

Usporedba računalnoga programa »Cesta« i računalnoga modula »Trasa« – sličnosti i razlike

Hrvoje Nevečerel, Milorad Janić, Ivica Papa, Tibor Pentek, Dušan Stojnić, Kruno Lepoglavec

Nacrtak – Abstract

Projektiranje šumskih prometnica obuhvaća obavljanje mnoštva specifičnih zadataka. Svaki od zadataka razumijeva stručnost i upotrebu odgovarajućih alata. Danas postoje mnogi računalni programi za projektiranje šumskih prometnica, najčešće šumskih cesta. U ovom je radu dana usporedba postojećega rješenja, računalnoga programa »Cesta« te suvremenoga računalnoga modula »Trasa«. Za svaki su alat prikazane njegove mogućnosti i na konkretnom primjeru testirana njihova funkcionalnost. Računalni je program »Cesta« vrlo često korišten u Hrvatskoj i njegove su mogućnosti vrlo dobro poznate među projektantima šumskih cesta. U ovom su radu prikazani osnovni pogledi (»Situacija«, »Uzdužni profil«, »Poprečni profili«) te dodatni alati kojima se rijetko služimo pri projektiranju šumskih cesta. Nedostatke nije moguće ukloniti jer se računalni program »Cesta« prestao razvijati, a time je otežana prilagodba eventualnim promjenama zakonske regulative i tehničkih uvjeta za šumske ceste. S druge strane računalni modul »Trasa« za nas je novi alat koji se dan-danas razvija u skladu s potrebama korisnika. U radu je prikazana struktura funkcija i izbornika potrebnih za izradu glavnoga/izvedbenoga projekta šumske ceste. Objašnjen je način rada i predstavljena nova rješenja čime računalni modul »Trasa« može biti potencijalno bolje rješenje ako se prilagodi način projektiranja novim tehnologijama. Vječita je težnja projektanata šumskih cesta izrada kvalitetnijih, sukladnih i standardiziranih projekata šumskih cesta, a na njima je da odaberu adekvatno rješenje.

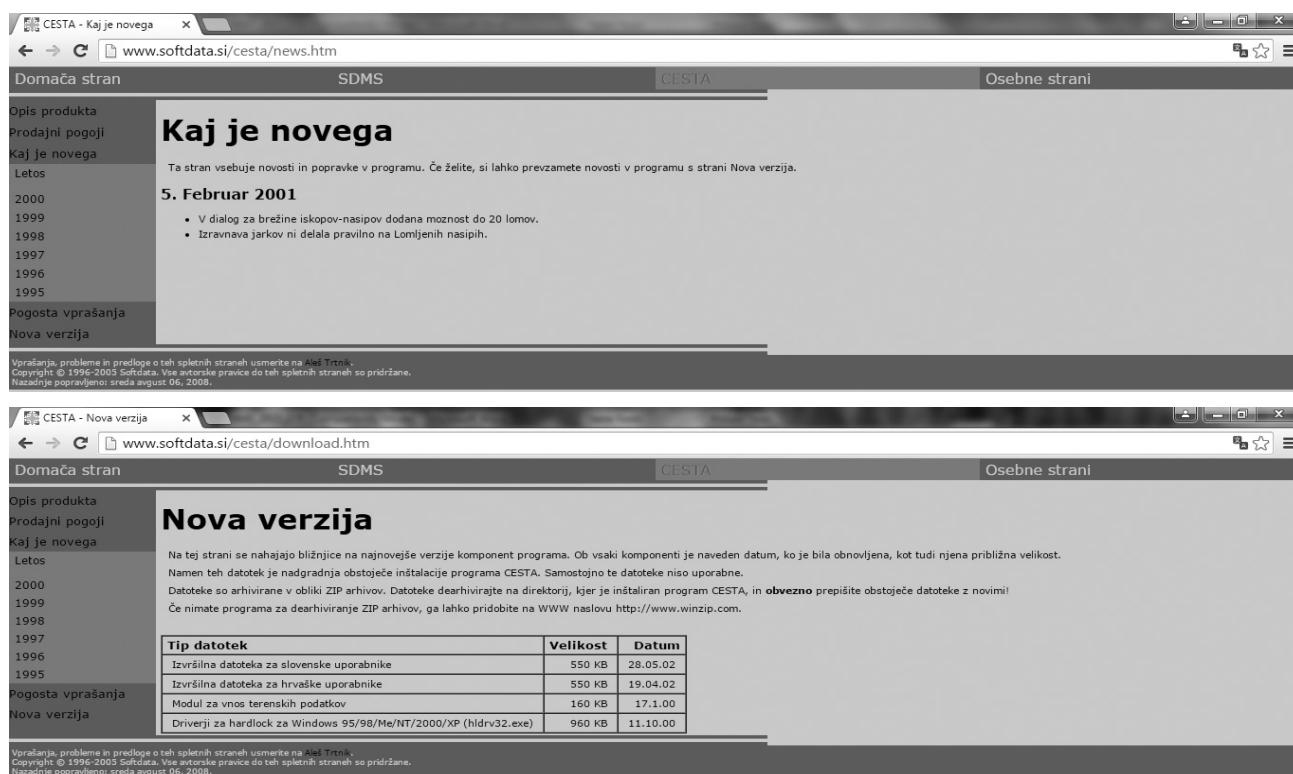
Ključne riječi: projektiranje, računalni programi, računalni moduli, šumske ceste

1. Uvod – Introduction

Dobro je poznato kako su računalni programi (Rochkind 2004) skup uputa računalu što treba učiniti i kako to izvesti, a računalni je program napisao računalni programer u programskom jeziku. Postoje razne vrste računalnih programa ovisno o zadatku koji želimo da program izvrši, a šumarstvu i šumskomu inženjerstvu izuzetno su zanimljivi računalni programi za projektiranje šumskih cesta. Ti su se programi razvijali i unaprijeđivali, a sve radi što brže, točnije i ujednačenije izrade finalnoga proizvoda – glavnoga/izvedbenoga projekta ceste. Danas se u svijetu koristi veći broj računalnih programa

(Nevečerel 2010, Lepoglavec i dr. 2011) koji su u prvom redu razvijeni za potrebe izrade projektne dokumentacije javnih cesta. To su ponajprije »Anadelta Tessaera«, »Cesta«, »Diolkos«, »RoadPac«, »InRoads« i dr. Njihova je primjena moguća i u šumarstvu pa ih koristimo, s manjim prilagođavanjem, a sukladno tehničkim uvjetima definiranim za šumske prometnice. Računalnih programa, koji su razvijani samo za potrebe projektiranja šumskih cesta, ima vrlo malo, a najrašireniji je kanadski računalni program »Road-Eng«.

U Hrvatskoj se (Lepoglavec i dr. 2011), radi izrade projektne dokumentacije, koristi računalni program



Slika 1. Razvoj računalnoga programa »Cesta«

Fig. 1 Development of computer program »Cesta«

»Cesta« koji je razvila slovenska tvrtka »Softdata« 1991–1993. Računalni je program »Cesta« početkom 90-ih godina bio vrlo moderan (najlakši, najugodniji i najprecizniji alat, Pičman 1997) alat pomoću kojega su izrađivani projekti javnih i šumskih cesta. Kao što to biva kod svakoga računalnoga programa, tako se i »Cesta« prilagođavala zakonskoj regulativi, odnosno potrebama korisnika. U tom se razdoblju »Cesta« doradivala i modernizirala pa tako svaka pojedina godina (<http://www.softdata.si/cesta/news.htm>) ima opisane promjene koje su prethodile današnjemu, konačnom izgledu. Razvoj je računalnoga programa »Cesta« trajao do 2001. godine, a 2002. godine izrađene su zadnje varijante koje su i danas u uporabi.

Računalni program koji nema stalni razvoj praktično je prepušten nemogućnosti prilagođavanja promjenama zakonske regulative pa time polako, ali sigurno izumire. U ovom ćemo radu usporediti te se kritički osvrnuti na dva računalna programa za projektiranje javnih i šumskih cesta s aspekta šumarskoga inženjerstva te problematike projektiranja šumskih cesta. Prvi je već spomenuti računalni program »Cesta« koji se danas upotrebljava u hrvatskom šumarstvu, a drugi je računalni modul »Trasa« koji do sada nije bio korišten u Republici Hrvatskoj.

- 1982. Započet razvoj softvera
- 1986. Usvojeno AutoCAD okruženje
- 1996. Član Autodesk razvojne mreže (ADN - Autodesk Developer Network)
- 2011. Dodatno CAD okruženje - BricsCAD
- Permanentno usavršavanje i unapređenje softvera u skladu s novim tehnologijama i verzijama CAD okruženja

Slika 2. Razvoj računalnoga modula »Trasa« (Janić 2015)

Fig. 2 Development of computer module »Trasa« (Janić 2015)

2. Usporedba računalnoga programa »Cesta« i modula »Trasa« – Comparison of computer program »Cesta« and computer module »Trasa«

Usporedi li se autonomija pojedinoga računalnoga programa, mora se naglasiti kako je »Cesta« zaseban računalni program, dok je »Trasa« računalni modul unutar AutoCAD-a. Različiti odabir donosi prednosti i nedostatke krajnjemu korisniku, a odluka se zasniva na individualnoj prosudbi o funkcionalnosti pojedinoga rješenja pri projektiranju šumskih prometnica.

