

Programski paket za projektiranje javnih i šumskih prometnica »ROADPAC«

Kruno Lepoglavec, Hrvoje Nevečerel, Ivica Papa

Nacrtak – Abstract

Projektiranje je šumskih prometnica vrlo važna faza u gospodarenju šumama i šumskim bogatstvima. Projektiranje se šumskih cesta sastoji od dviju podfaza. Prva, terenska podfaza, razumijeva prikupljanje svih terenskih podataka koji su nužni za izradu glavnoga projekta šumske ceste. Druga, uredska podfaza, sastoji se od unosa podataka dobivenih terenskom izmjerom u računalni program, obrade tih podataka te ispisa svih sastavnica glavnoga projekta šumske ceste. Upotrebom novih računalnih programa uvelike se smanjuje vrijeme potrebno za izradu kompletnog glavnog projekta. Danas postoje mnogi računalni programi koji su specijalizirani u prvom redu za projektiranje javnih cesta od kojih se neki ističu mogućnošću primjene u šumarstvu pri projektiranju šumskih cesta. Jedan je takav programski paket opisan u radu.

Programski paket ROADPAC razvijen je u tvrtki »Pragoprojekt« iz Praga. Namijenjen je izradi cjelokupne projektne dokumentacije potrebne za izgradnju autocesta, javnih i šumskih cesta. Radi u operativnom sustavu Windows (sve verzije do Win 7), sučelje je programa interaktivno, što omogućuje stalnu kontrolu svih presjeka šumske ceste prilikom obrade i korekcije podataka. Važnije je obilježje ovoga programskoga paketa povezanost s AUTOCAD-om. To omogućuje detaljniju obradu podataka i u drugim programima koji podržavaju format .DXF, olakšava ispis same projektne dokumentacije u različitim mjerilima i formatima papira. Opisani su programi i potprogrami paketa kojima se izrađuje projekt šumske ceste te prikazan postupak unosa i obrade podataka u značajnijim programima za izradu projekta šumske ceste.

U zaključnim su razmatranjima opisane neke prednosti programskoga paketa ROADPAC u odnosu na program »Cesta« koji se koristi u Hrvatskoj.

Ključne riječi: programski paket ROADPAC, projektiranje, javne ceste, šumske ceste

1. Uvod – Introduction

Programski paket ROADPAC je interaktivna aplikacija za operativne sustave Windows (sve verzije do Win 7) razvijena u tvrtki »Pragoprojekt« iz Praga. Namijenjen je izradi cjelokupne projektne dokumentacije potrebne za izgradnju javnih i šumskih cesta. Funkcionira na principu CAD-ovih programa, sastoji se od više potprograma (modula), od kojih svaki omogućuje unos podataka i izračun točno određenih dijelova projektne dokumentacije. Grafički se prilozi (Situacija, Uzdužni i Poprečni profil) ispisuju u samom programu, ali je ponuđen i izbor izvoza (*export*) u datoteke HP-GL ili DXF za rad u programu AUTOCAD (programu je dodana kratica

RoadCAD) gdje se dalje svi crtani prilozi jednostavno dopunjuju, popravljaju i ispisuju.

Najvažnije značajke ROADPAC-a jesu:

- ⇒ jednostavno korištenje funkcija paketa (programa RDPX),
- ⇒ dijaloško uređivanje ulaznih podataka (program RDPX),
- ⇒ brzo stvaranje različitih alternativnih rješenja,
- ⇒ interaktivna grafička kontrola projektirane ceste na zaslonu,
- ⇒ nezavisno grafičko sučelje (ROADPAC – PLOTFILE),
- ⇒ spajanje na digitalni model terena (DTM) koji je povezan sa sustavom,

- ⇒ interaktivna suradnja s grafičkim softverom AUTOCAD i DXF uvozom i izvozom crteža,
- ⇒ paket je spreman za dodavanje modula koji pripremi korisnik uz uporabu zajedničkoga sučelja.

2. Struktura paketa ROADPAC

Structure of ROADPAC package

U ROADPAC-u su važna dva direktorija:

- ⇒ direktorij podataka (trenutačni direktorij),
- ⇒ direktorij programa (direktorij ROADPAC).

Direktorij podataka je direktorij u kojem su spremjene sve podatkovne datoteke paketa ROADPAC. Obično postoji jedan odvojeni direktorij dodijeljen za svaki projekt, ali u slučaju potrebe nekoliko projekata može dijeliti isti direktorij.

Direktorij programa je direktorij u kojem su pohranjeni programski moduli ROADPAC-a zajedno s nekim podatkovnim datotekama koje su potrebne za rad programa. Pri instalaciji paketa može se odabrati bilo koji direktorij.

2.1 Baza podataka – Data base

U programskom paketu ROADPAC pojam »baza podataka« ili »trenutačni direktorij« označuje direktorij u kojem se spremaju sve podatkovne datoteke koje se odnose na jedan projekt.

Ime se podatkovne datoteke sastoji od imena datoteke (zadano je ime ceste) i formata datoteke (3 znaka), koji opisuje vrstu datoteke.

Kada je projekt kreiran, stvoren je popis cesta imena Project.TRS u direktoriju podataka projekta. Taj se popis cesta automatski obnavlja svaki put kada se koristi novo ime ceste u projektu.

2.2 Upravljanje paketom ROADPAC

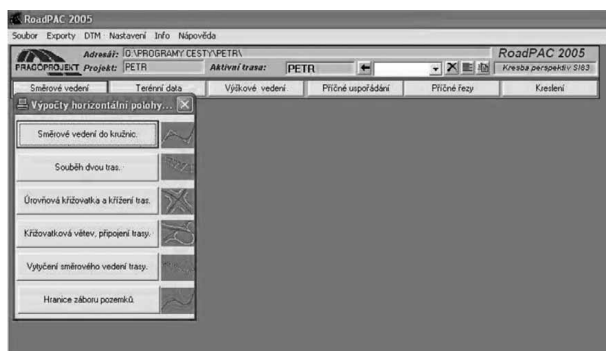
Managing ROADPAC package

U programskom paketu ROADPAC naziv »projekt« predstavlja skup cesta zajedno s modelom podataka terena, a pojam »cesta« se odnosi na jednu cestu koja je projektirana ovim paketom.

U sklopu se paketa ROADPAC za definiranje imena cesta i projekata koriste znakovi A – Z i 0 – 9 (bez dijakritičkih znakova). Tako se osigurava povratna kompatibilnost sa starijim verzijama ROADPAC-a.

