosupervisor: Sen. Lect. Robert Rijavec, M.Sc.
Title: Comparison of modern-day intersection modelling software
exampled on an intersection in Ljubljana
Document type: Graduation Thesis – University studies
Scope and tools: 69 p., 2 tab., 50 fig., 15 ann.
Key words: intersection, roundabout, Civil 3d, Plateia, Nexus, Via, Torus,
UC-win/Road, road design, modelling

Abstract:

In recent years there has been significant progress in the development of road design software. We describe the methodology, work-flow, history and current state of road design and modelling, including the verification of the level of service.

The second part focuses on a specific intersection describing the design and modelling process with different commercially available software tools. We focused on software with a higher presence in the Slovenian market. For the design of a four-leg junction we tested Civil 3d, Plateia, Nexus and Via and for the design of a roundabout we tested Civil 3D, Plateia and Torus. Workflow diagrams for all software tools that were used are presented. The only stand-alone program is Civil 3D, whereas all the others are designed as Civil 3d plug-ins. A comparison of all tested software is presented. Plateia and Civil 3D also offer 3d visualization tools. All tested programs except Via also offer data exporting in LandXML format. This file format can be imported, for example, into UC-win/Road, a program that is designed for traffic simulation.

We highlight some of the problems encountered and point out some difficulties or deficiencies of the software. Road design software has become very sophisticated, but we have found that there is still room for improvement.

ZAHVALA

Za pomoč in strokovne nasvete pri izdelavi diplomske naloge se iskreno zahvaljujem somentorju viš. pred. mag. Robertu Rijavcu in mentorju doc. dr. Tomažu Maherju.

Posebna zahvala gre Davor Klemnu, predstavniku podjetja SL-King, preko katerega so nas povezali s podjetjem Transoft Solutions, ki nam je omogočilo začasni licenci za Torus in Nexus. SL-King nam je omogočil tudi začasno licenco za Vio in nam pomagal z nasveti pri uporabi tega programskega orodja.

Zahvaljujem se tudi podjetju CGS plus, ki je podalo nekaj nasvetov glede programskega orodja Plateia.

Za zagotovitev zadnje različice simulacijskega programskega orodja UC-win/Road se zahvaljujem podjetju Forum 8 ter njegovima predstavnikoma Masahiro Yokoyama in Patrick Hafferty.

»Ta stran je namenoma prazna«

KAZALO VSEBINE

IZJAVA O AVTORSTVU	III
BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK	V
BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT	VI
ZAHVALA	VII
1 UVOD	1
1.1 Namen in cilji diplomskega dela.....	1
2 METODOLOGIJA.....	2
3 NAČRTOVANJE IN MODELIRANJE KRIŽIŠČ	3
3.1 Prometno dimenzioniranje	4
3.2 Simulacija	5
3.3 Programska oprema za načrtovanje in modeliranje cest.....	5
4 ANALIZA PROGRAMSKIH ORODIJ ZA NAČRTOVANJE IN MODELIRANJE KRIŽIŠČ NA PRIMERU	7
4.1 Lokacija in obstoječe stanje primera križišča	7
4.2 Uporabljena programska orodja.....	8
4.3 Postopki načrtovanja in modeliranja	8
4.3.1 Štirikrako križišče	9
4.3.1.1 Situacijski del	9
4.3.1.2 Vzdolžni profil	9
4.3.1.3 Prometna oprema	10
4.3.2 Krožno križišče (krožišče)	10
4.3.2.1 Prometna oprema	11
4.4 Civil 3d	11
4.4.1 Klasično 4 - krako križišče	11
4.4.1.1 Osi	13
4.4.1.2 Vzdolžni profili.....	14
4.4.1.3 Modeli cestnega telesa - koridorji	14
4.4.1.4 Karakteristični prečni profili	16
4.4.1.5 Prečni profili	16
4.4.1.6 Izračun količin, planimetriranje	16
4.4.2 Krožno križišče.....	17
4.4.2.1 Vzdolžni profili.....	19
4.4.2.2 Modeli cestnega telesa - koridorji	20

4.4.2.3	Ločilni otoki	20
4.4.2.4	Prečni profili	21
4.4.3	Prednosti	21
4.4.4	Pomanjkljivosti	23
4.4.5	Vizualizacija	24
4.4.6	Diagram poteka dela s programskim orodjem Civil 3d	25
4.4.6.1	Diagram poteka modeliranja štirikrakega križišča	25
4.4.6.2	Diagram poteka modeliranja krožišča	26
4.5	Plateia	27
4.5.1	Klasično 4 - krako križišče	27
4.5.1.1	Situacija	27
4.5.1.2	Vzdolžna os	27
4.5.1.3	Vzdolžni profili	28
4.5.1.4	Prečni profili	29
4.5.1.5	Planimetriranje	30
4.5.1.6	Prometna oprema	30
4.5.2	Krožno križišče	31
4.5.3	Prednosti	32
4.5.4	Pomanjkljivosti	33
4.5.5	Vizualizacija	35
4.5.6	Diagram poteka dela s programskim orodjem Plateia	37
4.5.6.1	Diagram poteka načrtovanja štirikrakega križišča	37
4.5.6.2	Diagram poteka načrtovanja krožišča	38
4.6	Nexus	39
4.6.1	Prednosti	41
4.6.2	Pomanjkljivosti	44
4.6.3	Diagram poteka načrtovanja štirikrakega križišča	45
4.7	Via	46
4.7.1	Os	46
4.7.2	Vzdolžni profil	47
4.7.3	Prečni profili	47
4.7.3.1	Izračun mas	48
4.7.4	Prometna oprema	48
4.7.5	Prednosti	49
4.7.6	Pomanjkljivosti	49
4.7.7	Diagram poteka načrtovanja štirikrakega križišča	50
4.8	Torus	51

4.8.1	Prednosti.....	53
4.8.2	Pomanjkljivosti	55
4.8.3	Diagram poteka načrtovanja krožišča.....	56
4.9	UC-win/Road	57
4.9.1	Izdelava modela	57
4.9.2	Možnosti simulacije	59
4.9.3	Diagram poteka izdelave simulacije s programskim orodjem UC win/Road	61
4.10	Primerjava programskih orodij	62
5	ZAKLJUČEK.....	65

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1 Karakteristični profil	9
Preglednica 2 Primerjava programskih orodij	64

KAZALO SLIK

Slika 1 Lokacija obravnavanega križišča.....	7
Slika 2 Obstoječe stanje	8
Slika 3 Minimalne dimenzije ločilnega otoka	11
Slika 4 »Ribbon« za projektiranje cest	12
Slika 5 Digitalni model terena 2d pogled	12
Slika 6 Digitalni model terena 3d pogled	12
Slika 7 Orodja za urejanje vzdolžne osi – Civil 3d	13
Slika 8 Prikaz urejanja tangent.....	14
Slika 9 Lastnosti koridorja	15
Slika 10 Karakteristični profil - primer.....	15
Slika 11 Primer popisnega lista po prečnih profilih – Civil 3d.....	17
Slika 12 Urejanje krožnega dela – Civil 3d	18
Slika 13 Urejanje priključkov	18
Slika 14 Prometna oprema – Civil 3d	19
Slika 15 Prometna oprema – Plateia.....	19
Slika 16 Prikaz napačnega pristopa pri delu s koridorji	21
Slika 17 Prikaz napake pri delu s koridorji.....	21
Slika 18 Prikaz pravih stika med koridorjema	22
Slika 19 Primer uporabe funkcije »Section Editor« na koridroju ločilnega otoka.....	22
Slika 20 Funkcija »Chainage Tracker«.....	23
Slika 21 Nastavitve animacije	24
Slika 22 Vnos zgornjega ustroja.....	29
Slika 23 Pogovorno okno za vnos znakov.....	30
Slika 24 Parametri kraka krožnega križišča.....	32
Slika 25 Nastavitve krožnega dela	32
Slika 26 Prikaz funkcije »Easy Drive«	33
Slika 27 Primer tabele z razširitvami – Plateia	34
Slika 28 Izdelava 3d površine	35
Slika 29 Vizualizacija - Plateia	36
Slika 30 Pogovorno okno za višinsko urejanje v programu Nexus.....	40
Slika 31 Primer vzdolžnega profila v Nexus	41
Slika 32 Pregledni trikotnik.....	41
Slika 33 Prikaz konfliktnih točk.....	42
Slika 34 Primer rotacije kraka križišča.....	42
Slika 35 Primer vzporednega premika križišča po oseh Vzhod-Zahod	43

Slika 36 Nastavitve košaraste krivine	43
Slika 37 Grafični prikaz košaraste krivine	44
Slika 38 Seznam objektov	46
Slika 39 Konstante prečnih profilov - Via	47
Slika 40 Primer prečnega profila – Via	48
Slika 41 Prehod za pešce: Levo-Via, Desno - Plateia	49
Slika 42 Nastavitve Torus	51
Slika 43 Prikaz dinamičnega urejanja krakov v programskem orodju Torus	52
Slika 44 Pogovorno okno za višinsko urejanje v programu Torus.....	53
Slika 45 Prikaz najhitrejše poti skozi križišče.....	54
Slika 46 Vzdolžni profil zunanjega krožnega dela	54
Slika 47 Lokacijske nastavitve - UC-win/Road	57
Slika 48 Poskus korigiranja poti	59
Slika 49 Prikaz hitre funkcije za spremembo štirikrakega križišča v krožišče.....	59
Slika 50 Vremenske nastavitve	60

1 UVOD

S prihodom računalnikov in dostopnostjo računalniške opreme se je delo na področju projektiranja cest zelo spremenilo. Pred tem je bilo delo ročno. Začetki računalništva so prinesli programsko opremo, ki je omogočala risanje, vendar je bil to le nekakšen prenos dela s papirja na ekran. Končni izdelek je bil lepši; večjih časovnih razlik med ročnim in računalniškim risanjem pa ni bilo. Novejša programska oprema je res prinesla s seboj veliko avtomatizacije, vendar pa je kljub temu potrebno na nekaterih področjih vložiti še veliko truda in obdelave, da pridemo do zelenih rezultatov. Velikokrat si naročniki napačno predstavljajo, da je risanje sprememb in dopolnitev proces, ki se samodejno izvede. Rezultate, ki jih podaja računalniška oprema, moramo kritično oceniti, saj programi ne delujejo vedno pravilno. Za načrtovanje potrebujemo kvalitetne vhodne podatke (geodetski posnetek), ki so ključnega pomena za izdelavo dobrega modela obstoječega terena in posledično tudi dobrega načrta ali modela predvidenega stanja. Pravilna izvedba na terenu je tako odvisna tudi od kvalitetno narejenega projekta. V današnjih časih je inženirsko delo razvrednoteno, saj je na razpisih pomembna samo najnižja cena projekta, tako da se postavlja vprašanje kakšne kvalitete je projekt, ki ga dobi naročnik.

1.1 Namen in cilji diplomskega dela

Namen in cilji diplomskega dela je prikazati uporabnost preizkušenih orodij domačih in tujih ponudnikov, analizirati slabosti in pomanjkljivosti ter opozoriti na morebitno napačno delovanje.

Želimo si, da bi diplomska naloga pripomogla, da ponudniki in razvijalci programske opreme prisluhnejo problemom, ki se pojavljajo na tem področju in tako olajšajo delo projektantom.

2 METODOLOGIJA

V prvem delu diplomskega dela smo napisali nekaj o zgodovini načrtovanja in modeliranja ter predstavili programsko opremo, ki je najbolj prisotna na slovenskem prostoru.

Osrednji del diplome je posvečen konkretnemu primeru križišča in problemom načrtovanja in modeliranja z različno programsko opremo. Obravnavali smo dve vrsti križišč in sicer štirikrako ter krožno križišče (obe varianti na isti lokaciji), ki smo ju »narisali« z vsakim programskim orodjem posebej. Križišče smo višinsko umestili v prostor ter ga prometno tehnično uredili tako, da je zadostil veljavni zakonodaji, predpisom, tehničnim specifikacijam in standardom. Oba primera smo grafično obdelali s pripadajočimi vzdolžnimi in prečnimi profili ter poskusili narediti 3d model. Za vsak program posebej smo prikazali diagrame poteka dela od geodetskega posnetka do končnega izdelka. Ko je bila obdelava v dveh dimenzijah končana, smo naredili vizualizacijo v 3d tehniki, ker to postaja čedalje pomembnejši element na tehtnici odločanja ali bo nek projekt šel v izvedbo ali ne. Poleg tega pa se v 3d modelu hitro opazijo morebitne napake projektanta. Na konkretnem primeru smo opisali posamezna programska orodja z uporabnostjo vgrajenih funkcij, njihovo stopnjo interaktivnosti, zahtevnosti in vsestranskost uporabe. Prikazali smo izvoz projektiranega modela v format LandXML (vsebuje podatke o cestnem telesu in podatke o terenu) ter uvoz teh podatkov v simulacijski program s katerim bomo izdelali simulacijo prometa.

V zaključku smo povzeli primerjavo programov in težave, s katerimi smo se soočali med izdelavo diplomskega dela.

3 NAČRTOVANJE IN MODELIRANJE KRIŽIŠČ

»Načrtovanje je dejavnost, s katero si posamezniki in družba pomagamo urejati življenje v sedanjem času in za prihodnost« (Prosen, 1993). Z načrtovanjem skušamo vzbuditi ali pospešiti razvoj in doseči izboljšanje strukturnih razmerij v socialno-ekonomskih razmerah. Gre za zavestno usmerjanje, usklajevanje in izdelovanje določenih načrtov in programov. Je tudi izračunavanje razporeditve sestavin in dejavnikov nekega pričakovanega procesa ter predvidevanja potekov in učinkov. Bistveno za načrtovanje je, da vse poglobilne dejavnike ugotovimo in nadziramo, kajti le v tem primeru lahko s premislekom uresničujemo načrt oziroma mu dodajamo nove ustvarjalne pobude. (Vir: Matija Kralj; Problematika načrtovanja prostorskih ureditev na lokalnem nivoju)

Če želimo realni sistem (sistem iz realnega sveta) obravnavati na znanstveno inženirski način, mu moramo zgraditi formalni model (ali matematični model). Postopku pravimo gradnja modela ali modeliranje in formalizacija. Formalni model mora opisati model v dovolj detajlih in njegove karakteristike ustrezajo karakteristikam realnega sistema. Seveda pa lahko vsak realni sistem prikažemo na več različnih načinov s pomočjo več različnih modelov (Vir: Simon Kolmanič: Modeliranje in simulacija).

Zgodovina

Inženirji so še do zgodnjih devetdesetih let prejšnjega stoletja uporabljali preprosta orodja (pisalo, ravnilo, krivuljnik in papir). Z izumom računalnika pa se je konec sedemdesetih in v začetku osemdesetih pričela prej vojaška tehnologija uporabljati tudi v civilne namene. Tako se je s popularizacijo osebnih računalnikov in razvojem aplikacij CAD (ang. Computer-Aided Design - računalniško podprto načrtovanje) pričelo obdobje projektiranja v okolju CAD, ki pa se na žalost vse do danes zaradi splošnih pristopov 2D-projektiranja ni bistveno spremenilo. Zato je način projektiranja kljub mnogim avtomatizacijam še vedno v svojem bistvu enak načrtovanju s pisalom in papirjem – torej dvodimenzionalen. Ta zaostanek v pristopu do projektiranja je še posebno opazen pri načrtovanju objektov nizkih gradenj, čeprav so pri tem problemi izrazito prostorski in kompleksni.

Kratica CAD ima svoje zametke v letu 1960, ko se je začela uporaba programske opreme za preračunavanje v letalski in avtomobilski industriji. Do prihoda osebnega računalnika v osemdesetih letih je bila uporaba računalnika predvsem domena industrije za potrebe letalske in avtomobilske industrije. Osebni računalnik pa je omogočil, da so postali računalniki dostopni tudi srednjim in malim podjetjem, to pa je bil tudi razlog za hiter razvoj programske opreme na področju načrtovanja. Razvoj programske opreme za načrtovanje

cest je v zadnjih dvajsetih letih potekal predvsem z željo po čim večji in učinkovitejši pomoči pri risanju posameznih risb in za povezavo med risbami. Prostorski pogled na sam objekt pa je bil prepuščen načrtovalcu, ki si je lahko pomagal z zato posebej namenjenimi orodji, posebej napisanimi tako, da so sledili ročnemu postopku izrisovanja ali preverjanja posameznih problemov. (Vir: Medved, S. P., Srečnik, M., Zabreznik I.: Iz 2D načrtovanja v 3D-modeliranje prometne infrastrukture – prihodnost ali sedanost?)

Splošno stanje

Za načrtovanje cest in infrastrukture se v zadnjih letih zelo pospešeno razvija 3D programska oprema, ki omogoča modeliranje ceste in celotne podporne infrastrukture. To pa predstavlja pomembno ločnico v načrtovanju in tudi popolnoma spremenjen način razmišljanja in dojetanja posameznega načrta. Ker pa sam 3D-model predvidenega objekta ni dovolj, se istočasno razvijajo tudi rešitve, kjer nastopa BIM (ang. Building Information Modeling), ki pa hkrati s 3D-modelom ceste zagotavlja popoln informacijski model objekta v fazi projektiranja, gradnje in uporabe objekta (Vir: Medved, S. P. et. al.: Iz 2D načrtovanja v 3D-modeliranje prometne infrastrukture – prihodnost ali sedanost?).

3.1 Prometno dimenzioniranje

Za večje projekte se izdelava prometna študija in na podlagi te izbere optimalni tip križišča (semaforizirano, nesemaforizirano, krožišče), njegove dimenzije (število in širine pasov, število, širine in dolžine pasov za zavijalce, itd.) in prometna oprema za vodenje prometa (npr. semaforizacija). V prometni študiji se izdelava analiza križišča obstoječega stanja ter za predvideno plansko dobo 20 let. Kriteriji za izbor optimalne ureditve križišča so:

- kriterij prepustnosti in nivoja uslug,
- kriterij prometne varnosti,
- funkcionalni kriterij,
- projektno-tehnični kriterij,
- prostorski kriterij,
- okoljski kriterij in
- ekonomski kriterij (glej Stanislav Leben, Metodologija za izbor optimalne ureditve križišča - preveritev na konkretnem primeru).

Sledi načrtovanje ali modeliranje, ki ne sme pozabiti na prevoznost in preglednost križišča oziroma njegovih krakov za izbrano tipsko vozilo.

3.2 Simulacija

Dokler niso računalniki še bili razviti so bile znanstveno inženirske aktivnosti človeka zelo omejene, lahko bi celo rekli, da jih ni bilo, razen na področju fizike. Kmalu po rojstvu računalnika se je skovala nova beseda – simulacija (ang. simulation). Natančen pomen besede simulacija je še danes predmet debate. Večina ljudi razume pod simulacijo tek ("runnig") nekega programa, ki predstavlja abstraktni model, tako da bi lahko študirali obnašanje realnega sistema. Taka simulacija ima pomen tako v stopnji gradnje modela, kakor tudi v stopnji analize modela v znanstveno inženirskem pristopu do realnosti. (Vir: Simon Kolmanič: Modeliranje in simulacija).

Simulacija prometa, kot metoda oziroma orodje pri reševanju prometne problematike je nedvomno bistveno bolj uporabna kot katerakoli empirična in/ali analitična metoda za računanje in/ali opazovanje na terenu, predvsem zaradi razlogov:

- Nižji stroški, rezultati so na razpolago v neprimerno krajšem času;
- Rezultati predstavljajo t.i. mere uspešnosti (ang. MOE – Measures of Effectiveness), med katerimi so najpomembnejše: zamude, povprečna hitrost, število potovanj, prometni volumni na krakih, število ustavljanj, poraba goriva, emisije plinov, itd.. Mere uspešnosti se izračuna za določeno vozilo v cestni mreži, za posamezni krak (povezavo) v cestni mreži ali pa za celotno mrežo skupaj. Rezultate dobimo tako v obliki tabelaričnih izpisov kot tudi v obliki grafičnega prikaza odvijanja prometa na simulirani cestni mreži;
- Oviranje prometa, kateremu se med terenskimi meritvami ali spremembi prometnega režima ni mogoče izogniti, pri simulaciji prometa povsem odpade;
- Ideje oziroma variante lahko preverimo brez poseganja v naravo, možno je postopno izključevanje slabih variant do izbire najustreznejše;
- S simulacijo je mogoče z zadovoljivo natančnostjo napovedati kakšno bo dogajanje v prometu ob novih ukrepih in ob pričakovanem porastu prometa. (Vir: Marijan Žura et. al. Novelacija študije prometnega priključevanja novega Plečnikovega stadiona na obstoječe cestno omrežje mesta Ljubljane, 2009)

3.3 Programska oprema za načrtovanje in modeliranje cest

Pri nas in v tujini so večinoma v uporabi naslednja programska orodja za načrtovanje oz. modeliranje cest oz. križišč:

- Plateia (CGSPLUS d.o.o., Slovenija),
- AutoCAD Civil 3d (Autodesk, ZDA),
- Via (SI-King d.o.o., Slovenija),

- Torus (Transoft Solutions, ZDA),
- Nexus (Transoft Solutions, ZDA),
- GCM++ (GAVRAN – Civil Modeller Rel.2013, ali tudi GCM2013, Srbija),
- AllPlan (Nemetschek, Nemčija),
- Novapoint Road Professional (Vianova Systems, Norveška),
- Power InRoads (Bentley, ZDA),
- RoadEng (Softree, Kanada),
- XPSite3D (XPSolutions, ZDA),
- HighRoad (Interstudio, Italija) itd.

Za izdelavo simulacij prometa pa se uporabljajo naslednja orodja:

- UC-win/ROAD (Forum 8, Japonska)
- PTV Vissim (PTV Group, ZDA)
- Sidra Intersection (Sidra Solutions, ZDA) itd.

V Sloveniji projektanti uporabljajo predvsem prva tri naštetá programska orodja. Plateia in Via omogočata načrtovanje v 2d tehniki, medtem ko Civil 3d omogoča tudi modeliranje v 3d tehniki, vendar se večina birojev ne poslužuje prednosti take uporabe, saj je program dokaj zapleten za učenje. Večina uporablja Civil 3d samo zato, ker v njem kot vtičnika delujeta Plateia in Via.

Ugotovitev tržnega deleža posameznih programskih orodij je težko, saj so si izjave vpletenih v ta posel zelo nasprotujoče; kakšne verodostojne raziskave pa ni bilo narejene. Splošna znano pa je, da se zelo majhen odstotek projektantov poslužuje modeliranja.

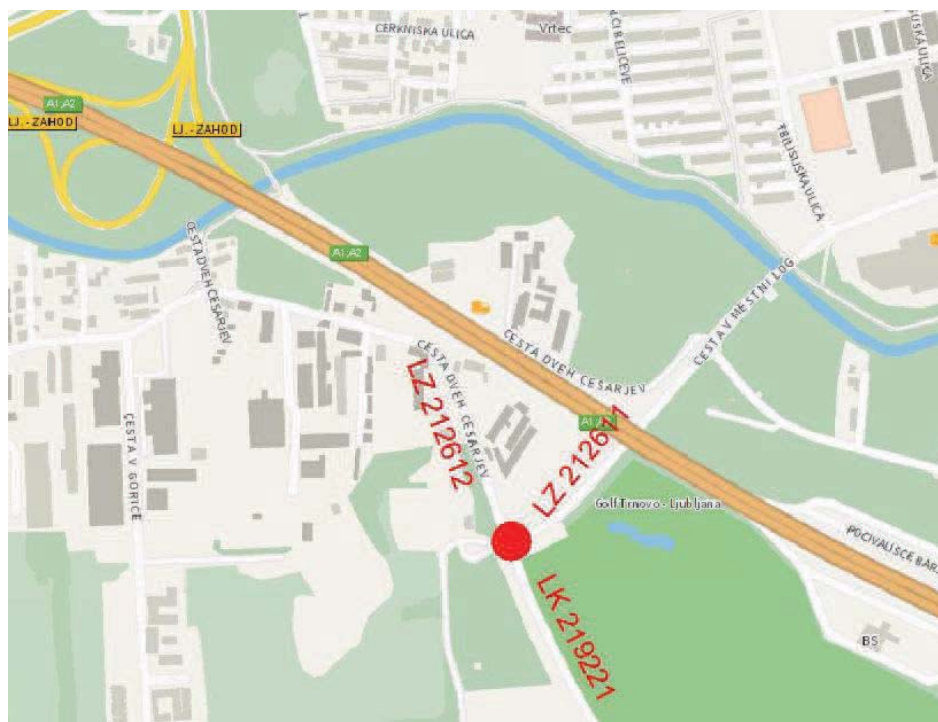
4 ANALIZA PROGRAMSKIH ORODIJ ZA NAČRTOVANJE IN MODELIRANJE KRIŽIŠČ NA PRIMERU

4.1 Lokacija in obstoječe stanje primera križišča

Obravnavano križišče se nahaja ob južni obvoznici Ljubljane. Sestavljeno je iz naslednjih cest:

- Severni krak - LZ 212612 Cesta dveh cesarjev
- Vzhodni krak - LZ 212611 Cesta v Mestni log
- Južni krak - LK 219221
- Zahodni krak ni kategoriziran, saj gre za industrijski priključek.

Kratice LZ pomeni, da gre za lokalno zbirno cesto, LK pa lokalni krajevno.



Slika 1 Lokacija obravnavanega križišča

Ko smo začeli izdelovati diplomsko delo je bilo križišče štirikrako. Medtem pa so ga spremenili v improvizirano krožno križišče, tako da so zunanji del uredili z gradbenim posegom. Na novo so postavili robnike in asphaltirali pasove ob njih. Sredinski otok in ločilne otoke so naredili iz plastičnih montažnih elementov.



Slika 2 Obstoječe stanje

4.2 Uporabljena programska orodja

Pri izdelavi diplomskega dela smo uporabili naslednja programska orodja za načrtovanje in modeliranje cest, s poudarkom na križiščih:

- Plateia 2013 (CGSPLUS d.o.o.) – v nadaljevanju Plateia
- AutoCAD Civil 3d 2013 (Autodesk) – v nadaljevanju Civil 3d
- Via 2013 (SI-King d.o.o.) – v nadaljevanju Via
- Torus 4.0 (Bild:Jun 15 2012) (Transoft Solutions) – v nadaljevanju Torus
- Nexus 2.0 (Bild:Aug 3 2012) (Transoft Solutions) – v nadaljevanju Nexus
- UC-win/ROAD Trial_Ver.8.00.01 (Forum 8) – v nadaljevanju UC-win/ROAD

Prvih pet programov je namenjenih načrtovanju oz. modeliranju. UC-win/ROAD je namenjen izdelavi simulacije. Za izdelavo diagramov poteka dela smo uporabil MS Excel. Zajemanje videoposnetkov simulacije smo naredili z Microsoft Expression Encoder (snemalnik namizja), ker je vgrajeno orodje zaradi poizkusne različice naredilo reklamni napis čez cel posnetek.

4.3 Postopki načrtovanja in modeliranja

Vsem programskim orodjem je skupno, da delujejo na CAD podlagi kot vtičniki, razen Civil 3d, ki je samostojen program. Za projektiranje v kateremkoli programskem okolju potrebujemo najprej geodetski posnetek obstoječega stanja. Z vsemi programi smo poskušali dobiti enak rezultat. V večini točkah poteka načrtovanja nam je to tudi uspelo. Prišlo je do malenkostnih odstopanj npr. (razlika cca. 10 cm) pri izrisu razširitev v Civil 3d, ker program ne pozna razširitve tipa parabola-prema-parabola. Izvedbo vizualizacije omogočata le Plateia in Civil 3d.

4.3.1 Štirikrako križišče

4.3.1.1 Situacijski del

V našem primeru smo križišče sestavili iz treh osi. Za južno in severno smer smo naredili skupno os ter svojo os za vzhodni in zahodni krak. Osi smo poimenovali kar po smereh neba. Izbrali smo karakteristični prečni profil (KPP) cest kot je prikazan v spodnji tabeli.

Preglednica 1 Karakteristični profil

ELEMENT	ŠIRINA (m)
Pločnik	1,50
Kolesarska steza	1,00
Zelenica	1,50
Vozišče	2 x 3,50
Zelenica	1,50
Kolesarska steza	1,00
Pločnik	1,50

Na zahodnem kraku smo izbrali enak karakteristični profil kot je prikazan na zgornji tabeli s to razliko, da je vozišče široko 2 x 5,00 m. Na vzhodnem kraku je dodan še pas za leve zavijalce širine 3,10 m. V križišču smo določili zavijalne radije, ki ustrezajo merodajnemu vozilu, to je sedlastemu vlačilcu s polpriklopnikom. Izbrali smo sestavljeni radij iz treh lokov v razmerju $R1:R2:R3 = 2:1:3$. Za R2 smo izbrali 12,0 m. Profile smo razporedili na 10 m ter jih dodali v začetni in končni točki osi. Izkaže se, da bi bilo potrebno v območju približevanja križišču, profile postaviti še bolj na gosto, saj se širina vozišča na tem delu hitro spreminja. Tukaj se pokaže prednost modeliranja, saj lahko naknadno v katerikoli točki izrišemo prečni profil.

Vozišče smo zaključili z betonskim robnikom, ki smo ga dvignili 12 cm nad vozišče. Zelenico smo od kolesarskega pasu ločili z grednim robnikom. Zunanji rob pločnika smo zaključili z granitno kocko.

4.3.1.2 Vzdolžni profil

Niveleto smo v vseh profilih čim bolj prilagali obstoječemu terenu. Pri niveletni navezavi vzhodne in zahodne vzdolžne osi je potrebno upoštevati prečni sklon osi Sever-Jug in višino nivelete te osi. V območju priključevanja kraka v širini 3,50 m, kolikor je širok levi oz. desni pas osi S-J, mora biti prečni sklon osi S-J enak vzdolžnemu sklonu vzhodne oz. zahodne osi. Ta vertikalni lom nivelete izvedemo brez zaokrožitve.

4.3.1.3 Prometna oprema

Prednostna cesta poteka od vzhoda proti severu, zato je na teh dveh krakih postavljena kombinacija znakov III-3 (prednostna cesta) in IV-13 (potek prednostne ceste). Na zahodnem in južnem kraku pa je postavljena kombinacija znakov II-1 (Stop) in IV-13 (potek prednostne ceste).

Prehode za pešce (V-16) smo predvideli širine 4,00 m. Pred prehodom za pešce je še prehod za kolesarje V-17.1. Oba sta umaknjena iz križišča toliko, da lahko pred njima stoji en avtomobil. Pred kolesarskim prehodom je predviden tudi trikotnik (V-39). Usmerjevalne puščice (V-20,V-21) so predvidene le na vzhodnem kraku, kjer je predviden pas za leve zavijalce. Levi zavijalni pas je ločen od voznega s sredinsko črto V-2 (3-3-3). Kolesarska steza je od pločnika ločena s sredinsko črto V-1 širine 10 cm.

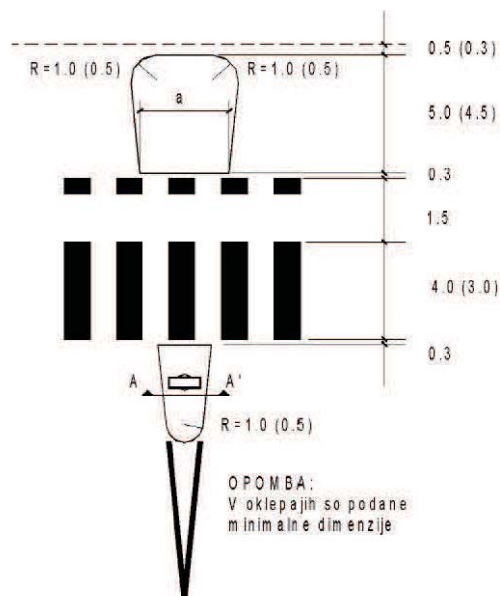
4.3.2 Krožno križišče (krožišče)

V našem primeru krožnega križišča smo se odločili, da celotno krožišče, ki ga omejuje zunanji radij nagnemo za 1,5 %, ker se tako lepše prilega obstoječemu terenu. Nagib vozišča krožnega dela relativno na zgoraj omenjeno ravnino je 2,5 %. To pomeni, da je krožišče na južnem delu absolutno nagnjeno za 1,0 % na severnem delu pa 4,0 %. S tem nagibom ravnine krožnega dela smo si kar precej zapletli višinsko obdelavo krožišča. Poleg štirih vzdolžnih profilov centralnih osi, smo morali narediti še petega po zunanjem robu krožnega dela. Paziti smo morali, da imajo vzdolžni profili krakov enako višino nivelete v stičišču vzdolžnih osi. Potek nivelete zunanjega krožnega loka smo določili z odčitkom štirih točk in sicer po eno točko iz nivelete vsakega kraka na presečišču vzdolžnih osi in osi zunanjega krožnega loka.