Izrada se računalnoga programa »Cesta« zasnivala na samostalnosti izvršenja svih funkcija unutar samoga programa, a kod »Trase« se može primijetiti ovisnost o AutoCAD-u. Nije moguće pokrenuti računalni modul »Trasu« ako se ne posjeduje AutoCAD ili BricsCAD. Na prvi se pogled »Cesta« čini naprednija zbog svoje autonomije, ali to zapravo danas čini njezin velik nedostatak. Razvoj je računala u posljednje vrijeme doveo do pojave 64-bitnih računala koja imaju (Svetić i dr. 2008) više radne memorije i puno bolje performanse unutar aplikacija nego 32-bitna. Računalni program »Cesta« predstavlja 32-bitnu aplikaciju koja ima velikih poteškoća pri radu na 64-bitnim računalima. Gledano operativno, to znači da nije moguće raditi na 64-bitnim računalima, odnosno vrlo je komplicirano krajnjemu korisniku koristiti se »Cestom« na novim računalima. Kod »Trase« to nije slučaj jer računalni programi AutoCAD (i BricsCAD) prate razvoj računala i rad je moguć na svim platformama.

2.1 Opća usporedba računalnih programa »Cesta« i računalnoga modula »Trasa« – *General comparison of computer programs »Cesta« and computer module »Trasa«*

Za bolje razumijevanje prednosti i nedostataka pojedinoga programa, odnosno modula potrebno je opisati svaki pojedini sa svim njegovim mogućnostima. Računalni program »Cesta« (Pičman i dr. 1997, Nevečerel 2010) omogućuje unos terenskih podataka, interaktivnu obradu pojedinih dijelova projekta, crtanje grafičkih priloga i ispis velikoga broja podataka. Korekcija se bilo kojih podataka i automatsko preračunavanje svih izlaznih podataka može vršiti u svakom trenutku, a uz to se obavlja i kontrola s obzirom na prethodno definirane propise i standarde.

Grafičko sučelje, kako navodi Nevečerel (2010), vrlo je jednostavno, bez bespotrebnih kompliciranih pristupa pojedinim sastavnicama programa čime se dobiva na brzini, ali pak s druge strane nepostojanje pojedinih alata u obliku ikona čini komunikaciju na razini aplikacija – korisnik umarajućom. Tako korisnik može u svakom trenutku kroz tri crtana priloga vidjeti što je učinjeno i po potrebi pristupiti potrebnoj željenoj operaciji. Razlikujemo poglede koji se nazivaju: »Situacija«, »Uzdužni profil« i »Poprečni profil«.

Programski se sustav »Survey« sastoji od više međusobno kompatibilnih modula, koji se mogu svrstati u dvije skupine. Prvu skupinu modula čine moduli za geodeziju, digitalno mapiranje, digitalno modeliranje terena, kalibriranje i georeferenciranje skeniranih geodetskih planova i karata, komasaciju zemljišta i dr. Drugu skupinu čine moduli za projektiranje u niskogradnji, među koje pripada i modul »Trasa« za projek-

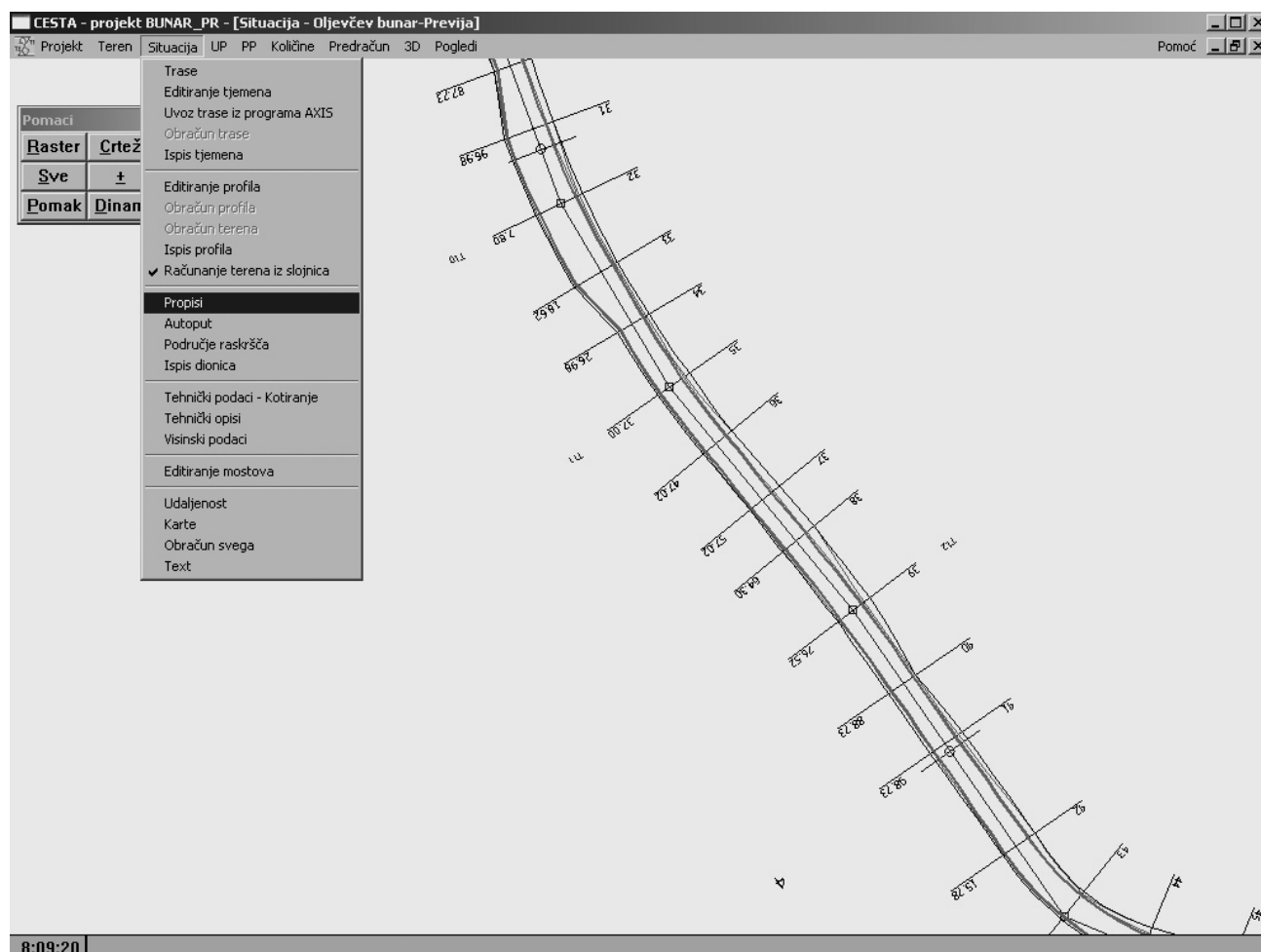
tiranje svih vrsta prometnica i moduli za projektiranje ostalih infrastrukturnih objekata: vodovoda, kanalizacije, toplovoda i vrelovoda, dalekovoda, projektiranje površinskih kopova, kanala i regulaciju vodotokova.

Modul »Trasa« je namijenjen projektiranju svih kategorija cesta, pa tako i šumskih cesta, a zbog širokoga spektra mogućnosti moguće ga je koristiti i pri projektiranju mreže pješačkih i biciklističkih staza. Razvoj čitavoga softverskoga sustava započeo je još prije 30 godina i još uvijek se razvija te usklađuje s grafičkim okruženjem i standardima AutoCAD-a. Gotovo su svi moduli pisani u programskim jezicima AutoLISP i VisualLISP, osim nekih dijelova pisanih u programskom jeziku C.

2.2 Horizontalni prikaz trase šumske ceste u računalnom programu »Cesta« – *Horizontal display of forest road designed in computer program »Cesta«*

Rad na pojedinom projektu započinje u pogledu »Situacijski nacrt« odnosno »Situacija« gdje je prikazan horizontalni razvoj pojedine prometnice. To je osnovni i početni pogled pri čemu korisnik može birati želi li kreirati novi projekt ili će otvoriti postojeći, odnosno ovdje korisnik može kreirati nove varijante iz postojećega projekta. Prilikom kreiranja novoga projekta korisnik ima mogućnost učitavanja vanjskih podataka iz formata *.dxf koji radi besprijekorno te iz formata ASCII za koji se to ne bi moglo reći. Naime, sučelje se učitavanja iz ASCII-a prikazuje, ali povezivanje s postojećim zapisima u ASCII-u nije bilo izvedivo ni za jedan postojeći zapis podataka. Ako terenski podaci nisu u digitalnom zapisu, potrebno ih je ručno unijeti.