2.3 Glavni izbornik – Main menu

Pri pokretanju programskoga paketa ROADPAC na zaslonu se pojavljuje glavni upravljački panel koji nudi, u prvom izborniku na lijevoj strani (izbornik Datoteka), postavljanje glavnih parametara: ime projekta, ceste i položaj direktorija podataka. U gornjem



Slika 1. Početni izgled zaslona programskoga paketa ROADPAC s glavnim izbornicima

Fig. 1 Initial appearance of the display of software package ROADPAC with the main menus

se fiksnom dijelu izbornika čitavo vrijeme prikazuje trenutačno važeći direktorij podataka, ime projekta, ime ceste i trenutačni broj programa u paketu. U retku ispod gornjega dijela dijaloškoga panela postoji šest izbornika. Klikom na neki od njih pristupa se pojedinoj grupi programa paketa.

2.4 Funkcije izbornika »Datoteka« – Functions of menu File

Funkcije se u ovom izborniku koriste za definiranje imena projekta i za održavanje datoteke ROADPAC.JOB – popis projekata. Izbornik uključuje ove funkcije:

- ⇒ **START** (funkcija brze pomoći) koristi se samo u slučajevima »smrzavanja« dijaloga programa, funkcija deblokira sve elemente panela,
- ⇒ **NOVI PROJEKT** služi za stvaranje novoga projekta (ime se projekta sastoji od najviše 10 znakova (A – Z, 0 – 9), a ime ceste od najviše 6 znakova (A – Z, 0 – 9),
- ⇒ **OTVORI PROJEKT** – funkcija za odabir aktivnoga projekta s popisa u datoteci ROADPAC.JOB,
- ⇒ **BRISANJE PROJEKTA** – funkcija za brisanje projekta iz popisa u datoteci ROADPAC.JOB; program briše podatke o projektu u datoteci ROADPAC.JOB, ali podaci u direktoriju podataka nisu izbrisani, također program ne dopušta brisanje aktivnoga projekta, već je potrebno postaviti drugi projekt kao aktivni i onda obrisati odabrani projekt,
- ⇒ **POPIS CESTA** – funkcija koja služi za aktivaciju cesta, može biti postavljena tako da se označi cesta iz popisa u kombiniranom okviru, a također i klikom na gumb smještenom lijevo od kombiniranoga okvira,
- ⇒ **IZLAZ** prekida program.

Tablica 1. Grupe programa u programskom paketu ROADPAC**Table 1** Group of programs in software package ROADPAC

| 1. Grupa Izračun situacijskoga nacrt Group 1 <i>Calculation of Horizontal Alignment</i> | 2. Grupa Podaci o terenu i geologija Group 2 <i>Terrain data and Geology</i> | 3. Grupa Uzdužni presjek Group 3 <i>Vertical Alignment</i> | 4. Grupa Poprečna obrada Group 4 <i>Cross Arrangement</i> | 5. Grupa Poprečni presjeci Group 5 <i>Cross Sections</i> | 6. Grupa Crteži Group 6 <i>Drawings</i> |
|---|--|--|--|---|---|
| RP12 Situacijski nacrt <i>Horizontal Alignment</i> | DTM Digitalni model terena <i>Digital Terrain Model</i> | RP31 Uzdužni presjek <i>Vertical Alignment</i> | RP41 Automatska obrada detalja prema ČSN <i>Automatic grading details according to ČSN</i> | RP51 Dizajniranje poprečnih presjeka <i>Cross Sections Construction</i> | RP34 Crtanje uzdužnoga profila <i>Drawing of Longitudinal profile</i> |
| VIAAXI Interaktivna obrada situacijskoga nacrt <i>Interactive Horizontal Alignment</i> | RP27 Poprečni presjeci terena <i>Terrain Cross Sections</i> | VIANIV Interaktivna obrada uzdužnoga presjeka <i>Interactive Vertical Alignment</i> | RP43 Obrada detalja, proširenja, poprečnih nagiba <i>Grading details, widening, superelevation</i> | RP71 Izračun zemljanih radova <i>Earthworks Calculation</i> | RP53 Crtanje poprečnih presjeka <i>Drawing of Cross Sections</i> |
| RP14 Razmjena (premještanje) platformi <i>Interchange Ramps</i> | RPPP Uzdužni presjek terena <i>Longitudinal Terrain Section</i> | | RP45 Detaljne visinske točke <i>Detailed elevation points</i> | RP72 Količina materijala u slojevima <i>Volumes of Construction Layers</i> | RP76 Crtanje dijagrama rasporeda zemljanih masa <i>Drawing of Mass-Haul Diagram</i> |
| RP15 Raskrižje cesta <i>Intersection of Roads</i> | RP28 Dodavanje geoloških i pedoloških podataka <i>Addition of Geology</i> | | RP46 Detaljne položajne točke <i>Detailed coordinates points</i> | RP80 Rekonstrukcija kolnika <i>Pavement Reconstruction</i> | RP83 Crtanje 2D i 3D prikaza <i>Drawing of Perspective Views</i> |
| RP16 Odnos dviju cesta <i>Relation of Two Roads</i> | RP29 Uklanjanje humusa <i>Stripping of Topsoil</i> | | | | |
| RP61 Postavljanje ceste <i>Road Setting Out</i> | | | | | |
| RP77 Granica tijela ceste <i>Boundary of Land Acquisition</i> | | | | | |

2.5 Programi paketa ROADPAC – Applications of ROADPAC package

Izdvojeni su i opisani najvažniji programi paketa ROADPAC koji se koriste u projektiranju šumskih cesta.

Izbor se pojedinih programa paketa ROADPAC obavlja izbornikom smještenim u donjem retku fiksnoga dijela dijaloškoga panela. Programi su prvih pet grupa programi za izračun podataka, a šesta grupa uključuje grafičke programe za pripremu crteža.

Ulazni se podaci dobivaju ispunjavanjem i uređivanjem tablica, ili klikom na upravljačke gumbe postavljene na obrascima koji se pojavljuju na zaslonu računala.

Program RP12 »Situacijski nacrt« služi za izradu situacijskoga nacrt šumske ceste. Program izračunava u koordinatnom sustavu podatke o dijelovima središnje osi ceste koja se sastoji od ravnina, krivulja i posebnih oblika krivulja. Pojedini se element može definirati kao fiksni, rotacijski, pomični (slobodan) ili spojen. Svaki element definiraju najviše dvije točke kroz koje središnja os ceste može, ali ne mora proći, ovisno o vrsti elementa.

Program RP27 »Poprečni presjeci terena« izračunava poprečne presjeka terena iz podataka s područja istraživanja. Alternativno se program može koristiti za interpolaciju poprečnih presjeka terena. Ulazni se podaci programa »Poprečni presjeci terena« sastoje od pet podatkovnih blokova.

Program RP28 »Dodavanje geoloških i pedoloških podataka« služi za dodavanje ili ispravljanje geoloških ili pedoloških podataka u datoteci Poprečni presjeci terena (.STR). Prije korištenja ovoga programa datoteka .STR mora biti kreirana (npr. preko programa RP27 Poprečni presjeci terena ili stvaranjem preko DTM-a). Ulazni se podaci za definiranje geoloških slojeva i ulazni podaci za definiranje gornjega sloja tla pripremaju neovisno.

