

PLANIRANJE I PROJEKTIRANJE ŠUMSKIH PROMETNICA PRIMJENOM OSOBNOG RAČUNALA

THE USE OF PERSONAL COMPUTERS IN PLANNING AND DRAWING UP PLANS FOR FOREST ROADS

Dragutin PIČMAN*, Tibor PENTEK** i Branimir MIKIĆ***

Sažetak: Osobna računala se od 70-tih godina ovoga stoljeća počinju primjenjivati u problematici vezanoj uz šumske prometnice. Razvojem hardvera i poglavito softvera, osobna računala postaju nezaobilazan alat pri rješavanju problematike projektiranja i planiranja šumskih prometnica, odnosno simulacije terenskih prilika i odabira najpovoljnijih inačica mreže šumskih prometnica. Uporaba osobnih računala u Hrvatskoj je u određenom zaostatku za aktualnim programskim rješenjima u svijetu. Analiza postojećeg stanja i koraci koje treba poduzeti da bi se taj jaz smanjio, predmet su ovoga rada.

Ključne riječi: osobna računala, digitalni model terena, šumske prometnice, planiranje, projektiranje

UVOD – Introduction

U današnje vrijeme kada je uporaba osobnih računala ušla u sve segmente našega života, gotovo je nezamislivo govoriti o planiranju otvaranja određenog šumskog područja cestama, o njihovom prostornom rasporedu, i o samom projektiranju odabranih šumskih cesta bez svekolike pomoći osobnih računala.

U području šumarstva osobna računala se rabe kao vrlo učinkovito sredstvo rada za projektiranje šumskih cesta od početka 70-tih godina ovog stoljeća. U samom početku uvođenja osobnih računala u projektiranje šumskih cesta, računala su predstavljala samo zamjenu za klasičan način izradbe projektne dokumentacije i to:

- situacijskog nacрта
- uzdužnog presjeka
- normalnih presjeka
- crtanih poprečnih presjeka
- kubature zemljanih masa
- troškovnika.

Danas je uporaba osobnih računala daleko širega spektra, a posebice se primjenom GIS tehnologije i metoda izrađuju sveobuhvatna, cjelovita rješenja problematike otvaranja šumskog područja.

PROBLEMATIKA ISTRAŽIVANJA – Research Problems

Uporaba osobnih računala kod planiranja i projektiranja šumskih prometnica u Hrvatskoj

The use of personal computers in planning and drawing up plans for forest roads in Croatia

U Hrvatskoj 1988. bilježimo kao godinu u kojoj se prvi puta za potrebe projektiranja i izgradnje šumskih

cesta primjenilo osobno računalo. Te se godine u uporabi nalazi prvi program za projektiranje šumskih kamionskih cesta SILVIA (Silvae VIA), kojeg su izradili Ecimović i Meštrić za potrebe GPŠG Delnice. Program je izrađen pomoću Quick Basica i služio je za izradu projektne dokumentacije šumskih cesta.

*Doc. dr. sc. Dragutin Pičman, Šumarski fakultet Zagreb

**Tibor Pentek, dipl. inž., Šumarski fakultet Zagreb

***Mr. spec. Branimir Mikić, J.P. "Hrvatske šume", Uprava šuma Požege

Program možemo podjeliti u ove zaokružene cjeline:

- unos terenskih podataka (unos numeričkih podataka ili crtanje po ekranu)
- izradba više inačica projekta šumske ceste (čitav se rad odvija izravno na ekranu, gdje se uklapanjem nivelete u podatke uzdužnog profila terena istovremeno prati situacija na poprečnim profilima)
- izradba troškovnika svake inačice
- ispis i crtanje (pisane sastavnice projektne dokumentacije jesu: pisani uzdužni profil, kubatura zemljanih masa, troškovnik; crtane sastavnice su: situacija, crtani uzdužni profil, poprečni profili)

Programskim paketom SILVIA se po 1 km šumske ceste uštedi oko 54 % financijskih sredstava, dok je ušteda vremena utrošenog na obradbu podataka (obujma terenskih poslova je jednak) glede projektiranja klasičnim načinom još izraženija i iznosi oko 77 %. Ovi pokazatelji u potpunosti opravdavaju uporabu programa SILVIA, a pribrojimo li ovim prednostima i mogućnost izradbe više inačica buduće ceste i odabir troškovno najpovoljnije, prednosti ovog programa u odnosu na klasičan način projektiranja su nemjerljive.