Za merodajno vozilo smo, tako kot pri štirikrakem križišču, izbral sedlasti vlačilec s polpriklonnikom. Temu vozilu so prilagojeni uvozni in izvozni radij. Izbrali smo naslednje dimenzije krožnega dela in krakov:

- zunanji radij 15,0 m,
- notranji radij 7,0 m,
- širina povoznega dela 1,0 m,
- uvozni radij 12,0 m,
- izvozni radij 15,0 m,

Na vseh krakih smo izbrali enake dimenzije. Na severnem kraku smo izbrali manjši izvozni radij (13,0 m), kot pri ostalih, da ni prišlo do prekrivanja z uvoznim radijem vzhodnega kraka. Ločilni otok smo izbrali skladno s TSC 03.341. Najširši del otoka meri 3 m. Na območju kolesarske prehoda in prehoda za pešce na širšem delu meri 2,0 m.



Slika 3 Minimalne dimenzije ločilnega otoka
Vir: TSC 03.341, 2012

4.3.2.1 Prometna oprema

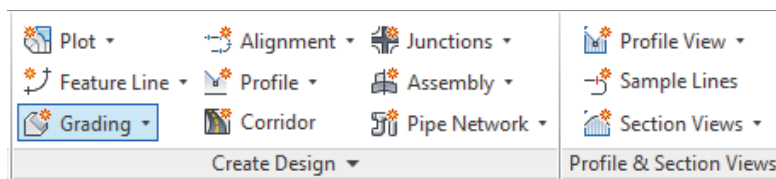
Konstruktivski trikotnik smo izbrali dolžine 21,0 m. Za postavitev kombinacije znakov II-47 (Obvezna vožnja mimo po desni) in VI-8 (Znak za označitev prometnega otoka) na ločilnem otoku potrebujemo minimalno 1,0 m prostora. To dosežemo z minimalnim radijem 0,5 m. Postavitev kombinacije znakov II-1 (Križišče s prednostno cesto) in II-48 (Krožni promet) smo predvideli na zelenici, kjer je zadosti prostora, da zadostimo minimalnim odmikom od roba vozišča.

Predvideli smo zaris kolesarskega prehoda (V-17.1, raster 0,5-0,5-0,5) in prehoda za pešce (V-16, š=0,5m). Skladno s TSC smo odmaknili kolesarski prehod 5,3 m od zunanjega roba krožišča, kar omogoča čakanje enemu avtomobilu pred prehodom. Tik pred krožiščem smo na vsakem kraku predvideli zaris trikotnika (V-39). Pri približevanju krožnemu križišču se na vseh krakih zariše polna sredinska črta (V-1) širine 15 cm. Ločilni otok se ustrezno označi (V-30)

4.4 Civil 3d

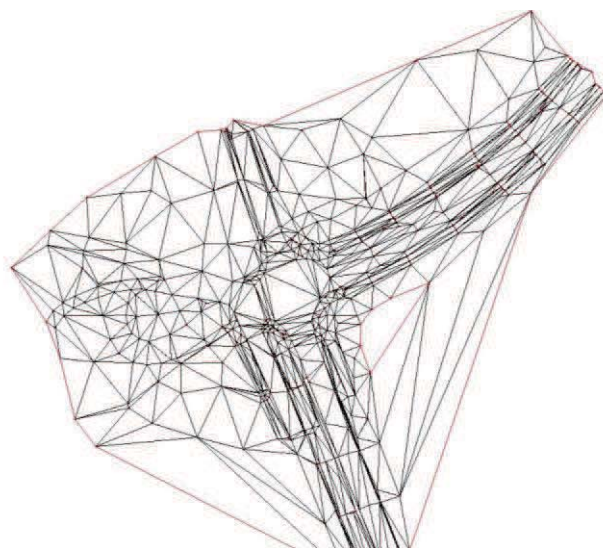
4.4.1 Klasično 4 - krako križišče

Civil 3d je, za razliko od ostali testiranih programski orodji, samostojni računalniški program. Ves sklop projektiranja ceste oz. križišča je zajet v zavihku »Home« pod rubrikama »Create Design« in »Profile&Section Views«. V Civil 3d poteka delo tako, da moramo za vsak nov vnos nekega elementa definirat ime, obliko (ang. style) in označbe (ang. label). Narava dela s tem programom je taka, da se avtomatsko riše v 3d.

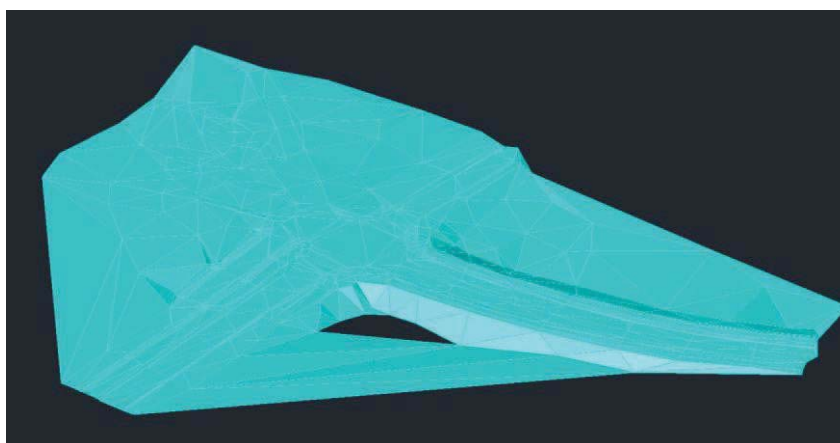


Slika 4 »Ribbon« za projektiranje cest

Projektiranje v Civil 3d se začne z oblikovanjem digitalnega modela terena (DMR). To narediš tako, da v »Toolspace«-u kliknemo z desnim gumbom na rubriko »Surface« in izberemo »Create Surface«, kjer lahko v pogovornem oknu izberemo ime, stil in risalno ravnino. Nato pod rubriko »Definition« v »Drawing Objects« kliknemo »Add«. Za dodajanje imamo več opcij (6). V našem primeru smo dodali bloke točk. Izrisala se nam je 3d površina, sestavljena iz trikotnikov. Dobljena površina ni idealna, zato jo moramo urediti z dodajanjem ali brisanjem točk in linij oziroma robov. Ukaz ne deluje, če nimamo prižganih točk, ki povezujejo posamezna vozlišča med seboj. Ukaze za urejanje dobimo tako, da izberemo (označimo) DMR in se nam odpre »Ribbon« z možnostmi, ki so nam na voljo za obdelovanje DMR-ja. To v splošnem velja za vse elemente, ki so narejeni v Civil 3d.



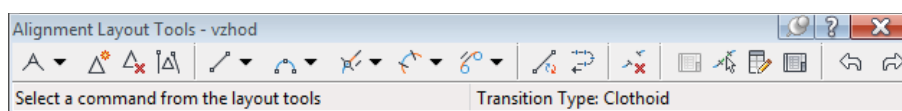
Slika 5 Digitalni model terena 2d pogled



Slika 6 Digitalni model terena 3d pogled

4.4.1.1 Osi

Ko je površina končana, lahko začnemo z vnosom osi pod rubriko »Alignment«. Za vnos vzdolžne osi je na voljo veliko opcij: dinamično, iz objekta, najboljše prileganje, iz koridorja itd. Os lahko enostavno urejamo dinamično s premikanjem vozlišč oz. v urejevalniku imenovanem »Alignment Layout Tools«. Dinamično urejanje je prikazano na sliki 8; v situaciji je identično. Urejanje lahko poteka tudi tako, da v tabeli posameznemu temenu spreminjamo parametre kot je npr. velikost radia.



Slika 7 Orodja za urejanje vzdolžne osi – Civil 3d

Civil 3d ima opcijo »Create Junction«, kar pomeni izris križišča, vendar zna izrisati križišče le, če se križata dve osi. Če je osi več in se sekajo v isti točki ali pa so osi dislocirane ga ne zna narediti. Za risanje križišča smo lahko le delno uporabil funkcijo »Junction«, saj se osi niso sekale v isti točki, oziroma bi to morali urediti drugače in na nek način povezati osi. Tudi sestavljeni radiji (košaraste krivine) niso hoteli delovati pravilno. V našem primeru smo vnesli tri osi in na teh oseh dodali dve križišči. V pogovornem oknu smo nastavil dimenzije sestavljenega radija. Eno križišče je sestavljeno iz osi S-J in Vzhod, drugo pa iz osi S-J in Zahod.

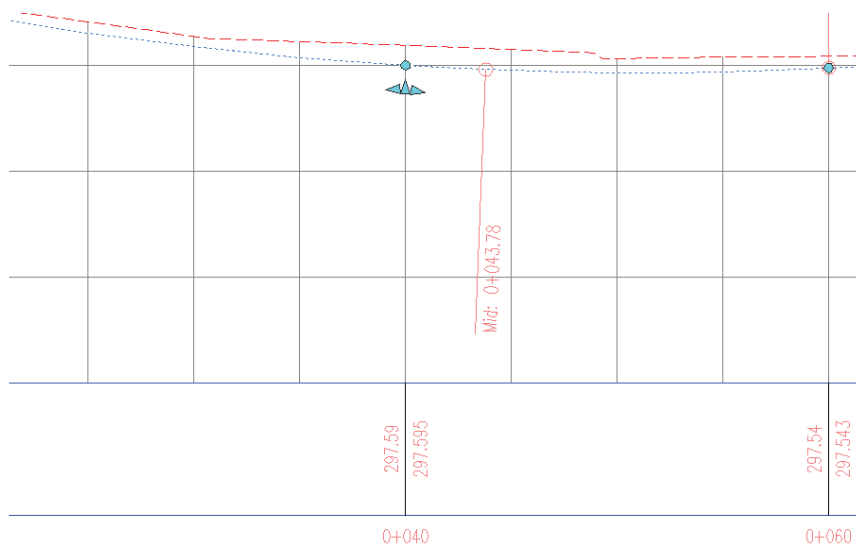
Razširitev v križišču za leve zavijalce na vzhodnem kraku dodamo z ukazom »Create Widening«. V pogovornem oknu nastavimo širino razširitve, način izvedbe in stacionaže od kje do kje jo naj izvede. Razširitve v Civil 3d so dinamične. To pomeni da se nam zunanja os sama avtomatsko prilagodi dodani razširitvi. Civil pozna štiri vrste razširitev:

- Linearno;
- Lok/prema/lok;
- Lok/lok;
- Lok/lok/lok.

Vijačenje oziroma nadvišanja izračunamo z ukazom »Superelavation«. V pogovornem oknu nastavimo parametre; naprej nas vodi čarovnik. Prečne nagibe in njegovo spreminjanje (vijačenje) lahko prikažemo v tabeli pod vzdolžnim profilom, lahko pa ga samostojno izrišemo. Če imamo premo, vijačenja ne izvede, zato ga moramo ročno vnesti, če npr. želimo zmanjšati sklon pred priključkom. Na vzdolžno os je potrebno dodati še osi prečnih profilov, kar naredimo z ukazom »Sample Lines«. Izberemo možnost »By range of chainages«, da nam jih razporedi na določeni razdalji (v našem primeru je to na razdalji 10 m) in izberemo možnost, da jih izriše tudi na začetku in koncu vzdolžne osi.

4.4.1.2 Vzdolžni profili

Z ukazom »Create Surface Profile« izrišemo obstoječi teren vzdolžnega profila. V pogovornem oknu izberemo os in teren. Z ukazi, ki jih najdemo pod »Profile Creation Tools« vnesemo in urejamo niveleto. Urejanje nivelet je lahko dinamično; parametre lahko spreminjamo tudi v pogovornem oknu. Na sliki 8 so vidne enostavne opcije dinamičnega urejanja (obarvano s svetlo modro barvo - cyan). S puščicami oziroma t.i. ročkami premikamo krivino vertikalne zaokrožitve levo oz. desno v smeri tangente ter gor oz.dol. Te možnosti se pojavijo s klikom na niveleto.



Slika 8 Prikaz urejanja tangent

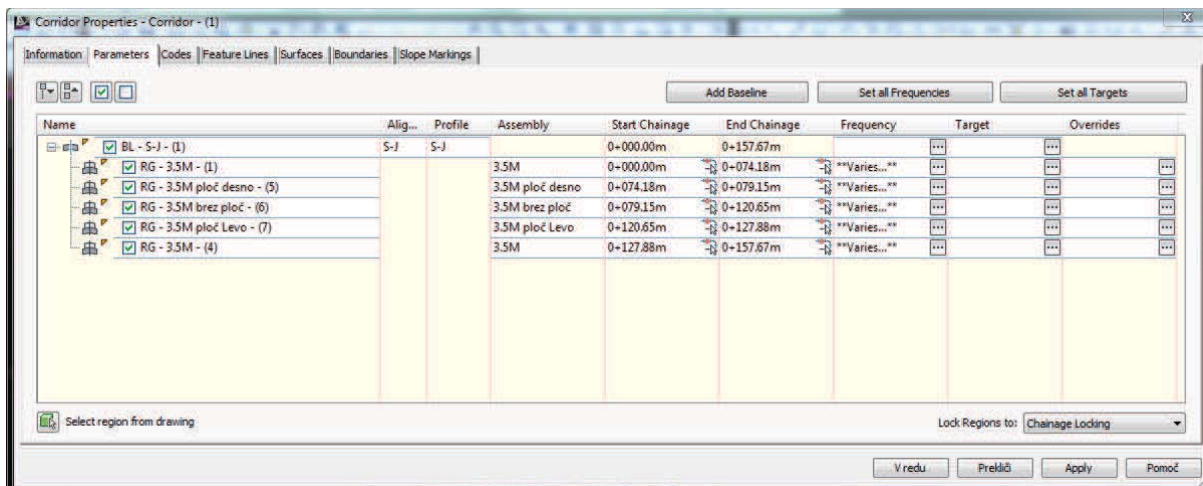
4.4.1.3 Modeli cestnega telesa - koridorji

Koridor je določen z vzdolžno osjo, vzdolžnim in karakterističnim prečnim profilom. Prikazuje 3d potek ceste. Koridorje rišemo z ukazom »Corridor«. Odpre se nam pogovorno okno, kjer izberemo os, karakteristični in vzdolžni profil oziroma niveleto. V tem pogovornem oknu lahko tudi razdelimo koridor na več odsekov z ukazom »Split Region« in nastavimo meje do kje riše koridor (»Set all targets«), npr. do terenske površine.

Koridor Sever-Jug

Koridor sever-jug smo narisali po sredinski osi z določenimi omejitvami. Razdelil smo ga v štiri odseke (»Split region«); delitev smo morali opraviti trikrat. Na sliki 9 so prikazani odseki. Narisali smo štiri karakteristične profile:

- Vozišče levo s pločnikom in vozišče desno s pločnikom;
- Vozišče levo in vozišče desno s pločnikom;
- Vozišče levo in vozišče desno;
- Vozišče levo s pločnikom in vozišče.

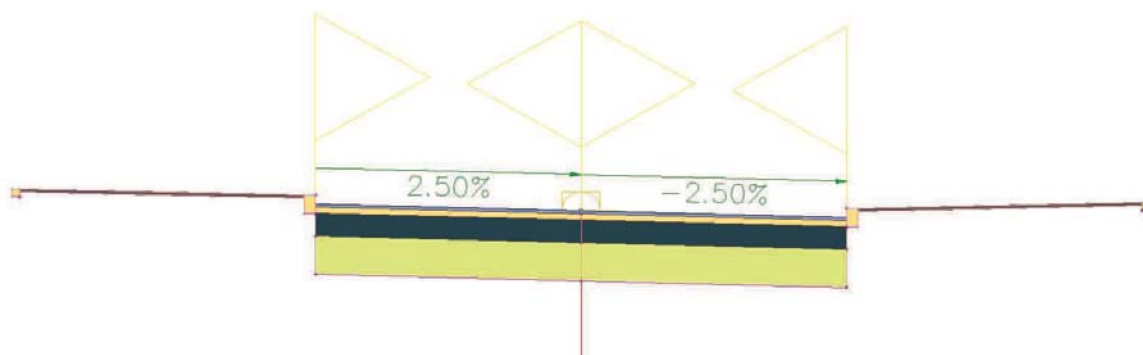


Slika 9 Lastnosti koridorja

Za pravilno izvedbo vijačenja (spreminjanje prečnega nagiba) smo morali v lastnostih karakterističnega profila na elementu vozišča nastaviti parameter »Use Superelavation« za desni pas na »Right Lane Outside«, za levi pas pa »Left Lane Outside«.

Koridor Vzhod in Zahod

Na začetku smo izrisali centralne in stranske osi ter sestavljene krivine v radijih. Vendar smo kasneje ugotovili, da za lep izris koridorjev vzhodnega in zahodnega kraka (brez preskokov) potrebujem osi na robu vozišča. To smo naredili tako, da smo obstoječe košaraste krivine in pripadajoče stranske osi »razbili« z ukazom »explode« in jih nato združil v polilinje (ang. polyline). Te polilinje smo nato pretvorili v osi (Create alignment – From object). Koridorje smo zrisali po teh združenih zunanjih oseh. Za vsako od teh osi smo narisali svoj karakteristični profil. Sledil je izris po dveh koridorjev po zunanjih oseh za vzhodni in zahodni krak. Nastaviti je potrebno meje risanja. V našem primeru je to bilo do centralne osi (V oz. Z) in zunanje leve oz. desne osi S-J. Če ne določimo mej, riše samo po dimenzijah določenih v karakterističnih profilih. Zaradi lepšega izrisa smo nastavili tudi gostoto (»Set all Frequencies«) karakterističnih profilov. Pri vijačenju je bila ta posebnost, da smo parameter »Use Superelavation« za desni pas morali nastaviti na »Left Lane Outside« in obratno, ker smo imeli prijemališče karakterističnega prečnega profila na robniku.



Slika 10 Karakteristični profil - primer

4.4.1.4 Karakteristični prečni profili

Karakteristične prečne profile (ang. Assembly) načrtujemo preprosto z ukazom »Create Assembly«. Izberemo ime in mesto postavitve karakterističnega prečnega profila (KPP). Dejansko se nam izriše samo osnovna točka okoli katere gradimo profil. Elemente KPP najdemo v knjižnici »Toolpalette«, kjer imamo veliko zbirko elementov. Imamo pa tudi že vgrajene KPP, t.i. predloge. Upravljanje s KPP je enostavno npr. za koridor Sever- Jug smo izrisali en profil in ga trikrat kopirali ter posameznim profilom dodajali ter odvezemali elemente

4.4.1.5 Prečni profili

Za uspešno risanje (detajlnih) prečnih profilov moramo imeti 3d površino obstoječega terena, izrisane koridorje in 3d površino predvidenega stanja. Površino načrtovanega stanja naredimo v pogovornem oknu za risanje koridorja pod zavihkom »Surfaces« z ukazom »Create a corridor surface«. Naredimo toliko površin kot je koridorjev. Tako kot DMR, moramo tudi te površine urediti pred nadaljnjo obdelavo, saj program poveže med seboj npr. elemente vzhodne in severne osi. Za lažjo obdelavo iz posameznih 3d površin naredimo eno samo. Zato moramo definirati novo površino (kot je opisano na začetku tega poglavja). Površine koridorjev nato združimo z ukazom »Paste surface«, ki se nahaja pod zavihkom »Edits«.

Prečne profile zrišemo z ukazom »Create Multiple Views«. V pogovornem oknu izberemo os, list, širino, teren, površine in obliko tabele. Izbrati moramo pravi stil tabele (lahko ga sami skonstruiramo) in nastaviti moramo kaj se prikazuje v določeni vrsti pod tabelo (obstoječa višina terena, predviden višine, odmik od osi).

Prečni sklon lahko kotiramo za posamezne elemente s klikom na zeleni prečni profil in nato na ukaz »Add View Labels/Gradients«. Če želimo nek element kotirati v vseh profilih naenkrat, moramo to nastaviti že (ali pa naknadno) v KPP. To naredimo v lastnostih, do katerih pridemo z desnim klikom, pod zavihkom »Codes«. Izberemo stil kotiranja (»flat grades«), ki se nam po končanju ukaza izriše kot prečni sklon (smer in procent nagiba). V osnovi ima Civil za izris profilov nastavljen stil »Basic«, ki pa ne omogoča izrisa prečnih sklonov, zato ga moramo spremeniti (»Code Set Style«). To lahko naredimo v prečnih oseh v situaciji ali pa v prečnih profilih v »Sample Line Group Properties« pod zavihkom »Section«

4.4.1.6 Izračun količin, planimetriranje

V nastavitvah »Quantity Takeoff« nastavimo kriterije za zemeljska dela in ostale materiale. Za zemeljska dela določimo osnovno (obstoječ teren - DMR) in primerjalno površino

(površina narejena iz koridorjev). Vse ostale materiale definiramo v »Material List«, kjer dodamo elemente oziroma plasti karakteristični prečnih profilov, ki smo jih uporabili v koridorjih. V našem primeru so to bili tamponska plast (tampon), kamnita greda (greda ali posteljica) in dve plasti asfalta na vozišču ter asfalt na pločniku. V pogovornem oknu do katerega pridemo z ukazom »Compute Materials« dodamo kriterije, ki smo jih nastavili v zgornjih nastavitvah in izračunamo količine. Nato naredimo dve poročili; enega za zemeljska dela in drugega za vse ostalo. Poročilo se nam izpiše v izbranem spletnem pregledovalniku (npr. Internet Explorer).

	Area Type	Area	Inc.Vol.	Cum.Vol.
		Sq.m.	Cu.m.	Cu.m.
Chainage: 0+000.000				
	ASFALT-OBRAVNA	0.28	0.00	0.00
	TAMPON	2.10	0.00	0.00
	GREDA	3.50	0.00	0.00
	Pločnik	0.12	0.00	0.00
	ASFALT- NOSILNA	0.56	0.00	0.00
Chainage: 0+010.000				
	ASFALT-OBRAVNA	0.28	2.80	2.80
	TAMPON	2.10	21.00	21.00
	GREDA	3.50	35.00	35.00
	Pločnik	0.12	1.16	1.16
	ASFALT- NOSILNA	0.56	5.60	5.60

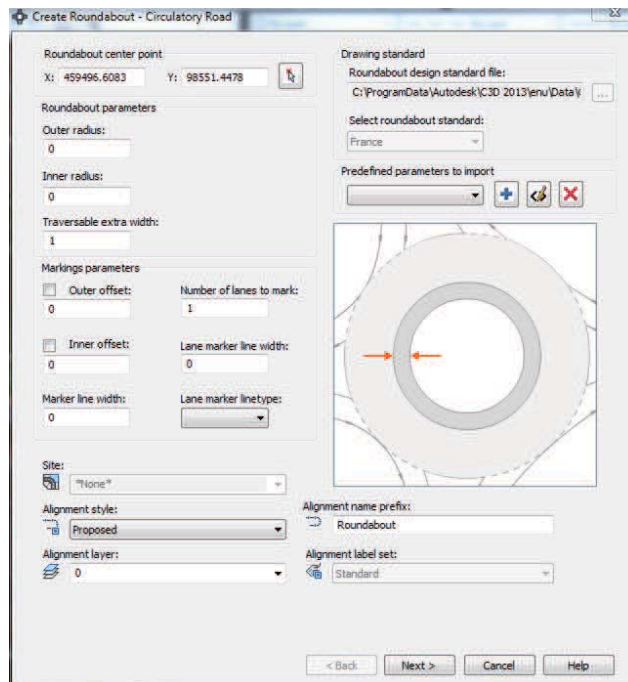
Slika 11 Primer popisnega lista po prečnih profilih – Civil 3d

4.4.2 Krožno križišče

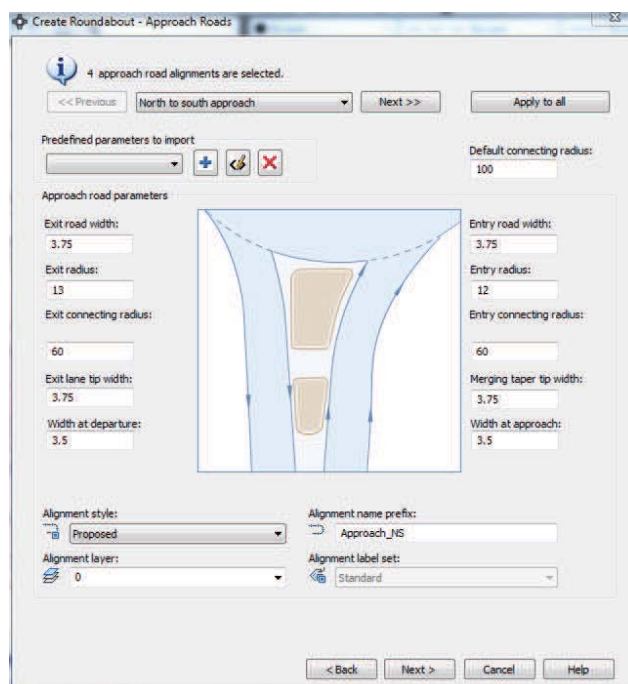
Civil 3d ima identičen vmesnik za projektiranje krožišč kot Plateia (opomba: gre za isto skupino programerjev). Ima pa lepše in bolj nazorne prikaze parametrov, ki jih nastavljamo. Uporabili smo enake parametre kot s programskim orodjem Plateia.

Projektiranje krožnega križišča v Civil 3d je podobno kot štirikrakega križišča. Potrebujemo 3d model terena, izrišemo štiri sredinske osi vključno s prečnimi osmi. Do te faze je delo identično kot za štirikrako križišče. Nato v presečišče osi dodamo krožni del z ukazom »Junctions/Create Roundabout«. Pokažemo središčno točko in krake križišča. Odpre se nam pogovorno okno, kjer nastavimo parametre krožnega dela. Potem imamo opcijo »Next«, kjer lahko za vsak krak posebej nastavimo parametre (4x, ker so štirje kraki). V zadnjem pogovornem oknu imamo možnost nastavitve horizontalne in vertikalne signalizacije za vsak krak posebej, lahko pa uporabimo eno nastavitvev za vse krake. To pogovorno okno je identično Plateini »Prometni opremi«, ki ga dobimo v pogovornem oknu za urejanje priključka. Ko dokončamo ukaz, se nam izriše krožni del, sredinski otok, kraki z uvoznimi in izvoznimi radiji, horizontalna in vertikalna signalizacija in ločilni otoki. Zunanji radij se izriše kot os in ga tudi uporabimo kot os za nadaljnjo obdelavo.

Parametre, ki jih nastavljamo, se prikazujejo na sliki, tako da se poudarijo. Na spodnji sliki so vidne oranžne puščice, ki prikazujejo širino povoznega dela.

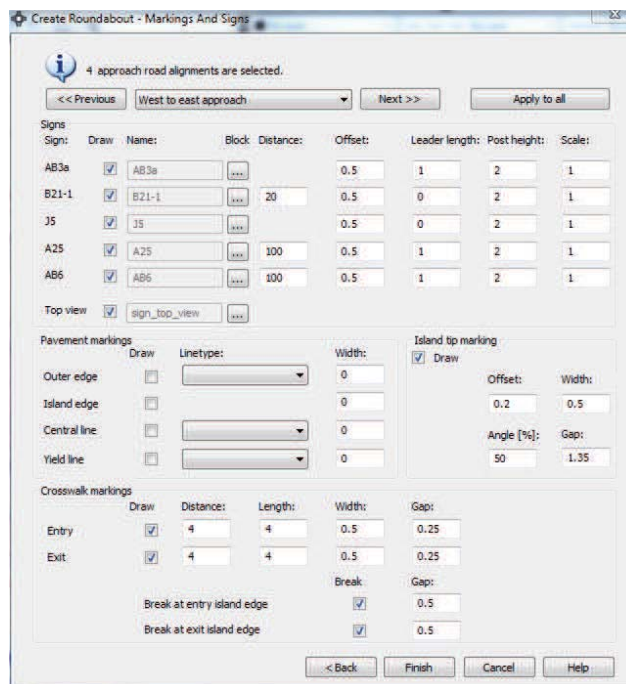


Slika 12 Urejanje krožnega dela – Civil 3d

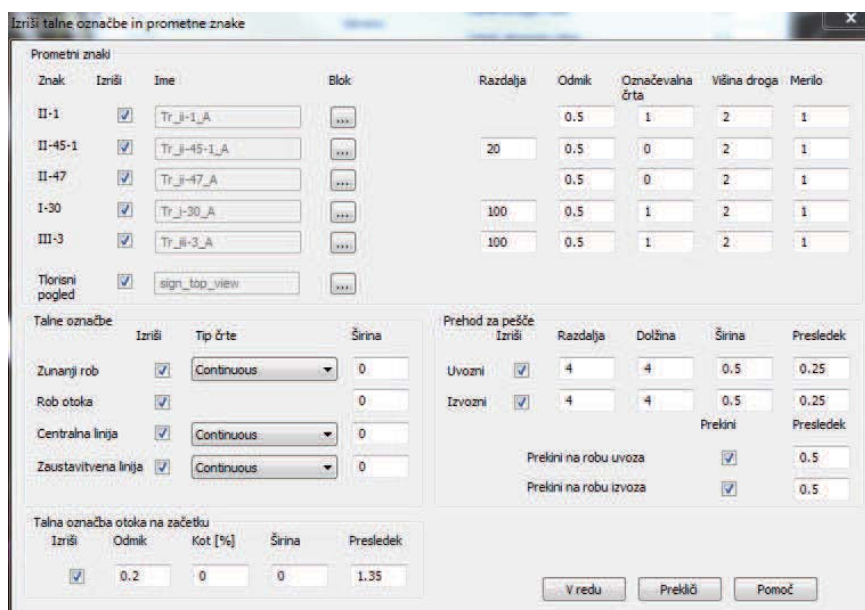


Slika 13 Urejanje priključkov

Če primerjamo pogovorna okna programskega orodja Plateia z Civil 3d za urejanje krožnega dela in krakov, vidimo, da sta si zelo podobna. Razlika je v tem, da ima Civil 3d skico s prikazom parametrov konstantno prikazano; pri Plateia pa se skica izriše, če smo s kazalcem na parametru približno dve sekundi.



Slika 14 Prometna oprema – Civil 3d



Slika 15 Prometna oprema – Plateia

Pri primerjavi zgornjih slik vidimo, da gre za popolnoma iste nastavitve. Razlikuje se le jezik (angleščina, slovenščina) in oznake znakov, saj imajo različne države različne pravilnike o prometni signalizaciji.

4.4.2.1 Vzdolžni profili

Risanje vzdolžnih profilov v Civil 3d smo opisali v poglavju 4.4.1.2. Na začetku smo narisali pet vzdolžnih profilov; štiri za krake in enega po zunanjem robu krožnega dela. Največ težav nam je povzročal vzdolžni profil po zunanjem robu, ker je stacionaža naraščala v smeri

urinega kazalca, v ostalih dveh programih pa v obratni smeri. Poleg tega pa se tudi os ni začela v isti točki. Zato smo porabili kar nekaj časa, da smo narisali enak potek vzdolžnega profila. Naknadno smo zrisali še štiri vzdolžne profile, zaradi štirih novih osi po zunanjih robovih. V vzdolžnem profilu smo morali preračunati niveletni potek po zunanjih robovih. Vijačenje smo morali izvesti iz zunanjega roba proti centralni osi, kar zahteva precej preračunavanja, saj imamo glavne osi orientirane v enaki smeri (vse proti središču oz. stran od središča). V tem primeru pridemo v situacijo, ko se ti pri prehodu krožišča iz enega kraka v drug krak spremeni orientacija centralne osi.

4.4.2.2 Modeli cestnega telesa - koridorji

Tako kot pri klasičnem štirikrakem križišču, smo se tudi tukaj znašli pred problemom s koridorji. Tudi v tem primeru za lep izris koridorjev potrebujem osi na zunanjem robu vozišča. Zato smo sestavil štiri nove osi po zunanjih robovih Zahod-Jug, Jug-Vzhod, Vzhod-Sever in Sever-Zahod. Koridorje smo zrisali po teh štirih oseh. Narediti smo morali dva KPP. Enega za krožni del in drugega za zunanje osi. Koridor za krožni del izrišemo brez omejitev, izberemo le dotično os, vzdolžni in KPP. Postopek za izris koridorjev po zunanjih oseh je za vse štiri osi enak. Razlika je le v omejitvah, do kje jih riše. V vseh štirih primerih sta meji risanja sredinski osi mimo katerih gre os na robu vozišča in os zunanjega krožnega dela. Poleg te omejitve moramo nastaviti do katere površine riše brežino. V našem primeru smo nastavili, da jo izriše do obstoječega terena pod naklonom 2:3.