Program RP31 »Uzdužni presjek« primjenjuje se za izračun uzdužnoga presjeka određenoga tangentama. Izračun se uzdužnoga presjeka može obaviti prije ili poslije izračuna situacijskoga nacrtu ili ocjenjivanja detalja, ali svakako prije izračuna poprečnoga presjeka. Uzdužni je presjek određen fiksnom visinom poligona koji je definiran točkama lomova nivele i točkama početka i kraja svake tangente vertikalne krivine. Ulazni se podaci za program »Uzdužni presjek« pripremaju u tri bloka podataka. Neke tablice, ovisno o vrsti zadatka, mogu biti izostavljene.

Programom RP34 »Crtanje uzdužnoga profila« dizajnira se datoteka koja sadrži simbolički crtež uzdužnoga profila. Datoteka ima strukturu PLOTFILE i ekstenziju .034. Ta datoteka, slično kao i sve ostale datoteke tipa PLOTFILE, može biti prepoznata na raznim grafičkim periferijama uključujući i grafičke prikaze računala iz IBM PC kompatibilnih serija. Za pokretanje programa moraju postojati sljedeće datoteke (s obzirom na vrstu posla): okomito poravnanje (.SNI), glavne točke ceste (.SHB), stacionaža (.SSS), poprečni presjeci terena (.STR), poprečni presjeci ceste (.SPR) i uzdužni profili terena (.SPP). Podaci o stacionaži i/ili visini iskopa preuzimaju se bilo iz .SSS ili .SPR datoteka ili mogu biti definirani u tablicama ulaznih podataka. Podaci o uzdužnom profilu tla također se dobivaju iz dvaju izvora, bilo iz .STR datoteke, ili iz .SPP datoteke ili simultano iz obiju datoteka. Ulazni podaci programa RP34 »Crtanje uzdužnoga profila« pripremaju se pomoću pet kartica postavljenih na obrascu. Svaka kartica sadrži jednu ili više tablica koje se sukcesivno pojavljuju na zaslonu.

Program RP41 »Automatska obrada detalja prema ČSN« priprema osnove za oblikovanje širine ceste u skladu s načelima novoga češkoga nacionalnoga standarda (ČSN) 736101 (objavljen 2004) koji se temelji na izračunu osi ceste i situacijskoga nacrtu. Za odabranu kategoriju i projektiranu brzinu kretanja program generira potpune informacije (ulazne podatke) za opći program RP43, koji tada obavlja izračun ocjenjivanja detalja, a zatim program RP51 dizajnira poprečne presjeke. Program je dizajniran za rješavanje detalja autocesta i cesta s jednim i dva prometna traka. Lokalne ceste (prema češkom nacionalnom standardu /ČSN/ 73 6110) nisu predmet ovoga programa.

Program RP51 »Dizajniranje poprečnih presjeka« konstruira poprečne presjeke, koristi vlastite ulazne podatke i rezultate programa RP43 (obrada detalja, proširenja, poprečnih nagiba), RP31 (uzdužni presjek) i RP27 (poprečni presjeci terena). Ovaj program može pratiti programe RP53 (crtanje poprečnih presjeka), RP83 (crtanje 2D i 3D pogleda) i RP71 (izračun zemljanih radova).

Program RP71 »Izračun zemljanih radova« dizajniran je za obradu količina zemljanih radova prilikom projektiranja kao završni program za određivanje količine iskopa i nasipa. Program se može koristiti tek nakon što se kreira datoteka .SPR (poprečni presjeci) putem programa RP51. Količine se iskopa i nasipa izračunavaju između susjednih presjeka.

Program RP80 »Rekonstrukcija kolnika« koristi arhivu datoteka o horizontalnom i vertikalnom poravnanju ceste i datoteku poprečnih presjeka tipa ROADPAC, odnosno rezultate programa RP12, RP31, RP43 i RP51. Arhiva datoteka horizontalnoga i vertikalnoga poravnanje ceste može biti alternativno izrađena pomoću odgovarajućih programa sustava (VIAAXI, VIANIV). Program ima nekoliko faza i razina izračuna, koje se automatski odabiru temeljem dostupnih podataka u arhivi datoteka.

Program RP83 »Crtanje 2D i 3D prikaza« koristi se kao završni program postupka projektiranja ceste kod raznih perspektiva gledanja u 2D ili 3D prikazu.

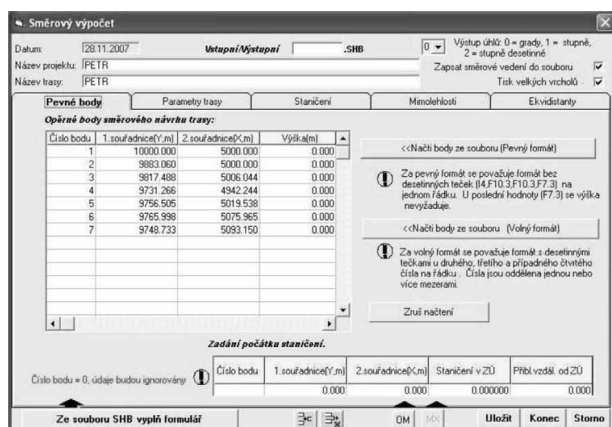
»VIANIV« je program za interaktivno oblikovanje i uređivanje situacije. Program je dio programskog paketa ROADPAC, ali može raditi i kao samostalni program izvan paketa. VIANIV je povezan s paketom preko standardnih binarnih podatkovnih datoteka tipa .SNI (situacija), .SHB, (uzdužni presjek), .SSS (stacionaža) i .SPP (uzdužni profil terena). Uz datoteku .SNI, program automatski kreira datoteku .XNI koja uključuje podatke o uzdužnom presjeku i fiksnim točkama u formatu XML.

3. Primjena paketa ROADPAC pri projektiranju šumskih cesta – *Use of ROADPAC package for designing Forest Roads*

3.1 Definiranje poligonih točkaka i smjera horizontalnih krivina – *Defining of polygonal points and direction of horizontal curves*

U rubriku *Pevné body* unose se glavne (poligone) točke trase (sa svojim koordinatama Y i X) koje određuju opći izgled šumske ceste u tlocrtu – osovinski poligon (slika 2).