U J.P. "Hrvatske šume" 1994. godine je izabran program CESTA kao najkvalitetniji programski paket za projektiranje šumskih cesta. Program je nastao u slovenskom poduzeću Softdata d.o.o Ljubljana i namijenjen je za uporabu u svim upravama šuma u Hrvatskoj, a cilj mu je izradba kvalitetnih, financijski povoljnijih i uniformnih projekata.

Program radi pod operativnim sustavom *Windows*, jednostavan je za uporabu i ne zahtijeva posebno znanje korisnika o računalima tako da je dostupan gotovo svakom korisniku.

Osnovne mogućnosti ove aplikacije su (Trtnik 1993):

- ⇒ kartiranje točaka operativnog poligona, detaljni terenskih točaka, topografskih elemenata, slojnica i ostalih sadržaja
- ⇒ izravan prijenos podataka sa terena u računalo
- ⇒ digitaliziranje elemenata terena s planova
- ⇒ vektoriziranje elemenata terena sa skeniranih planova
- ⇒ interaktivno postavljanje elemenata osi ceste tangentnom metodom te postavljanje horizontalnih krivina
- ⇒ definiranje položaja poprečnih profila
- ⇒ obračun terena za poprečne i uzdužne profile
- ⇒ interaktivno postavljanje nivelete ceste
- ⇒ interaktivno postavljanje propusta
- ⇒ interaktivno kreiranje poprečnih profila

- ⇒ obračun i izjednačenje zemljanih radova
- ⇒ mogućnost korekcije svih elemenata projekta
- ⇒ formiranje baze stavki i izradba troškovnika
- ⇒ ispis na pisač (elaborat iskolčavanja, pisani uzdužni profil, dokaznica mjera, troškovnik građevinskih radova)
- ⇒ crtanje grafičkih priloga projekta na pisač ili ploter (situacija, poprečni profili, uzdužni profili, grafikon rasporeda zemljanih masa).

Program također daje mogućnost slaganja crteža situacije, poprečnih i uzdužnih presjeka jednog do drugoga, tako da projektant istovremeno može promatrati što se događa na istim presjecima u različitim pogledima. Na taj se način daleko lakše formira niveleta šumske ceste, što je sigurno jedan od najstručnijih i najodgovornijih dijelova izradbe projekta.

U usporedbi s programskim paketom SILVIA, program cesta je u većini sastavnica kod projektiranja šumskih cesta otišao stepenicu više. Posebno se to odnosi na mogućnost izravnog unosa podataka snimljenih na terenu, digitaliziranje ili skeniranje geodetskih podloga. Riješeno je vitoperenje ceste, projektiranje odvodnih jaraka neposredno uz kolnik ili pak na mjestu dodira kosine iskopa i terena. Učitavanjem podataka isprojektirane ceste u *AutoCad* moguće je kreirati 3D slike uklapanja ceste u okoliš i simulaciju vožnje po cesti.

Iako program posjeduje mogućnosti projektiranja i drugih građevinskih objekata (nadvožnjaci, podvožnjaci, tuneli i dr.), što se u izgradnji šumskim prometnicama ne koristi i nije potrebno, ovo je za sada najlakši, najugodniji i najprecizniji alat za projektiranje na šumskim cestama u Republici Hrvatskoj.

Program CESTA može se prihvatiti kao dobar prijelazni oblik između dosadašnjih metoda rada u ovom području šumarstva i već prihvaćenih tehnika rada u svijetu, koje su bazirane na digitalnom modelu terena (DTM).

Geografski i zemljišni informacijski sustav (GIZIS)

Geographical and ground information system (GIZIS)

Geografski i zemljišni informacijski sustava (GIZIS) informatički je sustav o cjelokupnom zemljinom prostoru i namijenjen je njegovom uspješnom gospodarenju. Obuhvaća litosferu, hidrosferu, biosferu, atmosferu (Bruckner 1994).

GIZIS sustav ne dolazi sam, već je povezan s nizom stručnih informacijskih podsustava, a njegovo djelovanje zadire i u mnoga stručna područja.