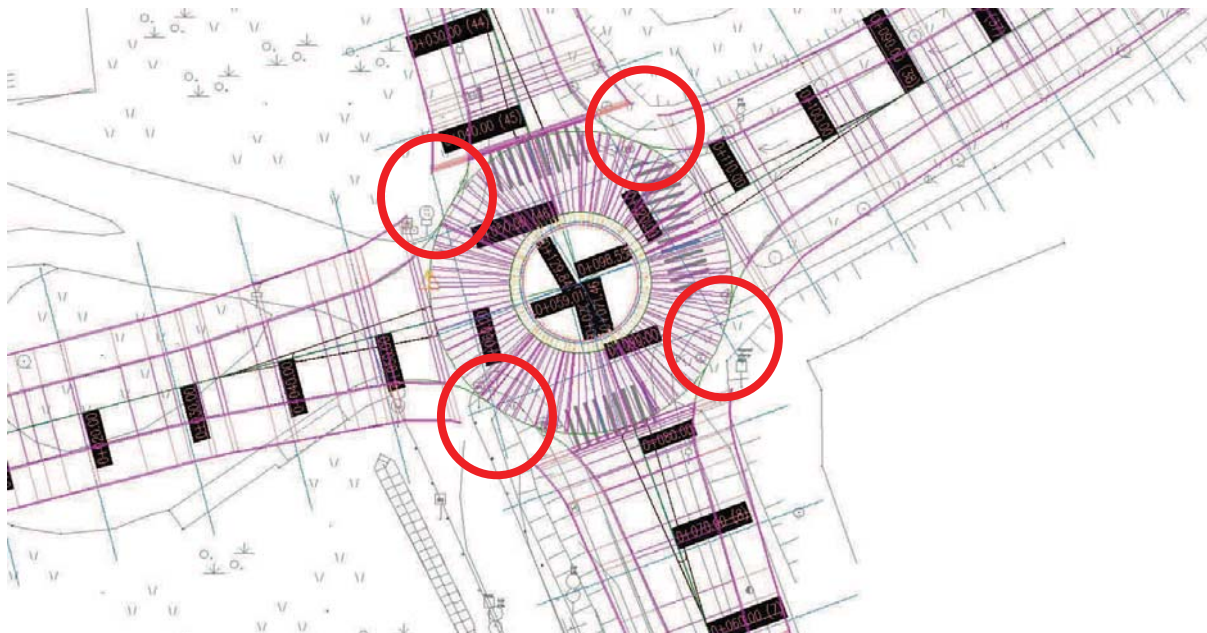
Na sliki 16 smo prikazali do kakšnega problema smo prišli, ko smo koridorje risali po sredinskih oseh. Kot se vidi ostanejo prazna mesta na stikih med krožnim delom in krakih. Te praznine smo poskušali zapolniti s pomožnimi koridorji po odsekih, vendar je prišlo do prekrivanja, zato smo naredili tako kot je opisano v zgornjem odstavku. Postopek izrisa karakterističnih prečnih profilov (KPP) smo opisali v poglavju 4.4.1.4.

4.4.2.3 Ločilni otoki

Zunanji rob otoka moramo kopirati v novo risalno ravnino in ga pretvoriti v os («Create Alignment-From Object»). Nato moramo narediti vzdolžni profil te osi. To naredimo s funkcijo »Surface profile«. Vzdolžni profil se naredi iz finalne površine, ki je skupek površin posameznih predhodno izdelanih koridorjev. Izdelati moramo tudi nov KPP. Razdelili smo ga na štiri odseke, zaradi pravilnega izrisa (prilagajanje mej na teh odsekih). Pri vseh štirih otokih je postopek enak.

4.4.2.4 Prečni profili

Postopek izrisa prečnih profilov smo podrobno opisali v poglavju 4.4.1.5. Za krožno križišče je postopek enak.

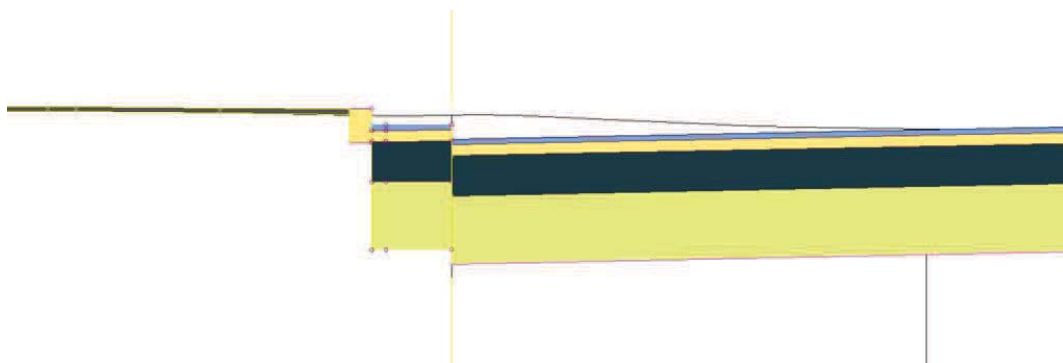


Slika 16 Prikaz napačnega pristopa pri delu s koridorji

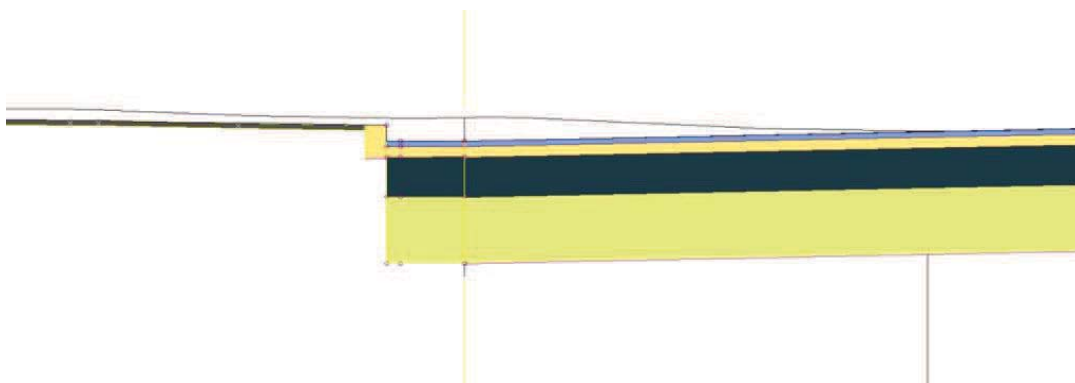
4.4.3 Prednosti

Poleg Plateie je edini program, ki podpira poljubno število terenov v prečnih in vzdolžnih profilih. Tako imamo lahko npr.: v istem profilu obstoječ teren, nivo podtalnice, geološko zgradbo tal itd.

Zelo zanimivo je delo s koridorji. Na stiku različnih koridorjev hitro ugotovimo napake, saj bi sloji asfalta in spodnjega ustroja morali biti na istem nivoju. Iz spodnje slike je razvidno, da je konkretnem primeru prišlo do napake pri eni od nivelet. Napake se lahko zgodijo tudi, če imamo narobe izvedeno vijačenje ali pa napačen prečni sklon. Na spodnji sliki je prikazan stik dveh koridorjev in sicer koridor krožnega dela in koridor osi po zunanem robu.

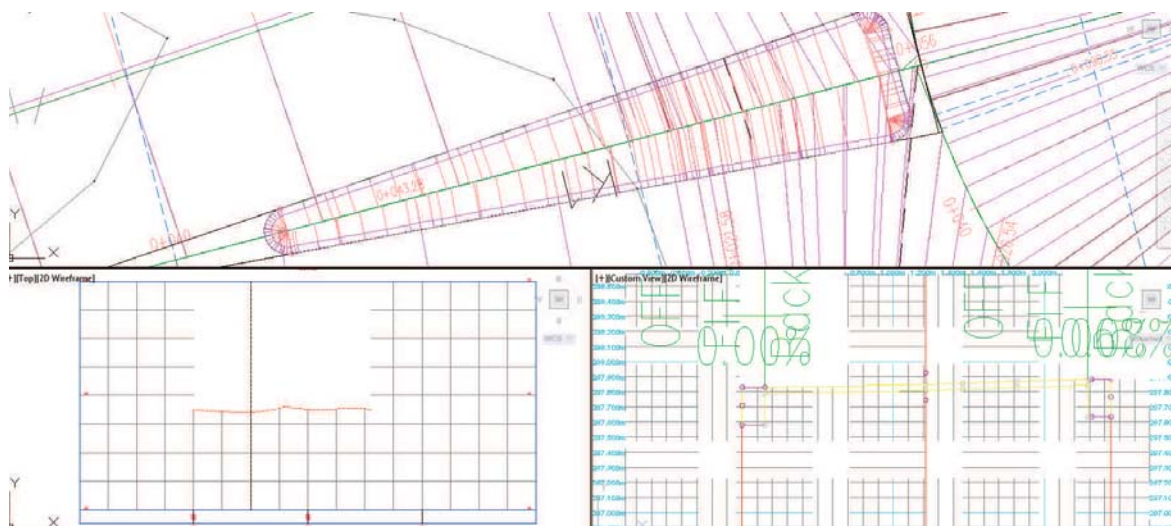


Slika 17 Prikaz napake pri delu s koridorji



Slika 18 Prikaz pravilnega stika med koridorjema

Koridorje najlažje urejamo s funkcijo »Section Editor«, ki razdeli ekran na tri okna (ang. Viewport) in sicer situacijo, prečni in vzdolžni profil. Lahko se premikamo po poljubni stacionaži in se nam dinamično spreminja prerez.



Slika 19 Primer uporabe funkcije »Section Editor« na koridorju ločilnega otoka

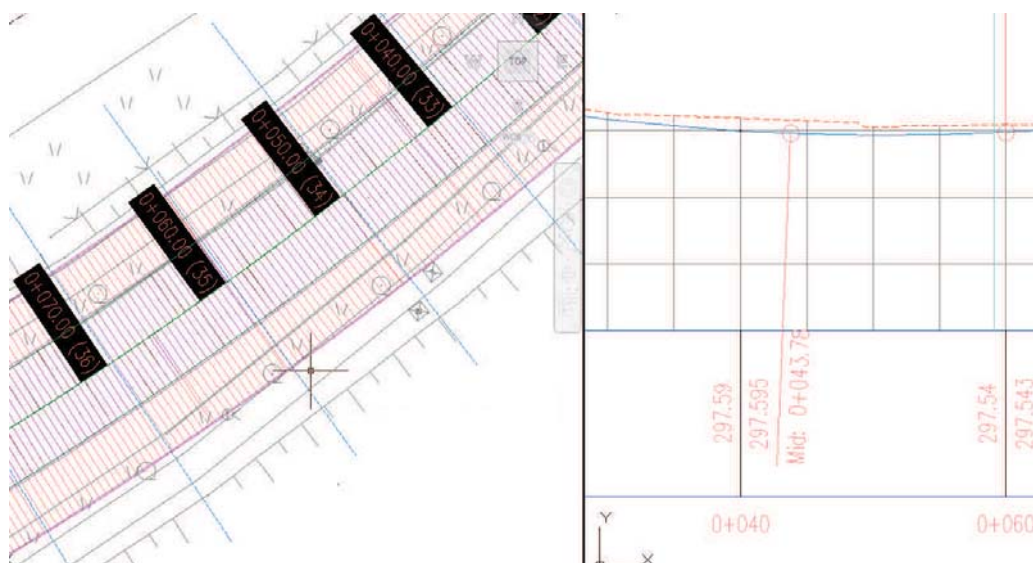
Za vijačenje imamo štiri osnovne opcije (strešni sklon, enostranski, strešni-dvojni(AC)), dvostranski s sredinskim otokom), ki pa imajo še številne možnosti (samo levo oz. desno stran, notranjo stran krivulje... itd).

Delo z »Ribboni« v Civil 3d je zelo intuitivno. Če kliknemo nek element, ki je zrisan z njim (npr. os, DMR, vzdolžni profil...itd) se ti odpre »Ribbon« za obdelovanje le tega oz. se ti ponudijo vse opcije, ki jih lahko uporabiš na tem elementu.

Funkcija »Chainage Tracker« je ena bolj uporabnih funkcij, saj nam istočasno prikazuje pozicijo v vzdolžnem profilu in situaciji. Od uporabljenih programskih orodij, jo vsebuje le Civil 3d. Na sliki 20 se vidi pozicijo kazalca (križa) v situaciji malo pred stacionažo 60 m in na isti stacionaži v vzdolžnem profilu kot vertikalno svetlo modro črto.

Za primerjavo: V Plateia moramo najprej odčitati stacionažo v situaciji, si jo zapomniti in narediti potem pomožno črto (na tej stacionaži) v vzdolžnem profilu. V Civil 3d je to dinamičen proces in teče zvezno.

Civil 3d ima vgrajeno dinamično osveževanje; spremembe na relaciji vzdolžna os – vzdolžni profil potekajo samodejno. Za osvežitev prečnih profilov uporabimo samo eno funkcijo, to je »Rebuild Corridor«, da zazna spremembe. Osveževanje odpove, če npr. premaknemo center križišča.



Slika 20 Funkcija »Chainage Tracker«

Preverjanje preglednosti poteka z ukazom »Zone Of Visual Influence«. Ne dobimo klasičnega preglednostnega trikotnika kot ga ima Nexus, vendar se nam želeno območje obarva s tremi barvami:

- zelena - viden je celoten objekt,
- rumena - objekt je delno viden,
- rdeča – objekt ni viden.

4.4.4 Pomanjkljivosti

Če želimo imeti zelo natančen koridor moramo nastaviti zelo gosto mrežo KPP, kar pa ima za posledico večjo velikost datoteke in s tem povezano počasnejšo nadaljnjo obdelavo.

Ima zelo majhno bazo prometne opreme in signalizacije, talnih označb sploh nima. Izris koridorjev krožnega križišča je zelo zapleten. Moramo narediti dodatne osi po zunanji oseh krakov ter dodatne vzdolžne profile. Ko naredimo vse to, je izris koridorja dokaj preprost.

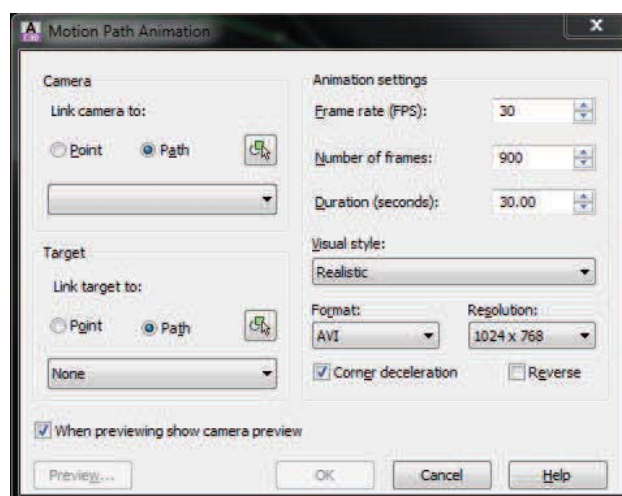
Nima možnosti za preveritev prevoznosti in nima možnosti uvoza podatkov iz simulacijskih orodij.

4.4.5 Vizualizacija

Narava dela s tem programskim orodjem je že prilagojena risanju v treh dimenzijah, kar nakazuje že samo ime programa, ki ima končnico 3d.

Funkcija »Drive« omogoča 3d pogled projektiranega stanja. Dejansko se zapeljemo po izbrani trasi po eni izmed osi. Tukaj nazorno vidimo, če je prišlo do napak. Bolj imamo gosto mrežo karakterističnih profilov lepši izris dobimo, vendar so tukaj strojne (ang. hardware) omejitve glede zmogljivosti grafične kartice in procesorjev. Majhno bazo znakov ima tudi Civil; ti so predvideni bolj za vizualizacijo, saj so narejeni v 3d tehniki. Najdemo jih v »Tool Palettes« pod zavihkom Highway – moramo pa imeti izbrano opcijo »Civil Multiview blocks«. Poleg znakov je tudi ogromno urbanih elementov kot so npr. smetnjaki, svetilke, drevesa, stavbe, klopi, vozila, ljudje itd.

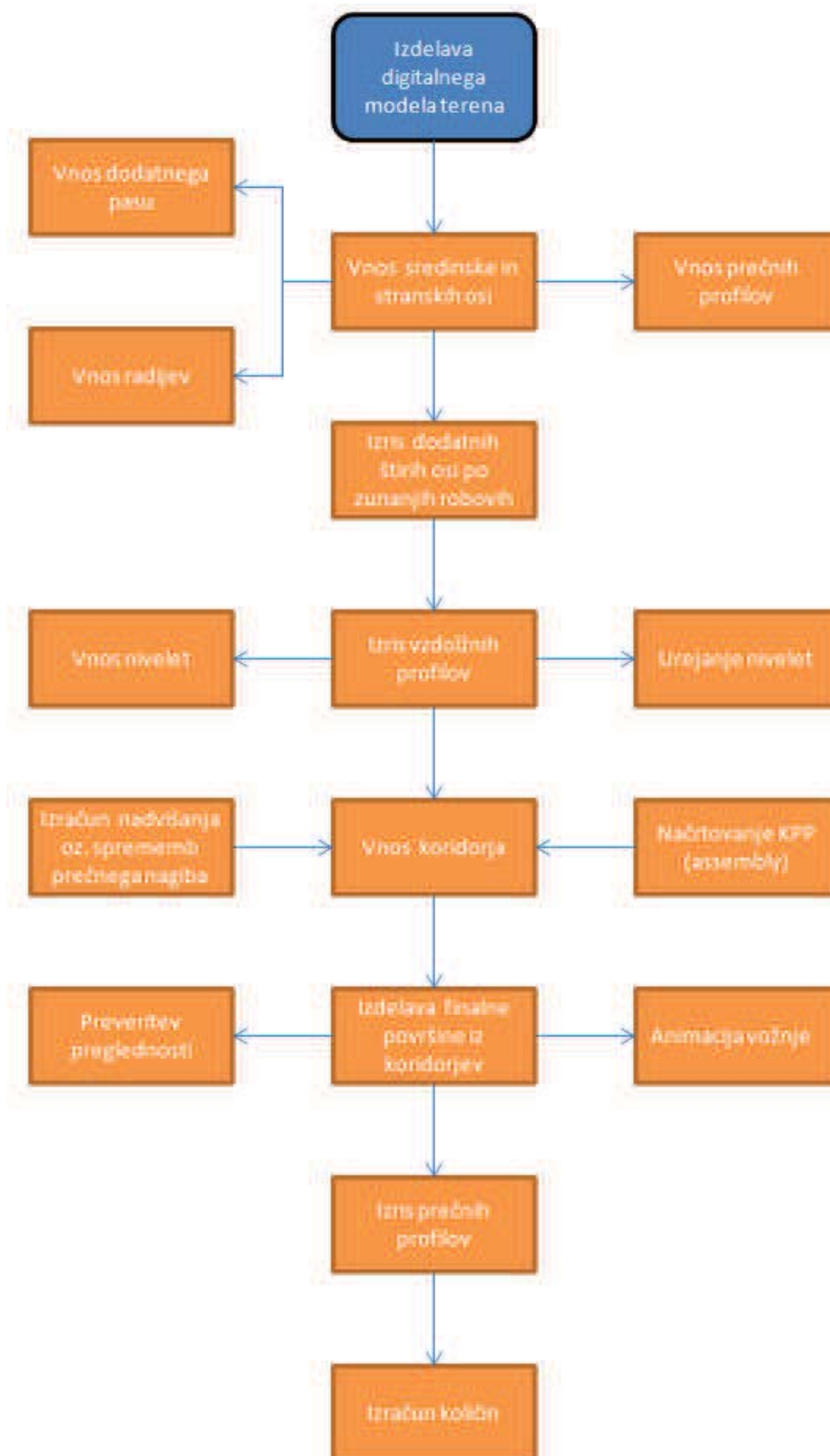
Animacijo vožnje lahko s funkcijo »Anipath« tudi posnamemo v film (.avi, .mpg, .wmv). Nastavimo koliko sličic (okvirjev) na sekundo želimo, kako dolg naj bo film ter resolucijo. Izberemo pot snemanja – lahko uporabimo obstoječe osi ali pa naredimo neko novo 3d polilinijo. V našem primeru smo nastavili na 30 sličic na sekundo ter 30 sekund snemanja in maksimalno možno resolucijo 1024 x 768. Program je potreboval debelo uro, da je uspel realizirati posnetek.



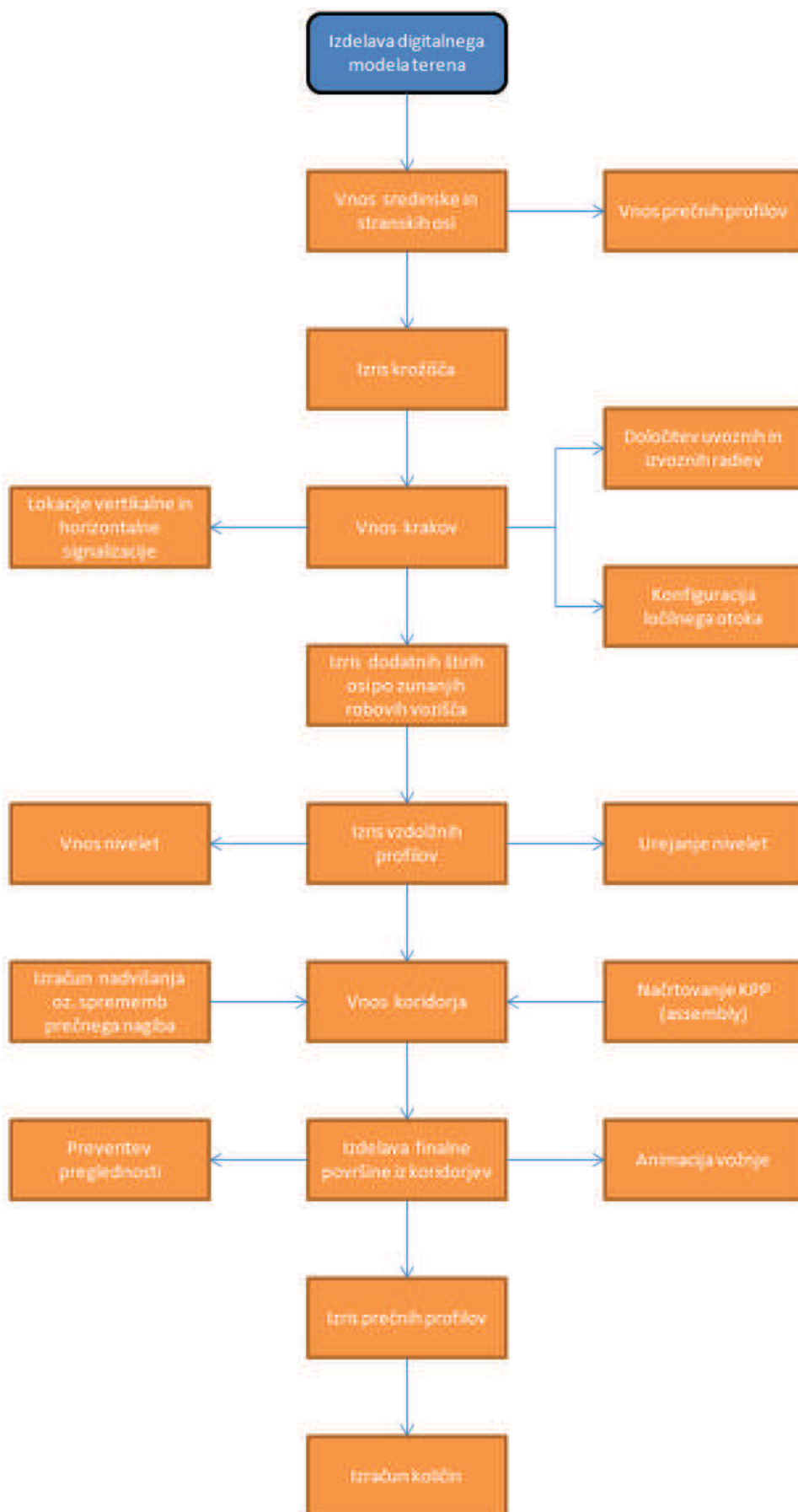
Slika 21 Nastavitve animacije

4.4.6 Diagram poteka dela s programskim orodjem Civil 3d

4.4.6.1 Diagram poteka modeliranja štirikrakega križišča



4.4.6.2 Diagram poteka modeliranja križišča



4.5 Plateia

4.5.1 Klasično 4 - krako križišče

Plateia je računalniški program slovenskega proizvajalca CGS plus d.o.o., ki je v osnovi sestavljen iz petih modulov. Te moduli so Situacija, Osi, Vzdolžni profili, Prečni profili in Prometna oprema. V t.i. trakovih (ang. Ribbon) je razdeljena samo na tri module in sicer Situacija, Vzdolžni in Prečni profili. S Plateia lahko naredimo projekt od začetka do konca po postopku, ki smo ga opisali v diagramu 4.5.6.1. V vseh modulih imamo možnost zapisa parametrov v ASCII (American Standard Code for Information Interchange) datoteke. To je »prva pomoč«, če se nam kaj zalomi in program noče več delovati. Iz teh datotek lahko obnovimo skoraj cel projekt.

4.5.1.1 Situacija

V situaciji so razna orodja za urejanje točk, risanje digitalnega modela terena (DMR), interpolacije in še mnoga druga. DMR smo naredil s Civil 3d, ker je to najmočnejše orodje za urejanje terena. Ta model terena smo potem uporabili v vseh programskih orodjih.

4.5.1.2 Vzdolžna os

Najprej moramo določiti ime projekta, mesto shranjevanja projektne in ASCII datotek. V upravljavcu osi smo dodali tri osi in nastavili osnovne parametre kot je projektna hitrost, kategorija ceste in širine pasov. Lahko si pogledamo tudi vrednosti za velikosti horizontalnih in vertikalnih zaokrožitev, maksimalni dopustni nagib nivelete in projektno hitrost, ki so določene v Pravilniku o projektiranju cest. Izberemo tudi merilo. Z merilom definiramo velikosti oznak. Plateia ima za vnos vzdolžne osi na voljo veliko opcij: dinamično, iz polilinije, najboljše prileganje, na osnovi pomožnih elementov, iz tangentnega poligona itd. Os lahko enostavno urejamo s skupkom ukazov, ki jih najdemo v razdelku »21F« (Urejanje glavnih elementov). Z vnosom osi se nam izriše tangentni poligon, oštevilčena temena, kote horizontalnih elementov, robovi ceste in pločnikov (odvisno koliko trakov smo nastavili v upravljavcu osi). Robovi ceste se izrišejo kot polilinije. Narisali smo os sever-jug in nanjo priključili osi vzhodnega in zahodnega kraka. Ko imamo osi, vnesemo prečne osi na določeni razdalji. Nato projiciramo vzdolžno in prečne osi na digitalni model terena (DMR). Izrišejo se 3d polilinije vzdolžnih in prečnih profilov.

Križiščne radije smo izrisali z vgrajenim orodjem pod Prometno opremo in sicer z ukazom »Izris traktris«. Pokažemo vhodni in izhodni rob, dobimo košarasto krivino na kateri se nam avtomatsko izvede kotiranje posameznih radijev. Traktrise lahko izrišemo kot Civil-ovo os, polilinijo ali plateino os. Ta postopek smo uporabili na vzhodni in zahodni osi.

Na vzhodnem kraku smo predvideli tudi pas za leve zavijalce. Izris tega pasu v Plateia ni tako preprost in je potrebno kar nekaj »telovadbe«, da pravilno zrišemo in nimamo problemov v kasnejši obdelavi prečnih profilov. Razširitev narišemo razmeroma preprosto z ukazom »Razširitev s parabolo/lokom«, kjer določimo glede na kateri trak nariše razširitev, širino, dolžino, stran, smer in tip razširitve (parabola/parabola, lok/lok, lok/prema/lok, parabola/prema/parabola). Ko izvedemo ta ukaz, se nam ostali trakovi ne prilagodijo novo nastalemu stanju. Potrebno je vzporedno kopiranje (ang. offset) in razvrščanje v ustrezno risalno ravnino (ang. layer). Potem je potrebno ponovno vse skupaj projicirati na DMR, da program zazna spremembe. Enako kot za razširitve, velja tudi za obdelavo radijev v križiščih.

4.5.1.3 Vzdolžni profili

Ko začnemo obdelovati vzdolžne profile, moramo izbrati »projekt«, nato v upravljavcu osi izberemo še os, ki jo želimo obdelovati. Na podlagi 3d osi vstavimo tabelo z ukazom »Vnos terena«, kjer nastavimo merilo vzdolžnega profila, vhodne podatke (trenutna risba ali iz datoteke) in referenčno višino. Izriše se nam tabela vzdolžnega profila z obstoječim terenom. V tabeli pod profilom je veliko rubrik, ki jih lahko poljubno dodajamo in odvezujemo profilu z ukazom »Urejanje aktivne tabele«. Niveleto vnesemo z ukazom Vnos tangent. Vnos je preprost; pokažemo temena in program sam računa vertikalne zaokrožitve. Odstopanja od pravilnika nam javi z napako ali pa ne zna izrisati. To je prednost programa slovenskega proizvajalca, ker se opira na naše pravilnike in standarde. Izris horizontalnih elementov, to je preme in krivine, širine vozišča in razširitve, izvedemo z istoimenskim ukazom. Za urejanje nivelete imamo osem ukazov. Za vsako spremembo moramo sprožiti določen ukaz. Nimamo možnosti dinamičnega urejanja. Prečne nagibe izračunamo z istoimenskim ukazom. Odpre se nam pogovorno okno, kjer nastavimo maksimalni nagib in relativni nagib roba vozišča glede na niveleto. Program sam po pravilniku preračuna prečne nagibe in vijačenja, ki jih lahko kasneje ročno popravljamo z ukazom ali pa kar grafično tako, da dodajamo oz. odvezujemo točke polilinije (ang. vertex). Lahko tudi nastavimo višinske preskoke med trakovi (osmi) npr. za pločnik +12,0 cm.

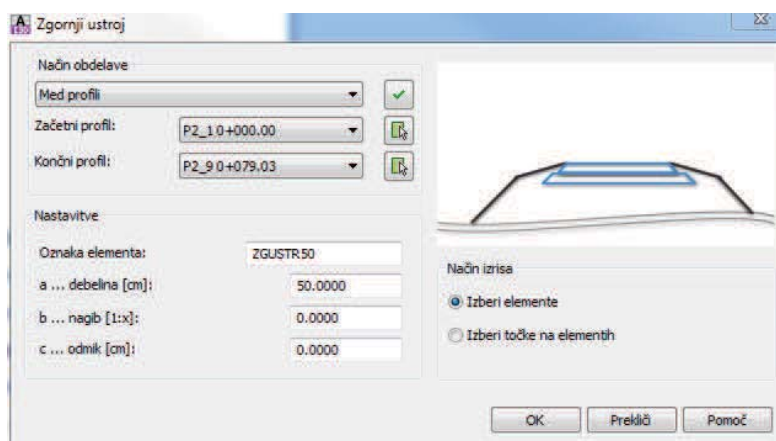
V vzdolžnem profilu S-J nam funkcija »Križanja« izriše, kje se priključujeta preostali osi, Na teh mestih odčitamo višinske podatke. Dobimo višini na kateri se morata priključiti oz. začeti niveleti vzhodnega in zahodnega kraka. Vse vzdolžne profile smo zrisali v merilu M 1:1000/100, to je spačenem merilu. To pomeni, da je v horizontalni smeri merilo M 1:1000, v vertikalni pa M 1:100.

V verziji 2014 je prišlo do napredka funkcije »Križanja«, saj nam v tabeli pod vzdolžnim profilom v rubriki vijačenja izriše sklone levega in desnega traku ceste, na katerega se priključujemo in lahko enostavno prilagodimo vijačenje, prečne nagib in/ali višine robov.

Pripravo prečnih profilov za tiskanje izvedemo v dveh korakih. Najprej izvedemo razrez (Izris območij za razrez), kjer izberemo velikost listov in robov. Z ukazom »Priprava profila za izris« jih izrišemo. Za vse vzdolžne profile je potek dela enak zgoraj opisanemu postopku.

4.5.1.4 Prečni profili

Izberemo projekt, nato v upravljavcu osi izberemo še os, ki jo želimo obdelovati. Začnem z ukazom »Vnos terena« (obstoječega). Odpre se nam pogovorno okno, kjer nastavimo merilo, vrsto tabele, vhodne podatke, višino in profile, ki jih želimo izrisati in njihov rastrski razpored vrstic in stolpcev. Podatke za cestišče bere iz vzdolžnega profila. Risanje plasti asfaltov izvedemo z ukazom »Zgornji ustroj«, kjer nastavimo debelino plasti in sklon zaključka. Za vsako plast moramo ponoviti ukaz. Plast tampona izrišemo z istim ukazom. Pri risanju elementov zgornjega ustroja moramo pokazati glede na kateri element določi oddaljenost naslednje plasti.



Slika 22 Vnos zgornjega ustroja

Sledi izris spodnjega ustroja, kjer podobno kot pri prejšnjih plasteh podamo debelino ter sklon. Risanje zgoraj omenjenih plasti je kar zamudno, saj moramo za vsako vnos klikati na elemente cestišča oz. ustroja. Izris brežin in bankin je preprost, samo pokažemo na kateri element se vežejo in določimo sklon.