Sljedeći je korak unos pravaca i krivina koje se nalaze između poligonih točaka trase šumske ceste –



Slika 2. Unos koordinata poligonih točaka

Fig. 2 Input of coordinates of polygon points

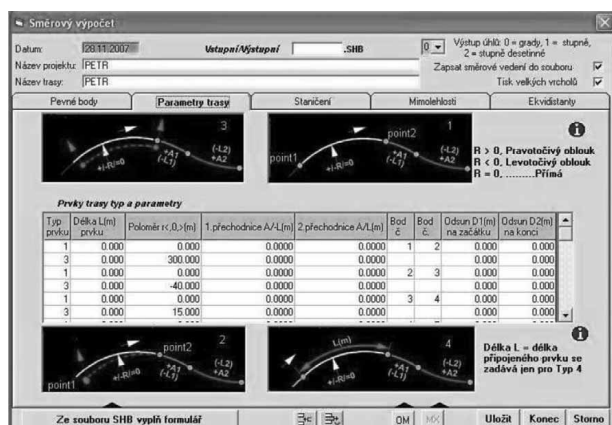
Parametri trasy. Svaki je pravac ili krivina prikazan kao poseban segment. Upisuje se pojedina kategorija (1 za pravac, 3 za krivinu), radijus krivine (pozitivna vrijednost kada je u pitanju desna krivina te negativna vrijednost za lijevu krivinu) te početna i završna glavna točka za svaki segment.

Posljednji je korak, pri ubacivanju poligonih točaka i horizontalnih krivina trase šumske ceste, unos podataka o stacionaži u rubrici *Staničení*. Postoje dvije mogućnosti unosa podataka:

⇒ *Staničeni zadané krokem* – stacionažu unosimo u jednakim koracima u slučaju kada znamo samo početne i završne točke trase šumske ceste.

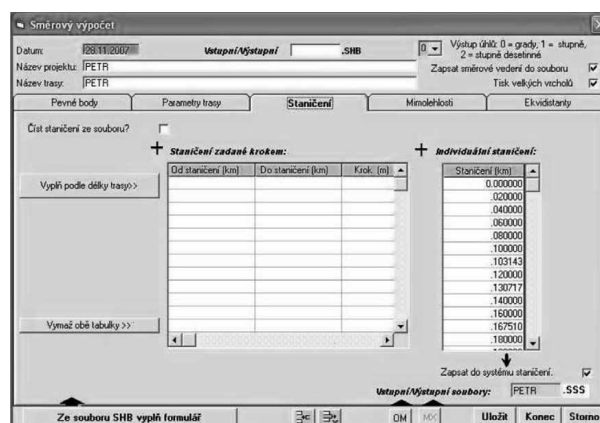
⇒ *Individuální staničení* – ukucava se stacionaža svakoga od profila.

Kada završimo s unosom svih podataka o stacionaži, označujemo opciju koja te podatke zapiše u za to predviđene datoteke. To je nužno jer se većina naknadnih izračuna temelji na tom principu. Svi su



Slika 3. Podaci u izborniku *Parametry trasy*

Fig. 3 Data from the menu Parametry trasy



Slika 4. Unos stacionaža poligonih točaka

Fig. 4 Input of station of polygon points

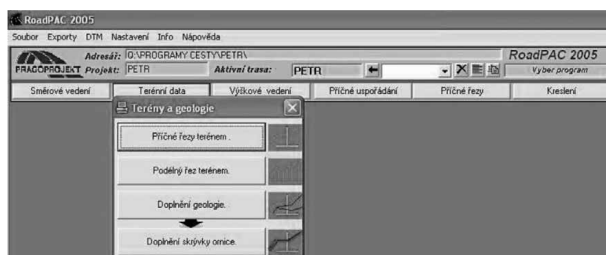
podaci pohranjeni i posao se završava klikom na funkciju *Konec*.

Pri prijelazu na sljedeći potprogram treba izračunati sve podatke koji su do toga trenutka uneseni. Na glavnom se izborniku klikne na funkciju *Výpočet*. Po završetku se dobiva informacija je li izračun završen bez pogreške ili je tijekom izračuna došlo do pogreške. Svi su izračuni pohranjeni u tekstualne datoteke gdje se nalaze i kodovi mogućih pogrešaka. Pomoću kodova je lako odrediti zašto je došlo do pogreške i sukladno tomu ponovo unijeti ispravne podatke. Konačno se klikom na gumb *Dokončit* (Završi) zauzima potprogram.

Postupak po kojem se izvodi izračun za sve je potprograme jednak, ali su računalni algoritmi za pojedine potprograme različiti. Svaki potprogram na kraju rada (naredba *Výpočet*) zapiše i pohrani posebnu tekstualnu datoteku s izračunima koji se mogu ispisati i dodati projektnoj dokumentaciji.

3.2 Unos podataka o poprečnim i uzdužnim profilima – *Input data on cross section and longitudinal profiles*

Za unos se podataka o poprečnim presjecima, uz pomoć potprograma *Terénni data*, odabire *Poichéne ōezu*



Slika 5. Potprogram za unos podataka o terenu

Fig. 5 Subprogram for entry of terrain data

Slika 6. Unos podataka o poprečnom profilu terena

Fig. 6 Input data on terrain cross section profile

terénem, a za uzdužni profil *Podélný řez terénem*. Ako postoje detaljnije informacije o geologiji terena, dodaju se pomoću opcije *Doplňni geologie*.

Za svaki se poprečni profil posebno unose ovi podaci (slika 6):

- ⇒ *Staničení* (km) – stacionaža točke u kojoj je izmjeren poprečni profil,
- ⇒ *Podrobné body profilu* – detaljne točke poprečnoga profila:
 - ✓ *Výška* – visina svake točke (m),
 - ✓ *Vzdál. od osy* – udaljenost od vertikalne osi profila (m), (negativna vrijednost predstavlja odmak točke na lijevu stranu od osi ceste, pozitivna vrijednost odmak točke na desnu stranu od osi ceste, a vrijednost 0 os ceste).

Kada se unesu podaci o svim poprečnim profilima, rad se završava klikom na funkciju *Konec* pri čemu se obavi izračun podataka. Ako su podaci ispravno uneseni, program daje informaciju kako je izračun napravljen bez pogreške te u tekstualnu datoteku zapisuje stacionažu svakoga profila.

Potom se nastavlja s upisom podataka potrebnih za izračun uzdužnoga profila. U uzdužnom se profilu unose ovi podaci (slika 7):

- ⇒ *Staničení* – stacionaža profila trase šumske ceste (km),
- ⇒ *Výška* – nadmorska visina profila trase šumske ceste (m).

U ovom se prozoru, uz pomoć potprograma *Výškovce*, nastavlja s unosom podataka za izračunavanje nivelete. Upisuje se:

- ⇒ *min. polomir vert. zakřivení* – minimalni polomir vertikalne krivine,
- ⇒ *opírné tijelo návrhu nivelety* – lomne točke nivelete, to su početna točka trase šumske ceste, sve točke gdje se niveleta lomi te završna točka trase šumske ceste, a svaka mora sadržavati:

- ✓ broj lomne točke,
- ✓ stacionažu lomne točke,
- ✓ nadmorsku visinu lomne točke.

