

UDK 91:528:659.2.011.56  
681.3:65.012.45 GIS  
Stručni članak

## METODE PRIKUPLJANJA I POHRANJIVANJA PROSTORNIH PODATAKA U INFORMACIJSKIM SUSTAVIMA O PROSTORU

Branimir PETROVIĆ, Vladimir PETROVIĆ – Rijeka\*

*SAŽETAK.* Digitalizacija se, kao metoda za pretvorbu postojećih analognih prostornih podataka u digitalne, često primjenjuje u razvijanju informacijskog sustava o prostoru tipa GIS/ZIS i može do određene mjere zadovoljiti samo u početnom stupnju razvoja tog sustava. Sustavno uvođenje automatizacije prikupljanja, obrade i pohranjivanja dnevno prikupljenih podataka u baze prostornih podataka predstavlja ključno pitanje trajnog i kvalitetnog razvijanja i održavanja informacijskog sustava o prostoru.

### 1. UVOD

Nove geodetske proizvode, baze prostornih podataka, datoteke, kartografske i različite trodimenzionalne prikaze na ekranu računala, elektronske atlase, (Frančula, Kovačević, 1993.) danas često rade stručnjaci drugih struka. Nasuprot tome, geodetski stručnjaci su u tim procesima često postrani.

Zadaci i ciljevi razvijanja nekog informacijskog sustava zasigurno nisu kratko-ročnog karaktera, stoga osim u početnom studioznom pristupu pri nabavi neophodnog hardvera i softvera te izradi koncepcije i strukture baza prostornih podataka, treba mnogo više vremena posvetiti stručnom osposobljavanju kadrova, jer 'informatička pismenost' može pomoći u postizanju tih ciljeva. No najviše truda, vremena i financijskih ulaganja iziskuje prikupljanje i obrada prostornih podataka, kako u početnoj fazi razvoja informacijskog sustava o prostoru, tako i u svim kasnijim fazama održavanja sustava.

Pretvorba podataka s postojećih karata ili drugih grafičkih oblika u odgovarajući digitalni oblik je spor i skup posao. Tipično, 75% inicijalne (ukupne) cijene koštanja sustava (u prvih pet godina) otpada na pretvorbu podataka (Tomlinson, 1991.).

»Na osnovi dosadašnjih iskustava utvrđeno je da je uvijek trajanja hardvera 5 godina, softvera oko 10 godina, dok je vijek trajanja podataka oko 50 godina, a ako se uzme u obzir i približni odnos vrijednosti hardver-softver-podaci kao 1:10:100, jasno se vidi koliko je važna mogućnost transfera podataka zbog

\* Branimir Petrović, dipl. inž. el., BPS, A. Barca 16, Rijeka, Vladimir Petrović, dipl. inž. geod., Geodetski zavod – Rijeka, d. d., dr F. Kresnika 33.

sigurnog prelaska na novi hardver i softver.« (Roić, Mastelić-Ivić, 1993.).

U našem okruženju, ovi odnosi ulaganja nisu samo vrlo nepovoljni nego su i gotovo obrnuti. Optimalni put rasta cijene koštanja računalskog sustava (veća brzina centralne jedinice, veći kapaciteti računalskih memorija, višezadačni operativni sustavi, računalne mreže itd.) treba biti sukladan planiranom i ostvarenom narastanju baze podataka.

Zapadni svijet već dvadesetak godina razvija i puni baze prostornih podataka u računalima (Frančula, Kovačević, 1993.). Kao metoda punjenja baza prostornih podataka, najviše se koristi digitalizacija koja u tom procesu predstavlja 'brzo', priručno (digitalizacija postojećih planova i karata), privremeno (s obzirom na kvalitetu podataka) i nimalo jeftino rješenje. Digitalna fotogrametrija predstavlja u tom smislu kvalitetnije i trajnije rješenje. Terestričke metode, kao najsporije i najskuplje metode, primjenjuju se u mnogo manjem opsegu i najčešće u svrhu povećanja kvalitete i kontrole digitalnih prostornih podataka dobivenih prvim dvjema metodama.