Ručno se podaci unose primjenom nekoliko postojećih alata. Prvo treba unijeti operativni poligon, odnosno prostorne pozicije poligonih točaka. Nakon toga se za svako tjeme unose osnovni podaci o radijusu i vrsti proširenja (unutrašnje, vanjsko, simetrično ili bez proširenja), pri čemu je svaki podatak o tjemenu moguće korigirati. Potrebno je unijeti i podatke o izgledu terena, a postoji mogućnost da profili budu nositelji informacija o terenu ili se uz pomoć visinskih točaka određuje stvarni izgled terena. Ako se izgled terena unosi u profilima, potrebno je svakomu profilu pridijeliti točnu kotu terena, a u poprečnom smislu razlikuje se unos relativnih vrijednosti snimljen klasičnom metodom (metodom ravnjače i podravnjače) ili apsolutnih vrijednosti ako je izmjerena visina u pojasu profila. Po završetku se unosa iz unesenih podataka kreiraju profili te izračunava stacionaža svakoga od njih. Tada se pridjeljuju ranije definirani tehnički uvjeti koji se sastoje od više kategorija (jedna se kategorija odnosi na šumske ceste, a ostale kategorije na javne ceste). Unutar »Propisa« se osim tipa ceste (kategorije) definira razred ceste,



Slika 3. Prikaz horizontalnoga detalja projektirane šumske ceste u računalnom programu »Cesta«
Fig. 3 Horizontal detail of forest road designed in computer module »Cesta«

konfiguracija terena, vrsta transportnoga sredstva, dužina kočenja, širina kolnika, računaska brzina te pripadajuće bankine, odnosno po potrebi berme.

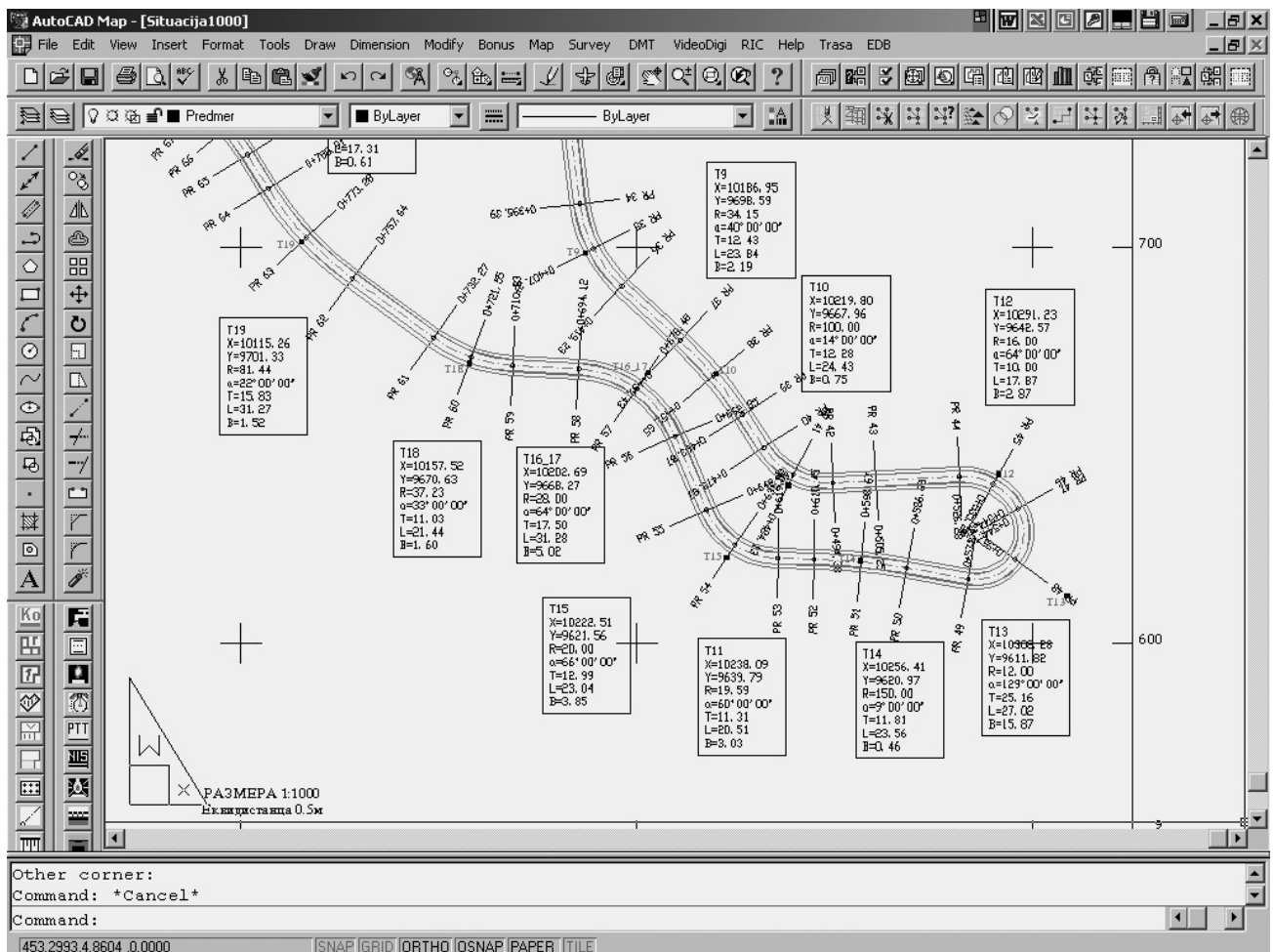
Najveća manjkavost, uočena pri unosu podataka, sadržana je u unosu poligonih stranica. Naime, svaka eventualna pogreška pri unosu pozicije pojedinoga tjemena znači i odbacivanje svih podataka koji su uneseni nakon pogreške, jer podaci nisu u stalnoj vezi, već su neovisne prostorne koordinate. To usporava izradu projekta i jedna je od glavnih zamjerki ovom računalnom programu.

2.3 Definiranje geometrije prometnice računalnim modulom »Trasa« – *Defining road geometry of computer module »Trasa«*

Trasa se definira u horizontalnom smislu tako da se na »Digitalnom geodetskom planu« (najbolje je ako je kreiran u modulu »Survey« ako dolazi zajedno s

modulom »Trasa«) najprije definiraju pravci (koji mogu biti i dijelovi pravaca – međupravci) osovinsko-ga poligona, a zatim zaoblje tjemena. Zaobljavanje je pravaca moguće napraviti tipičnom kružnom krivinom ili kružnom krivinom s klotoidama kao prijelaznicama. Parametri prijelaznica ne moraju biti isti pa su moguće i asimetrične krivine. Nakon zaobljavanja tjemena svi su elementi trase zasebni entiteti pa ih je potrebno spojiti u kontinuirani niz pri čemu prvi odabrani element određuje smjer pružanja trase.

Osim toga pristupa pri definiranju osi trase, gdje se najprije definiraju pravci, a nakon toga slijedi zaobljenje krivinama, postoji i drugi pristup, a to je da se najprije definiraju kružni lukovi, koji se potom povezuju prijelaznicama: S klotoidom, C klotoidom i jajastom klotoidom. Taj drugi pristup do sada nije korišten za šumske ceste, ali se u posljednje vrijeme primjenjuje za kategorizirane ceste.