⇒ *parametry návrhu nivelety* – parametri nivelete, upisuju se redni brojevi lomne točke nivelete, tj. u kojoj se točki nastavlja sljedeći segment nivelete definiran nagibom:

- ✓ broj lomne točke,
- ✓ *Bod A/B* – točka A/B, početna (A) i završna (B) točka svakoga segmenta nivelete,
- ✓ *Spád* – nagib (%) unosi se kao vrijednost 0, jer program sam izračunava nagib loma nivelete,
- ✓ *R* – radijus u metrima, unosi se vrijednost 1000, a program sam izračunava optimalan radijus.

Slika 7. Unos podataka o uzdužnom profilu terena

Fig. 7 Input data on terrain longitudinal profile

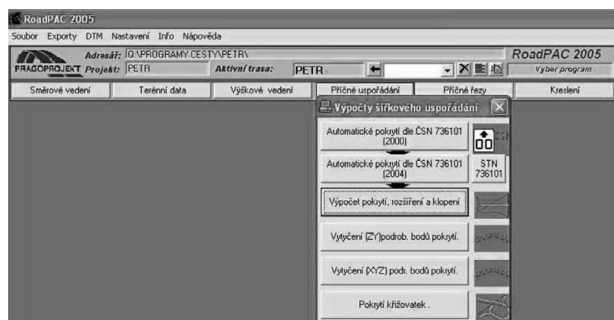
Slika 8. Unos podataka o niveleti šumske ceste

Fig. 8 Data entry of vertical alignment of Forest Road

Baš kao i u svakom potprogramu, tako se i ovdje, na kraju, izračun izvršava opcijom *Výpočet* i dovršava klikom na *Dokončit*. Program u tekstualnu datoteku upisuje stacionažu i nadmorske visine lomnih točaka te dužine i nagib svakoga segmenta nivelete.

3.3 Unos dodatnih podataka o poprečnim profilima – Input of additional data on cross section profiles

Po izračunu se nivelete, uzdužnoga profila i poprečnih profila terena, prelazi na unos svih parametara potrebnih za izračun i iscrtavanje širine kolnika u pravcu i u krivinama. To se obavlja unutar potprograma *Poičné uspořádání* (elementi poprečnih profila), odabirom opcije *Výpočet pokrytí, rozšíření a klopení* (za izračun proširenja i poprečnih nagiba, slika 9).

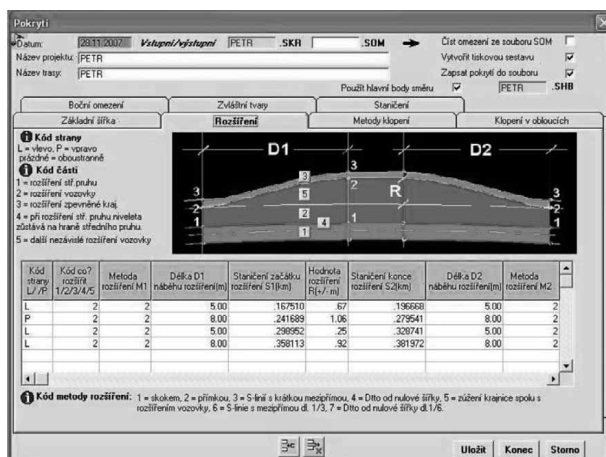


Slika 9. Izbornik za izračun proširenja kolnika, poprečnih nagiba i definiranje raskrižja

Fig. 9 Menu for calculating pavement extensions and cross slope and defining the intersection

Pri definiranju širine kolnika u tablicu se unosi širina kolnika u metrima te početna i krajnja točke trase šumske ceste, uz uvjet da je širina kolnika duž cijele trase jednaka. U protivnom se unose početna i krajnja točka dionice. Sljedeći je korak unos podataka o proširenju kolnika u pravcima i krivinama, pri čemu se upisuju ovi podaci:

- ⇒ *Kod strany* – strana kolnika, L je proširenje kolnika na lijevu stranu, a P na desnu, dok prazno polje znači da se proširenje kolnika izvodi simetrično na obje strane kolnika,
- ⇒ *Kod co rozšíření* – element trase koji se proširuje, u prikazanom primjeru unesen je broj 2, što znači da proširujemo kolnik,
- ⇒ *Metoda rozšíření M1/M2* – proširenje kolnika od/do (m), u prikazanom je slučaju metoda obilježena brojem 2, što znači kontinuirano proširenje,
- ⇒ *Délka nabihu rozšíření D1/D2* – duljina kontinuiranoga proširenja od/do (m), dužina pro-



Slika 10. Unos podataka o proširenju kolnika

Fig. 10 Data entry of pavement extension

širenja koja prolazi od početnoga profila do željene vrijednosti prije krivine ili obrnuto,

- ⇒ *Staniční začátek rozšíření* – stacionaža točke početka proširenja (km),
- ⇒ *Hodnota rozšíření* – vrijednost proširenja u krivini (m),
- ⇒ *Staniční konec rozšíření* – stacionaža točke kraja proširenja (km).

Proširenje u krivini ili proširenje u pravcu raspoznaje se po stacionaži početne i završne točke proširenja, što osigurava brz pregled i otkrivanje mogućih pogrešaka nastalih pri unosu podataka.

Mogu se upisati i podaci o poprečnom nagibu kolnika u pravcima pomoću opcije *Metody klopení* i poprečni nagib kolnika u krivinama – *Klopení v obloucích*. Pri poprečnom nagibu šumske ceste u pravcu moraju biti uneseni ovi podaci (slika 10):

- ⇒ *metoda* – oblik poprečnoga nagiba kolnika,
- ⇒ *platnost od* – stacionaža od koje se počinje koristiti odabrana vrsta poprečnoga nagiba (km),
- ⇒ *zákl. spád* – poprečni nagib kolnika u postocima (%).

Pri definiranju poprečnoga nagiba kolnika u krivinama potrebno je unijeti (slika 11):

- ⇒ *orientace oblouku* – smjer krivine, 1 za krivine koje skreću u lijevo, 2 za krivine koje skreću u desno,
- ⇒ *strana* – stranu na koju je kolnik nagnut, L za nagib lijevo, P za nagib desno,
- ⇒ *délka vzestupnice* – dužinu pravca ispred krivine (m),
- ⇒ *plné klopení od staniční* – stacionažu početka poprečnoga nagiba u krivini (km),
- ⇒ *plné klopení hodnota* – vrijednost poprečnoga nagiba kolnika (%),

| Orientace oblouku 1/2 | Strana L/P | Délka vstupu (m) | Plné klopení od stanění (km) | Plné klopení do stanění (km) | Plné klopení (km) | Délka sestupnice (m) |
|-----------------------|------------|------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------|----------------------|
| 1 L | L | 5.00 | 0.200000 | 3.00 | 0.400000 | 5.00 |
| 2 P | P | 4.00 | 0.400000 | 3.00 | 0.600000 | 4.00 |

Slika 11. Unos podataka o poprečnom nagibu kolnika

Fig. 11 Input of data on longitudinal pavement slope

- ⇒ *plné klopení do stanění* – stacionažu završetka poprečnoga nagiba u krivini (km),
- ⇒ *delka sestupnice* – dužinu ceste u krivini (m).