V profilih lahko označimo naklone vozišča, pločnika, zelenice in kolesarske steze. Če smo že v vzdolžnem profilu nastavili višinske preskoke za robnike, jih v prečnih profilih avtomatsko kotira v tabeli pod profilom. Če ne, jih moramo sami z ukazom »Tabeliranje točk«. Na koncu določimo in zapišemo točke za kotiranje v situaciji. Vsi ukazi v prečnih profilih tečejo, čez vse profile oz. čez določene profile, če tako nastavimo.

Ko imamo dokončno zrisane prečne profile, kotiramo nagib in točke v prečnih profilih tudi v situaciji. Podatke o prečnih nagibih črpa iz vzdolžnega profila, višinske točke pa iz prečnih profilov.

Zanimivo je krmarjenje v prečnih profilih, kjer preskakujemo iz profila v profil z ukazom »+« oz. »-«. Na točno določen profil skočimo z ukazom »*«. Določitev območja, ki se nam pokaže pri krmarjenju po prečnih profilih, določimo z ukazom »++«.

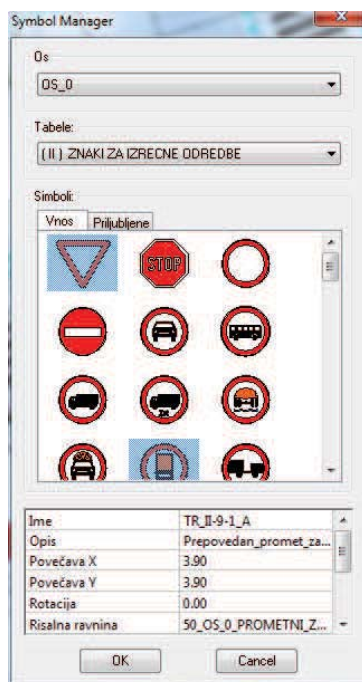
4.5.1.5 Planimetriranje

Tako za investitorje kot projektante je najbolj pomemben podatek, koliko bo izvedba projekta stala. V ta namen so v programska orodja vgrajene funkcije za izračun količin materialov. Plateia pozna ročno in avtomatsko planimetriranje. Avtomatsko deluje le v primeru, ko so vsi elementi prečnih profilov zrisani s Plateinimi ukazi. Planimetrirne količine (izkop, izkop humusa, tampon, greda, planum, asfalt itd.) lahko zapišemo v risbo ali v datoteko (.vol – kubature ali .pla - površine). Planimetriranje je potrebno izvesti za vsako količino posebej. Nima opcije, da bi lahko obdelali vse količine naenkrat. Ko je planimetriranje izvedeno, preračunamo vse količine hkrati z ukazom »Izračun Količin«.

4.5.1.6 Prometna oprema

Nastaviti je potrebno merilo. Znaki so v pogovornem oknu razporejeni po pravilniku:

- Znaki za nevarnost;
- Znaki za izrecne odredbe;
- Znaki za obvestila;
- Dopolnilne table;
- Drugi znaki za označevanje del.



Slika 23 Pogovorno okno za vnos znakov

Pri vnosu lahko izbiramo velikost droga, mesto dejanske postavitve in postavitev v risbi. Na izbiro imamo tudi dinamični vnos, kjer grafično določimo zasuk znaka. Ko imamo vse znake vnesene v risbi, jih lahko izvozimo v tabelo (»Izvleček prometnih znakov v tabelo«).

Prehod za pešce rišemo s podajanjem treh ali štirih točk. Določimo širno črte in praznega dela. Predhodno moramo imeti zrisane pomožne črte. Sredinske in ostale črte rišemo z ukazom »Izris vzdolžne označbe«. V pogovornem oknu določimo debelino, raster in stacionaže (od - do) ter na kateri element se navezuje. Prav tako s tem ukazom zrišemo označbo V-17.1, vendar jo moramo ročno nastaviti v pogovornem oknu. Piktograme kolesarja vnesemo iz baze drugih označb, prav tako smerne puščice na kolesarski stezi. Za izris trikotnika ima vgrajeno svojo funkcijo.

4.5.2 Krožno križišče

Postopek projektiranja krožnega križišča s programskim orodjem Plateia je enak postopku za projektiranje navadnega križišča. Potrebujemo štiri osi na katere vežemo krake krožnega križišča. V modulu Prometna oprema se nahaja tudi orodje za obdelavo krožnih križišč. Razdeljeno je na izris krožnega dela in krakov ter urejanje in brisanje le teh. V teh pogovornih oknih nastavimo prav vse parametre krožnega križišča. V pogovornem oknu za izris krožnega dela pokažemo točko vnosa, določimo zunanji in notranji radij, širino povoznega dela, število voznih pasov, risalno ravnino ter ime. Nato dodamo krake z ukazom »Izriši priključek«. Izbrati je potrebno os in krožni del kateremu bo krak pripadal. V pogovornem oknu nastavimo:

- velikosti uvoznih in izvoznih radiev,
- širino uvoznega in izvoznega pasu v začetni in končni točki
- parametre prometnega otoka
- vertikalno in horizontalno signalizacijo (odmiki in širine črt)

Izdelava vzdolžnih in prečnih profilov gre po enakem postopku kot je opisano v poglavjih 4.5.1.3 in 4.5.1.4.

Slika 24 Parametri kraka krožnega križišča

Slika 25 Nastavitve krožnega dela

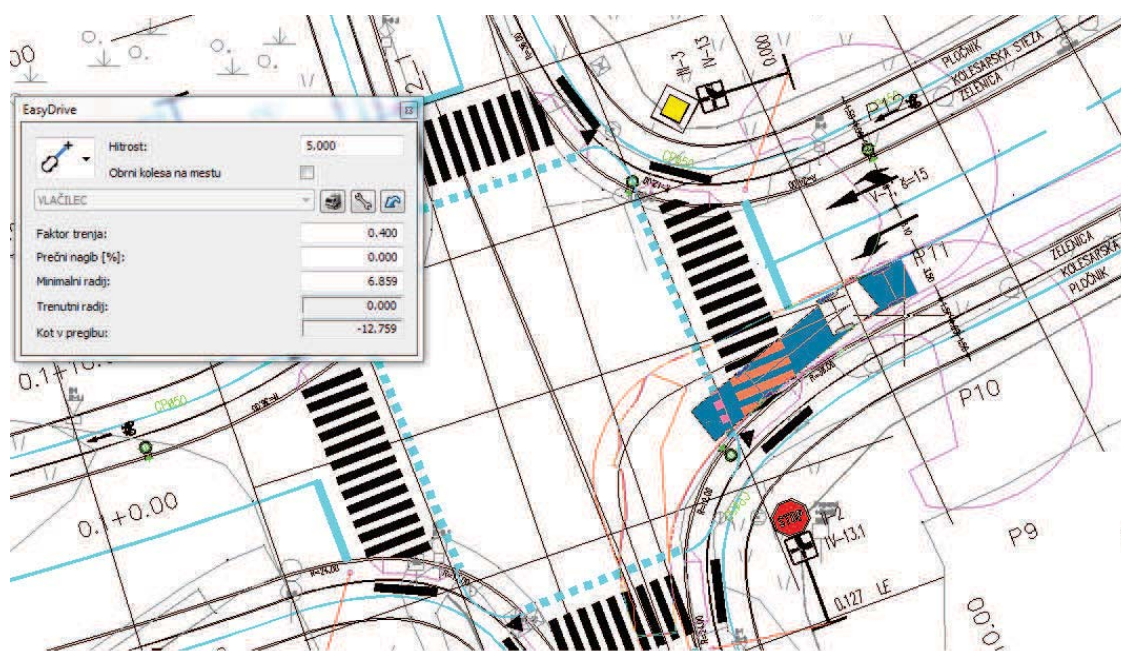
4.5.3 Prednosti

Ker ima križišče štiri krake, je zelo uporabna funkcija Izris profilov s pomočjo makrov. Postopek je zelo enostaven. Gremo v prečni profil, ki ga že imamo v končni obliki, shranimo makro in ga predvajamo na profilih, ki jih še nimamo zrisanih. Makro se shrani v

programskem jeziku »LISP«, ki ga lahko z osnovnim znanjem programiranja poljubno spreminjamo in izpopolnjujemo. Do »LISP« urejevalnika pridemo z ukazom »Vlide«.

Funkcija »EasyDrive« za preverjanje prevoznosti križišča kaže eventualni naslednji korak. V verziji 2014 deluje predvsem hitreje; prikazuje pa tudi eventualno vzvratno vožnjo. Kot je razvidno iz spodnje slike nam kaže pot vozila naravnost ter levo in desno pri maksimalnem možnem zasuku. V pogovornem oknu, ki je tudi prikazan na spodnji sliki, izberemo vozilo in nastavimo hitrost. Potek prevoznosti lahko preverimo v vertikalni (npr. v prečnem profilu uvoza na dvorišče) in horizontalni smeri. Nastavljena hitrost nima vpliva na zunanjo konturo, ki jo oriše merodajno vozilo. Ima samo funkcijo prikazovanja hitrosti gibanja vozila pri animaciji. Za razliko od Plateia pa ima pri Nexusu in Torusu funkcija hitrosti vpliv tudi na zunanjo konturo.

Od vseh preizkušenih programskih orodij ima Plateia najlepši razrez in izris prečnih in vzdolžnih profilov.



Slika 26 Prikaz funkcije »Easy Drive«

Plateia in Via sta edina program, ki imata večino znakov in talnih označb, ki se uporabljajo po Pravilniku o prometni signalizaciji in prometni opremi na javnih cestah. Plateia ima najbolj dodelan vmesnik za vnašanje prometnih znakov, saj podjetje CGS plus d.o.o. razvija modul prometne opreme (t.i.»CGS Road Extensions«) tudi za tujino.

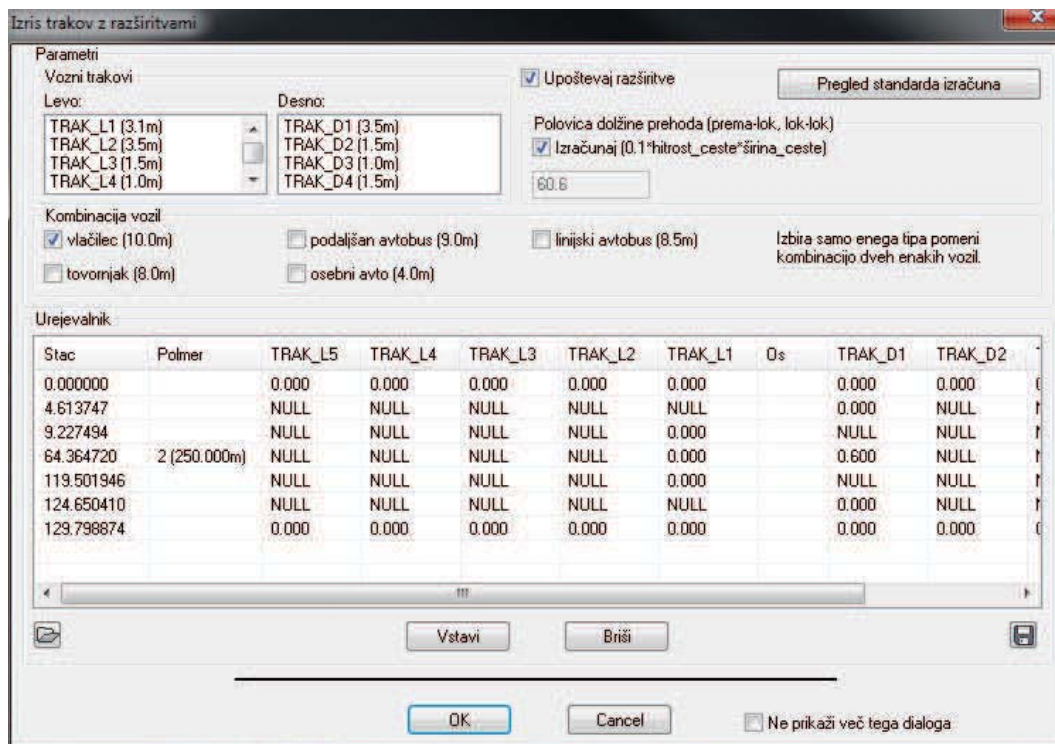
4.5.4 Pomanjkljivosti

Pri vsaki spremembi osi v situaciji je potrebno projicirati osi na DMR in osvežiti vzdolžne in nato še prečne profile. Pri ponovnem projiciranju na DMR prihaja včasih do podvajanja 3d osi. Zato je bolje, da pred ponovnim projiciranjem izbrišemo obstoječe 3d polilinije. Program

te sicer opozori, ko osvežujemo, da se število osi v situacij ne ujema s številom osi v prečnih profilih.

Ko smo v upravljavcu osi za os zunanjega krožnega dela, vnašali podatke o širini pasov jih za desno stran nismo vnesli, ker jih ne potrebujemo. Vendar smo kasneje uvideli, da moramo vnesti vsaj namišljeni desni pas (oddaljenosti od osi npr. 0,0001 m, da praktično pokriva os) drugače program javi napako (»fatal error«). Ta nevšečnost je v verziji 2014 odpravljena.

Plateia riše in računa celotno razširitev samo na notranjo stran radija. To je malce nerodno pri rekonstrukcijah, ko moramo os prilagoditi določenemu obstoječemu stanju. Z določenimi tehničnimi prijemi lahko pridemo do razširitve na obe strani vozišča. To izvedemo tako, da v tabeli za izračun razširitev ročno popravimo vrednosti. In sicer delimo razširitev, ki nam jo izračuna z dva in jo ročno vnesemo na trakova (opomba: bolje bi bil izraz pasova, ki se uporablja v slovenski praksi), ki jih tangira. Kot je prikazano na spodnji sliki bi v našem primeru število 0,60 pri radiju 250 m dali na pol in pod Trak_D1 in Trak_L1 vpisali število 0,30 in tako dobili obojestransko razširitev. Če je označeno samo eno vozilo računa razširitve za dve enaki vozili, drugače pa za kombinacijo, ki je označena.



Slika 27 Primer tabele z razširitvami – Plateia

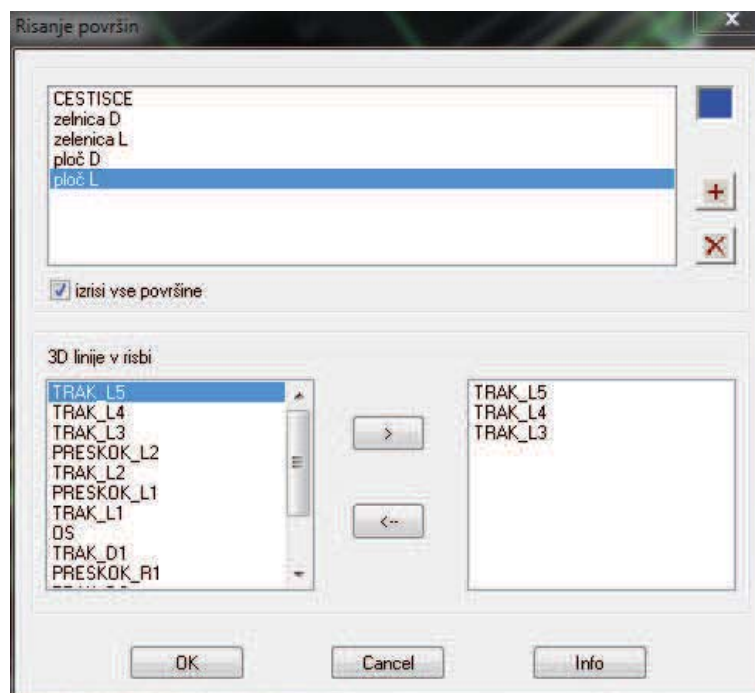
Plateia ima vgrajeno v »Prometno opremo« krožna križišča, avtobusna postajališča in traktrise. V osnovi so to posebne oblike osi, običajno košaraste krivine, za načrtovanje robov vozišča. Te rubrike bi bolj spadale pod osi oz. situacijo.

Vedno moramo izbrati vzdolžni profil, ki ga želimo obdelovati, drugače program ne deluje pravilno. Izberemo ga z ukazom »Nastavitev aktivne tabele«. Ostali programi to izvedejo

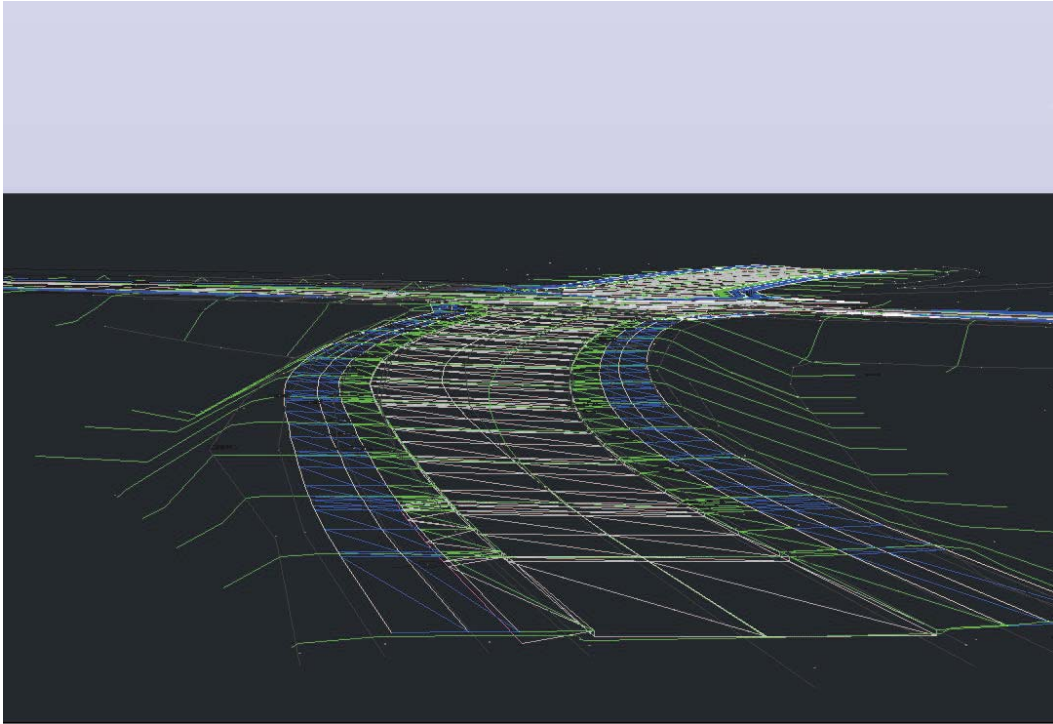
samodejno oz. imajo tako postavljen sistem obdelave, da ni potrebno skrbeti, da imamo pravilno izbiro profila. Izbira bi bila lahko narejena tako, da s klikom na nek ukaz izberemo določen element profila in program bi sam prepoznal os, katerega vzdolžni profil obdelujemo.

4.5.5 Vizualizacija

Izdelati moramo 3d robove nivelete in robov ceste. To naredimo z ukazom »21P1«. Za izdelavo potrebujemo »VP« datoteko, ki jo dobimo iz vzdolžnega profila (Pisani vzdolžni profil). Nato naredimo 3d površine med posameznimi 3d robovi. V našem primeru smo ločili cestišče, zelenico in skupaj pločnik s kolesarsko stezo. Za vsako od teh površin lahko določimo barvo. Površine so sestavljene iz ravnih črt, tako, da v radijih dobiš zelo približno površino, ki ne prikazuje dejanskega stanja. Boljši prikaz bi dobil, če bi v radiju zgostil »vertex-e« z interpolacijami, vendar to zahteva kar veliko dodatnega dela. Seveda bi moral potem ponovno zrisati 3d površine. Prikaz dokaj lepo zgleda v velikih radijih. V samem križišču je pa ne.



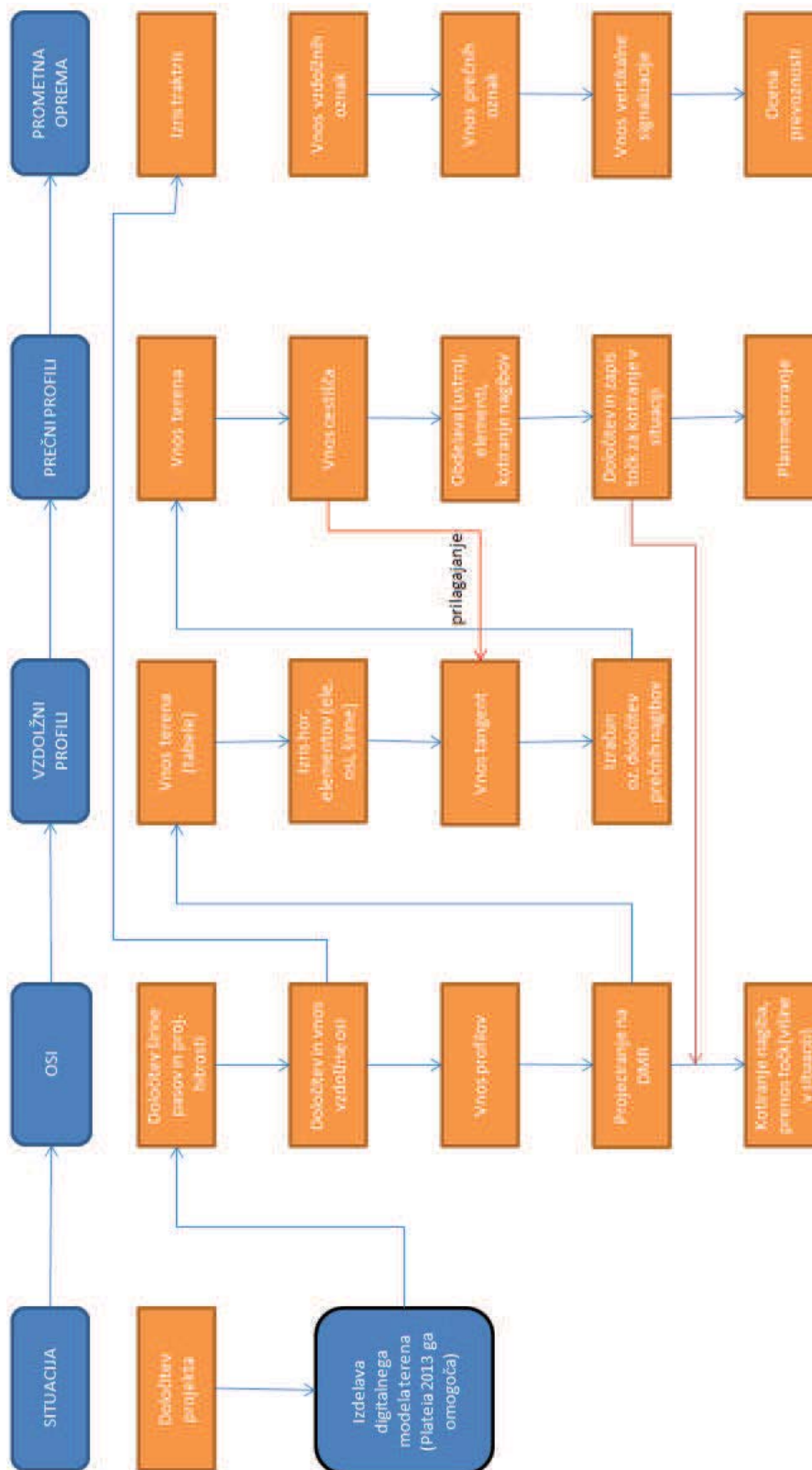
Slika 28 Izdelava 3d površine



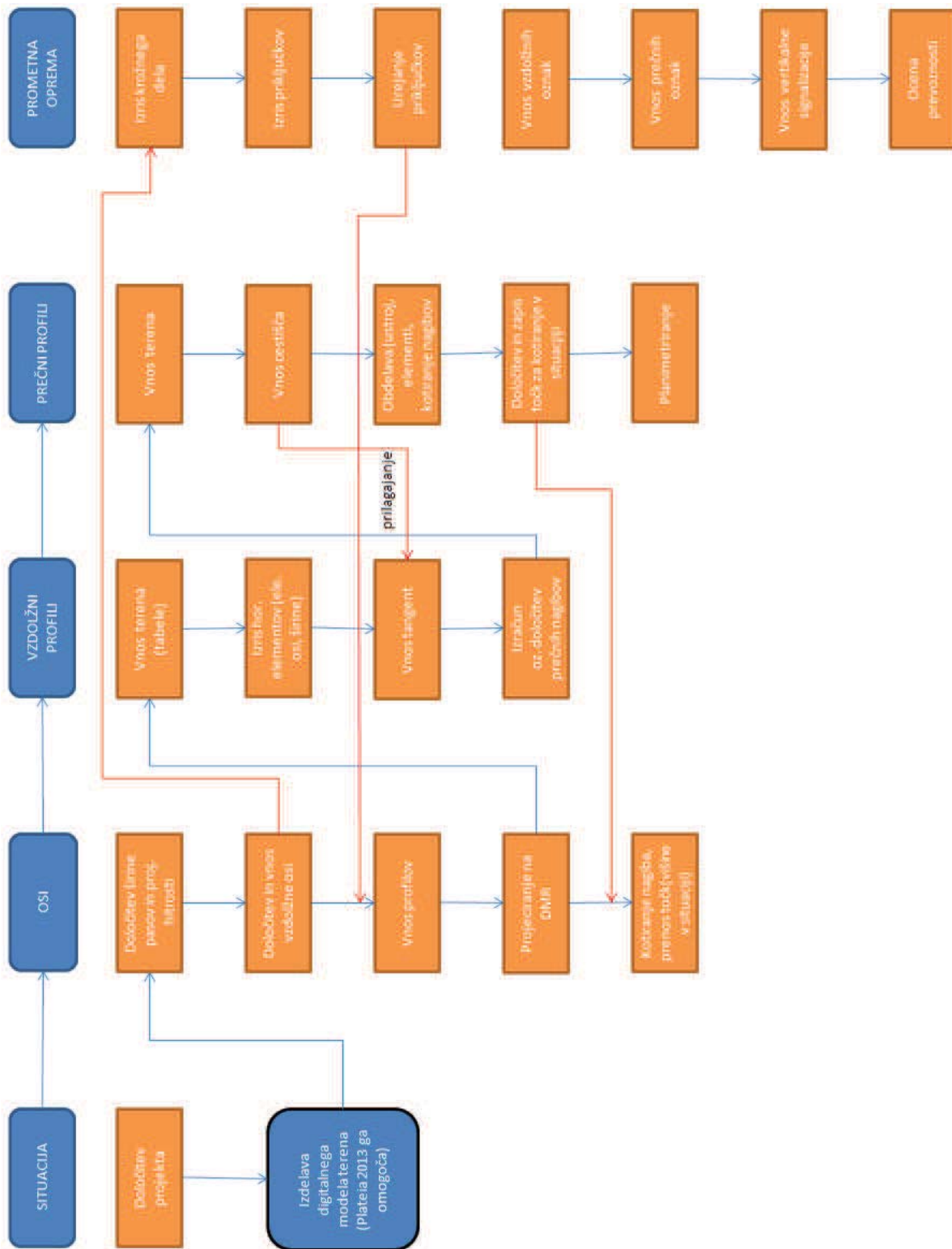
Slika 29 Vizualizacija - Plateia

4.5.6 Diagram poteka dela s programskim orodjem Plateia

4.5.6.1 Diagram poteka načrtovanja štirikrakega križišča



4.5.6.2 Diagram poteka načrtovanja križišča



4.6 Nexus

Nexus je računalniški program, ki ga je proizvedlo podjetje Transoft Solutions. Za optimalno delovanje programa potrebujemo tudi program AutoTurn (istega proizvajalca), saj iz njega pridobi podatke o vozilih. Z Nexus lahko naredimo projekt na idejni ravni. Obdelavo moramo dokončati s Civilom 3d. Potek dela smo opisali v diagramu 4.6.3.

Na začetku dela s programom Nexus nastavimo enote in smer vožnje v »Program Settings«. Za vse sklope (križišče, simboli, otoki, konfliktna točka,...), ki jih izrisujemo s programom, lahko nastavimo risalne ravnine v »Properties«. V »Design Guideline« izberemo predlogo oz. si jo sami oblikujemo. Nastavimo lahko praktično vse parametre križišča (vozila, širine pasov, radije,...). Seveda lahko v višji fazi obdelave zamenjamo predlogo oz. jo uredimo. Uporabili smo enake radije, širine pasov in osi, kot v ostalih programih.

Za izris križišča moramo že imeti pripravljene sredinske osi predvidenih krakov. Te osi so lahko navadne polilinijske. Uporabili smo kar osi, ki smo jih predhodno izdelali z drugimi programi. Nato poženemo ukaz za izris križišča in kliknemo na pripravljene osi, da določimo krake križišča. V ozadju se nam že izriše križišče, pred nami pa je pogovorno okno, kjer lahko za posamezne krake:

- dodajamo razširitve, kolesarske pasove;
- urejamo in določimo kontrolne radije (pri urejanju radijev lahko vstavimo zavijalne krivulje merodajnega vozila, kar naredi avtomatsko in na podlagi tega korigiramo radij);
- uvozimo rezultate kapacitetne analize iz drugih programov (npr. HCS+) in na podlagi teh podatkov izrišemo križišče;
- uredimo oddaljenost in rotacijo prehoda;
- izberemo predlogo križišča ali posameznega kraka;
- zbrisemo oz. zamikamo krak križišča (poteka interaktivno).

Nexus ima možnost izrisa kolesarskega pasu. Ta pas izriše v križišču tako, da sta košarasti krivini, ki določata rob vozišča in rob kolesarske steze zamaknjena v vzdolžni smeri za širino kolesarske steze.

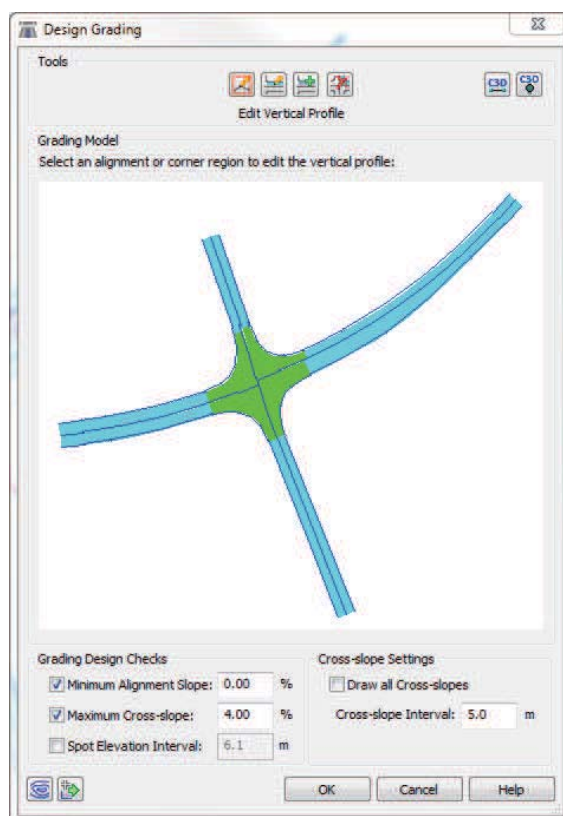
Višinsko urejanje začnemo z ukazom »Design Grading«. Izberemo na kolikšni dolžini (tega parametra kasneje ne moremo več spreminjati) želimo višinsko urediti vsak krak križišča ter obstoječo površino (DMR). Kliknemo naprej in pridemo v pogovorno okno, kjer lahko:

- urejamo vzdolžne profile centralnih in zunanjih osi
- urejamo površino, ki jo opiše radij ali
- narišemo plastnice

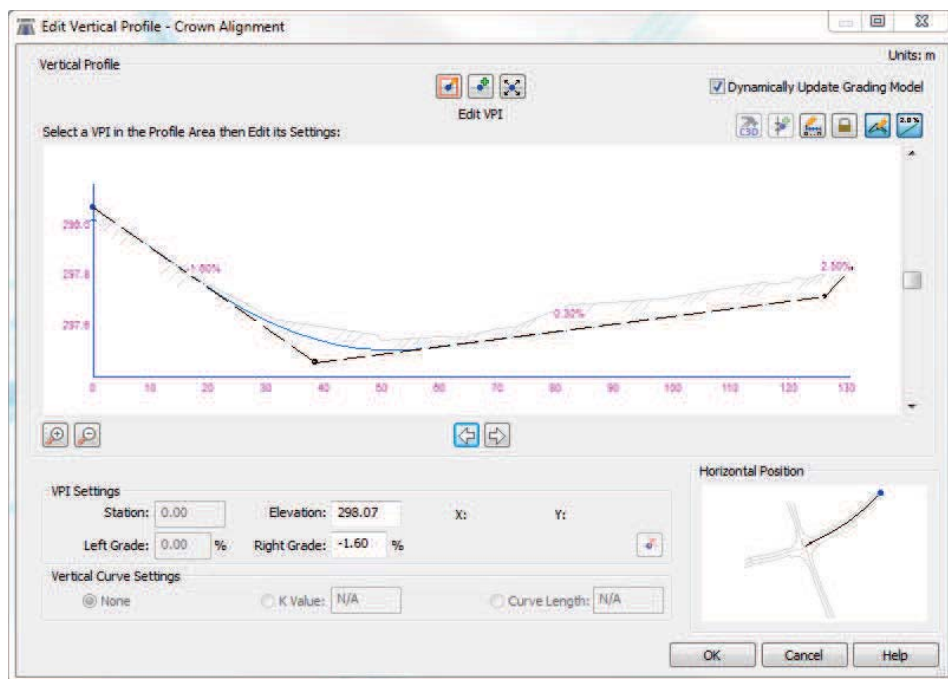
- izvozimo model v format LandXml
- generiramo Civilove 3d osi in površine

Slika 30 prikazuje območja, ki jih lahko višinsko urejamo. Modre črte predstavljajo osi, ki jim lahko uredimo vzdolžne profile. Osi potekajo po sredini in po robovih, kar je praktično za nadaljnjo obdelavo (delo s koridorji). Na zelenih območjih križišča se nam pri urejanju vzdolžnega profila izriše višinski potek dotičnih sredinskih osi, mi pa lahko prilagodimo še niveleto po radiju. Osi so povezane. Če spremenimo višino nivelete v točki, kjer se stikata dve osi, se spremni višina v obeh.