Slika 4. Prikaz detalja horizontalnoga razvijanja šumske ceste u računalnom modulu »Trasa«

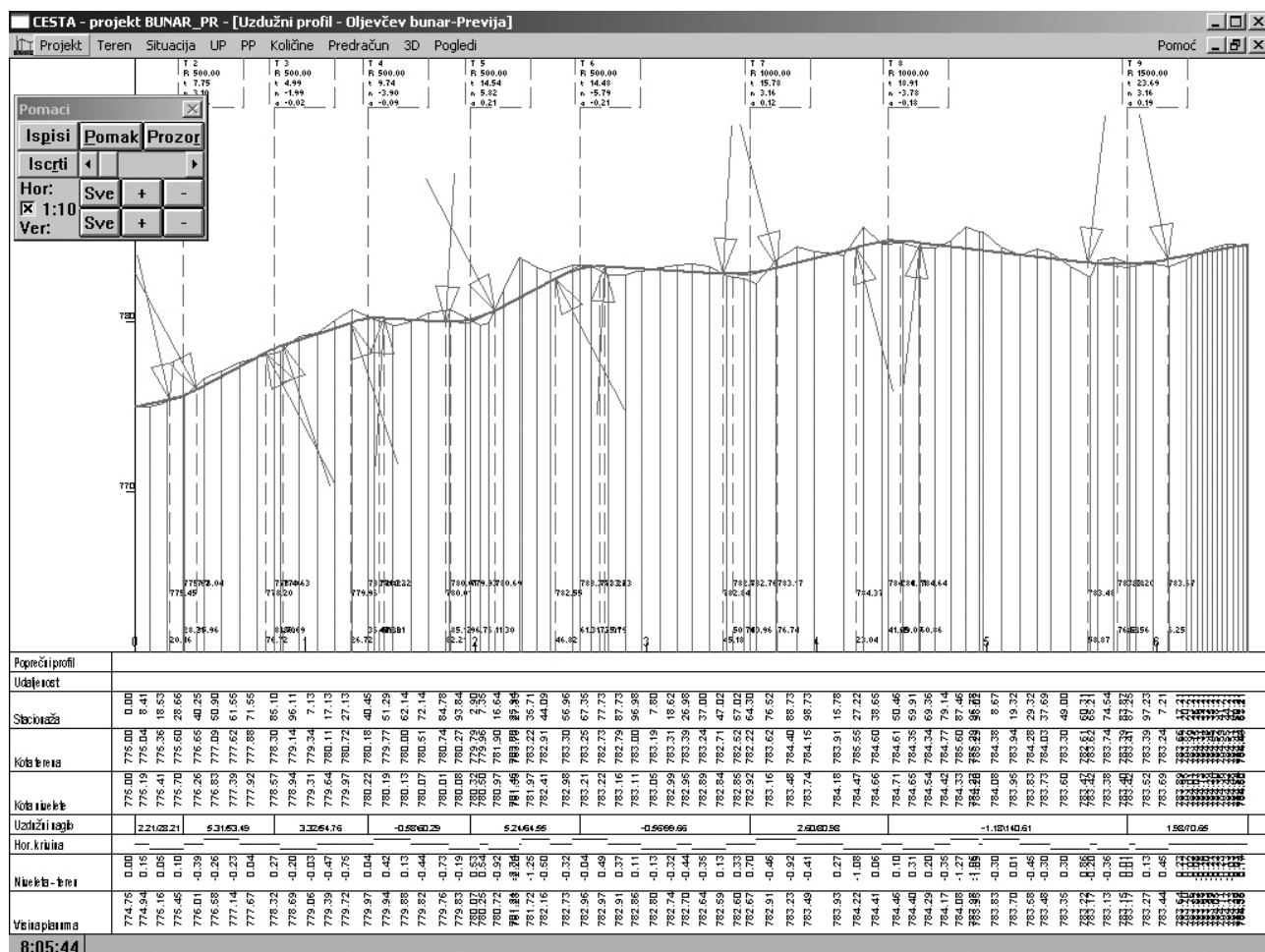
Fig. 4 Details of forest road horizontal development in computer module »Trasa«

Treći način definiranja osi trase, koji se uglavnom koristi pri rekonstrukciji i rehabilitaciji postojeće ceste, jest tzv. »Autotraser«, a sastoji se u automatskom otkrivanju elemenata ceste: pravaca, kružnih krivina i klotoida neke proizvoljne linije, npr. idejne trase.

Jedna je od osnovnih postavki »Trase« i mogućnost rada s više trasa prometnica odjednom pri čemu je svaka trasa predstavljena svojom polilinijom, što omogućuje izradu i pregled kompleksnih projekata čitave mreže prometnica. Sljedeći je korak definiranje početne stacionaže, poprečnih nagiba na pravcima trase i tehničkih uvjeta sukladno kategoriji prometnice za koju se izrađuje projekt. Početna se stacionaža zadaje ako se trasa sastoji od više dionica od kojih svaka čini zaseban projekt. Poprečni se nagibi u krivinama određuju automatski, a smjer je nagiba uvijek prema unutrašnjosti horizontalne krivine. Poprečne nagibe na pravcima određuje sam projektant, a oni mogu biti

jednostrani ili dvostrani. Osnovni tehnički uvjeti sadrže podatke o projektiranoj brzini vozila, širini kolnika, proširenju u krivinama te koeficijent radijalnoga otpora klizanju. Također je omogućena i manipulacija širinama kolnika ako se ne želi proširenje u krivinama, odnosno ako postoji potreba za proširenjem kolnika u pojedinom profilu.

Po završetku prije navedenih radnji pristupa se stacioniranju trase koja se temelji na tzv. vođenom upitniku. Nakon toga se automatski postavljaju poprečni profili na svim karakterističnim točkama trase, kao i između njih uz uvjet poštivanja maksimalnoga razmaka između profila. Ubacivanje novih profila koji predstavljaju mjesta pojedinih cestovnih objekata ili bitna mjesta pojedine trase (kao lomovi terena u visinskom smislu) također je moguće. Sve je profile, osim profila horizontalnoga kružnoga luka (početak, sredina i kraj), moguće i brisati pri čemu se profilu ne treba zadati broj, nego se



Slika 5. Uzdužni profil šumske ceste u računalnom programu »Cesta«

Fig. 5 Longitudinal profile of the forest road in computer program »Cesta«

on dodjeljuje automatski. Nakon konačnoga rasporeda lokacija svih poprečnih profila radi se vitoperenje. Elementi se krivina prikazuju u obliku tablice pored svake točke osi tangentnoga poligona ili ih je moguće postaviti prema želji korisnika na bilo koje, vizualno prihvatljivo mjesto. Na glavne točke i na hektometraže mogu se postaviti dodatni markeri koji omogućuju preglednost pri čitanju projekta. Ispis glavnih elemenata krivina i ispis profila omogućuju točno prenošenje u sve potrebne priloge pojedinoga projekta.

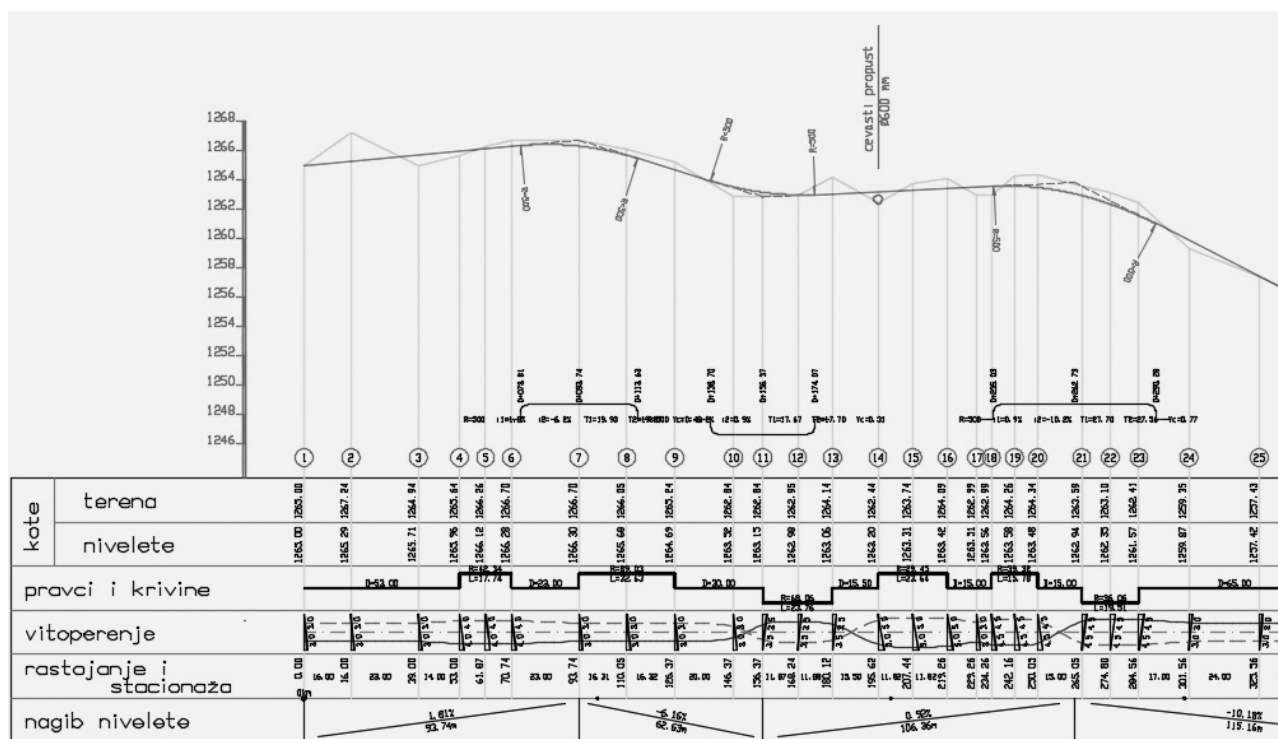
**2.4 Uzdužni profil računalnoga programa »Cesta«
Longitudinal profile of computer program »Cesta«**

Nakon kreiranja horizontalne sastavnice, izrade profila i definiranja tehničkih značajki pojedinoga projekta pristupa se automatskim obračunima kojima postavljamo profile u uzdužni presjek projektirane ceste. »Uzdužni profil« prikazuje visinsko razvijanje snimljenih i unesenih profila u koje se potom uklapa

nezaobljena niveleta ceste. Unos vertikalnih tjemena može se obavljati ili izravnim grafičkim određivanjem mjesta lomova nivelete ili numerički na točnim pozicijama definiranim stacionažom odnosno željenom visinom. Vertikalna se tjemena zaobljavaju vertikalnim krivinama odabranih radijusa, a kao rezultat dobije se zaobljena niveleta. Prikaz uzdužnoga profila sadrži i sve relevantne podatke o profilima: njihovu stacionažu, međusobnu udaljenost, kotu terena, kotu nivelete, razliku kote terena i kote nivelete te podatke o nagibu nivelete, vertikalnim i horizontalnim krivinama.