Kad se unesu svi potrebni podaci i završi s izračunima, potprogram zapisuje podatke u opsežnu tekstualnu datoteku. U jednom su dijelu te datoteke podaci o vrsti proširenja u pravcima i njihove dužine, strana proširenja kolnika u krivini i smjer poprečnoga nagiba kolnika u krivini. U drugom se dijelu datoteke nalaze podaci o širini i poprečnom nagibu kolnika za svaki poprečni profil, posebno za lijevu, a posebnu za desnu stranu kolnika.

Zadnji izbornik koji zahtijeva unos podataka je *Poične ozezy* (poprečni profili). U ovom se potprogramu, uz pomoć opcije *Výpočet poičných rezu* (izračunavanje poprečnih profila), uređuju ovi parametri pojedinoga poprečnoga profila:

1. *Násyp* – pokos nasipa (slika 12):

- ⇒ *Kod strany* – strana poprečnoga profila, na kojoj se strani nalazi pokos nasipa, opcija L je za lijevu, a P za desnu stranu,
- ⇒ *Platnost od/do* – stacionaža početne i završne točke pokosa nasipa,
- ⇒ *Typ svahu* – vrsta iskazivanja nagiba, u prikazanom je slučaju nagib broj 3 – nagib tipa 1:x,
- ⇒ 1: x_1 – nagib pokosa nasipa, u prikazanom slučaju svi pokosi nasipa imaju jednak nagib, 1:1.5.

2. *Výkop* – pokos iskopa (slika 13):

- ⇒ *L/P* – strana poprečnoga presjeka na kojoj se nalazi iskopna kosina, opcija L je za lijevu, a P za desnu stranu,
- ⇒ *Platnost od/do* – stacionaža početne i završne točke iskopne kosine (km),
- ⇒ *Typ svahu* – vrsta nagiba, u prikazanom slučaju odabran je nagib pod brojem 3 tipa 1 : x,
- ⇒ 1 : x_1 – nagib iskopne kosine, u prikazanom primjeru sve iskopne kosine imaju jednak nagib 1 : 1.

Preostale se sastavnice tablice ne ispunjavaju, one su namijenjene projektiranju zahtjevnijih cesta od šumskih. Obrazac je za unos podataka interaktivan, odmah po unosu podataka u lijevom se prozoru vidi izgled budućega poprečnoga profila.

Slijedi stvaranje .SPR datoteke koja okuplja sve informacije o poprečnim profilima. Iz ove se datoteke poslije povlače sve potrebne informacije za iscrtavanje poprečnih profila. Za njezino su nam kreiranje nužne ove tri datoteke:

- ⇒ datoteka .SNI – u njoj nalazimo podatke o niveleti,

| Kod strany L/P | Platnost od/do | Platnost do/do | Typ svahu | Nagib |
|----------------|----------------|----------------|-----------|-------|
| P | 0.000000 | 0.200000 | 3 | 1.50 |
| L | 0.200000 | 0.200000 | 3 | 1.50 |
| L | 0.200000 | 0.300000 | 3 | 1.00 |
| L | 0.300000 | 0.300000 | 3 | 1.50 |
| P | 0.300000 | 0.300000 | 3 | 1.50 |

Slika 12. Unos podataka o pokosima nasipa

Fig. 12 Data entry of fill slopes

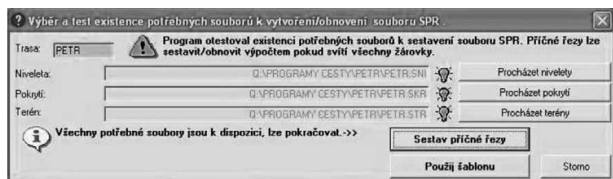
| Kod strany L/P | Platnost od/do | Platnost do/do | Typ svahu | Nagib |
|----------------|----------------|----------------|-----------|-------|
| L | 0.000000 | 0.200000 | 3 | 1.00 |
| P | 0.200000 | 0.200000 | 3 | 1.00 |
| P | 0.200000 | 0.300000 | 3 | 1.00 |
| L | 0.300000 | 0.300000 | 3 | 1.00 |
| L | 0.300000 | 0.300000 | 3 | 1.00 |

Slika 13. Unos podataka o pokosima iskopa

Fig. 13 Data entry of cut slopes

- ⇒ datoteka .SKR – sadrži podatke o proširenju kolnika, nagibima kosina nasipa i iskopa te poprečnim nagibima kolnika,
- ⇒ datoteka .STR – u kojoj su objedinjeni podaci o terenu.

Sve su tri pobrojane datoteke stvorene unutar odgovarajućih funkcija pojedinih potprograma, a kreirane su svaki put kad smo završili posao i pritisnuli opciju izračun podataka. Prije nego što se kreiraju poprečni profili klikom na gumb *Sestav poprečne ozezy* (iscrtavanje poprečnih profila) program provjerava da li se u bilo kojoj od triju ulaznih datoteka pojavila pogreška. Ako pogreške nema, uz naziv se datoteke pojavi signal (žuta lampica), što znači da je s datotekom sve u redu. Tek kada se aktiviraju sve tri žute lampice, moguće je kliknuti na gumb *Sestavi* (slika 14.)



Slika 14. Provjera ispravnosti datoteka (.SNI, .SKR, .STR) prije iscrtavanja poprečnih profila

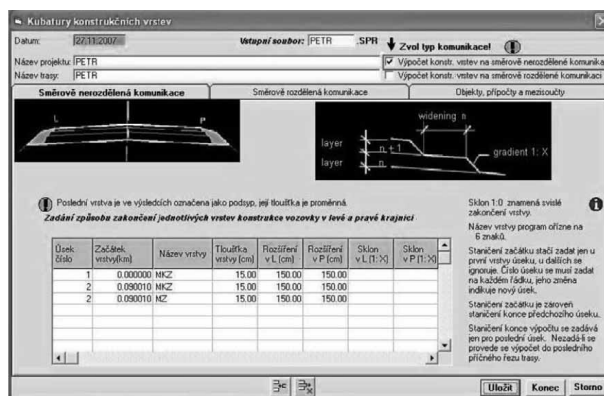
Fig. 14 Checking file (.SNI, .SKR, .STR) before plotting cross section profiles

Nakon kreiranja poprečnih profila nastavlja se s unosom podataka pod opcijom *Výpočet kubatur* (izračun obujma), gdje se ispunjava samo stacionaža početne i završne točke trase šumske ceste. Druge podatke program preuzima iz datoteke .SPR, koja je izrađena pri izračunu poprečnih profila. Rezultat se zapisuje u tekstualnu datoteku, koja sadrži podatke za svaki poprečni profil o količini iskopa i nasipa u kvadratnim metrima te za sve segmente između dvaju susjednih profila (m^3) – kumulativni iskop i kumulativni nasip. U drugom se dijelu datoteke nalazi tablica s površinama (m^2) humusa koji treba ukloniti s trase.