Pri vzdolžnem profilu imamo v spodnjem desnem kotu prikaz horizontalne pozicije, ki nam kaže na katerem delu se nahajamo. Pozicija je označeno z modrim krogcem. Ta funkcija je nekoliko nerodna na stranskih oseh, saj po desnem robu teče prikaz v smeri stacionaže, po levem pa v obratni smeri. Nexus pri višinskem urejanju zazna ostale osi in ti jih točkovno prikaže pri urejanju (npr. pri urejanju vzdolžnega profila sever-jug nariše višini priključkov zahodne in vzhodne osi kot piki na niveleti).



Slika 30 Pogovorno okno za višinsko urejanje v programu Nexus

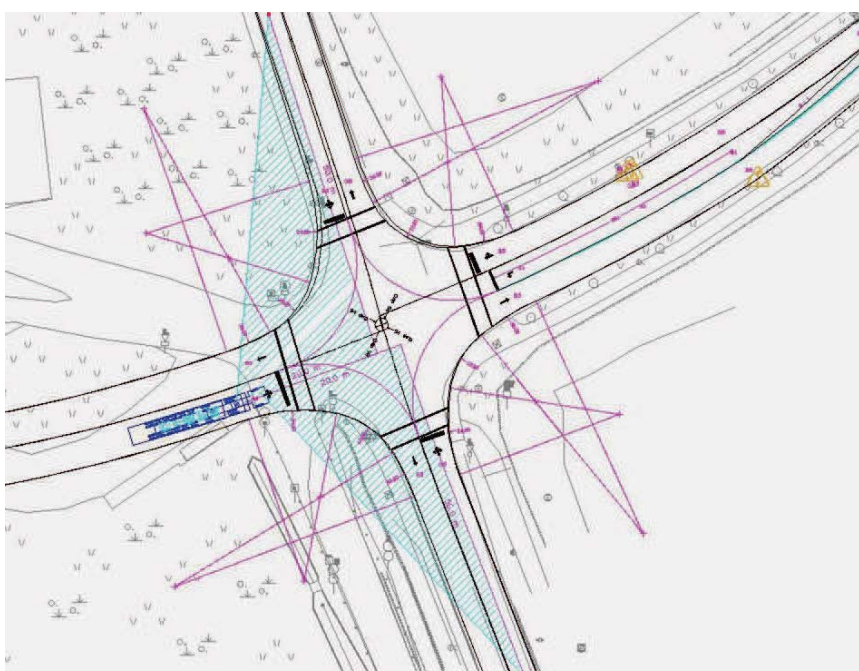


Slika 31 Primer vzdolžnega profila v Nexus

Na podlagi generiranih civilovih osi in površin poteka nadaljnja obdelava s Civilom 3d. Postopek je enak, kot je opisan v poglavju 4.4 projektiranje križišča s Civilom in sicer od koridorjev naprej.

4.6.1 Prednosti

Nexus je edini program, ki omogoča izris preglednega trikotnika. Ročno je možno nastavljati oddaljenost od križišča in kolikšno pregledno dolžino upošteva.



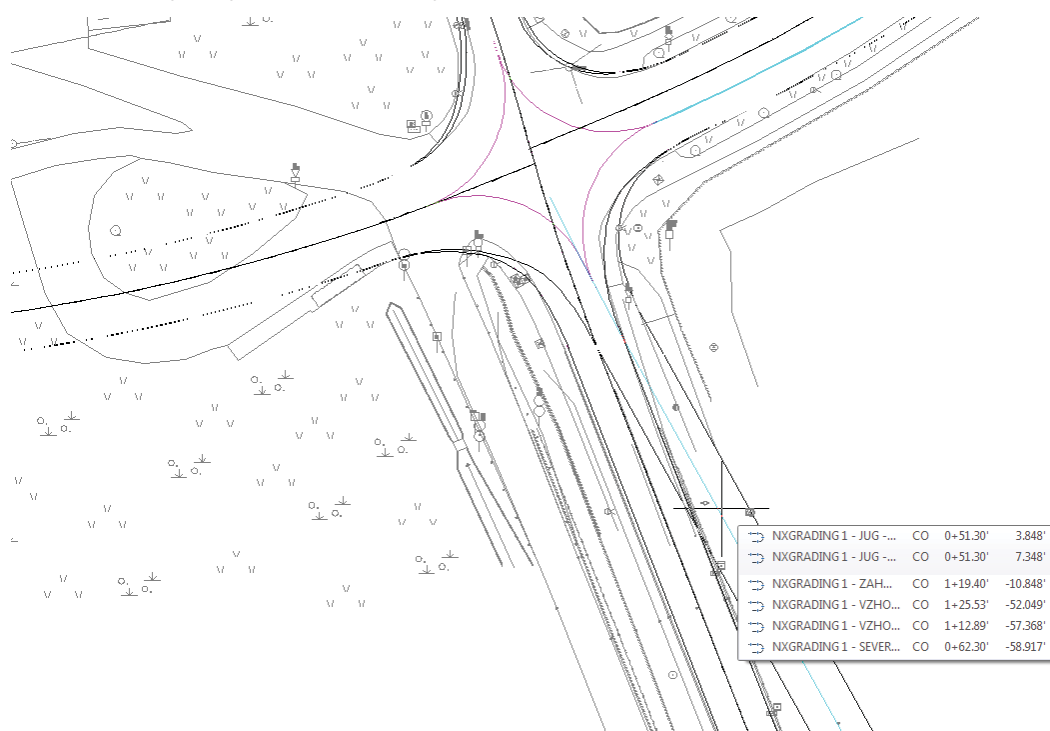
Slika 32 Pregledni trikotnik

Prav tako je edini, ki omogoča izris konfliktnih točk. Krogci predstavljajo križanja, kvadrati združevanje, trikotniki cepljenje prometnih tokov.

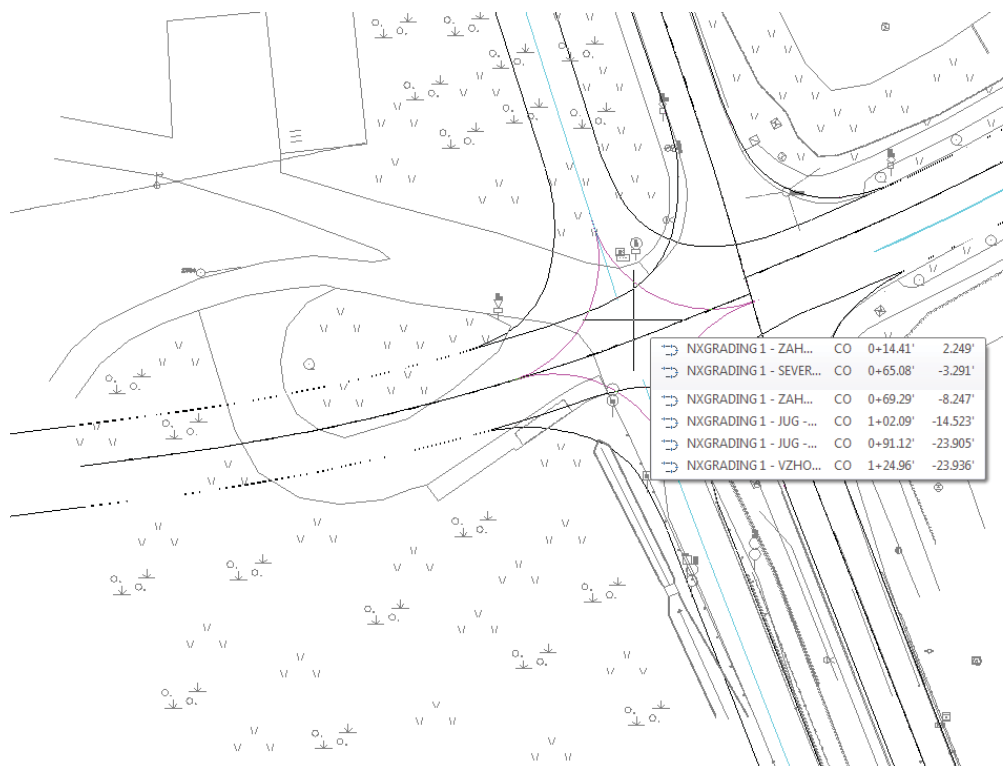


Slika 33 Prikaz konfliktnih točk

Funkciji dinamičnega spreminjanja kota kraka križišča in zamikanje celotnega križišča sta edinstveni; tako enostavne rotacije in zamik omogoča le Nexus. Lahko rotiramo en ali več krakov hkrati. Ko imamo enkrat narejen 3d model (»Grading«), ga program ne zna prilagoditi novonastali situaciji, ki jo dobiš z rotacijo ali zamikom križišča.



Slika 34 Primer rotacije kraka križišča

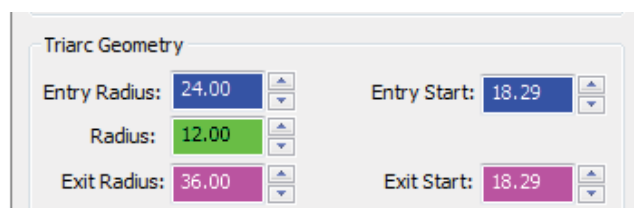


Slika 35 Primer vzporednega premika križišča po oseh Vzhod-Zahod

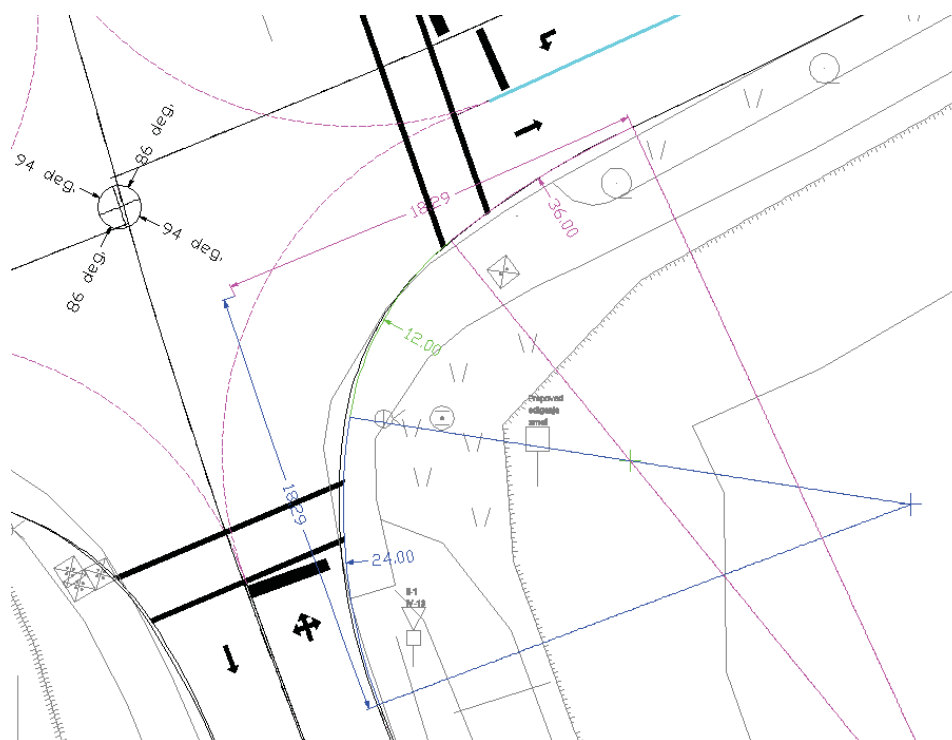
Ocena gibanja (ang. Evaluate Movements). Pokažemo vhodni in izhodni pas, program pa ti samodejno izriše konturo gibanja merodajnega vozila. Lahko tudi kasneje poženemo animacijo.

Ko načrtujemo krivino imamo v pogovornem oknu možnost vstavitve poti merodajnega vozila in lahko prilagajamo krivino glede na merodajno vozilo.

Košarasta krivina ima v Nexus še dodatne nastavitve. Poleg radijev lahko spreminjamo tudi dolžino vhodnega in izhodnega dela te sestavljene krivine. Ko spremenimo ta parameter se posamezni segmenti košaraste krivine prilagodijo. Na spodnjih dveh slikah je vidno, kako lepo je posamezen parameter prikazan grafično v isti barvi kot je v nastavitvah. Slika 37 Grafični prikaz košaraste krivine prikazuje tudi kote pod katerimi se križajo posamezni kraki križišča.



Slika 36 Nastavitve košaraste krivine

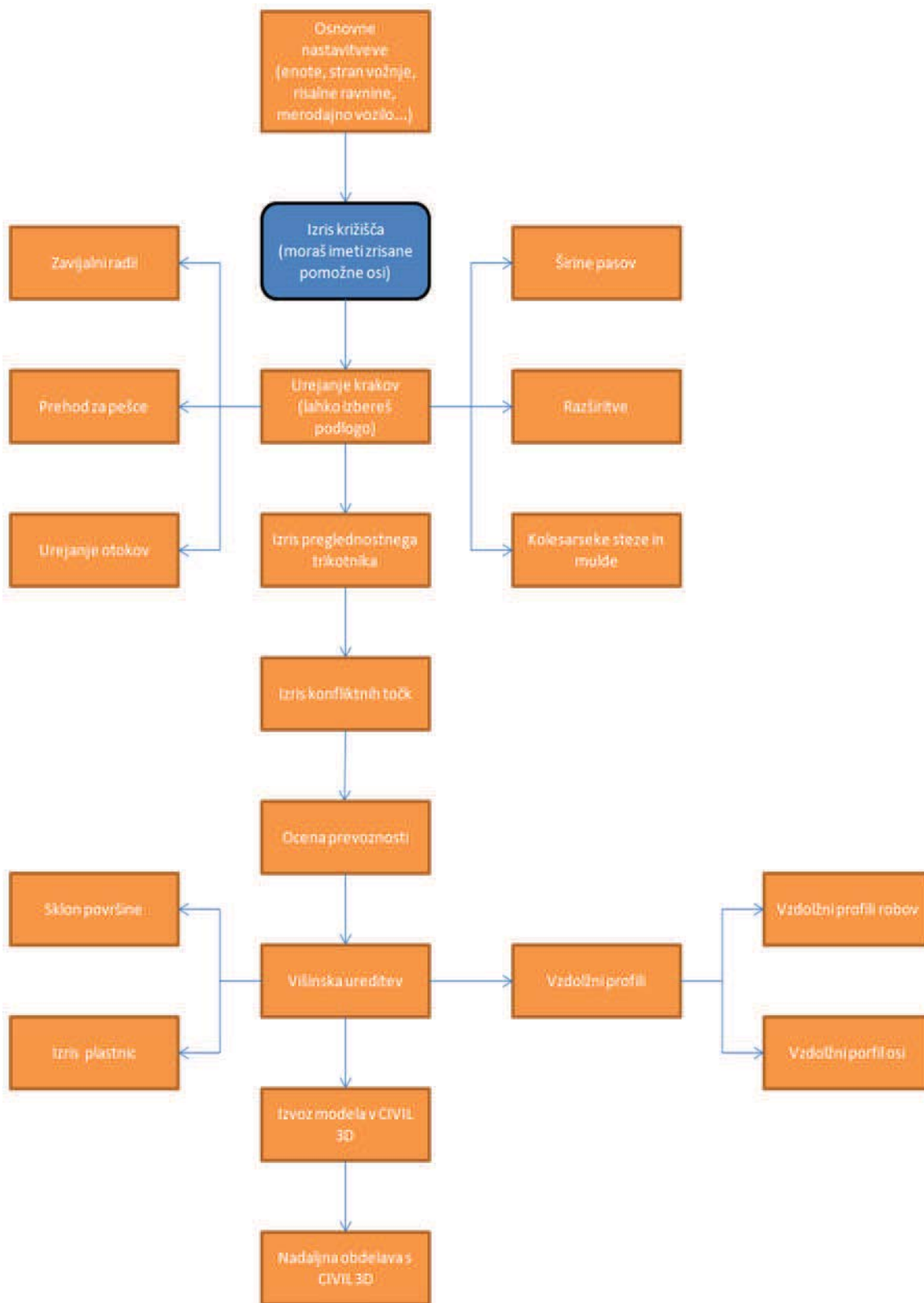


Slika 37 Grafični prikaz košaraste krivine

4.6.2 Pomanjkljivosti

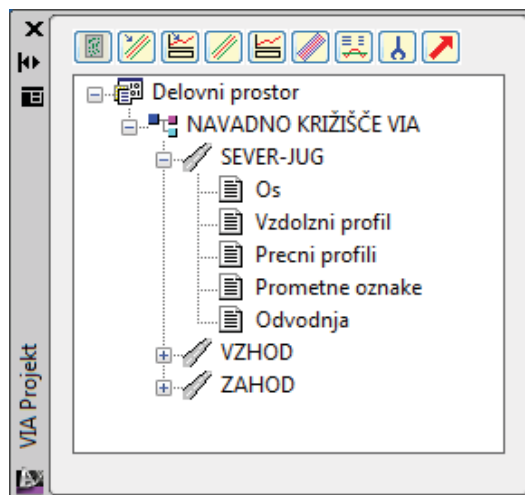
Nima svoje baze znakov in talnih označb. Ima samo prehode za pešce in stop črte. Izriše tudi smerne puščice, vendar ne moremo spreminjati njihove lege in dimenzij. Projekt moramo dokončati s Civil 3d, saj v Nexus ne moremo izrisati oz. izpisati vzdolžnega profila; lahko ga vidimo in obdelujemo le v pogovornem oknu. Prav tako nima možnosti obdelave prečnih profilov. Preskok modeliranja z Nexus na Civil 3d je težak, saj je Nexus uporabniku zelo prijazen program, Civil 3d pa je kompleksen.

4.6.3 Diagram poteka načrtovanja štirikrakega križišča



4.7 Via

Via je računalniški program slovenskega proizvajalca SL-King d.o.o.. Sestavljen je iz petih delovnih sklopov. Te sklopi so Os, Vzdolžni profil, Prečni profili, Prometne oznake in Odvodnja. Ima svojevrsten način delovanja; vse do končne variante risbe je priporočljivo shranjevanje poteka samo v projektno datoteko. Ko imamo končno varianto, shranimo tudi risbo. Iz projektne datoteke je mogoče obnoviti celotno risbo (lahko izrišemo celo v prazno risbo). Vse ukaze dobimo z desnim klikom na želeni modul ali pa na t.i. »Ribbonih«.



Slika 38 Seznam objektov

4.7.1 Os

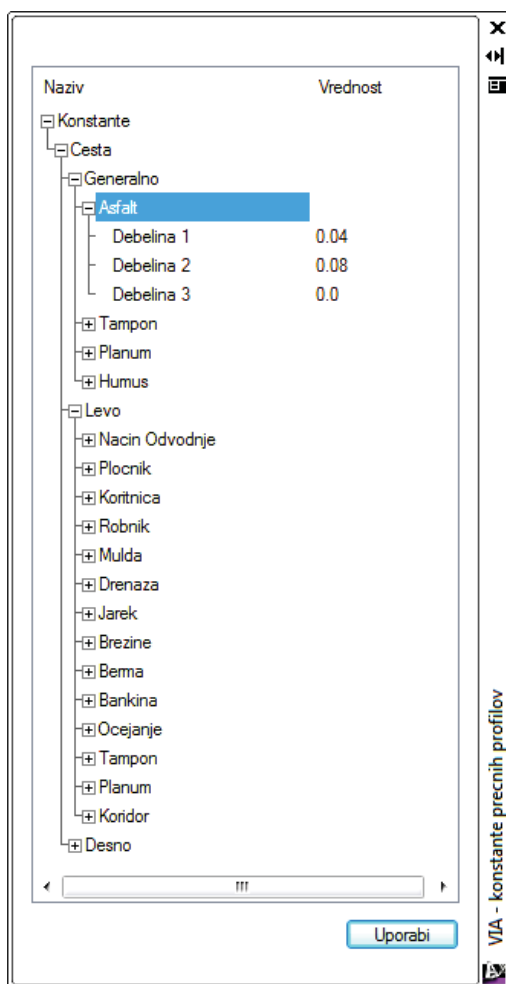
Projektiranje se začne z določitvijo projekta in dodajanjem objektov. Za vsako os dodamo nov objekt z imenom te osi, da jih ločimo med seboj. V našem primeru smo jih poimenovali po straneh neba in sicer Sever-Jug, Vzhod in Zahod. Ko dodajamo objekt imamo štiri možnosti za tip objekta; te so »Železnica«, »Cesta«, »Regulacija vodotokov« in »Kanalizacija«. Na začetku moramo narediti 3d površino ali pa uporabimo katero drugo površino npr. Civilovo (DMR). Vzdolžno os lahko vnesemo ročno ali pa jo naredimo iz polilinje (ta ukaz uporabljata tudi Plateia in Civil 3d). Vnos osi je preprost. Tangentni poligon vnašamo tako, da pokažemo točke temen. Izriše se nam tangentni poligon s tabelo v temenu ter os z robom asfalta na levi in desni strani ter prečne osi. V tabeli so podatki o horizontalni krivulji (a , R , $L1$, $L2$, $t1$, $t2$, D , d , S , q). Via podaja širine pasu in radije, tako kot smo jih predhodno nastavili v »Nastavitvah« za objekt, ki ga obdelujemo. Te nastavitve lahko izvedemo po določitvi objekta. Ko narišemo os, Via že naredi tudi teren vzdolžnega profila. Razdaljo med prečnimi osmi lahko predhodno nastavimo v »Seznamu«, ki ga dobimo z desnim klikom na rubriko »Prečni profili«. Če želimo karkoli spremeniti na osi, to naredimo z ukazom Vnos pod rubriko »Os«. S klikom na to opcijo se nam v opravilni vrstici izpišejo možnosti kaj lahko naredimo (vijačenje, sprememba radija, premik vozlišča itd).

4.7.2 Vzdolžni profil

Vnos in urejanje nivelete gre po enako preprostem principu, kot vnos osi. Z desnim klikom na Vzdolžni profil (v projektne oknu) dobimo ukaz Vnos nivelete. S tem ukazom jo tudi kasneje lahko urejamo in spreminjamo parametre. Via riše pred nastavljene radije, ki jih kasneje lahko spremenimo z urejanjem.

4.7.3 Prečni profili

Via ima za večino elementov prečnih profilov definiranih s parametri (t.i. konstantami), do katerih pridemo z desnim klikom na Prečne profile in izberemo ukaz »Prečni konstante«. Odpre se nam pogovorno okno, kjer imamo drevesno strukturo teh parametrov. Cesta je razdeljena na tri glavne možnosti, te so generalno, levo in desno.

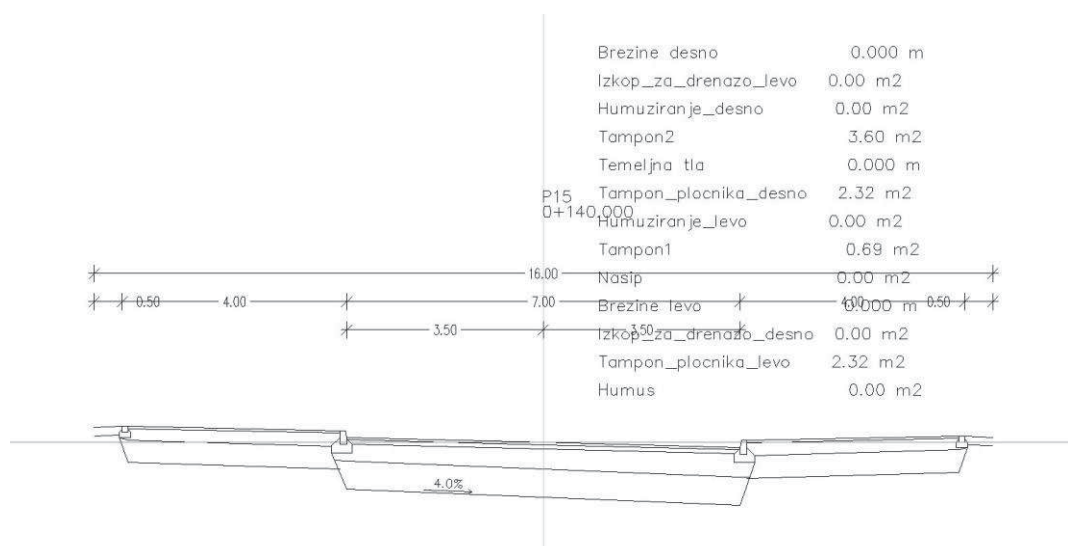


Slika 39 Konstante prečnih profilov - Via

V zavihku Generalno upravljamo z elementi kot so »asfalt«, »tampon«, »planum« in »humus«. Pod Levo in Desno pa z načinom odvodnje, pločnik, koritnice, robnik, mulda, drenaža, jarek, brežine, berma, bankina, ocejanje, tampon, planum in koridor. Ko imamo vse parametre nastavljene, izrišemo prečne profile. Primer je prikazan na sliki 40. Profile lahko izrisujemo posamezno (Izriši prečni profil) ali pa vse naenkrat (Izris profilov po listih); izrišejo

se nam celotni profili. Dodamo lahko še sklone zapornih plasti (asfalta). Kotiranje in planimetrirne količine se samodejno izpišejo.

Ko kliknemo na ukaz »Preračunaj trup«, nam v situacijo izriše elemente prečnih profilov (pločnik, bankine in brežine). Prav tako pa izpiše višinske kote na prečnih profilih.



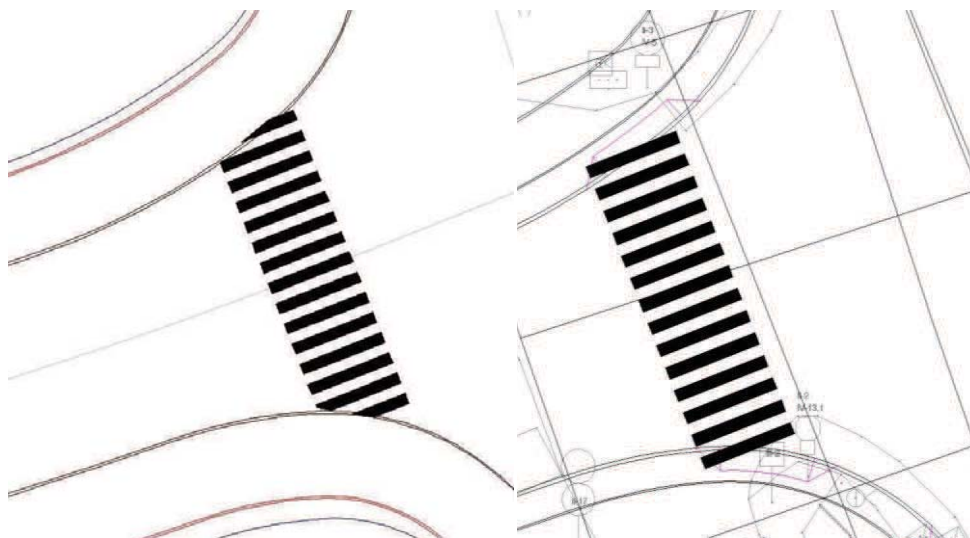
Slika 40 Primer prečnega profila – Via

4.7.3.1 Izračun mas

Po profilih program sam izračuna površine in ga shrani v »Seznam površin«. Ta seznam moram nato še obdelati (npr. z Excel-om), da dobimo kubature. Proizvajalec ima v pripravi nov algoritem za preračun mas, ki pa še ni vključen v program.

4.7.4 Prometna oprema

Razdeljena je na Vertikalne označbe in Talne obeležbe ter Prehod za pešce. Prehod za pešce v radiju za razliko od Plateia izriše bolj pravilno; mu že poreže robove v radijih.



Slika 41 Prehod za pešce: Levo-Via, Desno - Plateia

4.7.5 Prednosti

Celoten potek dela shranjujemo v projektno datoteko. Šele na koncu shranimo načrt – grafiko v datoteko dwg. Če se nam kje zalomi, lahko obnovimo risbo iz projektne datoteke in jo izrišemo v katerokoli drugo dwg datoteko. Za razliko od Plateie imamo za ta manever samo eno datoteko.

Via je zelo dinamičen program. Osveževanje poteka avtomatsko na vseh relacijah, tudi v prečnih profilih. Pri izrisu prečne profile avtomatsko kotira in izračuna količine. Sledi le še malenkostna dodelava.

Zanimivo je podajanje razširitev. V situaciji narišemo pomožno linijo do kje bi razširili določeno os (rob). Razširitev izvedemo z ukazom »Redefiniraj potek linije trupa« tako, da izberemo linijo trupa nato pokažemo pomožno linijo in že se izvede razširitev tako v situaciji kot v prečnih profilih.

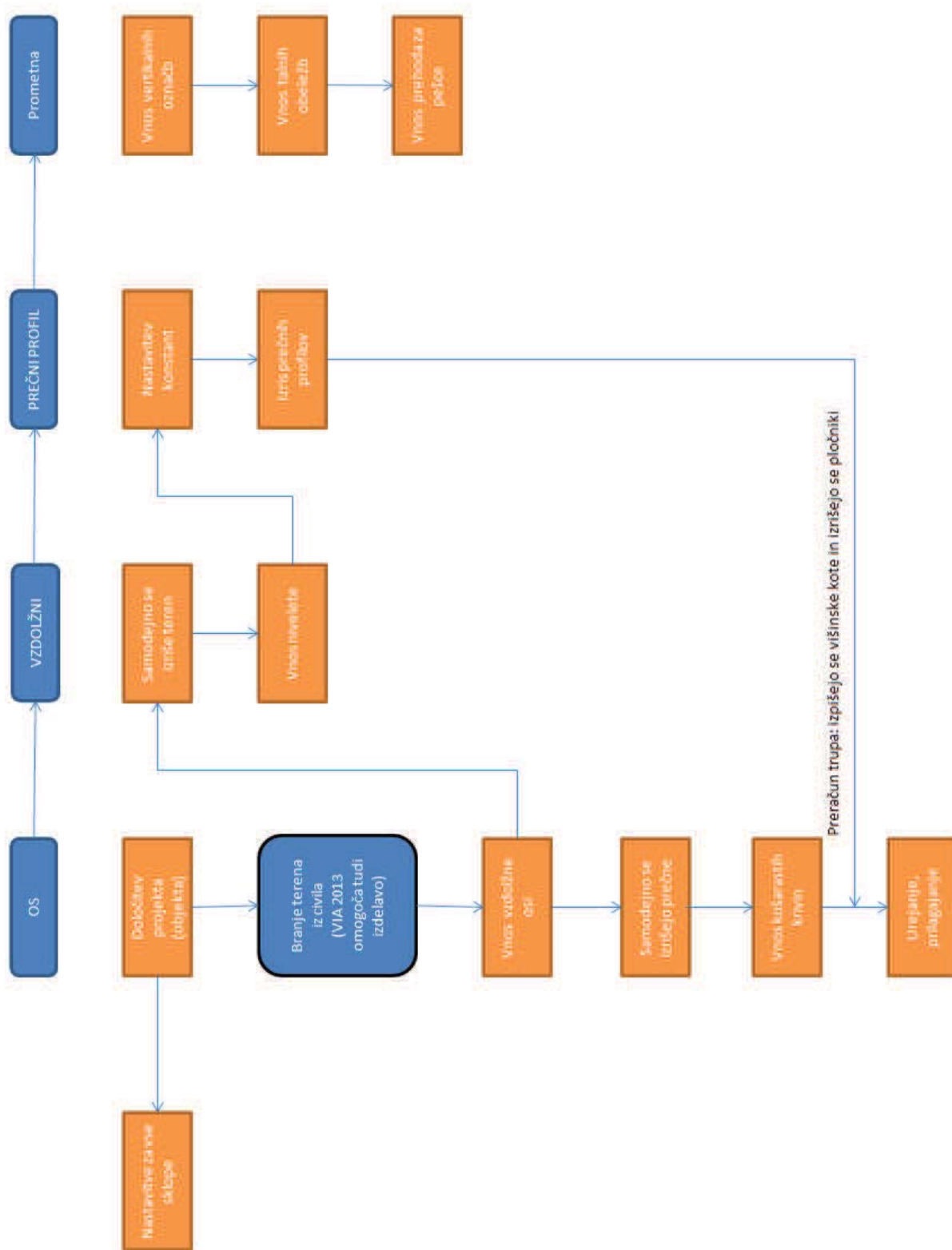
Za preskakovanje med vzdolžnimi, prečnimi profili in situacijo uporablja funkcijo »Zoom«. Do nje pridemo tako, da v projektne oknu izberemo pod določenim objektom os, prečne ali vzdolžne profile in z desnim gumbom pokličemo funkcijo »Zoom«.