GIZIS možemo podijeliti u dva odvojena sustava i to:

- ♦ GIS - geografski informacijski sustav,
- ♦ ZIS - zemljišni informacijski sustav.

GIS obuhvaća u užem smislu geografske objekte ko-

ji svojim sadržajem i točnošću odgovaraju zemljišnim kartama s mjerilom manjim od 1: 10 000.

ZIS obuhvaća zemljište, građevine, komunalne i druge slične objekte koji su definirani sa znatno većom točnošću, pa su izvođeni na planovima i zemljišnim kartama mjerila 1:500, 1:1 000, pa do 1: 10 000.

Za rješavanje zadataka u okvirima šumskih cesta važniji je GIS, budući je u izravnoj vezi s **digitalnim modelom terena (DTM)**. Uz ovaj naziv često se u praksi upotrebljavaju i drugi nazivi kao što su **digitalni model reljefa (DMR)** ili **digitalni model visina (DEM)**. No bez obzira koji naziv rabimo radi se o istoj metodologiji istraživanja.

Digitalni model terena (DTM) – Digital terrain model (DTM)

Početak razvoja digitalnog modela terena (*engl. Digital Terrain Model*) vezan je uz imena Miller i Laflamme (1958) koji su opisali teoretske postavke za uzradbu DTM-a kao i široke mogućnosti njegove primjene.

Već početkom 70-tih godina brojni su autori opisivali DTM, pa su se pojavili i autori koji su opise pokušali objediniti. Tako je El Ghazali (1974) napisao da je Jiwalai 1972. DTM opisao kao geometrijski prikaz djela Zemljine površine koji može biti pohranjen u memoriju računala na način da se u svakom trenutku, visina svake točke može izračunati iz planimetrijskih koordinata kojima je ta površina predstavljena.

Stefanovič i dr. (1977) opisali su DTM kao digitalni prikaz površine Zemlje pogodan za računsku obradu, a koji se sastoji od skupa točaka te iste površine određenih pomoću x, y, z koordinata i prikladnog programa za njihovu obradu.

Općenito se može reći da je DTM skup točaka nekog dijela površine Zemlje, čije su koordinate uređene i spremljene na medij koji omogućava računsku obradu.

Za rukovanje s DTM-om nužan je program koji omogućava unos i uređenje podataka, obradu podataka i analize, te prikazivanje podataka.

U načelu postoje tri načina uređenja i transformacije osnovnih podataka u određeni prikaz digitalnog modela terena (Fritsch & Pfannenstern, 1992):

- ♦ pomoću pravilne mreže
- ♦ pomoću nepravilne mreže trokuta
- ♦ uz istovremeno korištenje i pravilne i nepravilne mreže

Za praktičnu uporabu DTM-a potrebno je posjedovati specijalizirane računalske programe koji mogu doći neovisno ili u sklopu GIS ili CAD programskih proizvoda.

Svaki specijalizirani program za DTM mora sadržavati tri osnovna dijela (Murai i dr., 1992):

- ♦ za unos podataka,
- ♦ za obradu i analizu podataka,
- ♦ za prikaz podataka.

Unos podataka – Data input

Ulaznim ili osnovnim podacima za izradu DTM-a smatramo točke na površini zemlje sa svojim x, y, i z koordinatama. Značajke tih točaka o kojima treba voditi računa jesu: raspored točaka, gustoća točaka, način i oprema za izmjeru točaka.

O navedenim značajkama ovisi kvaliteta i točnost DTM-a.

Točke za prikazivanje reljefa mogu biti različito raspoređene, što je uvjetovano načinom njihove izmjere. Izmjera podataka može se obaviti: geodetskom izmjerom na terenu, fotogrametrijskom obradbom aero ili satelitskih stereo snimki, digitalizacijom karata. Digitalizacija karata izvodi se primjenom digitalizatora ili skeniranjem slojničkih karata i njihovom vektorizacijom.