2.5 Izrada uzdužnoga profila šumske ceste računalnim modulom »Trasa« – Longitudinal profile of the forest road made in computer module »Trasa«

Vertikalno se razvijanje trase u računalnom modulu »Trasa« obavlja nakon horizontalnoga definiranja trase. Za svaku je trasu potrebno kreirati poseban list,



Slika 6. Ispis uzdužnoga profila šumske ceste u računalnom modulu »Trasa«

Fig. 6 A longitudinal profile of forest roads in the computer module »Trasa«

odnosno karticu (»Layout«). Bitno je da se uzdužni profil i poprečni profili nalaze na istoj kartici radi međusobno povezane razmjene podataka. Najprije se kreira datoteka s pisanim uzdužnim profilom terena pomoću presjeka »Digitalnoga modela terena« (DMT-a) ili iz snimljenih detaljnih točaka u koridoru trase, iz koje se potom crta uzdužni profil u željenom mjerilu. Nakon toga slijedi postavljanje nivelete i njezino zaobljenje vertikalnim krivinama, s kompletnim proračunom. Rezultat je toga vidljiv u uzdužnom profilu trase šumske ceste. Osim toga načina definiranja nivelete postoji i drugi način pri čemu se na postojeće stanje uklapa zaobljena niveleta. On se koristi u slučaju dodavanja novoga sloja gornjega stroja. Na uzdužnom profilu u odgovarajućim rubrikama prikazuju se kote terena i nivelete, stacionaža i međusobna udaljenost profila, dijagram pravaca, krivina i klotoida te vito-perenje trase.

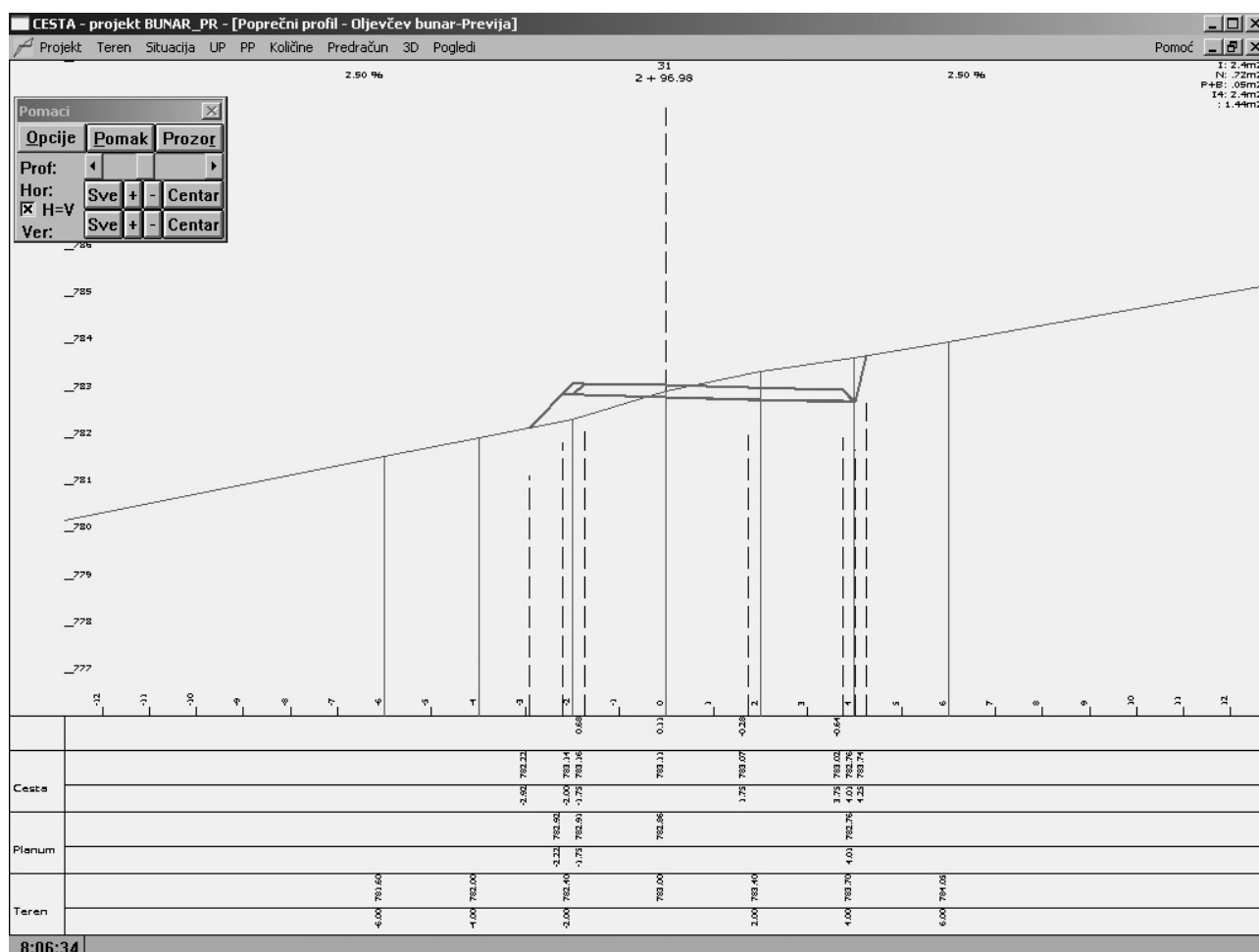
2.6 Poprečni profili računalnoga programa »Cesta« – Cross sections of computer program »Cesta«

Po završetku uklapanja nezaobljene nivelete u uzdužni profil terena te izračuna kote zaobljene nivelete u profilima otvara se mogućnost za prikaz i oblikovanje poprečnih profila ceste. Ovdje se prvo definira kol-

nička konstrukcija, njezina debljina i tip te pokosi iskopa i nasipa kako bi se dobio potpuni izgled poprečnoga profila. Svaka se sastavnica definira za čitavu trasu, za pojedinu dionicu ili samo za jedan profil. U »Poprečnom profilu« određuju se i odvodni jarci, njihove dimenzije, izgled i po potrebi dodaju berme. Jedna je od važnijih funkcija toga pogleda opcija pridjeljivanja građevinske kategorije materijala za svaki pojedini profil ili po dionicama. »Poprečni profil« prikazuje u svakom trenutku samo po jedan profil sa svim njegovim obilježjima (stacionaža, poprečni nagib kolnika, nagib pokosa iskopa i nasipa). U ovom su pogledu prikazane i površine iskopa i nasipa pojedina profila, grafički prikaz izgleda terena i ceste te eventualni propusti.