4.7.6 Pomanjkljivosti

Nima vgrajene funkcije za risanje krožnega križišča in nima možnosti za preverjanje prevoznosti. Nima možnosti vizualizacije in izvoza podatkov v format LandXML.

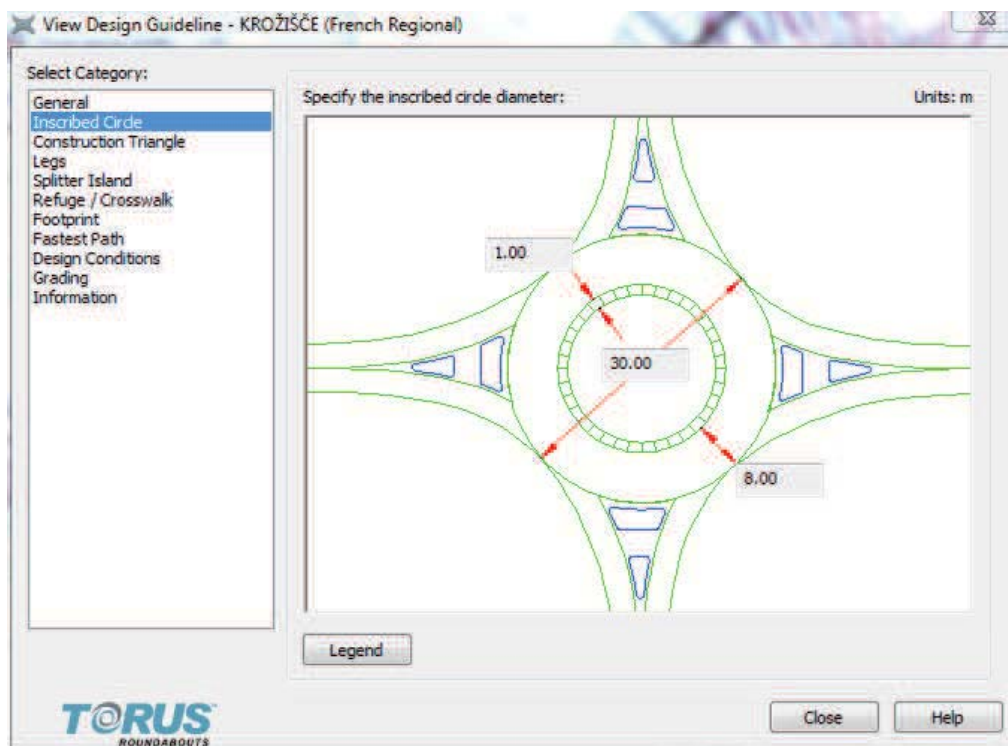
Risalne ravnine so pri vseh objektih enake, kar je včasih moteče, če želimo npr.: izpostaviti le določeno os.

4.7.7 Diagram poteka načrtovanja štirikrakega križišča



4.8 Torus

Torus je računalniški program, ki ga je proizvedlo podjetje Transoft Solutions. Za optimalno delovanje programa, prav tako kot Nexus, potrebujemo tudi program AutoTurn (istega proizvajalca), saj iz njega pridobi podatke o vozilih. Postopek dela s Torusom je enak kot pri Nexus, zato ne bom ponavljal opisa za prve tri korake.



Slika 42 Nastavitve Torus

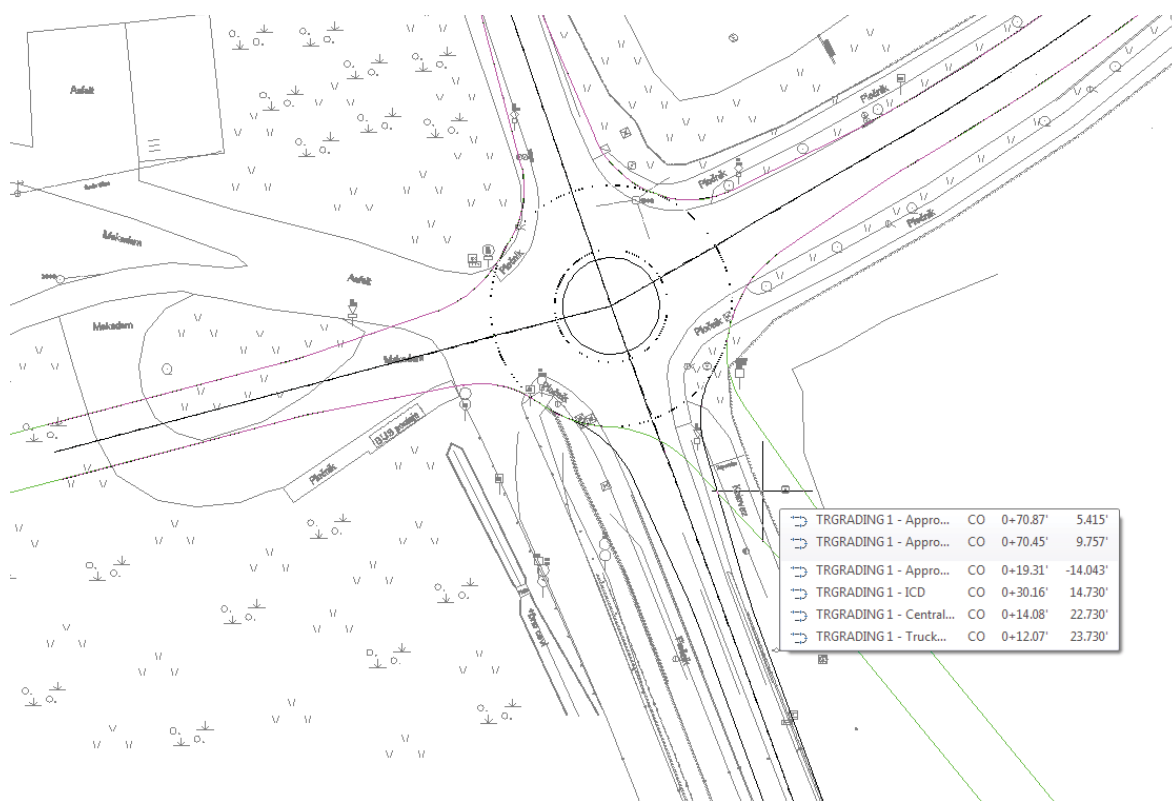
Na zgornji sliki so prikazani parametri, ki jih nastavimo preden začnemo z vnosom krožnega križišča. Nastavljene parametre lahko kasneje spreminjamo ali pa zamenjamo kar celotno predlogo.

Poženemo ukaz za izris krožišča in pokažemo lego centra krožišča. V ozadju se nam že izriše krožni del, pred nami pa je pogovorno okno, kjer lahko:

- spreminjamo lego centra
- določamo širine voznih pasov
- uvozimo kapacitetno analizo pridobljeno z uporabo zunanjih aplikacij (npr. Sidra) in prikažemo rezultate
- dodajamo, urejamo, rotiramo in brišemo krake

Pri urejanju krakov imamo možnosti:

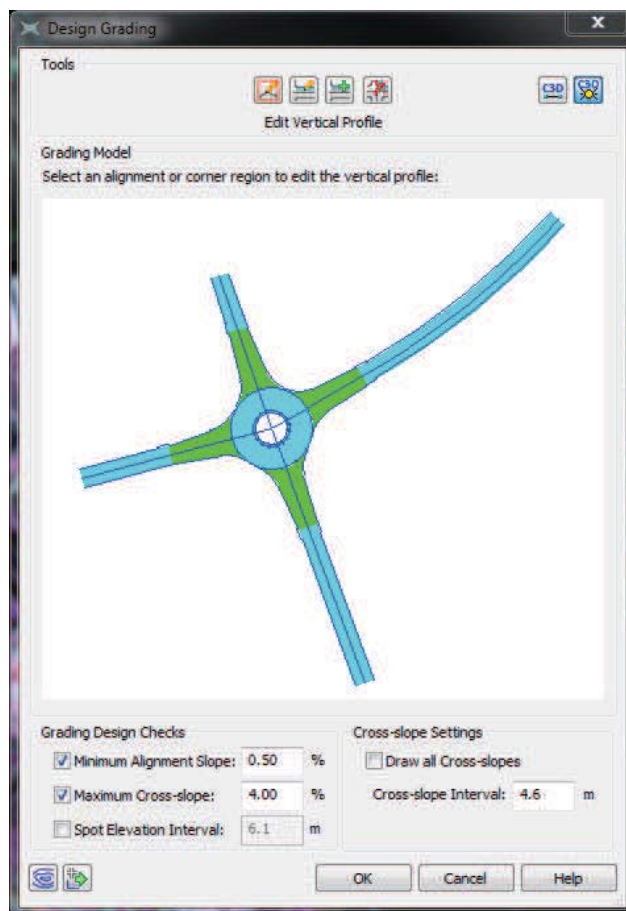
- dodajanja ukrepov za zmanjševanje hitrosti pri uvozu v krožno križišče
- dodajanje in urejanje obvoznega pasu (pasu za desne zavijalce)
- lociranje in urejane prehodov za pešce in ločilnih otokov



Slika 43 Prikaz dinamičnega urejanja krakov v programskem orodju Torus

Na zgornji sliki je prikazano, kako enostavno in dinamično je rotiranje kraka glede na krožni del.

Torus ima možnost višinske obdelave ter izvedbo vijačenja pod rubriko »DesignGrading«. Pogovorno okno je identično kot pri Nexus, kar je tudi razvidno s spodnje slike. Zato ne bom ponavljal opisa. V tem pogovornem oknu imamo možnost višinske obdelave sredinskih in stranskih osi priključnih krakov ter zunanjšega in notranjšega radija. V tem oknu se nahaja tudi možnost izdelave civilove 3d površine, ki je podlaga za nadaljnjo obdelavo.



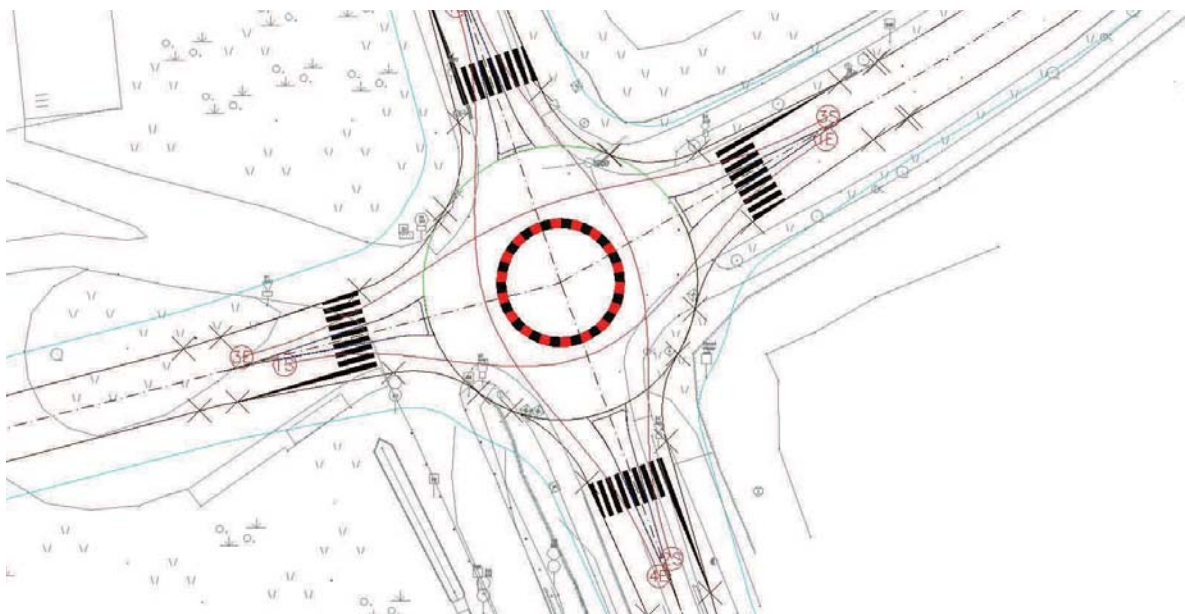
Slika 44 Pogovorno okno za višinsko urejanje v programu Torus

4.8.1 Prednosti

Prometne obremenitve lahko uvozimo iz simulacijskih programov (npr. SIDRA INTERSECTION).

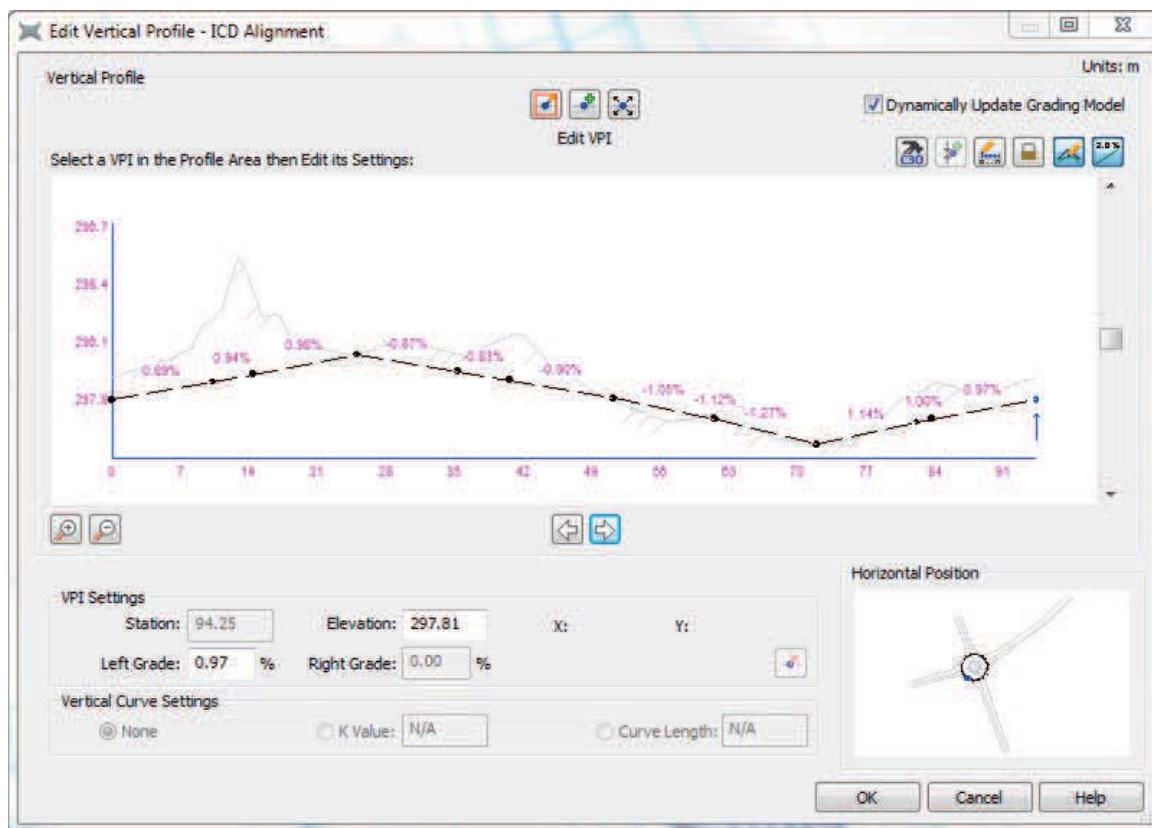
Po istem postopku kot v Nexus lahko tudi v Torus zelo enostavno preverimo prevoznost.

Torus je interaktiven program, saj vsako spremembo sprotno prilagodi novemu stanju.



Slika 45 Prikaz najhitrejše poti skozi križišče

Na sliki 45 so prikazane najkrajše oz. najhitrejše poti iz posamezni krakov skozi krožišče. Prav tako kot Nexus ima tudi Torus opcijo za oceno prevoznosti in izris preglednosti, vendar našem primeru ne deluje, ker smo izbral francosko podlogo, ki smo jo priredili našim standardom in pravilnikom. Če bi izbrali predlogo proizvajalca opreme, bi pa delovalo



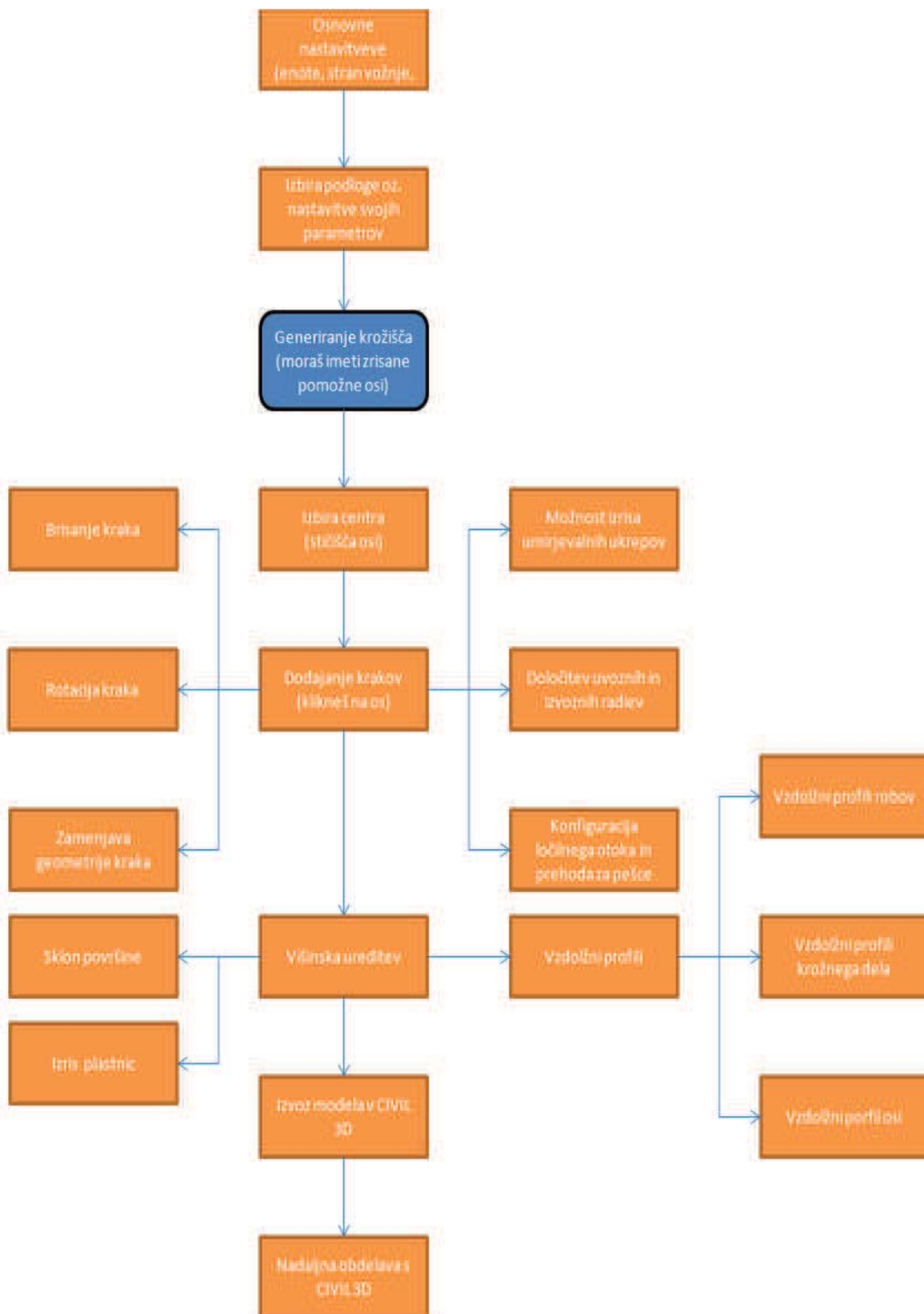
Slika 46 Vz dolžni profil zunanega krožnega dela

Pri višinskem urejanju Torus zazna vse višine in površine v območju križanja osi. Točke na niveleti na zgornji sliki predstavljajo križanja osi zunanega krožnega dela in vzdolžnih osi priključnih krakov tako glavnih kot stranskih, ki se zaključujejo v radijih. V primeru, ko spremenimo niveleto v območju, kjer so definirane še druge osi, se te spremembe poznajo na vseh dotičnih oseh.

4.8.2 Pomanjkljivosti

Z njim ne moremo dobiti končnega projekta, lahko naredimo le na idejni ravni. Višinsko obdelavo ter izris prečnih ter vzdolžnih profilov moramo dokončati s Civilom 3d. Ne moremo izrisati vzdolžnih profilov, čeprav jih lahko obdelamo. Tako kot pri Nexus je vijačenje zunanjih osi zoprno, ker je leva os orientirana v nasprotno smer stacionaže, desna pa v smeri stacionaže. Ima enake pomanjkljivosti kot Nexus.

4.8.3 Diagram poteka načrtovanja krožišča



4.9 UC-win/Road

Za izdelavo simulacije smo izbrali programsko orodje UC-win/Road japonskega proizvajalca Forum 8. Ta program smo izbrali, zato ker omogoča uvoz podatkov formata LandXML. Po nam znanih podatkih je to zelo kompleksno simulacijsko programsko orodje, ki omogoča ta maneuver, hkrati pa podpira tudi različne simulatorje vožnje namenjene voznikom, inštruktorjem, upravljavcem in raziskovalcem. Izvoz podatkov formata LandXML omogočajo vsa testirana programska orodja z izjemo Vie. Poudariti moram, da smo program UC-win/Road uspeli pridobiti le v preizkusni (ang. trial) verziji in smo imeli zaradi tega obilico težav. Ena izmed najbolj perečih je bila ta, da nismo mogli shranjevati modela, zato se nekatere malenkosti ne ujemajo popolnoma s situacijami izdelanimi z ostalimi orodji.

4.9.1 Izdelava modela

Začnemo z nastavitvami lokacije, kar vpliva na smer vožnje in cestno prometne predpise. Nekaj lokacij ima vgrajenih, lahko pa oblikujemo popolnoma svojo. Na podlagi francoske lokacije smo izdelali svojo »Slovenija«. Kot podlogo smo dodali digitalne ortofoto posnetke (DOF1000). Nastaviti smo morali velikost rastra ter koordinate spodnjega levega roba mreže.



Slika 47 Lokacijske nastavitve - UC-win/Road

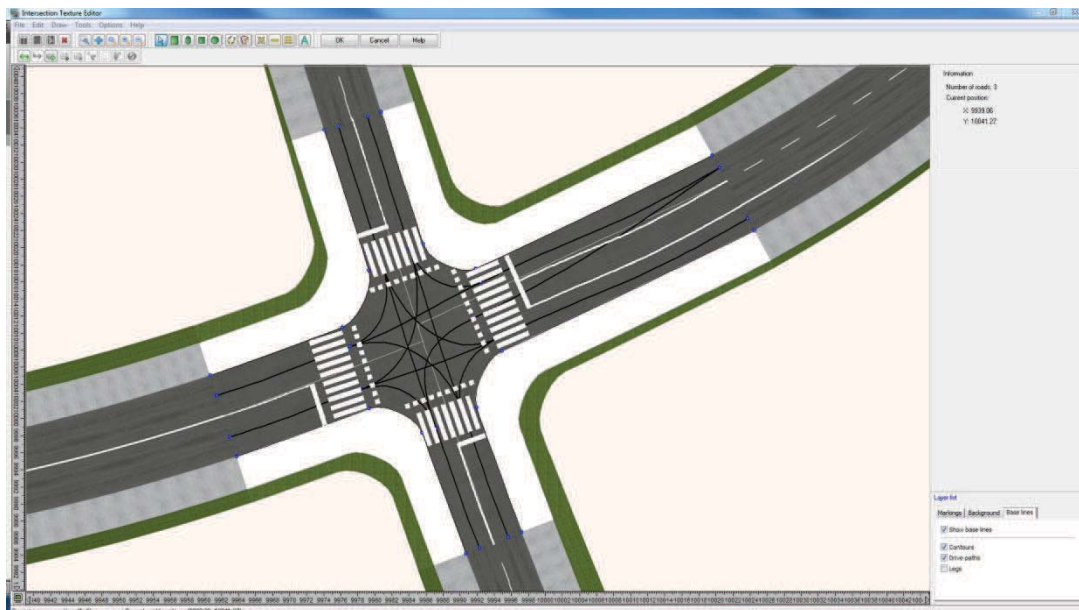
Sledi uvoz podatkov LandXML. Uvoziti zna teren, vzdolžne osi in niveleto. Če imamo poseben vtičnik v Civil 3d, zna uvoziti tudi prečne profile. Pri uvozu kombinacije vseh naštetih sklopov je program javil napako, ki smo jo lahko odpravili le tako, da smo prisilno ustavili program v upravitelju opravil. Brez problema uvozi podatke, ki ne vključujejo površin.

Uspelo nam je uvoziti koridorje iz civilove LandXML datoteke, vendar pa ko smo dodali še ostale elemente, program ni več deloval pravilno. Uvožene osi in nivelete lahko naknadno urejamo. Križišče izriše avtomatsko le, če se nivelete vzdolžnih profilov višinsko ujemajo na mestu križanja.

Na žalost ne moremo uvoziti podatkov o talni signalizaciji in jo moramo ponovno risati. V križišču ima možnost avtomatskega izrisa, vendar ne upošteva predvidenih prehodov za pešce in kolesarje, zato jo je potrebno ročno urediti. Prav tako moramo ponovno nastaviti KPP, kar je dokaj preprosto. Sredinsko črto določimo kar v KPP.

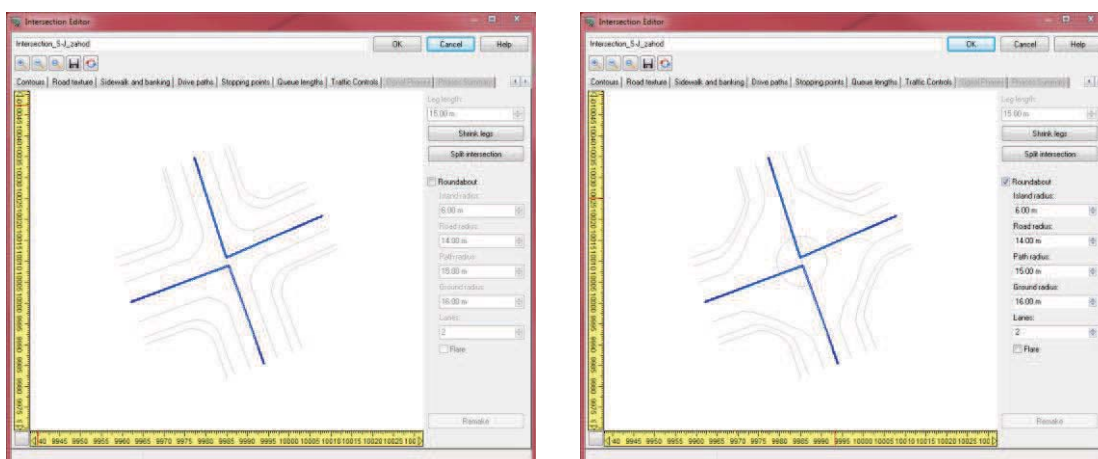
Križišče ni popolnoma enako kot v ostalih programih, vendar s prostim očesom ni opaznih razlik. Program je v poizkusni različici zelo nestabilen in ker ne omogoča shranjevanja je preveč komplicirano, da bi lahko naredil popolnoma enak model. Poleg tega so različni tudi zavijalni radiji v križišču, ker jih sam izriše. Lahko jih ročno korigiramo, vendar ga ne kotira, tako, da ne vemo kakšne dimenzije je. Lahko ga poljubno zvijamo v stilu »spline« linije. Nima možnosti košaraste krivine. Na voljo imamo le en radij.

Levi zavijalni pas na vzhodnem kraku je povzročal največ težav. Za njegov izris je bilo potrebno narediti dodaten KPP in nato določiti odseke kateremu delu pripada kateri KPP. Za izvedbo tranzicije med KPP ima vgrajeno funkcijo. Tukaj smo naleteli na težavo. V vseh programih smo naredili os tako, da je bil na desni strani vozni pas za naravnost in desno; levi zavijalni pas je bil na levi strani osi, poleg njega pa nasprotnosmerni pas. Ko smo izrisali enako tudi v UC win/Road-u je program smatral, da gre pri pasu za leve zavijalce za nasprotno smer kot je bila predvidena. Zato smo poskusili, kot je razvidno iz slike 48, popraviti poti ročno. Toda poti lahko urejamo samo v območju križišča (območje, ki je belo označeno). Zato smo poskusili podaljšati krak. Če podaljšamo krak, nam krivino spremeni v premo, tako da dobimo drugačno geometrijo križišča. To smo uredili tako, da smo dali istosmerne pasove na isto stran osi. Zato smo morali malenkost premakniti tudi zahodno os, vendar je sama geometrija ostala skoraj enaka.



Slika 48 Poskus korigiranja poti

Poleg cestnih elementov so na voljo tudi možnosti za izris ozadja, dreves, jezer, rek...itd.



Slika 49 Prikaz hitre funkcije za spremembo štirirakega križišča v krožišče

4.9.2 Možnosti simulacije

Pri urejanju križišča nastavimo kje naj se vozila ustavljajo, katera je prednostna in katera neprednostna cesta. Nato nastavimo generacijo vozil za vsako os posebej (delež tovornih vozil, število avtobusov, motorjev itd.). Lahko generiramo tudi pešce in kolesarje ter določimo poti, kje se lahko gibljejo. Na žalost ne moremo nastaviti prometno odvisnega kanaliziranja pešcev in kolesarjev, kar je v simulaciji vidno tako, da vozila na prehodih vozijo kar preko njih.

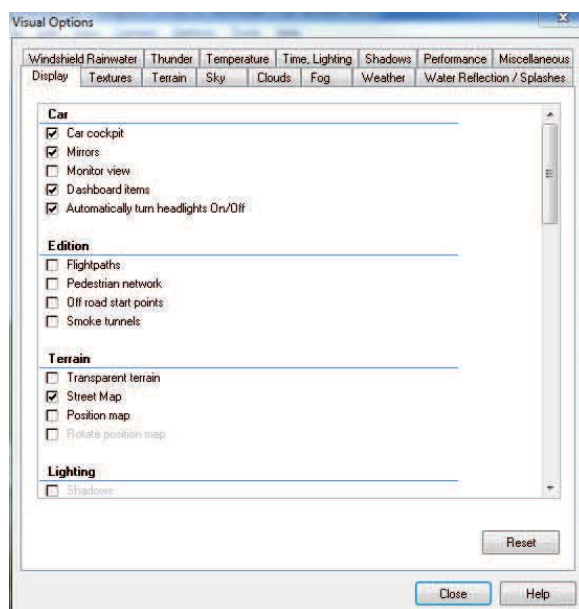
Po zagonu simulacije imamo na voljo več pogledov:

- Satelitsko 2D,
- Približevanje z letalom,

- Iz vozila (kateregakoli, ki je vključen v simulacijo),
- Z višine pešca.