Tablica 1: Izvor i oblik ulaznih podataka za izradu DTM-a (Kušan 1994)

Table 1: The source and form of the data input for DTM (Kušan, 1994)

Oblik podataka The form of the data	Izvor podataka - Source of data		
	Geodetska izmjera Geodetic measurements	Fotogrametrija Photogrametry	Digitalizacija karata Digitalization of the maps
Slojnice - Contours		*	*
Profili - Profiles		*	
Pravilna mreža - Standard net		*	
Mreža promjenjive veličine Variable net		*	
Pažljivo izabrane točke The carefully chosen points on the ground	*	*	
Karakteristične točke terena Characteristic points on the ground	*	*	*
Lomne crte terena Fraction lines of the ground	*	*	
Crte sa x, y koordinatama Lines with x,y coordinates			*

Obradba i analiza podataka – Data processing and data analysis

Pod pojmom obradbe podataka razumijeva se priprema podataka za specifične namjene i rukovanje tim podacima. Rukovanje sa podacima odnosi se na uobičajene postupke uređivanja i održavanja podataka u bazi. Kod provođenja tih postupaka mora se voditi računa da se prekinute ili novouspostavljene veze urede na način kako su uređeni svi ostali podaci DTM-a. Osim uobičajenih postupaka (logičko otkrivanje pogrešaka, sabijanje podataka, dodavanje i brisanje podataka i dr.), rabe se i postupci karakteristični za DTM (interpolacija, glaćenje slojnica, povezivanje crta i točaka pomoću

x i y koordinata na DTM-u, prevođenje podataka iz jednog koordinatnog sustava u drugi, trodimenzionalno prikazivanje terena).

Analizu podataka omogućavaju operacije koje se mogu izvoditi na DTM-a i s podacima DTM-a. Tu se misli na izračunavanje točnosti samoga modela, može se računati: površina DTM-a, volumene ispod ili iznad neke horizontalne ili kose razine, volumene iskopa i nasipa, profile, dogledanja i dr. Neki programi omogućavaju i izvođenje računskih operacija s DTM-ima istoga područja.

Prikaz podataka – Data output

Digitalni model terena može se prikazati u različitim oblicima. Najčešće se prikazivanje DTM-a temelji na perspektivnom prikazu iz određenog položaja i to:

- ♦ u obliku pravilne četverokutne mreže
- ♦ pomoću profila u x ili y smjeru
- ♦ u obliku slojnica

Ako želimo prikazati neku drugu promatranu veličinu na DTM-u, a to nije nadmorska visina, vrlo je praktično rabiti rasterski način prikazivanja, gdje se toniranjem ili bojanjem razina iste veličine, dobije vrlo pregledni DTM.

Osim do sada opisanih statičkih načina prikaza DTM-a, moguće je i dinamičko prikazivanje kada se položaj promatranja trodimenzionalnog prikaza može mijenjati; takvi prikazi najčešće služe za vremensku analizu.

Poseban način prikazivanja DTM-a je kada se snimka dobivena fotografskim ili nefotografskim načinom prevuče preko digitalnog modela terena. Tako se može dobiti slika terena iz ptičje perspektive u crno bijelim tonovima, ali i u stvarnim ili lažnim bojama.

DTM kao sredstvo rada pri rješavanju problematike vezane uz šumske ceste

DTM as a tool used in solving the problems related to forest roads

Kod otvaranja šumskih područja i izradbi optimalnog rasporeda šumskih cesta Dietz, Löffler, Knigge (1984) uporabljaju kao kartografske podloge i perspektivne prikaze šumskog terena digitalni terenski model (*DGM-digitale Geländemodell*). Oni također simuliraju terenske prilike primjenom **digitalnog simulatora terena** (DGS). Kao ulazne podatke rabe topografsku kartu sa slojnicama i osnovnim rasporedom šumskih cesta.

Shiba & Löffler (1990) uporabljaju digitalni model terena (DTM) pri planiranju optimalnog prostornog razmještaja šumskih prometnica. Oni koriste program pod imenom **TERDAS**, a svoja istraživanja provode u privatnim šumama (Schönsee-Drechselberg) na površini od 210 ha, u istočnoj Bavarskoj. Detaljan i kvalitetan program koji se odlikuje brzinom, omogućava za kratko vrijeme izradbu 4 inačice mreže šumskih cesta. Na osnovi svih istraženih čimbenika moguće je odabir najpogodnije inačice.

Shenglin (1990) se za određivanje najpovoljnijeg položaja šumskih cesta, te za određivanje troškova cost-benefit služi metodom IBM-xt osobnim računalom sa programskim paketom izrađenim u programskom jeziku FORTRAN. Obračun određivanja najpovoljnijeg položaja šumske ceste na osnovi raznih čimbenika izrađen je za površinu od 740 ha pokusne šume Maoer-Shan. Za sve radove u svezi s obračunom primjenom osobnog računala za jednu cestu dužine 200 m, potrebno je oko 20 min. posla.