2.7 Kreiranje i postavljanje poprečnih profila u računalnom modulu »Trasa« – Creating and setting up of cross-sections in computer module »Trasa«

Istovrsno se uzdužnomu profilu i poprečni profili najprije dobivaju u pisanim obliku presijecanjem »Digitalnoga modela terena« (DMT-a) ili iz snimljenih detaljnih točaka na osi trase, a potom se oni iscrtavaju u željenom mjerilu. Nakon definiranja nivelete na uzdužnom profilu slijedi automatsko postavljanje



Slika 7. Prikaz pojedinačnoga poprečnoga profila šumske ceste u računalnom programu »Cesta«

Fig. 7 Single cross section of forest road in the computer program »Cesta«

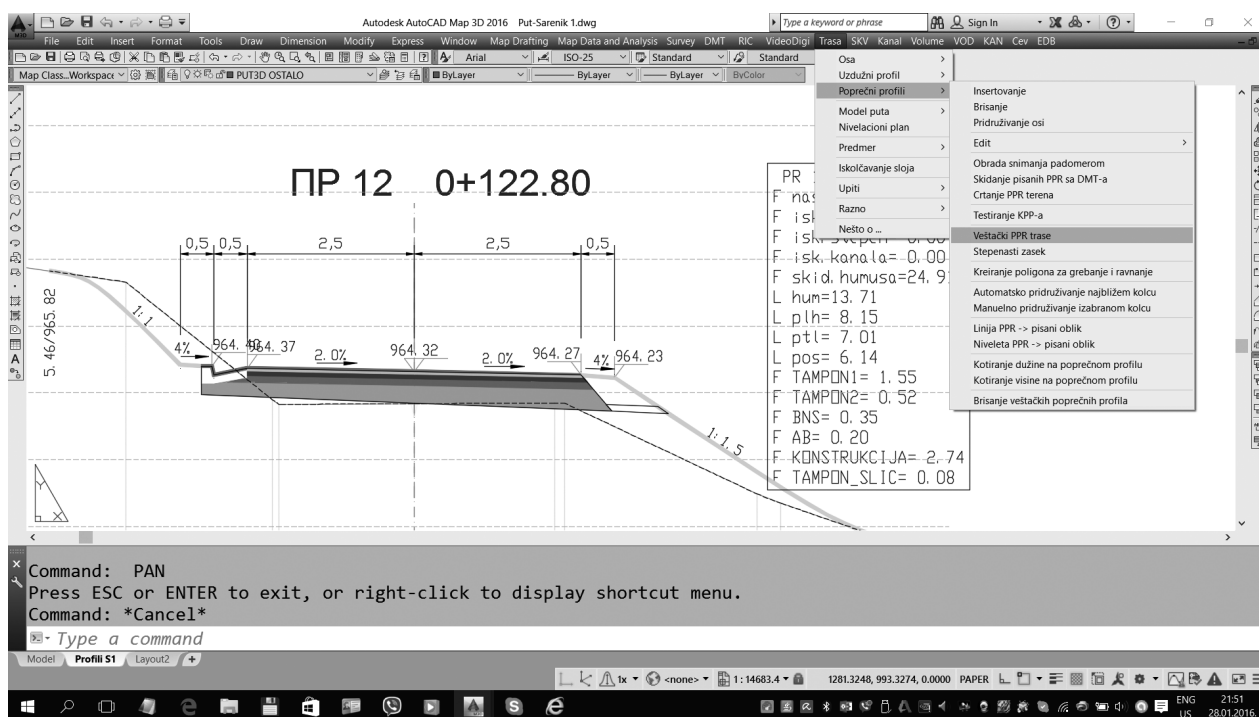
preddefiniranih poprečnih profila ceste. Različiti tipovi poprečnih profila unaprijed su definirani u obliku kataloga već pripremljenih karakterističnih poprečnih profila za različite kategorije cesta. Novi se tipovi mogu kreirati jednostavnim uređivanjem postojećih ili crtanjem u AutoCAD-u, uz poštivanje određenih pravila. Na odabranim se dionicama ceste mogu primijeniti različiti tipovi karakterističnih poprečnih profila. Pri umetanju se automatski kotira širina kolnika, bankina, bermi i eventualnih hodnika, kao i prikaz kota odabranih karakterističnih točaka na profilu. Ako postoje proširenja, ona se automatski iscrtavaju i kotiraju sukladno važećim pravilima za proširenje kolnika u krivinama. Pri umetanju se poprečnih profila postavljaju odvodni jarci željenoga oblika, automatskim prepoznavanjem (ako postoji potreba) ili zadavanjem željenih dimenzija. U svijetu nailazimo na trend zaobljenja kosina usjeka i nasipa, što modul »Trasa« omogućuje, ali to kod šumskih cesta,

trenutačno, nema praktičnu primjenu. Kod nasipa na strmom terenu postoji i opcija za projektiranje stepenica, odnosno stepenastoga zasljeska. Ako postoji potreba za izradom potpornih ili obložnih zidova, oni se projektiraju te na odabranim mjestima ubacuju naknadno, sukladno pravilima njihove izrade.

2.8 Izračuni u računalnom programu »Cesta« Calculations in computer program »Cesta«

Po završetku definiranja profila u svim osima izračunavaju se svi potrebni parametri projekta šumske ceste. Mogu se provjeriti ukupne količine iskopa i nasipa te dijagram raspodjele zemljane mase, tzv. linija mase. U sklopu izbornika »Količine« nalaze se ovi izračuni:

- ⇒ iskop i nasip
- ⇒ iskop po slojevima
- ⇒ oblaganje humusom i iskop humusa



Slika 8. Primjer poprečnog profila s pripadajućim izračunima u računalnom modulu »Trasa«

Fig. 8 An example of cross section with the corresponding calculations in the computer module »Trasa«

- ⇒ asfalt i tampon kolnika te hodnika
- ⇒ rigoli i drenaže
- ⇒ bankine i berme
- ⇒ jarci
- ⇒ planum i pokosi iskopa, nasipa.

2.8.1 Izbornici i ostali alati računalnog programa »Cesta« – Menus and other tools of computer program »Cesta«

Sučelje se računalnog programa »Cesta« sastoji od nekoliko različitih izbornika koji korisnika vode odabranim funkcijama. Ponajprije je tu izbornik »Projekt« preko kojega se može otvoriti pojedina datoteka s već postojećim podacima. Ako ne postoji posao koji je već u tijeku, funkcija »Nova varijanta« nudi kreiranje novoga projekta. Opcija »Generalni podaci« pruža mogućnost provjere prema prije definiranim propisima. Također se daju i opcije o ustroju kolničke konstrukcije te početnim brojevima profila, tjemena te stacionaže. »Radno područje« je funkcija u kojoj se definira koje će se područje u »Situaciji« prikazivati kao originalna postavka pogleda. Iz toga se izbornika pristupa i opciji ispisivanja koja ima definirane postavke ispisa svakoga pojedinoga crtanoga priloga. »Opcije« su programa također ponuđena opcija u navedenom izborniku pri čemu nude određivanje faktora

iscrta i ispisa apscise i ordinate, uključivanja pomoćnih alata te izgleda stacionaže.

Izbornik »Teren« sadrži funkcije koje se isključivo odnose na sve operacije vezane uz situaciju. Ručni je unos operativnoga poligona ranije opisan i predstavlja ulazni podatak za sve ostale funkcije računalnog programa. Po završenom je projektu moguće izraditi i ispisati »Elaborat iskolčenja«. Sljedeća skupina funkcija sudjeluje u stvaranju konkretnoga terena, a sastoji se od »Visinskih točaka«, »Linija po profilima«, »Točkama po profilima«, »Povezivanja točaka« te izrade »Slojnice – slojničkoga plana«. Funkcije dodatnoga iscrtavanja pomoćnih elemenata omogućuju korisniku ručno iscrtavanje pojedinih sastavnica projekta koje se mogu pojaviti, a nisu ugrađene u sam računalni program. Taj izbornik sadrži učitavanje podataka iz digitalnih zapisa.

Izbornik »Situacija« ima brojne mogućnosti koje se također odnose isključivo na pogled »Situacija« i iz drugih pogleda nema mogućnosti odabira. Funkcija »Trase« korisniku daje priliku da unutar istoga projekta može izraditi veći broj trasa, što ima svojih prednosti kada se radi o projektima cesta koje se spajaju. »Editiranje tjemena« već je opisana funkcija koja na temelju terenskih podataka pridjeljuje pozicije poligonih točaka s njihovim osnovnim parametrima. U

sklopu toga izbornika postoji i opcija prikaza svih postojećih horizontalnih krivina s ispisom vizura, izračunom kutova te svim glavnim elementima horizontalnih kružnih lukova. Skupina funkcija vezanih uz profile sadrži editiranje profila te obračun profila radi njihova prikaza u »Uzdužnom presjeku«. Nadalje, u tom se izborniku nalaze i opcije definiranja tehničkih propisa, područja raskrižja te prikaz ispisa pojedinih željenih dionica. U samoj »Situaciji« postoji i opcija izmjere udaljenosti između pojedinih objekata, slaganje prikaza za ispis karata te pogodnost ubacivanja teksta s dodatnim komentarima.

Izbornik »Uzdužni profil« (UP) sadrži funkcije potrebne za kreiranje uzdužnoga presjeka ceste. Svi se podaci o uzdužnom presjeku »povlače« iz terenskih podataka te horizontalnih profila iz »Situacije«. Taj izbornik sadrži brojne mogućnosti uređivanja postojećih podataka izvedenih iz prije izračunatih profila. Funkcija »Editiranje tjemena« daje korisniku mogućnost uklapanja nivelete u teren sa svim svojim elementima, a projektirane se vertikalne krivine mogu u svakom trenutku pregledati u »Ispisu tjemena«. Od ostalih funkcija promatranoga izbornika dodane su brojne opcije od kojih većina nije iskoristiva s gledišta problematike projektiranja šumskih cesta zbog zakonske regulative. To su:

- ⇒ vitoperenje
- ⇒ mostovi
- ⇒ tuneli
- ⇒ jarci
- ⇒ drenaže
- ⇒ ispusti
- ⇒ propusti
- ⇒ pomak nivelete.