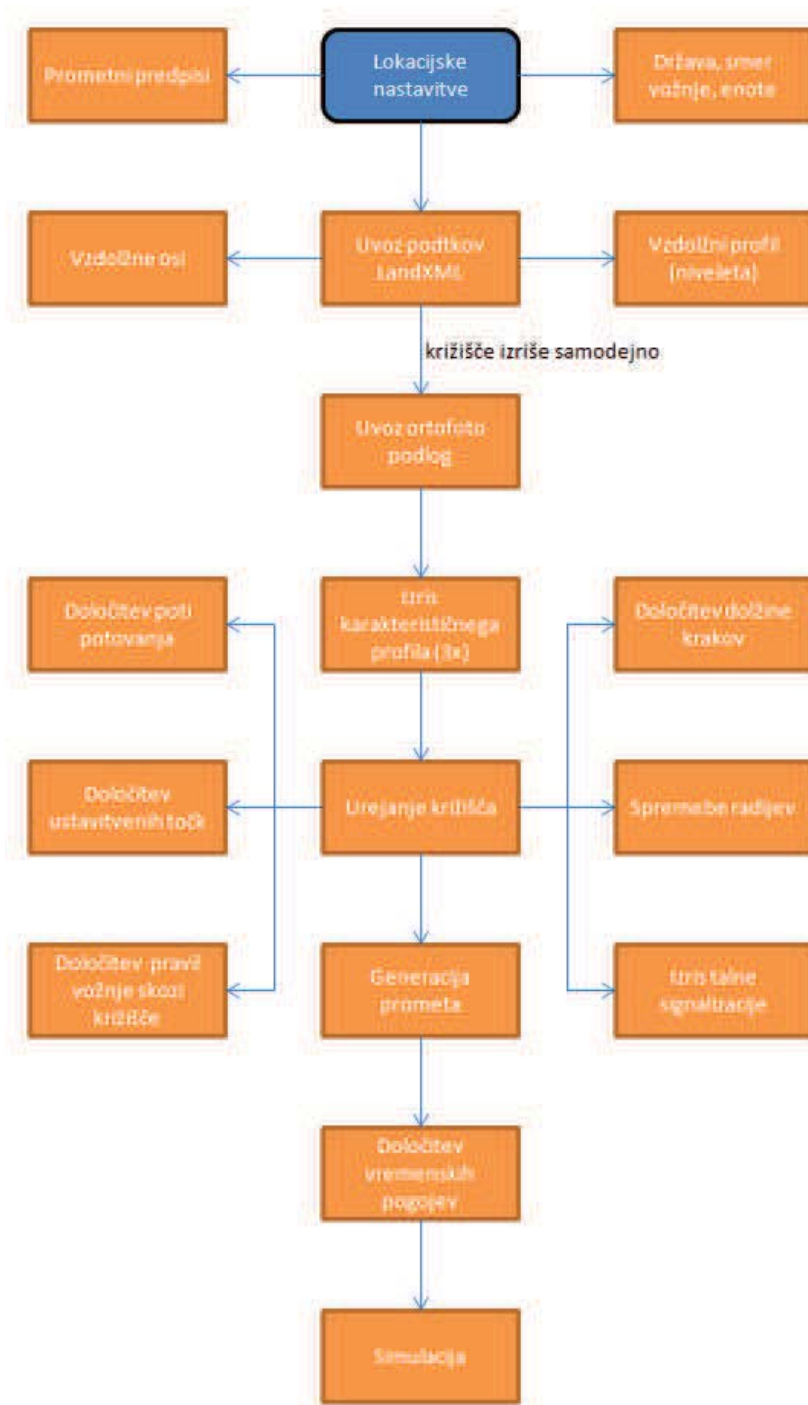
Pri simulaciji lahko celo vozimo vozilo, kot v kakšni računalniški igrici. Poleg vseh omenjenih nastavitev lahko upravljamo tudi z vremenom. Program je zelo obsežen in ima ogromno parametrov; določimo lahko celo torne sposobnosti vozišča.

Simulacijo lahko posnamemo z vgrajenimi orodji. Če nastavimo neko normalno ločljivost, poteka snemanje simulacije zelo počasi in naredi veliko datoteko avi. Ker smo dobili le poskusno različico programske opreme, nam je čez celoten ekran naredilo reklamni napis za podjetje, ki izdeluje program. Poslužili smo se preprostega trika in simulacijo posneli s programom za snemanje namizja.



Slika 50 Vremenske nastavitve

4.9.3 Diagram poteka izdelave simulacije s programskim orodjem UC win/Road



4.10 Primerjava programskih orodij

Na koncu testiranja programske opreme sledi primerjava najbolj pomembnih parametrov, ki vplivajo na izdelavo načrtov oz. modelov. V naši analizi smo uporabili dva zelo ozko specializirana orodja (Torus, Nexus), ki sta se na svojem področju pričakovano najboljše odrezala. Imata najlepše vgrajeno orodje za prevajanje preglednosti, prevoznosti ter možnosti za uvoz podatkov (kapacitet) iz simulacijskih orodij.

Ostali trije (Plateia, Via, Civil 3d) pa imajo bistveno več funkcij in imajo tako več prednosti na drugih področjih. Vsi trije omogočajo izdelavo modela obstoječega terena (DMR), izris vzdolžnih in prečnih profilov ter izdelavo končne oblike projekta in pripravo za tiskanje.

Opis primerjalnih parametrov

- Načrtovanje – izdelava načrta v 2d tehniki (prehod s svinčnika in papirja na računalnik);
- Modeliranje – izdelava načrtov v 3d tehniki;
- Vzdolžni profil – program omogoča izdelavo in obdelavo vzdolžnih profilov;
- Prečni profil - program omogoča izdelavo in obdelavo prečnih profilov;
- Vertikalna signalizacija – program ima vgrajene znake in omogoča njihov vnos v risbo;
- Horizontalna signalizacija – s programom je mogoče izrisati horizontalne talne označbe;
- Interaktivno objektno urejanje – je urejanje objektov s pomočjo t.i. ročk;
- Model obstoječega terena – omogoča izdelavo t.i. DMR-ja obstoječega stanja;
- Model predvidnega stanja – omogoča izdelavo t.i. DMR-ja predvidnega stanja;
- Klasično križišče – program ima vgrajene funkcije za izris križišča;
- Klasično krožišče – program ima vgrajene funkcije za izris krožišča;
- Predloge križišč – program ima že vgrajene predloge za nekatere tipe križišč;
- Spiralno/eliptično krožišče – program ima vgrajene funkcije za izris specialnih oblik krožišč kot je spiralno ali eliptično krožišče;
- Izven nivojsko križišče/priključek – program ima vgrajene funkcije za izris specialnih oblik križišč;
- Izračun količin – program omogoča izračun količin;
- Razširitve – program omogoča izris razširitev radijih;
- Uvoz kapacitet – program omogoča izdelavo križišča na podlagi uvoženih podatkov o kapacitetah;
- Horizontalna prevoznost – sposobnost preveritve manevriranja merodajnega vozila v horizontalni smeri;

- Vertikalna prevoznost - sposobnost preveritve manevriranja merodajnega vozila v vertikalni smeri;
- Animacija vožnje – prikaz gibanja merodajnega vozila;
- Pregledni trikotnik – program ima vgrajeno funkcijo za izris preglednega trikotnika;
- 3d animacija vožnje – animacija v 3d pogledu;
- Animacija glede na prometne obremenitve – pri animaciji so upoštevane prometne obremenitve uvožene iz drugih programov;
- Vizualizacija – izdelava 3d pogleda predvidenega stanja;
- Priprava za tiskanje – program ima funkcije za izdelavo postavitvev (ang. layout) risb na papir;
- LandXML – program omogoča izvoz in uvoz podatkov LandXML;
- Stopničenje spodnjega ustroja – program ima na voljo funkcijo za stopničenje planuma spodnjega ustroja;
- Projektantski popis – program omogoča izdelavo projektantskega popisa;

Preglednica 2 Primerjava programskih orodij

	Civil 3d	Plateia	Via	Torus	Nexus
načrtovanje	da	da	da	da	da
modeliranje	da	ne	ne	da	da
vzdolžni profil	da	da	da	da	da
prečni profil	da	da	da	ne	ne
vertikalna signalizacija	ne	da	da	ne	ne
horizontalna signalizacija	ne	da	da	delno	delno
interaktivno objektno urejanje	da	ne	ne	ne	ne
model obstoječega terena	da	da	da	ne	ne
model predvidnega stanja	da	da	ne	da	da
klasično križišče	da	ne	ne	ne	da
klasično krožišče	da	da	ne	ne	ne
predloge križišč	ne	ne	ne	da	da
spiralno/eliptično krožišče	ne	ne	ne	ne	ne
izven nivojsko križišče/priključek	ne	ne	ne	ne	ne
Izračun količin	da	da	da ⁽¹⁾	ne	ne
razširitve	da	da	da	ne	da
kapaciteta (uvoz)	ne	ne	ne	da	da
horizontalna prevoznost	ne	da	ne	da	da
vertikalna prevoznost	ne	da	ne	ne	ne
animacija vožnje	ne	da	ne	da	da
pregledni trikotnik	ne ⁽²⁾	ne	ne	da ⁽³⁾	da
3d animacija vožnje	da	ne	ne	ne	ne
animacija glede na prometne obremenitve	ne	ne	ne	ne	ne
vizualizacija	da	da	ne	ne	ne
priprava za tiskanje	da	da	da	ne	ne
LandXML	da	da	ne	da	da
stopničenje spodnjega ustroja	ne	ne	ne	ne	ne
projektantski popis	ne	ne	ne	ne	ne

(1) potrebna dodatna obdelava-iz programa dobimo samo površine

(2) nima klasičnega preglednega trikotnika, ampak površino obarva v zelenem radiju

(3) ni na voljo na francoski podlagi, ki smo jo uporabili v našem primeru

5 ZAKLJUČEK

V slovenskem prostoru se projektanti za izdelavo načrtov v veliki večini še vedno poslužujejo 2d načrtovanja. Kljub dostopnosti programske opreme je ocena deleža modeliranja pri nas le slab odstotek. Razloge gre iskati v tem, da se je programska oprema za modeliranje cest pojavila z velikim zaostankom v primerjavi z drugimi panogami kot je letalska in avtomobilska industrija. Poleg tega pa za modeliranje potrebujemo večjo količino podatkov, kar nam sedaj omogočajo 3d skenerji. Praviloma so programska orodja za modeliranje kompleksnejša kot za načrtovanje, zato se jih izogiba tako starejša kot mlajša populacija projektantov.

Med izdelovanjem diplomske naloge smo ugotovili, da sta programska orodja Torus in Nexus zelo ozko usmerjena. Namenjena sta izključno izdelavi križišč oz. krožišč. Na tem področju imata najbolj dodelano geometrijo z vgrajenimi podlogami. Možnost preverjanja prevoznosti v radijih je edinstvena. Pri spreminjanju hitrosti se spremeni zunanja kontura vozila. Oba za optimalno delovanje potrebujeta še AutoTURN.

Z njima ne moramo izdelati projekta do konca, saj ne omogočata izrisa prečnih profilov; dokončati ga moramo z Civilom 3d. Glede na to, da sta namenjena načrtovanju križišč, bi pričakovali, da bosta imela razširjeno bazo talnih označb in vertikalne signalizacije, imata pa le nekaj vgrajene signalizacije (sredinske črte, prehod za pešce, stop črte), ki se samodejno izriše ob vnosu križišča. Poleg tega Torus nima opcije za risanje pločnikov in kolesarskih stez; ima le opcijo za zaris črte do kje naj bi segal npr. predviden pločnik.

Civil 3d je edini popolnoma samostojni program s katerim lahko naredimo projekt od začetka do konca. Ima najmočnejši generator za obdelovanje digitalnega modela terena. Ko projektant osvoji način razmišljanja, postane delo s tem programom enostavno. Na začetku se je težko privaditi nanj. Za primerjavo sta Torus in Nexus uporabniku bolj prijazna programa, kjer lahko samo »klikamo« in vemo kaj počnemo. Največja pomanjkljivost Civila 3d je, da nima vgrajene svoje baze znakov in talnih označb.

Modeliranje omogoča samo Civil 3d. Teoretično bi to lahko rekli tudi za programa Torus in Nexus, saj do končnega izdelka pridemo s pomočjo Civil 3d.

Plateia ima zelo širok nabor funkcij, pogrešamo pa več interaktivnosti med njimi. Veliko stvari bi lahko potekalo bolj avtomatizirano. Zelo moteče je nastavljanje aktivne osi za vsak modul posebej. Smiselno bi bilo, da bi ob začetku obdelave osi le to program zaznal v vseh modulih kot aktivno os (v podjetju obljublajo, da bodo to uredili v naslednjem letu). Funkcije za izris traktris in krožnega križišča, ki so pod modulom Prometna oprema bolj spadajo pod modul osi.

Pohvalimo lahko risalne ravnine, ki so za vsako os ločene. Včasih je to lahko celo slabost, npr. pri krožnem križišču, ko je veliko osi in risba postane zelo nepregledna, zato bi bilo bolje, če bi bile risalne ravnine za vsako os v svoji skupini (ang. group filter). To pride prav pri pripravi izrisa, da lahko določene ravnine drugih osi izklopimo. Podobne ureditve nima nobeden od testiranih programskih orodij. Zelo lepo so obdelane talne oznake in vertikalna signalizacija. Znake je mogoče izvoziti v tabelo, ki je pripravljena za tiskanje. Za talne oznake ima opcijo za izračun posameznih površin in tudi skupne površine vseh označb.

Via je najbolj interaktiven program od vseh preizkušenih. Največ stvari poteka avtomatizirano. Osveževanje poteka v vseh sklopih, to je v situaciji, vzdolžnem in prečnih profilih, naenkrat. Potrebno je osvojiti nekatere principe delovanja programskega orodja, da lahko z njim pravilno upravljamo. Vse do končnega izdelka shranjujemo v projektno datoteko, šele na koncu shranimo tudi risbo (dwg datoteko). Nima vgrajene funkcije za risanje krožišč in križišč.

Prednost slovenskih programskih orodij je v tem, da že upoštevajo slovenske standarde in predpise in se ni potrebno ukvarjati z njihovimi nastavitvami.

Uporaba simulacijskih modelov na strokovnem področju odpira možnosti preverjanja in vrednotenja novih konceptov vodenja prometa ter projektnih rešitev, še preden bi se lahko prednosti predvsem pa slabosti odražale na terenu (Vir: Marijan Žura et. al., Novelacija študije prometnega priključevanja novega Plečnikovega stadiona na obstoječe cestno omrežje mesta Ljubljane, 2009)

Simulacijo s programom UC-win/Road je bilo zelo težko narediti, ker smo od proizvajalca dobili le preizkusno verzijo programa, ki ni omogočala shranjevanja. Velika prednost tega programskega orodja je možnost uvoza podatkov LandXML, kar precej olajša izdelavo modela in posledično tudi simulacije. Uvožene podatke o vzdolžni osi in niveleti lahko urejamo. Na žalost ne moremo uvoziti prečnega profila oz. bi ga lahko uvozili iz Civila 3d, če bi imeli poseben vtičnik, ki to omogoča. Zato ga moramo ponovno izdelati. To orodje ima dve večji pomanjkljivosti. Prva je ta, da lahko prometne tokove urejamo samo v območju križišča. Druga pa je nezmožnost nastavljanja prometno odvisnega kanaliziranja pešcev in kolesarjev. Določimo jim lahko le poti gibanja. Hitrost snemanja simulacije je odvisna od kvalitete, ki jo želimo imeti. Že za neko normalno ločljivost poteka zelo počasi. Ker smo imeli preizkusno verzijo programa, se nam je čez cel posnetek izrisala reklama za programsko orodje. To smo elegantno rešili s snemalnikom namizja.

Z ozirom na zgoraj naštetu se mora projektant vprašati o smiselnosti oz. ekonomski upravičenosti nakupa ozko specializiranih programskih orodij, saj je v Sloveniji v današnjih

časih vse manj sredstev, ki se vlagajo v ceste. »Cost-Benefit« analize nismo naredili, saj so proizvajalci opreme zelo nenaklonjeni objavljanju cen posameznih produktov (večkrat kot ne je cena poslovna skrivnost). Mogoče bi to bil lahko predlog za kakšno bodočo diplomsko nalogo.

V zadnjih letih postaja programska oprema za načrtovanje in modeliranje cest (križišč) zelo sofisticirana, vendar še obstaja prostor za napredek. To smo ugotovili tudi tekom tega diplomskega dela, saj so se v tem času že pojavile nekatere izboljšave. Žal pa še ni programskega orodja, ki bi omogočal izdelavo projektantskega popisa del oz. projektantskega predračuna.

VIRI

Pravilnik o projektiranju cest. Uradni list RS št. 91/2005:9303.

Tehnične specifikacije za javne ceste, TSC 03.341 Krožna križišča, 2012. Ljubljana, Republika Slovenija, Ministrstvo za promet: 38 str.

Geometrijski elementi cestne osi in vozišča. Tehnična specifikacija za javne ceste, TSC 03.300, predlog. 2003. Ljubljana, DRSC, Direkcija Republike Slovenije za ceste: 67 str.

Pravilnik o cestnih priključkih na javne ceste. Uradni list RS, št. 86/2009:11539

Pravilnik o prometni signalizaciji in prometni opremi na javnih cestah. Uradni list RS, št. 46/2000:6371.

Tehnične specifikacije za javne ceste, TSC 02.401 Označbe na vozišču. Oblike in mere, 2012. Ljubljana, Republika Slovenija, Ministrstvo za promet: 64 str.

SL-King, 2014. Principi delovanja programske opreme in posebnosti - Osebna komunikacija (07. 01. 2014).

CGS plus, 2014. Programska oprema - Osebna komunikacija (01. 04. 2014).

Kralj, M. 2010. Problematika načrtovanja prostorskih ureditev na lokalnem nivoju. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, PTI (samozaložba M. Kralj): 199 str.

Medved, S. P. et. al. 2012. Iz 2D načrtovanja v 3D-modeliranje prometne infrastrukture – prihodnost ali sedanost? 11. slovenski kongres o cestah in prometu, Portorož, 24.-25. oktobra 2012.

Leben, S. 2009. Metodologija za izbor optimalne ureditve križišča - preveritev na konkretnem primeru. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, PTI (samozaložba S. Leben): 162 str.

Žura, M. et. al. 2009. Novelacija študije prometnega priključevanja novega Plečnikovega stadiona na obstoječe cestno omrežje mesta Ljubljane. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, PTI.

Internetni viri

Modeliranje in simulacija (Simon Kolmanič), Zapiski s predavanj

<http://graph-srv.uni-mb.si/cgai/slo/Ares/Modeliranje%20in%20simulacija.pdf> (Pridobljeno 26. 03. 2014).

ASCII. 2014

<http://sl.wikipedia.org/wiki/ASCII> (Pridobljeno 20. 03. 2014).

Lokacija - zemljevid

<http://zemljevid.najdi.si/> (Pridobljeno 21. 03. 2014).

PRILOGE

A Situacije štirikrakega križišča

- A. 1.1 Cestno telo - Civil 3d
- A. 1.2 Primer vzdolžnega profila - Civil 3d

- A. 2.1 Prometna situacija - Plateia
- A. 2.2 Višinska situacija - Plateia
- A. 2.3 Primer vzdolžnega profila - Plateia
- A. 2.4 Primer prečnih profilov - Plateia

- A. 3.1 Višinska situacija - Via
- A. 3.2 Primer vzdolžnega profila - Via
- A. 3.3 Primer prečnih profilov - Via

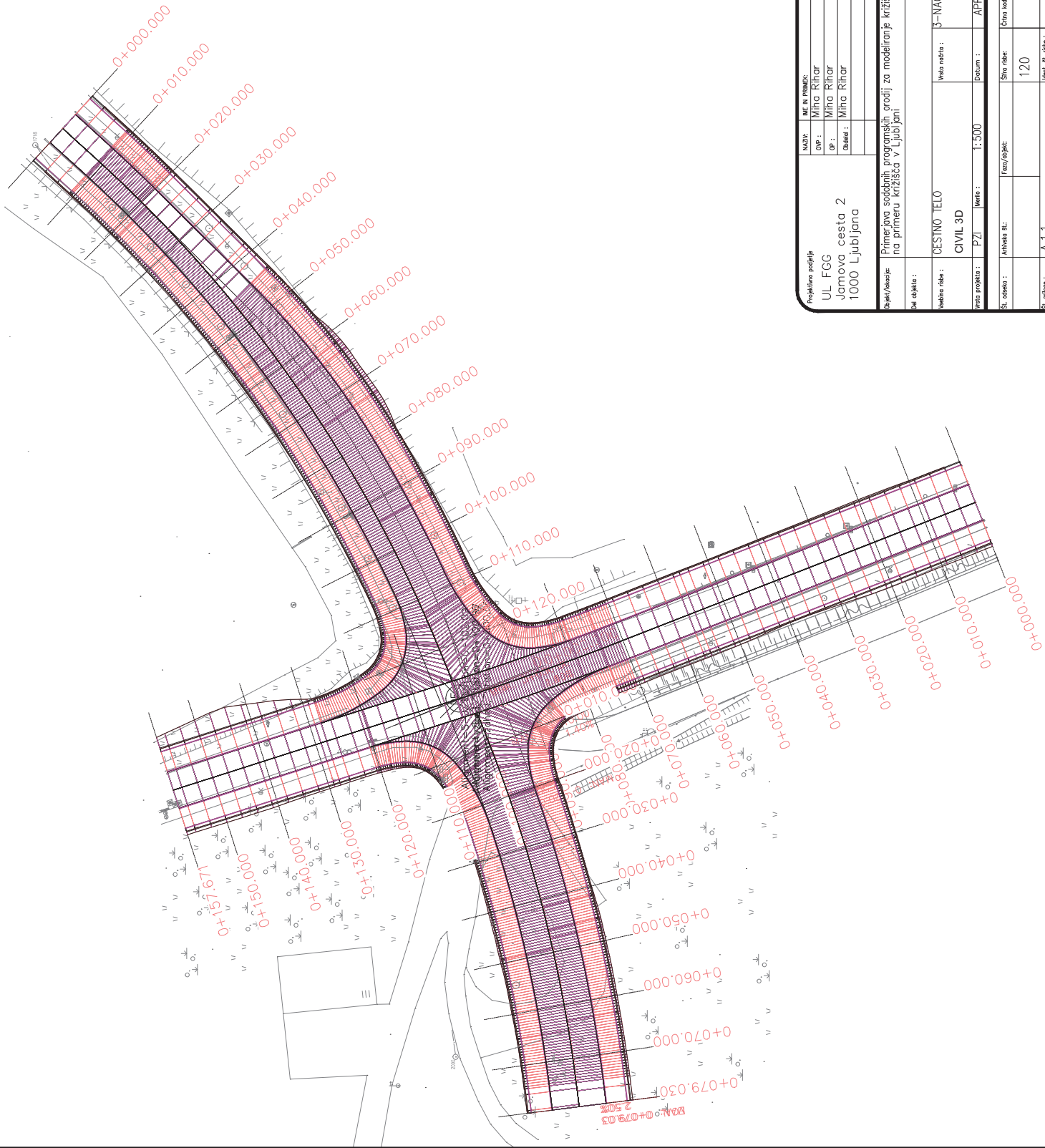
- A. 4.1 Prometna situacija - Nexus

B Situacije krožnega križišča

- B. 1.1 Cestno telo - Civil 3d
- B. 1.2 Primer prečnih profilov - Civil 3d

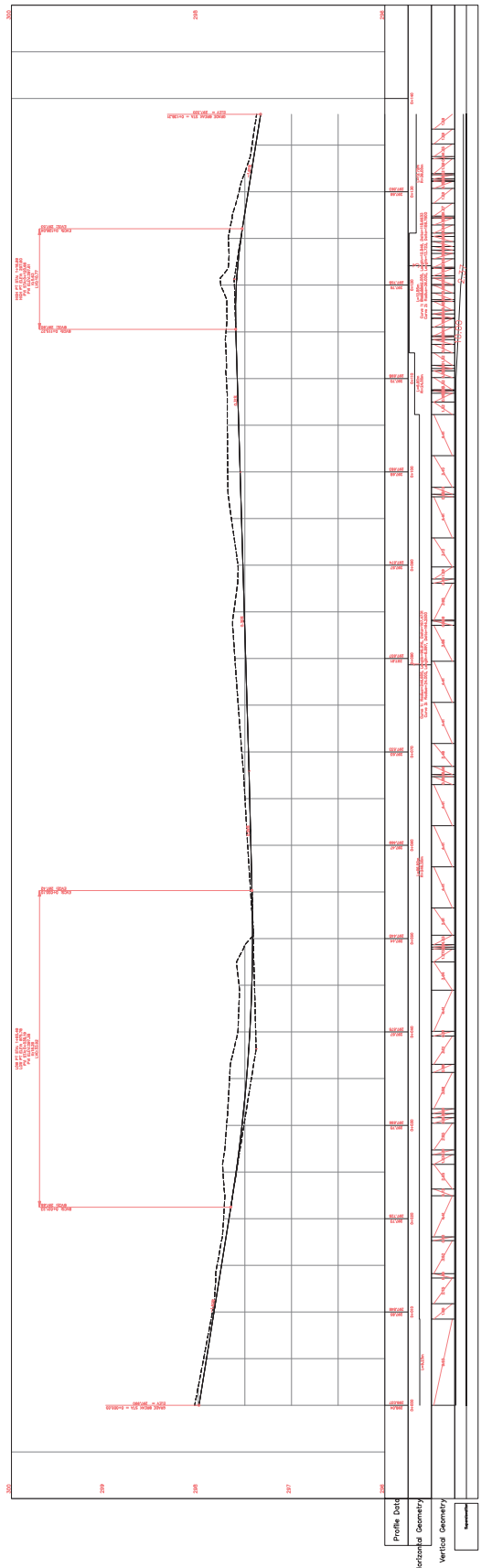
- B. 2.1 Prometna situacija - Plateia
- B. 2.2 Višinska situacija - Plateia

- B. 3.1 Prometna situacija s prikazom najhitrejših poti -Torus

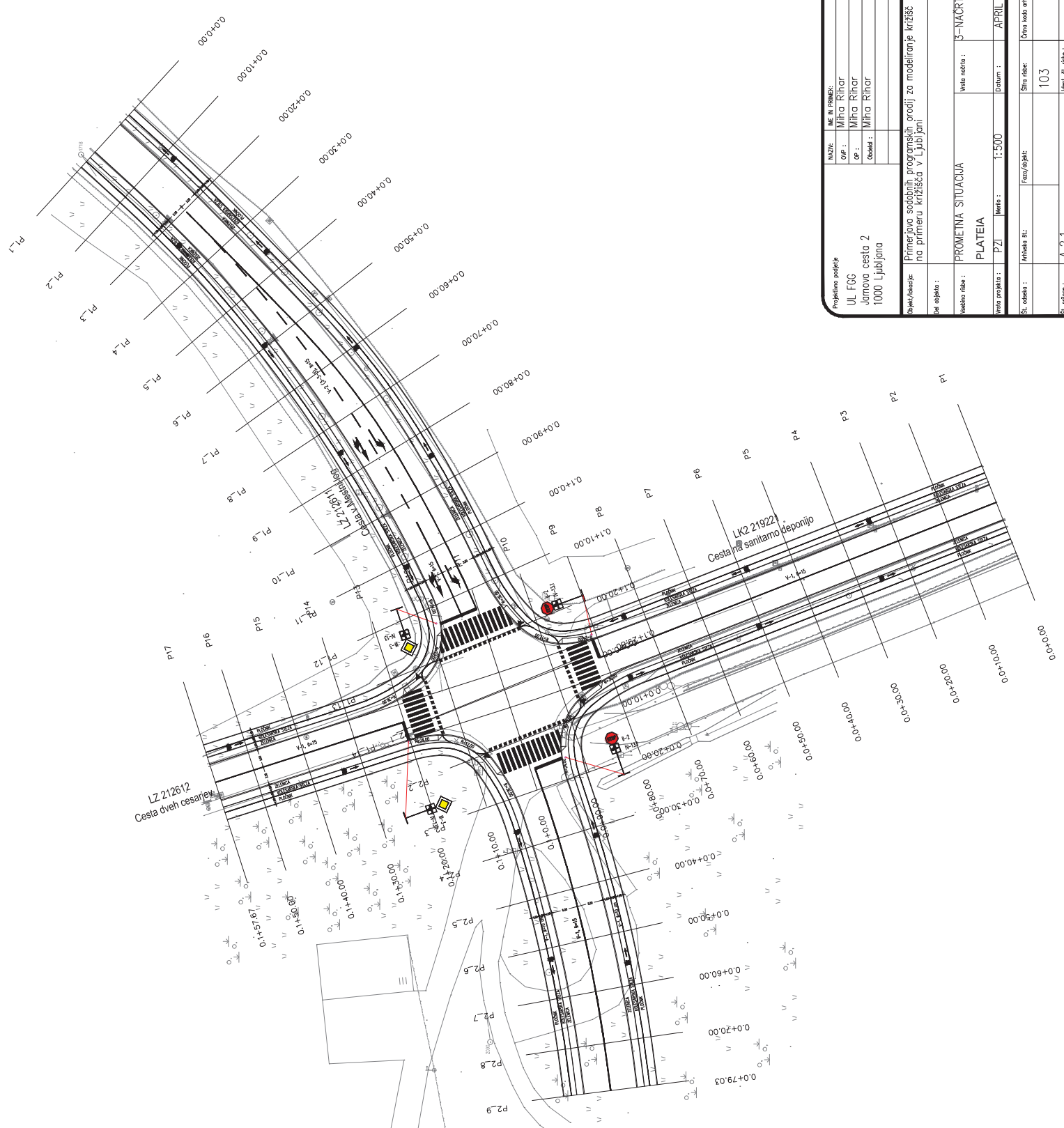


Projektno ime:		Mesto, ul. in smer:		Ident. št. IZS		Podoba	
UL FGG Jamova cesta 2 1000 Ljubljana		Miro Rihar Miro Rihar Miro Rihar					
Opis/oznaka:		Primerjava sodobnih programskih projektov za modeliranje križišč na primeru križišča v Ljubljani		Št. risi :		65334614.01000(042)	
Del objekta:				Št. nara.:			
Vrsta dela:		GESINO TELO		Vrsta nara.:		5-NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ	
Vrsta projekta:		PZI		Malo:		1:500	
Datum:		APRIL 2014		Št. nara.:		120	
Mesto objekta:		Jamova Bt.		Vrsta objekta:		Crna kota arhiva:	
Št. risi:		A.1.1		Ident. št. risi:			

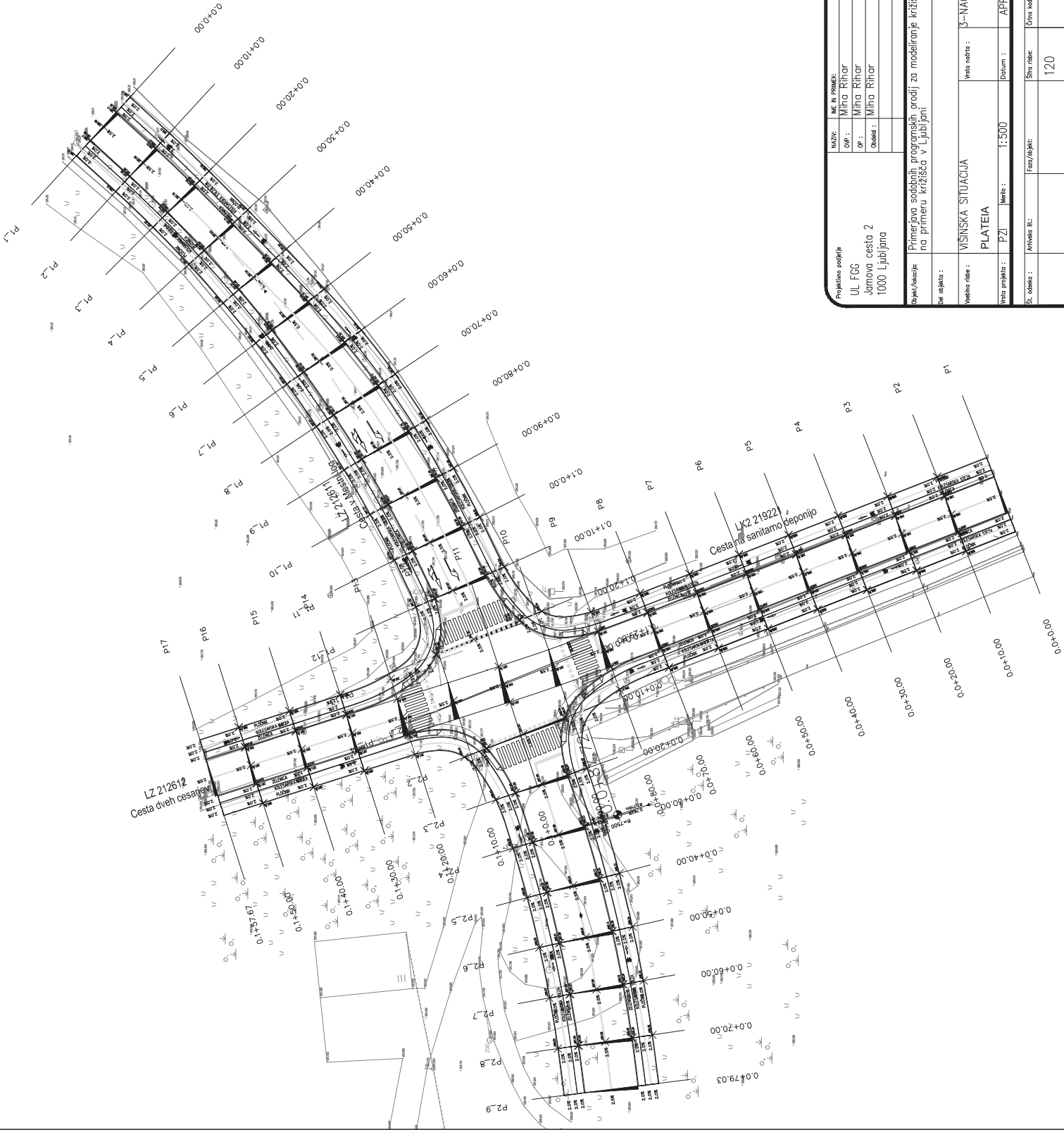
VZDOLJ PROFILES



Projektna organizacija:		Mesto in pripravitelj:		Datum in št. lista:	
UL. FGG Jamova cesta 2 1000 Ljubljana		MIRCA RIBAR MIRCA RIBAR MIRCA RIBAR		15.03.2014 / 1008	
Opis dela:		Naziv objekta:		Datum in št. lista:	
Priloge in dodatki: programski gradnji za modeliranje in risbe		PRIMER VZDOLJNEGA PROFILA		15-MARTI GRADNENIH KONSTRUKCIJ	
Skupna vrednost:		Vrednost dela:		Datum in št. lista:	
14.1.2014		15.000/30		14.2	
Skupna vrednost:		Vrednost dela:		Datum in št. lista:	
14.1.2014		15.000/30		14.2	