Knežević (1990) je uporabio osobno računalo s perifernom jedinicom digitizerom za izvedbu optimalnog rasporeda šumskih cesta u prebornim šumama. Autor simulira stvarno stanje u g.j. Belevine i g.j. Kupjački Vrh. Programski jezik je HP Basic transformiran u GW Basic. Za izradbu cjelokupnog obračuna jednog odjela potrebno je 5-10 min.

Shiba (1992) koristi računalnu simulaciju terena koja je primjenjena u radu Shiba & Löffler (1990) i na isti način određuje 4 mogućnosti otvaranja te optimalnu gustoću mreže šumskih cesta.

Knežević & Sever (1992) koriste se osobnim računalim za određivanje optimalne gustoće traktorskih vlaka. Kao model za obradbu podataka uzeli su Arnautovićeve formule i u potpunosti cjelokupan problem rješavaju na osobnom računalu. Istraživanje je izvršeno na odjelu čija je površina 10,55 ha, podijeljenom na 5 sektora. Gustoća traktorskih vlaka izrađena je u 6 inačica i na bazi dobivenih podataka odabrana je najpovoljnija inačica s gustoćom od 63,6 m/ha.

Dürstein (1992) razmatra otvaranje šuma uporabom osobnog računala i programa **FOREST**. Da bi pri otvaranju šuma u cijelosti mogla primijeniti potrebna elektronička oprema i elektronička pomagala, autor kao polazno stajalište razlikuje dvije razine otvaranja šuma:

- ♦ velika razina otvaranja
- ♦ mala razina otvaranja

Sessions (1992) pod DTM-om razumijeva informacijski sustav koji sadrži zemljopisne podatke, koji se zatim mogu povezati u mrežu. DTM je prema autoru topografski prikaz u obliku mreže četverokuta, gdje svaka točka mreže (x, y, z) predstavlja koordinate na terenu. Pomoću programa **NETWORKS** izračunava minimalni trošak uz najveću vrijednost neke mreže šumskih cesta.

Pičman (1993) određuje postojeću i optimalnu otvorenost g.j. "Bistranska Gora" šumskim cestama i traktorskim vlakama, koristeći osobno računalo i perifernu jedinicu digitalizator **CalComp 9100**. Uspoređujući klasični način obradbe navedene problematike i primijenjeni novi način uz uporabu osobnog računala i izrađenog DTM-a, autor navodi da su mogućnosti rada novom metodom mnogo veće i daju puno bolju točnost.

Pičman & Tomaz (1995) primjenom osobnog računala određuju najpovoljniju od 4 inačice prostornog rasporeda traktorskih vlaka, a glede njihova uzdužna nagiba od 12,5 %, 15,0 %, 17,0 % i 20,0 % u odjelu 64 g.j. "Južna Garjevica". Određen je najpovoljniji i najtočniji položaj težišta odjela kao osnovnog elementa za točno određivanje srednje udaljenosti privlačenja od težišta do vlake.

Pičman & Pentek (1996) koristeći osobno računalo određuju najpovoljniju inačicu mreže traktorskih vlaka, uzimajući u obzir uzdužni nagib vlaka. Određene su srednje udaljenosti privlačenja do traktorskih vlaka i po traktorskim vlakama, primjenom utvrđivanja točnog položaja težišta nepravilnih površina. Istraživanja su provedena u 7 g.j. prigorsko-brdskog i planinskog djela Hrvatske, na području različitih šumarija i uprava šuma.

Od autora koji su se bavili ili se bave primjenom osobnih računala u svrhu otvaranja šuma, projektiranja šumskih cesta ili za tu svrhu izrađenih digitalnih modela terena (DTM), spomenut ćemo samo neke: Nieuwenhuis (1987), McCormack & Douglas (1992), Dahlin & Sallnas (1992), Dvorščak & Hrib (1992), McGaughey (1992) i dr.