Izbornik »Poprečni profil« (»PP«) pruža korisniku mnoštvo funkcija kojima se prikazuje i uređuje pojedini poprečni profil. Svim se funkcijama pristupa isključivo iz pogleda »Poprečni profil«. Funkcija »Gornji ustroj kolovoza« daje priliku određivanja debljine i tipa kolničke konstrukcije. Zbog ukupne razine sigurnosti i ugodnosti prometovanja moguće je uređivanje proširenja svakoga pojedinoga profila. U izborniku »PP« definiraju se i uređuju odvodni jarci, određuju se pokosi iskopa i nasipa te unose građevinske kategorije materijala. Svaki se od poprečnih profila dorađuje pomoćnim iscrtavanjem, a dodana je i pogodnost umetanja teksta. Prikaz podataka o poprečnim profilima također je jedna od funkcija u sklopu toga izbornika. Zadnja se skupina ponuđenih funkcija odnosi na projektiranje javnih cesta i za projektiranje se šumskih prometnica ne koristi (jarci izvan tijela ceste lijevo i desno te zaštitne ograde sredina, lijevo, desno).

Ostali izbornici omogućuju korisniku izradu troškovnika iz prije definiranih ili korisnički definira-

nih cjenovnih baza podataka. Tada se kreira dokaznica mjera i konačan troškovnik sa svim sastavnicama (količine po radnom zahvatu, jedinične i ukupne cijene po radnom zahvatu i po skupini radova). Program »Cesta« nudi i opciju kreiranja »3D modela« koji ne radi baš kako je bilo očekivano. Zadnji je od izbornika »Pregled« koji omogućuje prebacivanje pogleda u prozorima i ispis svakoga od njih.

2.9 Alati i napredne opcije računalnoga modula »Trasa« – *Tools and advanced options of computer module »Trasa«*

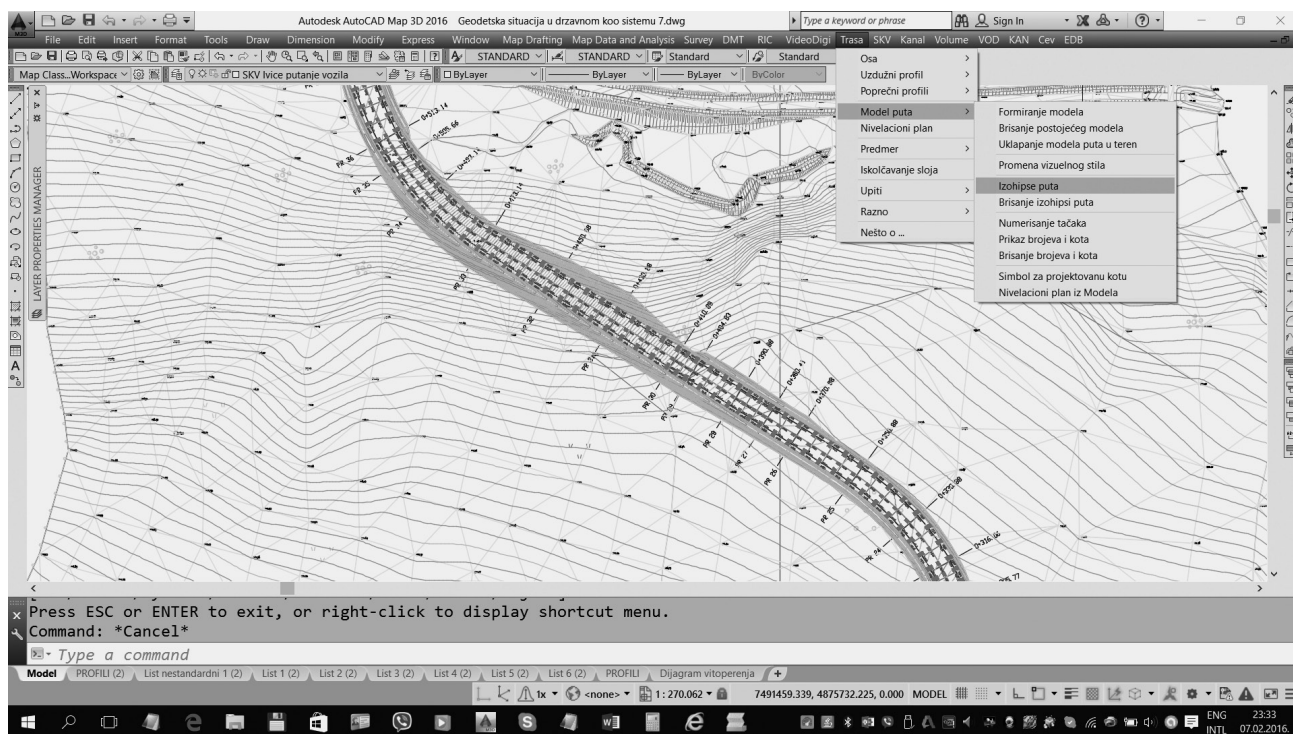
U sklopu računalnoga modula »Trasa« obuhvaćeni su brojni izračuni potrebni za izradu dokaznice mjera, odnosno predmjera radova i konačno troškovnika. Razlikuju se ovi izračuni: »Skidanje humusa«, »Široki iskop«, »Iskop stepenastoga zasjeka«, »Iskop odvodnih jaraka i propusta«, »Izrada nasipa«, »Planiranje kosina s humusiranjem«, »Nabijanje podtla«, »Valjanje postelji- ce« i dr.

Osim spomenutih modul »Trasa« ima i ove mogućnosti, iako su se neke od njih rijetko upotrebljavale ili se do sada nisu primjenjivale pri projektiranju šumskih cesta:

- ⇒ formiranje nivelacijskoga plana ceste i nivelacija raskrižja
- ⇒ projektiranje okretnica i serpentina
- ⇒ iscrtavanje izohipsi kolnika, bankina, bermi
- ⇒ proračun podataka za iskolčenje trase na terenu pojedinačno za svaki sloj
- ⇒ formiranje »3D modela« projektirane ceste na »Situaciji« i uklapanje u »Digitalni model terena« ako postoji
- ⇒ zaobljavanje rubnjaka na raskrižju ili kružnom toku pomoću trocentričnih krivina
- ⇒ simulacija kretanja vozila na cesti, u raskrižju i kružnom toku, svih postojećih tipova vozila u nas, kao i izvangabaritnih (nestandardnih) vozila
- ⇒ računsko određivanje proširenja ceste u krivini zasnovano na simulaciji kretanja mjerodavnoga vozila
- ⇒ prikaz projektirane ceste na Google Earthu
- ⇒ postavljanje znakova privremene i stalne prometne signalizacije.

3. Rasprava i zaključna razmatranja *Discussion and conclusions*

Općenito gledajući, postojeći računalni programi (Nevečerel 2010) nisu usko specijalizirani za projektiranje šumskih cesta. Oni pružaju velike mogućnosti



Slika 9. Izohipse na modelu ceste u računalnom modulu »Trasa«

Fig. 9 Contour lines on road model in the computer module »Trasa«



Slika 10. Prikaz na Google Earthu dobiven iz računalnoga modula »Trasa«

Fig. 10 Display on Google Earth obtained from computer module »Trasa«

koje su, najčešće, u potpunosti iskoristive samo pri projektiranju javnih cesta. Takvi su široko primjenjivi (opći) računalni programi pri projektiranju šumskih cesta tek djelomično iskoristivi. Suvremeno projektiranje šumskih cesta razumijeva stalno praćenje razvoja računalnih programa te njihovo prilagođavanje postojećim zakonskim odredbama i tehničkim uvjetima za šumske prometnice. Projektiranje šumskih cesta, u usporedbi s projektiranjem javnih cesta, ima svoje brojne posebnosti koje nisu uzete u obzir pri dizajniranju računalnih programa primarno namijenjenih projektiranju javnih cesta. Stoga pri rješavanju specifičnih šumarskih problema primjenom općih programa za projektiranje cesta često nastaju za projektanta i nerješivi problemi.

Uspoređujući postojeća rješenja (»Cesta«) koja se primjenjuju za potrebe projektiranja šumskih cesta u Republici Hrvatskoj sa suvremenim rješenjima u svijetu, pružamo vodećim projektantima šumskih cesta mogućnost pravodobnoga odabira. Stalna je težnja projekatana šumskih cesta izrada kvalitetnijih i sukladnim projekata šumskih cesta. Pri tome moramo pratiti trendove razvoja šumarske cestogradnje (niskogradnje) i prilagođavati se eventualnim promjenama tehničkih uvjeta za projektiranje šumskih cesta.