3.4 Dizajniranje kolničke konstrukcije (gornjega stroja) – Design of pavement structures (upper layer)

Debljina se svakoga sloja kolničke konstrukcije definira uporabom opcije *Kubatury konstrukčních vrstev* (obujam pojedinoga sloja kolnika). Uređuju se ovi parametri:

- ⇒ *Úsek číslo* – broj segmenta, segmente označavamo uzastopnim brojevima 1, 2, 3 itd.,
- ⇒ *Začátek vrstvy* – mjesto početka određenoga sloja pojedinoga segmenta (km),



Slika 15. Unos podataka o slojevima kolničke konstrukcije

Fig. 15 Input data of pavement structure layers

- ⇒ *Název vrstvy* – vrsta i naziv pojedinoga sloja,
- ⇒ *Tloušťka vrstvy* – debljina sloja (cm),
- ⇒ *Rozšíření v L/P* – širina sloja u lijevo i u desno od središnje osi trase (cm),
- ⇒ *Sklon v L/P* – nagib sloja u lijevo ili u desno, ispunjava se samo u slučaju ako je jedan od slojeva različita nagiba od ostalih.

Broj se slojeva u kolniku duž trase šumske ceste može razlikovati pa je predviđena mogućnost unosa dvaju slojeva i više njih na pojedinom segmentu ceste. Za svaki se sloj zasebno popunjava tablica, a oni nose isti broj i istu poziciju početka. Početak jednoga sloja također znači kraj prethodnoga sloja pojedinoga segmenta ceste (slika 15).

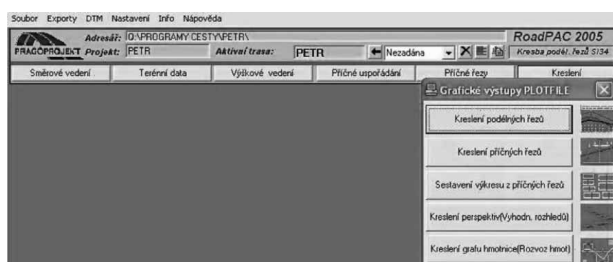
Rad se u tablici okončava standardnim postupkom: klikne se na izračun i provjeri rezultate u tekstualnoj datoteci. U tekstualnu se datoteku upišu potrebne količine materijala za svaki segment donjega i gornjega stroja ceste. Te su količine dane, za svaki poprečni profil segmenta, za svaki segment zasebno te ukupno za čitavu trasu projektirane šumske ceste.

Ovime je dovršen posao unosa podataka povezanih s projektiranom trasom šumske ceste. Budući da je program interaktivan, redoslijed unosa podataka u potprograme vrlo je važan. Prikazani redoslijed unosa podataka pokazuje strukturu programa ROADPAC, koji predstavlja logičan slijed rada i omogućuje pravilnu izradu projekta.

3.5 Ispis grafičkih priloga – Print of graphic items

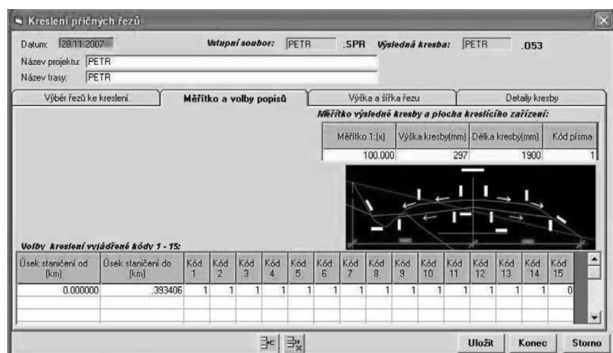
Kada su odrađeni svi potrebni izračuni i dobiveni rezultati bez pogrešaka (sadržani u pojedinim tekstualnim datotekama), slijedi priprema i izrada situacije, crtanih uzdužnih i crtanih poprečnih profila pomoću potprograma *Kreslení* (slika 16).

Potprogram nudi opciju iscrtavanja dijagrama raspodjele zemljanih masa. Omogućeno je i raspoređi-

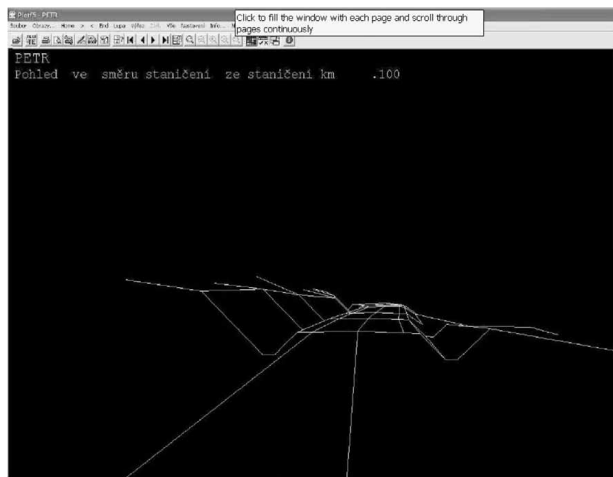


Slika 16. Potprogram za ispis crtanih priloga
Fig. 16 Subprogram for printing drawing items

vanje poprečnih profila na crtanom dijelu prikaza. Pri iscrtavanju poprečnih profila uređuje se mjerilo, veličina područja u kojem će poprečni profili biti iscrtni (o veličini područja ovisi broj vidljivih ispisanih poprečnih profila), raspon (mogućnost određivanja sekcije za ispis) u kojem će profili biti iscrtni. Po završetku se svi ti podaci zapisuju u novu datoteku (slika 17).



Slika 17. Odabir parametara ispisa poprečnih profila
Fig. 17 Selection of print parameters of cross section profiles



Slika 18. 3D pogled projektirane šumske ceste u smjeru vožnje
Fig. 18 3D view of the projected forest road in travel direction

Sve navedeno za crtane poprečne profile vrijedi za uzdužni profil i za dijagram raspodjele zemljanih masa. Na kraju program nudi opciju ispisa crtanih priloga i/ili izvoz podataka u formatu .DXF za daljnje uređivanje crteža u AUTOCAD-u. Korisno je i iscrtavanje 3D pogleda na bilo koju točku na osi ceste (slika 18). Iscrtni se 3D prikazi mogu redati jedan za drugim, što simulira vožnju po trasi projektirane šumske ceste.