Metodika određivanja optimalnog prostornog rasporeda šumskih prometnica u određenom šumskom području primjenom osobnih računala i ostalih elektronskih pomagala predstavlja novi pristup i način rješavanja ove problematike. Kako je većina znanstvenih i stručnih radova iz ovoga područja novijega datuma, a gornji maksimum uporabe računala za planiranje, projektiranje i gradnju šumskih prometnica još nije doseg-

nut, to se glede neprestanog razvoja kompjutorske tehnike i tehnologije kao i sve bržeg i intenzivnijeg prodiranja tehničkih inovacija u šumarsku znanost i praksu, može pretpostaviti da će u budućnosti obradba podataka biti puno točnija, brža i kvalitetnija; programski paketi vezani uz šumske prometnice pružati će mnogo više razno-raznih mogućnosti, dok će prikaz obrađenih podataka i DMT-a biti vjerodostojan i točan.

POSTOJEĆA SITUACIJA U HRVATSKOJ I MOGUĆNOSTI KVALITETNIJE UPORABE RAČUNALA

The Present situation in Croatia and the Possibilities better use of Computers

Iz do sada iznešenih podataka vidljivo je da se osobna računala u hrvatskom šumarstvu na području šumskih komunikacija i građevinarstva, koriste gotovo isključivo za izradbu projekata šumskih cesta, odnosno za odabir troškovno najpovoljnije inačice buduće šumske ceste. U poredbi sa svjetskim dostignućima vrlo je malo napravljeno po pitanju uvođenja osobnih računala i njihovog svekolikog korištenja glede navedene problematike. Postojeći programski paketi značajan su pomak u odnosu na projektiranje klasičnim načinom, ali su mogućnosti usavršavanja daleko značajnije.

Prije svega treba naglasiti problem nedostatka kvalitetnih geodetskih podloga šumskih područja u Hrvatskoj na osnovi kojega bi se po digitalizaciji odnosno skeniranju izradili kvalitetni digitalni modeli terena. Zadovoljavajući digitalni modeli terena, odnosno kompjutorske baze podataka koji su interesantni šumarstvu, nužne su za dugoročno planiranje otvaranja šumskih područja, odnosno za planiranje prostorno optimalno položene mreže šumskih prometnica glede upliva mnogobrojnih čimbenika.

Smanjenje srednje udaljenosti privlačenja kod gospodarskih šumskih cesta, odnosno srednje daljine pristupa površini kod protupožarnih prometnica krškog područja Hrvatske, jest osnovna zadaća izgradnje šumskih prometnica. Određivanje srednjih udaljenosti težišnom ili modificiranom težišnom metodom, a primjenom osobnog računala u šumarstvu naše zemlje još je uvijek na razini malobrojnih znanstvenih radova. Osobnim računalom, a na digitalnom modelu terena uspješno se mogu korigirati geometrijske srednje udaljenosti i to sa čimbenikom nagiba terena ($\cos \alpha$), dok je simulacijom sastojinskih elemenata lako utvrditi koeficijent zaobilazanja horizontalnih prepreka. Navedena dva koeficijenta potrebna su za brzo određivanje stvarne srednje udaljenosti.

Otvorenost šumskog područja šumskim cestama izražena u m/ha jest veličina koja se kod nas najčešće koristi. Trebalo bi učestalije rabiti i relativnu otvorenost

koja se iskazuje u %, a predstavlja odnos površine koja je otvorena i one koja nije otvorena šumskim cestama. Relativna otvorenost odličan je pokazatelj prostorno dobro položene mreže šumskih prometnica, a može se relativno lako odrediti i grafički prikazati uporabom osobnog računala. Relativnu otvorenost utvrđenu osobnim računalom možemo rabiti poglavito kod protupožarnih šumskih cesta.

Ispravnost odluke o primjeni osobnih računala pri izradbi projekata šumskih cesta prikazati ćemo na primjeru Uprave šuma Požega. Tijekom 1995. godine izrađeno je pet projekata šumskih cesta ukupne duljine 7 593,20 m s ukupno 610 poprečnih presjeka, 177 tjemena i 88 lomova niveleta. Analizirajući ove podatke za 1 000 m šumske ceste uzeli smo kao prosjek 80 poprečnih presjeka, 23 tjemena i 12 lomova niveleta, te na osnovi toga utvrdili vrijeme koje je potrebno za rad jednog projektanta.