U prijašnjim su istraživanjima (Lepoglavec i dr. 2010, 2011) analizirana dva računalna programa (programska paketa) – »ROADPAC« i »ROADENG«. Prikazane su njihove prednosti i nedostaci uz kritički osvrt u odnosu na trenutačno korišten računalni program »Cesta«. Budući da se ništa nije promijenilo, nastavili smo se koristiti postojećim rješenjima za izradu projekata šumskih cesta, iako smo nebrojeno puta isticali da to nije i optimalno rješenje.

Prilagođavanje mogućnostima neadekvatnoga alata koji je zastario i koji se više ne razvija korak je unatrag koji nas udaljava od ideje o sukladnim i kvalitetnim glavnim/izvedbenim projektima šumskih cesta. Problem se nalazi u načinu prikupljanja terenskih podataka te njihovu prebacivanju i primjeni u sklopu računalnoga programa »Cesta«. Ručni unos pretpostavlja klasičnu metodu izmjere koja daje dovoljno dobre podatke ako se školski pridržavamo svih prije naučenih pravila. Svako nenamjerno odstupanje od njih dovodi točnost podataka u domenu upitnoga. Prijelazno rješenje definitivno pronalazimo u suvremenoj metodi izmjere pri čemu dobivamo znatno preciznije i kvalitetnije terenske podatke, ali ponekad preskačemo pojedine bitne korake u procesu nastajanja nove šumske prometnice – u našem slučaju (najčešće) šumske ceste. Takav pristup daje vrlo precizno izmjerene podatke poprilično nepreciznoga prilagođavanja stanju na terenu. I sve to možemo vrlo

dobro obraditi upotrebom postojećega alata – računalnoga programa »Cesta«, ali jednako tako sve to možemo napraviti i pomoću računalnoga modula »Trasa«. Prednost je »Trase« u tome što puno preciznije izračunava i prikazuje postojeće stanje na terenu, a to je omogućeno brojnim alatima u sklopu programskoga sustava »Survey«. Sve nabrojeno je uspoređeno i obrađeno na stvarnim primjerima pri čemu se pokazalo da su izračuni gotovo identični i prihvatljivi u oba slučaja, za oba alata. Pitanje koje izlazi iz svega dosad prikazanoga jest pa gdje je onda razlika. A razlika se nalazi upravo u prilagodbi suvremenim rješenjima i cijelovremenomu razvoju pojedinoga računalnoga programa/modula.

Današnji razvoj tehnologije donio je vrlo sofisticirane načine prikupljanja podataka koji minimaliziraju mogućnost pogreške uvjetovane mnogim terenskim prilikama. Iako je razvoj spomenute tehnologije (Basa i Juraj 2011) od njihove pojave na tržištu 90-ih godina prošloga stoljeća tehnološki znatno napredovao, mi ju još uvijek nismo počeli primjenjivati. Riječ je o laserskom skeniranju, kojim se dobiva izuzetno velik broj snimljenih točaka, što se naziva »oblak točaka«, tzv. »point cloud«. Predmetna tehnologija omogućuje beskontaktnu 3D izmjeru objekata u prostoru i izmjeru velikoga broja točaka s visokom točnosti, na kratkim udaljenostima i kratkim vremenskim intervalima. Primjena takve tehnologije traži i računalne programe koji mogu obraditi takvu količinu podataka te u tom trenutku vidimo najveću prednost računalnoga modula »Trasa« koji, kako smo i napomenuli prije, »razvija te usklađuje s grafičkim okruženjem i standardima AutoCAD-a«. Činjenica jest da je ta opcija unošenja i obrade omogućena tek pojavom AutoCAD Civil 3D verzije 2010. godine, a alati računalnoga programa »Trasa« izuzetno precizno i točno izrađuju »Digitalni model terena«. Time se otvara novo, suvremeno razdoblje projektiranja šumskih prometnica koje znatno ubrjava izmjeru terena i vrlo precizno navodi na najbolja prostorna rješenja budućih šumskih cesta te ostalih kategorija cesta i putova koje susrećemo u svom projektantskom poslu. U kombinaciji suvremenih tehnologija s pratećim računalnim modulima napokon se dobiva prilika za izradu kvalitetnijih i sukladnih glavnih/izvedbenih projekata šumskih cesta. A to bi se moglo ostvariti upotrebom računalnoga modula »Trasa« jer njezin razvoj traje i dalje.

4. Literatura – References

- AutoCAD Civil 3D 2011 User's guide, Tutorials, Best practices.
Basa, L., I. Juraj, 2011: Oblak točaka i AutoCAD Civil 3D 2011. Ekscentar, 14: 34–39.

Herald, L., 1999: Using of ROADENG system for pre-project documentation processing, and designing of optimal variant of forest road trace. 11th International Scientific Conference, October 18–20, 1999. VUTFAST, Brno, 15–18.

Janić, M., 2015: 2. Međunarodno savjetovanje: Šumsko inženjerstvo jugoistočne Europe – Stanje i izazovi. 28–30. listopada, 2015, Goč, Srbija, Prezentacija *.pptx

Lepoglavec, K., H. Nevečerel, I. Papa, 2010: Programski paket za projektiranje javnih i šumskih prometnica »ROAD-PAC«. Nova mehanizacija šumarstva, 31: 53–64.

Lepoglavec, K., I. Potočnik, T. Pentek, Ž. Tomašić, A. Poje, M. Mihelič, 2011: Programski paket za projektiranje šumskih prometnica »RoadEng«. Nova mehanizacija šumarstva, 32: 39–51.

Nevečerel, H., 2010: Dizajniranje teorijskog modela i izrada računalnog programa za projektiranje šumskih prometnica. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu: 1–233.

Pičman, D., T. Pentek, B. Mikić, 1997: Planiranje i projektiranje šumskih prometnica primjenom osobnog računala. Šumarski list, 121(11–12): 609–616.

ROADENG, 2012: Tutorial for Resource Roads, Softree, Canada, 1–117.

Rochkind, M., J., 2004: Advanced Unix Programming, Second Edition. Addison-Wesley, 1–112.

Svetić, S., A. Sok, 2008: The Basics of 64-Bit Computing. Engineering review: znanstveni časopis za nove tehnologije u strojarstvu, brodogradnji i elektrotehnici, 28 (2): 119–130.

Šikić D., B. Babić, D. Topolnik, I. Knežević, D. Božičević, Ž. Švabe, I. Piria, S. Sever, 1989: Tehnički uvjeti za gospodarske ceste. Znanstveni savjet za promet Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, Zagreb, 1–78.

<www.softdata.si/cesta/news.htm> (08. 03. 2015.)

Abstract

Comparison of Computer Program »Cesta« and Computer Module »Trasa« – Similarities and Differences

Designing of forest roads involves the performance of many specific tasks. Each of the tasks requires the expertise and the use of appropriate tools. There are many computer programs that are used for designing public roads and forest roads. This paper shows the comparison of the existing solution, the computer program »Cesta« (Road) and the modern computer module »Trasa« (Route). Possibilities of each tool are shown and their functionality is tested on specific examples. The computer program »Cesta« is often used in Croatia and its possibilities are very well known among designers of forest roads. The paper presents the main views (situation, longitudinal profile, cross sections), and additional tools that are rarely used for designing forest roads. Deficiencies cannot be removed because the computer program »Cesta« ceased to develop, and it is, therefore, difficult to adjust to possible changes in legislation and technical requirements for forest roads. On the other hand, the computer module »Trasa« is a new tool for us that is still evolving in line with the needs of the user. The paper describes the structure and function menus required for the master/detailed design of forest roads. The working principle is explained and new solutions are presented that can make the computer module »Trasa« a potentially better solution if its design methodology is adjusted to new technologies. Designers of forest roads have always made efforts to upgrade the quality of designing forest road, trying to introduce uniformity and standardization, and it is up to them to choose an appropriate solution.

Keywords: designing, computer programs, computer modules, forest roads

Adrese autorâ – *Authors' addresses:*

Doc. dr. sc. Hrvoje Nevečerel *
e-pošta: hnevecerel@sumfak.hr

Dr. sc. Ivica Papa
e-pošta: papa@sumfak.hr

Prof. dr. sc. Tibor Pentek
e-pošta: pentek@sumfak.hr

Dr. sc. Kruno Lepoglavec
e-pošta: lepoglavec@sumfak.hr

Sveučilište u Zagrebu
Šumarski fakultet
Zavod za šumarske tehnike i tehnologije
Svetošimunska 25
10 000 Zagreb
HRVATSKA

Izv. prof. dr. sc. Milorad Janić
e-pošta: milorad.janic@sfb.bg.ac.rs

Dušan Stojnić, dipl. ing. šum.
e-pošta: dusan.stojnic@sfb.bg.ac.rs

Sveučilište u Beogradu
Šumarski fakultet

Kneza Višeslava 1
11 000 Beograd

SRBIJA

* Glavni autor – *Corresponding author*

Primljeno (*Received*): 17.09.2015.

Prihvaćeno (*Accepted*): 11.12.2015.