4. Zaključna razmatranja – Concluding Remarks

Programski paket ROADPAC je, u usporedbi s drugim računalnim programima, jedan od boljih računalnih programa za projektiranje šumskih cesta. Iako nije primarno i ciljano razvijen za projektiranje šumskih cesta, već se njime (prema ocjenama stručnjaka koji se bave projektiranjem javnih cesta) mogu vrlo uspješno projektirati sve kategorije javnih cesta (pa i autoceste), to nimalo ne umanjuje njegovu primjenu u šumarskoj cestogradnji. Češki su programeri vodili računa o najsitnijim detaljima, sučelje je programa interaktivno (promjene napravljene u jednom presjeku ceste odmah se odražavaju na drugim presjecima) i pregledno, vrlo jednostavno za projektantov rad. Potprogrami i izbornici unutar njih su logično posloženi i razumljivi. Sam je slijed unosa i obrade terenskih podataka strukturiran u suglasju s pravilima struke, logičan je i lako pratljiv, projektant u svakom trenutku zna do koje je faze obrade podataka i izrade projektne dokumentacije stigao te vrlo brzo izračunava i obrađuje sve podatke nakon unosa. Također nudi različite mogućnosti uklapanja nivelete šumske ceste i brzo izračunava podatke o razlikama u količinama iskopa i nasipa za različite inačice. Velika je prednost programa povezanost s AUTOCAD-om pa je moguća obrada i u drugim grafičkim i dizajnerskim programima koji podržavaju format .DXF. Mogućnost pogleda u 3D pridonosi boljemu uklapanju šumske ceste u teren i lakšemu definiranju budućih raskrižja ili spojeva s cestama.

U usporedbi s programom »Cesta« slovenske tvrtke Softdata koji se koristi kao službeni program za projektiranje šumskih cesta u Hrvatskoj, daleko je dorađeniji, jednostavniji i izbornici i nema manjkavosti koje su uočene u programu »Cesta« pri korekciji podataka, gdje svaka eventualna pogreška pri unosu pozicije pojedinoga tjemena znači i odbacivanje svih podataka koji su uneseni nakon pogreške, jer podaci nisu u »stalnoj vezi« kao kod programskog paketa ROADPAC.

Programski je paket ROADPAC odličan odabir za računalnu izradu projekata šumskih cesta i dobar predložak za neka rješenja u izradi novih programa za projektiranje šumskih prometnica.

5. Literatura – References

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

<http://www.roadpac.cz/dokumentace.aspx>

<http://www.roadpac.cz/novinky.aspx>

<http://www.brial.cz/>

<http://www.zive.cz/tiskove-zpravy/roadpac-aplikace-pro-efektivni-navrh-silnic-a-dalnic/sc-5-a-138334/default.aspx>

Abstract

»ROADPAC« Software Package for Designing Public and Forest Roads

Designing forest roads is a very important phase in the management of forests and forest resources. The design of a forest road consists of two sub-phases. The first, field sub-phase, involves the collection of field data necessary for making the project of forest roads. The second is an office sub-phase, which consists of entering data, obtained by field survey, in a computer program with the aim of making the main project of forest roads and printing all the elements of the main forest road project.

Using new computer software greatly reduces the time needed for completing the main design. Today there are many computer programs that are primarily specialized in the design of public roads, some of which stand out with their applicability in forestry in the design of forest roads. This paper describes such a software package.

The ROADPAC software package was developed by the company »Pragoprojekt« from Prague. It was aimed at developing the whole project documentation for the construction of highways, and public and forest roads. It works in Windows (all versions up to Win 7), the interface is an interactive program that allows continuous control of all sections of forest roads during input and correction of data. One of the important features of this software package is that it is tied to AUTOCAD. It provides detailed data processing and other applications that support DXF format making it easy to print the project documentation in different scales and paper formats.

In ROADPAC package, a specific program is selected in the menu located in the bottom row of the fixed part of the panel dialog. The programs of the first five groups are programs for calculating the data, while the sixth group includes graphics programs, for the preparation of drawings;

Group 1: Calculation of Horizontal Alignment

Group 2: Terrain Data and Geology

Group 3: Vertical Alignment

Group 4: Cross Arrangement

Group 5: Cross Sections

Group 6: Drawings

Input data are obtained by completing and editing tables, or by clicking on the controls placed on forms that appear in the computer screen.

Subprograms are presented in Table 1 and further in the text some subprograms that are essential in making the project of forest roads are explained;

⇒ Program RP12 »Horizontal Alignment« is used to create situational draft of forest roads,

⇒ Program RP27 »Terrain Cross Sections« calculate cross-sections from field data,

⇒ Program RP28 »Addition of Geology« is used to add or correct geological and soil data in the file,

⇒ Program RP31 »Vertical Alignment« is used to calculate the longitudinal section,

⇒ Program RP34 »Drawing of Longitudinal Profile« is a designing file that contains symbolic drawing of the longitudinal profile,

⇒ Program RP41 »Automatic grading details according to ČSN« prepares the basis for shaping the road width in accordance with the principles of a new Czech national standard (CSN) 736 101 (published in 2004), which is based on the calculation of the axis of the road and situational draft,

⇒ Program RP51 »Cross Sections Construction« constructs cross-sections, using their own input data and results from RP43, RP31 and RP27. This program can monitor programs RP53, RP83 and RP71,

⇒ Program RP71 »Earthworks Calculation« is designed to handle the amount of earthworks in the design as the final program for the determination of the cut and fill,

⇒ RP80 Program »Pavement Reconstruction« uses the archive files on horizontal and vertical road alignments and cross sections of ROADPAC file type, or the results of RP12, RP31, RP43 and RP51,

⇒ Program RP83 »Drawing of Perspective Views« is used as the final process of designing the road program, with various perspective views in 2D or 3D,

⇒ »VIANIV« is a program for interactive design and editing situations. The program is a part of ROADPAC software package, but can operate as a standalone program outside of the package.

The section that follows deals with the entry and processing of data, required for the design of forest roads; Fig. 2 presents the entry of coordinates of polygon points. Fig. 4 shows the input of station, Fig. 5 shows the data input of the transverse terrain profile, while Fig. 7 shows the longitudinal profile entries. Further in the text, description is given of the program for data entry on cross section, pavement extensions, entering of details of the excavation and embankment slopes and finally the program for printing the project documentation and software for different perspective views (2D and 3D).

In the concluding remarks, some of the benefits of the ROADPAC program package are described in relation to the program »Cesta« commonly used in Croatia.

Keywords: »ROADPAC« software package, Design, Public Roads, Forest Roads

Adresa autorâ – Authors' address:

Kruno Lepoglavec, dipl. inž. šum.

e-pošta: lepoglavec@sumfak.hr

Dr. sc. Hrvoje Nevečerel

e-pošta: hnevecerel@sumfak.hr

Ivica Papa, dipl. inž. šum.

e-pošta: papa@sumfak.hr

Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Zavod za šumarske tehnike i tehnologije

Svetošimunska 25

HR-10 000 Zagreb

HRVATSKA

Primljeno (Received): 14. 9. 2010.

Prihvaćeno (Accepted): 1. 11. 2010.