Iz podataka prikazanih u tablici 2 vidljivo je da se za izradbu 1 km šumske ceste utroši 2 370 min ili 39,5 radnih sati, odnosno 5 radnih dana za jednog projektanta. Ako ova utrošena vremena izrade projekta 1 km šumske ceste postavimo u omjer s klasičnim načinom izradbe koje iznosi 20 radnih dana, vidimo da primjenom programa CESTA utrošimo svega oko 25 % radnih dana klasičnog načina.

Tablica 2. Prikaz utrošenog vremena prema fazama rada pri izradbi projekta 1 km šumske ceste
 Table 2. The survey based on the time used according to the phases of the project of 1 km of the forest road

Redni broj Number	Osnovne faze rada - The basic phases of work	Vrijeme izradbe (min) Time of completion (min)
1.	Priprema snimljenih terenskih podataka za unos u računalo The preparation of recorded data from the sites for computer data input	60
2.	Unos potrebnih terenskih podataka, postavljanje poprečnih presjeka i definiranje trase, te obračun trase presjeka i terena The data input of the data from the sites, cross sections and the definitions of the marked route, statement of account of the route and cross section of the ground	450
3.	Završno oblikovanje nivelete The final shape of the level	120
4.	Određivanje i obračun poprečnih presjeka sa svim elementima Defining and statement of account of cross sections with all the elements included	120
5.	Ispis svih potrebnih elemenata trase The print-out of all needed elements of the route	30
6.	Ispis detaljne i pregledne situacije The print-out of detailed and easy-to-survey situation	60
7.	Ispis uzdužnog presjeka The print-out of longitudinal section	30
8.	Ispis poprečnih presjeka The print-out of longitudinal section	60
9.	Tehnički opis s proračunima i priložima Technical description with calculations and enclosures	480
10.	Izrada predmjera radova i troškovnika The making of pre-measurements and list of expenses	300
11.	Kopiranje, slaganje i uvezivanje projektne dokumentacije Copying, arranging, and binding of the project documentation	480
12.	Dodatno vrijeme potrebno za ispravke unošanih fizičkih ili tehničko-tehnoloških grešaka Additional time needed for corrections of various physical, technical or technological mistakes observed	180
	UKUPNO - TOTAL	2 370

ZAKLJUČAK – Conclusion

Za djelotvorniju uporabu osobnih računala u problematici planiranja i projektiranja šumskih prometnica potrebno je redom ispuniti sljedeće zahtjeve:

- ◊ izradba katastra postojećih šumskih prometnica i njihovo ucrtavanje u geodetske karte odgovarajućeg mjerila
- ◊ razredba šumskih prometnica u dvije osnovne kategorije glede njihove primarne zadaće (gospodarske i protupožarne)
- ◊ izradba digitalnog modela terena za svaku gospodarsku jedinicu
- ◊ kreiranje kompjutorskih baza podataka sa svim

sastavnicama potrebitim za kvalitetno donošenje odluka u svezi s prostornim razmještajem šumskih cesta na razini čitave republike:

- čimbenici izravno vezani za šumski teren
- čimbenici šumskih sastojina
- klimatski čimbenici
- ekološki čimbenici
- čimbenici djelovanja šumske ceste na čovjeka
- ostali čimbenici
- ◊ razvoj algoritama i programskih rješenja za odabir optimalne mreže šumskih prometnica, a glede navedenih čimbenika

- ◇ razvoj programskih paketa za projektiranje svake pojedine šumske prometnice, uvažavajući nedostatke trenutno primjenjivanih programa
- ◇ uvađanje GPS-a (globalnog sustava pozicioniranja koji se bazira na podacima dobivenim od satelita koji kruže oko Zemlje) u fazu planiranja i projektiranja šumskih prometnica.