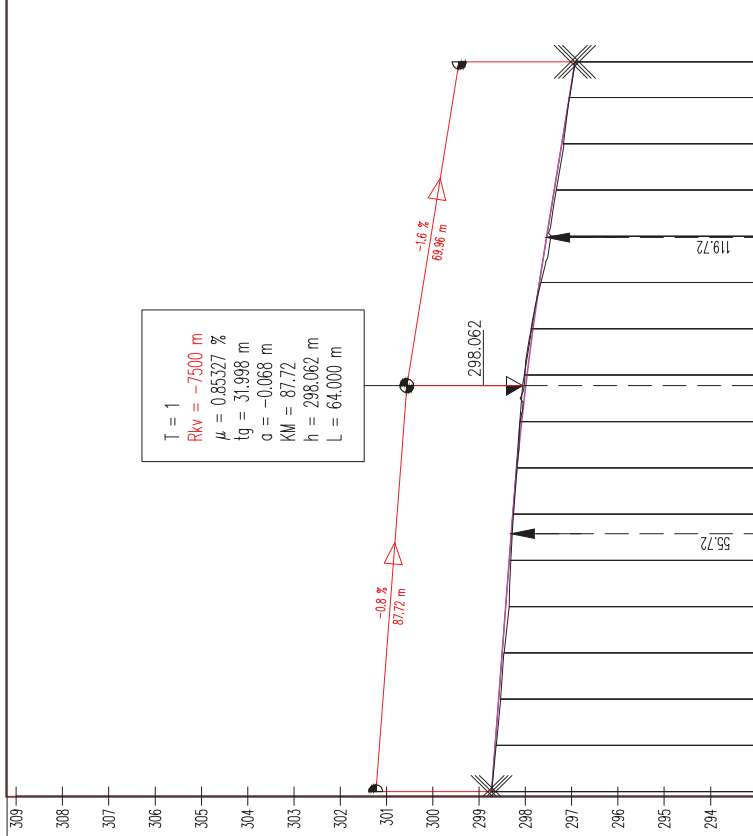


Projektno področje UL FGG Jamova cesta 2 1000 Ljubljana	MADIZ:	IME IN PRIIMEK:	Ident. št. IZS:	Podpis:
	OP:	Mirca Rihar		
	OP:	Mirca Rihar		
	OP:	Mirca Rihar		
Objekt/oznaka:	Primerjava sodobnih programskih prouji za modeliranje križišč na primeru križišča v Ljubljani			Št. prouj.: 4533/6/14.4.14.003(042)
Dat. objekta:				Št. naved.: Št. oc.:
Veščina dela:	PROMETNA SITUACIJA			Veščina navede:
Veščina projekta:	PZI	Merilo:	1:500	Datum:
Št. odziva:		Veščina št.:		APRIL 2014
Št. priloge:	A.2.1	Št. koda arhiva:		
		Št. koda objekta:	103	
		Št. koda objekta:		



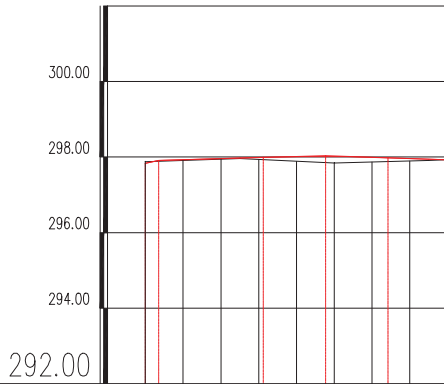
Projektno področje	IMENI: M. RIBAR	Ident. št. IZS	Podpis
UL FCG	OP: Miha Rihar		
Jamova cesta 2	OP: Miha Rihar		
1000 Ljubljana	Opisatelj: Miha Rihar		
Opisje/desimlje	Primerjava sodobnih programskih prouj za modeliranje križišč na primeru križišča v Ljubljani		
Del objekta:	Št. prouj: 4533649(4,4)prouj(042)	Št. navedb:	
		Št. oc:	
Veštno delo:	VISINSKA SITUACIJA	Veštno navedb:	5-NACRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ
Veštno projekta:	PLATEJA	Datum:	APRIL 2014
Št. odseka:	1:500	Št. navedb:	
		Št. oc:	
Št. prouj:	A.2.2	Št. navedb:	

PROFIL-1: OS_0
 MERILO 1:1000/100



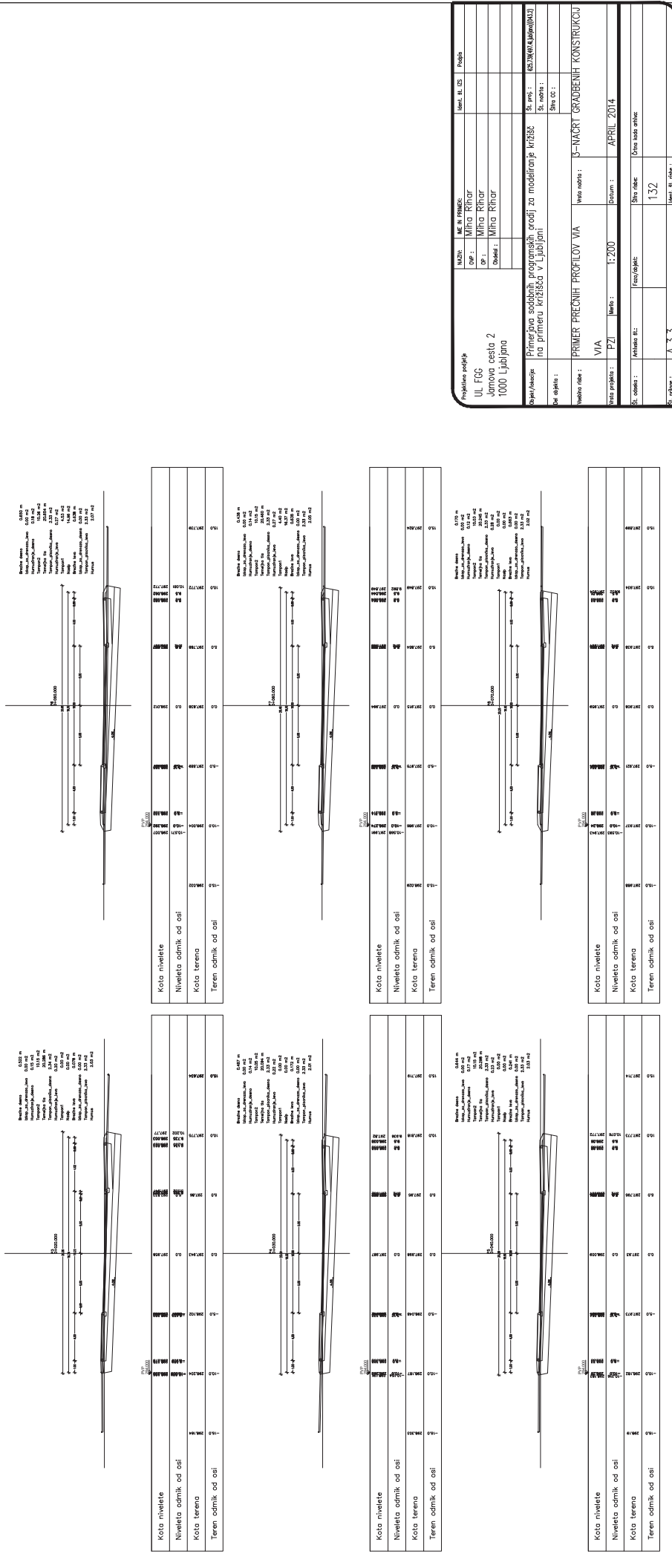
OZNAKE PROFILOV	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17
STACIONAŽE	298.750	10.00	20.00	30.00	40.00	50.00	60.00	70.00	80.00	90.00	99.00	100.00	20.00	30.00	40.00	50.00	57.67
KOTE TERENA	298.750	298.578	298.536	298.464	298.351	298.313	298.255	298.182	298.081	297.966	297.837	297.695	297.453	297.334	297.217	297.056	296.931
KOTE NIVELETE	298.654	298.536	298.536	298.464	298.351	298.313	298.255	298.182	298.081	297.966	297.837	297.695	297.453	297.334	297.217	297.056	296.931
PREME IN KRIVINE	R=+500.00 d=32.09 d=70.57 d=55.01																
PREČNI NAGIBI	0% 2.00% -2.50% -2.50% -2.50% -2.50% -2.50%																

Projekcijsko področje		MAZIVE:	ME IN PRIMERK:	Ident. št. IZS	Projelis
UL FGG Jamova cesta 2 1000 Ljubljana		OP :	Miha Rihar		
		Osobila :	Miha Rihar		
Objekt/osecaj:		Primerjava sodobnih programskih orodij za modeliranje križišč na primeru križišča v Ljubljani			Št. proj. :
Del objekta :					Št. nacrta :
Vseobna risba :		PRIMER VZDOLŽNEGA PROFILA			Širina OC :
Vrsta projekta :		PZI			Vrsta nacrta :
Merno :		1:1000/100			Datum :
Arhivsko št.:		Faza/objekt:			Širina ribice:
Št. priloge :		A.2.3			142
		3-NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ			Ident. št. ribice :
		APRIL 2014			



IME PROFILA	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
STACIONAZA PROFILA	0+00	10,00	20,00	30,00	40,00	50,00	60,00	70,00	79,22
TEREN	297,836	297,928	297,958	297,987	298,009	298,012	297,994	297,959	297,926
VISINA NIVELETE	297,836	297,928	297,943	297,936	297,887	297,838	297,867	297,897	297,923
SMERI									
SKLONI									
VIJACENJE									
PRECNI SKLONI									
LEVI ROB ASFALTA (točka)	297,806	298,058	298,083	298,112	298,142	298,157	298,121	298,084	298,051
LEVI ROB ASFALTA (točka)	297,812	297,827	297,862	297,892	297,907	297,871	297,834	297,801	

Projektivno podjetje		NAZIV:	IME IN PRIMEK:	Ident. št. IZS:	Podpis:	
UL FGG Jamova cesta 2 1000 Ljubljana		ovp:	Miha Rihar			
		op:	Miha Rihar			
		Obdelal:	Miha Rihar			
Objekt/lokacija:		Primerjava sodobnih programskih gradij za modeliranje križišč na primeru križišča v Ljubljani		Št. proj.:	625.73(497.41.julijna)(04.12)	
Del objekta:				Št. noštra:		
Vsebinska risba:		VZDOLŽNI PROFIL	Vrsta noštra:	3-NACRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ		
Vrsta projekta:		PZI	Merilo:	1:1000/T00	Datum:	APRIL 2014
Št. oddaja:	Arhivska št.:	Faza/objekt:	Šifra risbe:	Druga koda arhiva:		
			142			
Št. priloge:		A.3.2		Ident. št. risbe:		



Projekcijski oddeljek: **UL. FGG**
 Jarmova cesta 2
 1000 Ljubljana

Objekt/Arhitektura: **Primerjava skrajnih programskih gradaj za modeliranje krizne na primeru križišča v Ljubljani**

Ime in priimek: **ME. M. PRIMIC**
 OP: **Miha Rihgar**
 Obdelal: **Miha Rihgar**

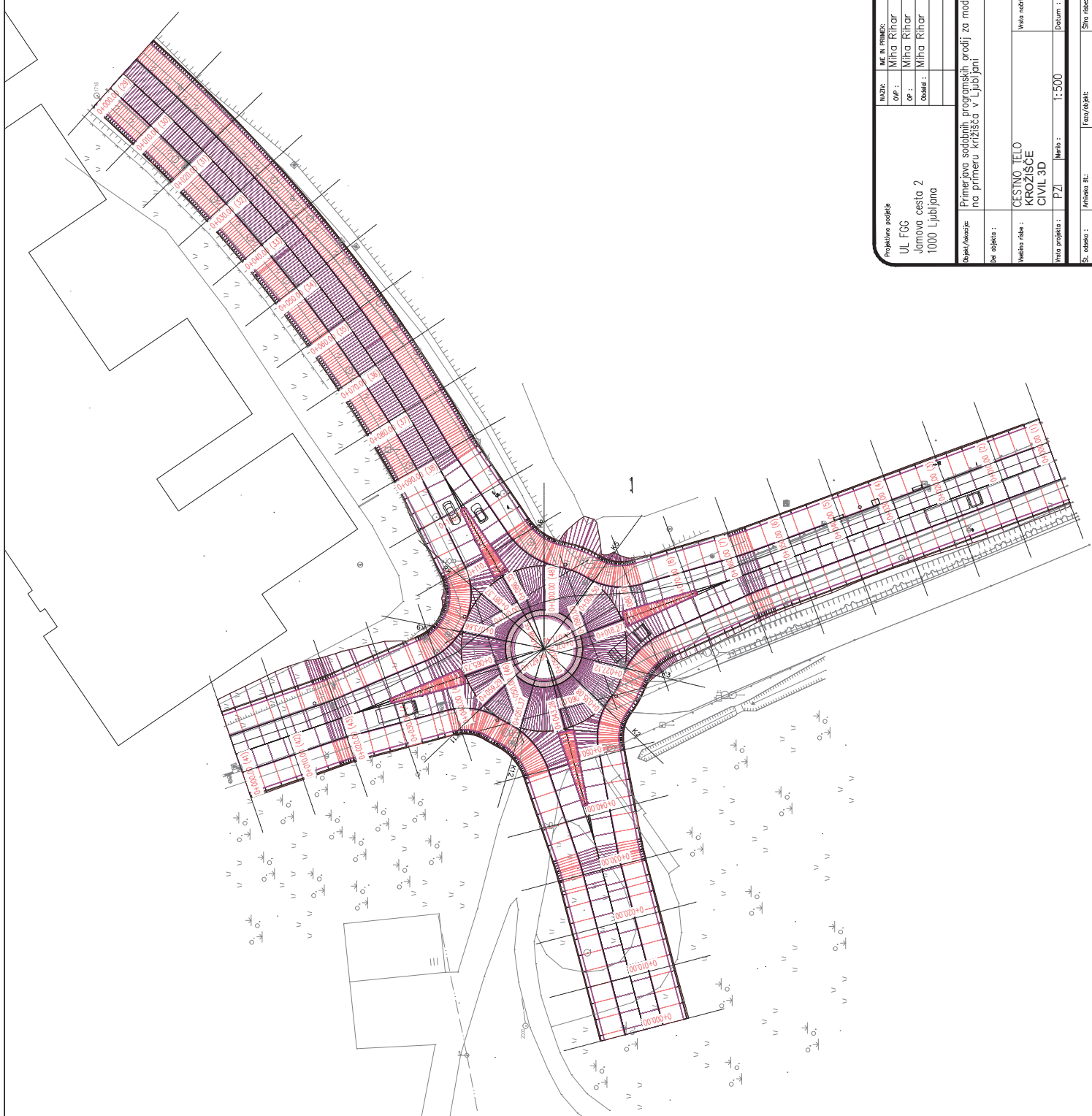
Št. projekta: **602.700/01.10.01.003**
 Št. naris: **132**
 Št. lista: **3**

Ime objekta: **PRIMER PREČNIH PROFILOV V/A**
 Vrsta naris: **3-NACRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ**

Ime projekta: **V/A**
 Datum: **APRIL 2014**

Ime objekta: **Foto/Objekt**
 Vrsta objekta: **Drugo sobo enitac**

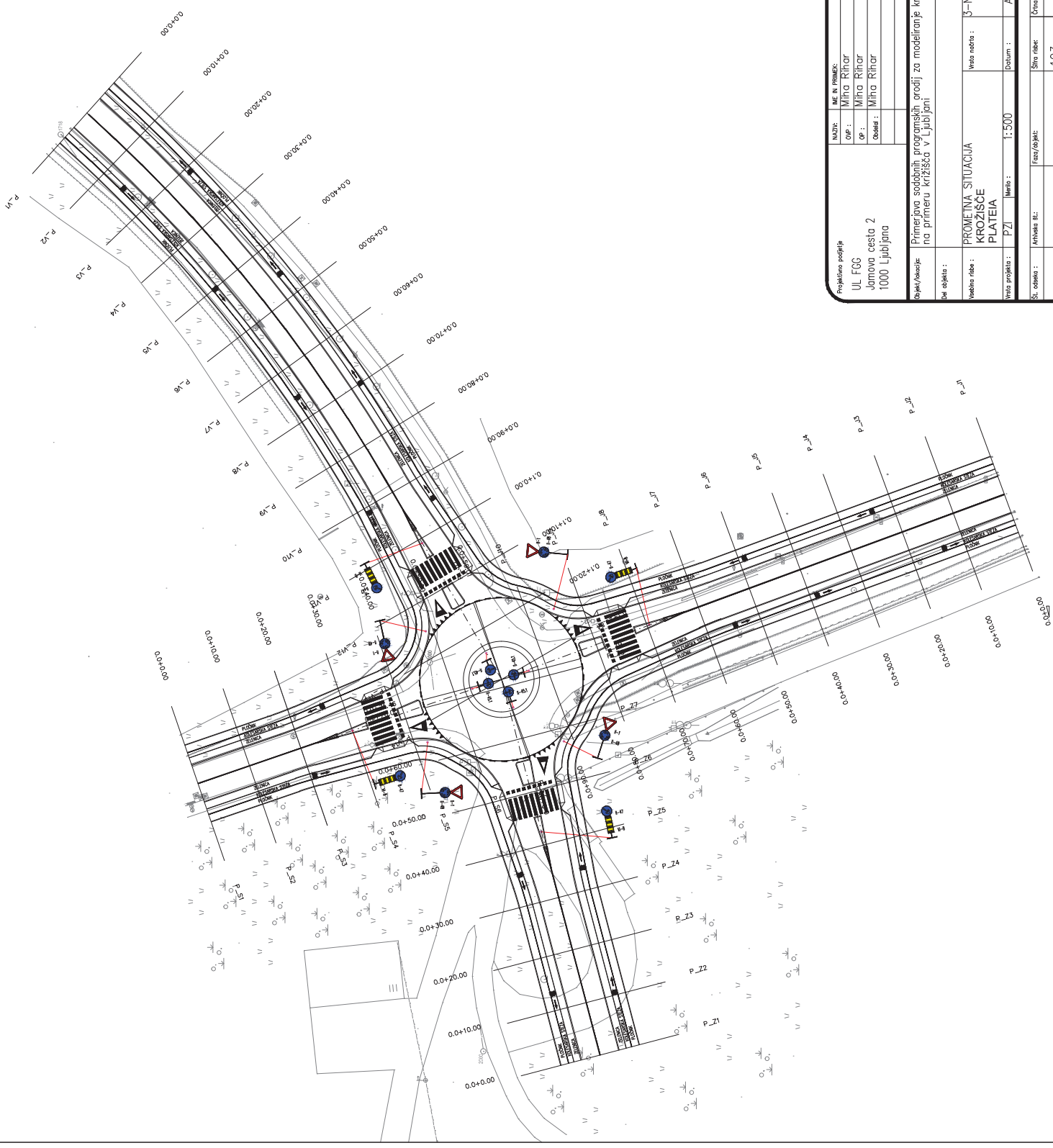
Ime projekta: **A-3.3**



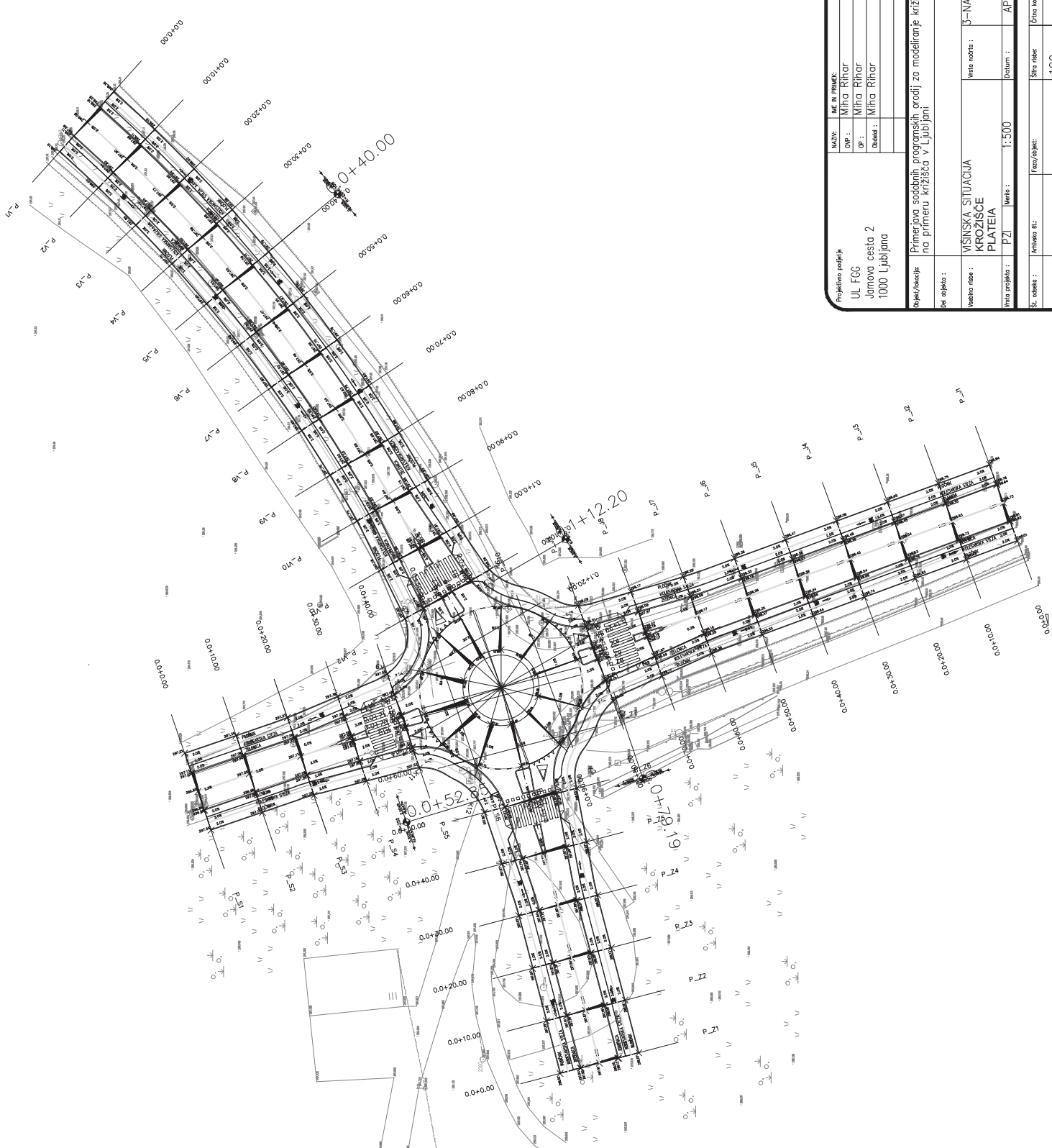
Projektno ime:		Ime in priimek:		Ident. št. IES:		Projekt:	
UL FCG		Miro Rihar					
Jamova cesta 2		Miro Rihar					
1000 Ljubljana		Miro Rihar					
Opis/oznaka:		Naziv:		Št. ris. 1:		65334614.14103(042)	
Primerjava sodobnih programskih prouj za modeliranje križišč		na primeru križišča v Ljubljani		Št. ris. 2:			
Del objekta:		Vrsta objekta:		Št. ris. 3:			
Krožišče		5-NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ		Št. ris. 4:			
Vrsta projekta:		Mera:		Datum:		APRIL 2014	
PZI		1:500		Št. ris. 5:			
Arhitek. št.:		Faza/dopoln.:		Št. ris. 6:		120	
B.1.1				Ime in priimek:		Miro Rihar	
Št. ris. 7:		Ime in priimek:		Št. ris. 8:			
		B.1.1					



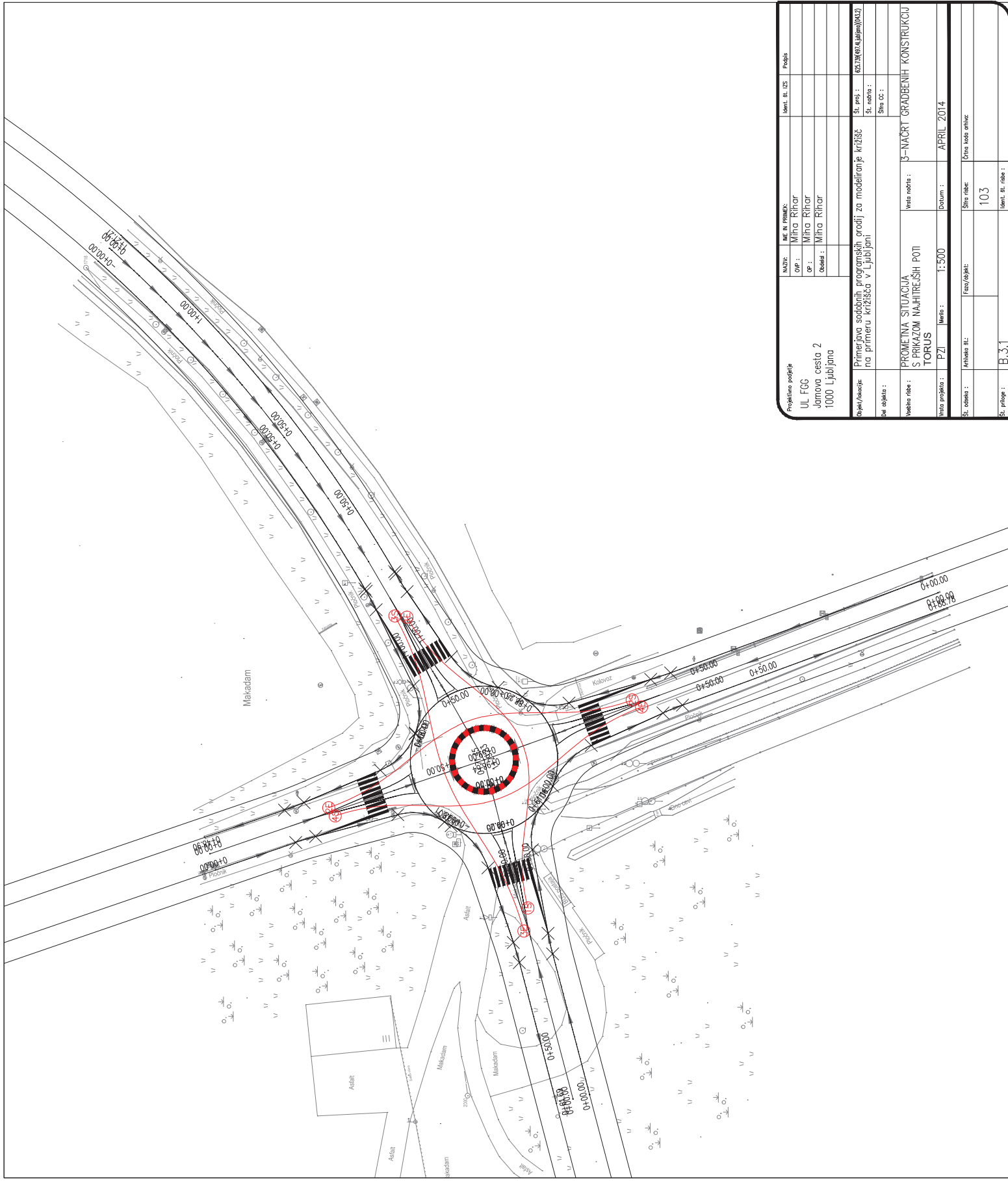
Projektno podjele		MAZIV:	IME IN PRAMIK:	Ident. št. IZS	Podjetje
UL FCG		Opj:	Mina Rihar		
Jamova cesta 2		Op:	Mina Rihar		
1000 Ljubljana		Obdel:	Mina Rihar		
Objekt/loca:		Primerjava sobornih programskih orodij za modeliranje krizšč na primeru krizšča v Ljubljani		St. pos.:	653.729(6a,4,1,1a,1b)(032)
Del objekta:				St. nadb.:	
Vrednotna raba:		PRIMER PREGONIH PROFILOV		Stara CC:	
Vrednotna raba:		3-NACRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ			
Vrednotna raba:		CIVIL 3D			
Vrednotna raba:		PZI		Datum: APRIL 2014	
Vrednotna raba:		Mera: 1:200			
Vrednotna raba:		Arhivsko št.:		Stara raba:	
Vrednotna raba:		Faza/objekt:		Stara raba:	
Vrednotna raba:				132	
Vrednotna raba:		B.1.2		Ident. št. rabe:	



Projektno ime/pojem:		Imeni. št. IZS:		Projekt:	
UL FCG		Imeni. št. IZS:		Projekt:	
Jamova cesta 2		Imeni. št. IZS:		Projekt:	
1000 Ljubljana		Imeni. št. IZS:		Projekt:	
Opis/desaja:		Imeni. št. IZS:		Projekt:	
Primerjava sodobnih programskih gradnji za modeliranje križišč na primeru križišča v Ljubljani		Imeni. št. IZS:		Projekt:	
Ime objekta:		Imeni. št. IZS:		Projekt:	
PROMETNA SITUACIJA		Imeni. št. IZS:		Projekt:	
KROZIŠČE		Imeni. št. IZS:		Projekt:	
PLATEJA		Imeni. št. IZS:		Projekt:	
Vrsta projekta:		Imeni. št. IZS:		Projekt:	
PZI		Imeni. št. IZS:		Projekt:	
Malo:		Imeni. št. IZS:		Projekt:	
1:500		Imeni. št. IZS:		Projekt:	
Datum:		Imeni. št. IZS:		Projekt:	
APRIL 2014		Imeni. št. IZS:		Projekt:	
Imeni. št. IZS:		Imeni. št. IZS:		Projekt:	
103		Imeni. št. IZS:		Projekt:	
Imeni. št. IZS:		Imeni. št. IZS:		Projekt:	
B.2.1		Imeni. št. IZS:		Projekt:	



Projektno področje		Ident. št. IES		Podoba	
UL FCG					
Jamova cesta 2					
1000 Ljubljana					
Objekt/oznaka:		Ident. št. IES		Št. ris. z:	
Primerjava sodobnih programskih gradiv za modeliranje križišč na primeru križišča v Ljubljani				45334614.4.0000(042)	
Del objekta:		Št. naris:		Št. oc:	
Vsebuje rabe:					
Vrsta naris:		Vrsta naris:		5-NACRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ	
Vrsta projekta:		Malo:		Datum:	
PZI		1:500		APRIL 2014	
Št. odnosa:		Faza/objekt:		Št. koda odnosa:	
A/04.03.01		120		Crna koda odnosa:	
Št. priloge:		Ident. št. risar:			
B.2.2					



Projektirano inštaliranje UL FCG Jamova cesta 2 1000 Ljubljana	IMENI: M. RIHAR	IDENT. št. IČS:	PROJEKT:
	OP: Miha Rihtar		
	OP: Miha Rihtar		
	OP: Miha Rihtar		
Opis/desaja: Primerjava sodobnih programskih prouji za modeliranje križišč na primeru križišča v Ljubljani	Št. prouj.:	453.38/49.4.14/103(042)	
Del objekta:	Št. nmeta:		
Veščina dela:	Št. cc:		
Ime projekta:	Ime nmeta:	1:500	15-NACRTI GRADBENIH KONSTRUKCIJ
Št. objekta:	Datum:	APRIL 2014	
Št. prouj.:	Ime nmeta:	103	
	Ime nmeta:		