LITERATURA – References

- Brukner, M., 1994: Geografski i zemljišni informacijski sustav. INA-info, Zagreb.
- Dahlin, B., & O. Sallnas, 1992: Using network analysis for road and harvest planning. Proceedings IUFRO Workshop on Computer Supported Planing of Roads and Harvesting, Feldafing, Germany, p. 36-41.
- Dietz, P., H. Lüffler, & W. Knigge, 1994: Walderschließung, Eine Lehrbuch für Studium und Praxis unter besonderer Berücksichtigung des Waldwegebaus. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, p. 1-196.
- Dürrstein, H., 1992: Detailed road planning using microcomputers. Proceedings IUFRO Workshop on Computer Supported Planing of Roads and Harvesting, Feldafing, Germany, p. 57-66.
- Fritsch, D. and A. Pffannenstain, 1992: Conceptual Models for Efficient DTM Integration into GIS, Conference Proceedings, EGIS 1992, Munich, Vol. 1: p. 702-710.
- Frančula, N., 1994: Novi pristup kartografiji. Zbornik referata sa seminara za geodetske i šumarske stručnjake zaposlene u J. P. Hrvatske šume, Zagreb, s. 11-33.
- Knežević, I., 1990: Utjecaj gospodarenja i vrste sječe na ekonomičan raspored šumskih prometnica u prebornim šumama. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, s. 1-119.
- Kušan, V., 1994: Digitalni model reljefa i njegova primjena. Mehanizacija šumarstva 20, 2, Zagreb, s. 77-84.
- Miller, C. L. & R.A. Laflamme 1958: The Digital Terrain Model - Theory and Application. Photogrammetric Engineering, Vol. 24, p. 433-442.
- Murai, S., M. Xi, S. Viseshsin, M. Tagaki, Y. Honda, S. Ochi and M. Tokunga, 1992: Recent advances in 3D applications of remote sensing and GIS in Japan, ITC Journal, No:1, p. 55-58.
- Nearhood, D., 1992: Planning ground based harvesting using digital elevation models. Proceedings IUFRO Workshop on Computer Supported Planing of Roads and Harvesting, Feldafing, Germany, p. 94-99.
- Nieuwenhuis, M. A., 1987: A forest road network location procedure as an integral part of a map-based information system. Proceedings of IUFRO Subject Group 3:04, Miscellaneous Report 317, p. 111-122.
- Pičman, D., 1993: Utjecaj konfiguracije terena i hidrografskih prilika na ekonomsku opravdanost izgradnje optimalne mreže šumskih prometnica, Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Pičman, D., & I. Tomaz, 1995: Određivanje težišta odjela primjenom osobnih računala u svrhu izračunavanja srednje udaljenosti privlačenja, Šumarski list 3, s. 91-103, Zagreb.
- Pičman, D. i T. Pentek, 1996: Utjecaj uzdužnog nagiba traktorskih vlaka na otvorenost odjela, Skrb za hrvatske šume od 1846. do 1996., Zaštita šuma i pridobivanje drva (knjiga 2.), Zagreb, s. 301-308.
- Sessions, J., 1992: Using networks analysis for roads and harvest planning. Proceedings IUFRO Workshop on Computer Supported Planing of Roads and Harvesting, Feldafing, Germany, p. 36-41.
- Sever, S., & I. Knežević, 1992: Computer - aided determination of optimal forest road density in mountainous areas. Proceedings IUFRO Workshop on Computer Supported Planing of Roads and Harvesting, Feldafing, Germany, p. 13-25.
- Shenglin, X., 1990: Location Forest Road by Use Microcomputer, Proceedings XIX IUFRO World Congress, Montreal, Canada, p. 208-213.
- Shiba, M., & H. D. Lüffler, 1990: Computer Application for Environmental Impact Evaluation in the Opening - up Planing process. Proceedings XIX IUFRO World Congress, Montreal, Canada, p. 214-225.
- Shiba, M., 1992: Optimization of road layout in opening of forest. Proceedings IUFRO Workshop on Computer Supported Planing of Roads and Harvesting, Feldafing, Germany, p. 1-12.
- Stefanović, P., M. M. Radwan, K. Tempfli, 1977: Digital terrain models: data aquisition, processing and applications, ITC Journal, No:1, p. 61-76.
- Trtnik, M., 1993: CESTA, Uputstva za program, Soft-data, s. 1-98, Ljubljana.

SUMMARY: In this century the personal computers have been used since the seventies for the problems that are related to forest roads. The development of hardware, and especially software made it possible that the computer tools have become indispensable in solving the problems related to planning and drawing up plans for forest roads, i.e. simulation the rough grounds conditions and the choice for the best system of forest roads. However, the use of computers in Croatia is lagging behind the actual program solutions in the world. The analysis of the situation and the steps that have to be done in order to make these gaps as less as possible are the subject of this work.