Međutim, ako se digitalne baze prostornih podataka ne uređuju dnevno prikupljenim podacima, njihova upotrebljivost unutar informacijskog sustava o prostoru postaje s vremenom problematična. Jedna od temeljnih pretpostavki razvijanja informacijskog sustava o prostoru je trajno poboljšavanje kvalitete prostornih podataka u bazi podataka. U ostvarenju toga potrebno je prije svega uspostaviti sustav komunikacija za prikupljanje, obradu i pohranjivanje kvalitetnih izvornih podataka prikupljenih na terenu i u kancelariji.

## 2. DIGITALIZACIJA

Metode prikupljanja i punjenja baza prostornih podataka u razvijenim informacijskim sustavima o prostoru zasnivaju se uglavnom na pretvorbi analognih (grafičkih) originala u digitalni oblik. U tu svrhu su razvijene različite metode digitalizacije o kojima su pisali Štemberger (1986.), Frančula (1991.), Fras (1991.), Gvozdanović (1991.), Petrović (1993.a).

Niti jednom metodom digitalizacije i uz primjenu modernih preciznih uređaja za digitalizaciju ne možemo povećati točnost digitaliziranih podataka u odnosu na grafičku točnost (ručno iscrtanih) originala. Veću točnost prostornih podataka možemo postići samo ponovnom izmjerom.

Da bi se ostvarila zadovoljavajuća točnost digitalizacije plana, treba uzeti u obzir usuh i deformaciju originala (ili njegove kopije). Kompenzacijom usuha i deformacije plana poboljšavamo geometrijsku kvalitetu, a ne točnost digitaliziranih podataka. Kompenzaciju usuha i deformacije je najjednostavnije izvršiti na točke mreže kvadrata iscrtane na originalu (Petrović, 1993.a). Druge točke, čije su zemljišne koordinate zapisane u trig. obrascima ili naknadno određene u većoj točnosti od točnosti detaljnih točaka, mogu dobro poslužiti u svrhu kontrole cjelokupnog postupka digitalizacije.

Digitalizacija je posebno primjenjiva u postupku reambulacije te u postupcima smanjivanja katastarskih planova i karata, na primjer, kada treba reambulirati ODK ili umanjiti i precrtati dio sadržaja topografsko-katastarskih planova krupnijih mjerila (npr.: 1:500, 1:1000, 1:2880) u karte (npr. 1:5000, 1:10.000, 1:25.000). Primjena digitalizacije planova u ovom slučaju nije samo brža od klasičnog postupka fotoumanjenja i ručnog precrtavanja ili podebljavanja sadržaja plana, nego ima i čitav niz prednosti u pogledu pohranjivanja i daljnje obrade digitaliziranog originala u računalu, kvalitete iscrtavanja na automatskim crtačima, kopira-



nja odnosno 'izvlačenja' više originala planova, mogućnosti uređivanja digitaliziranih podataka kvalitetnijim podacima nove izmjere itd.

Sve navedeno je samo mali dio sklopa pitanja vezanih za primjenu različitih metoda digitalizacije, jer za sada ne postoje norme za digitalizaciju slično postojećim normama za izradu planova i karata, kao npr. za terestričke metode mjerenja, za primjenu fotogrametrijske metode, itd.. Stoga prije šire primjene različitih metoda digitalizacije treba izraditi norme u pogledu: primjene (ispitivanje i mogućnosti kalibracije) uređaja za digitalizaciju, točnosti i ocjene točnosti digitaliziranih podataka, kontrole digitaliziranih podataka, postupaka vektorizacije itd. Također, prije primjene određene metode digitalizacije neophodno je provesti ispitivanje: stupnja primjenjivosti metode, učinkovitosti, raspoloživosti i cijene potrebne strojne i programske opreme (tj. cijene po radnom mjestu), i potrebnog osposobljavanja vremena operatera, te na kraju cijene digitaliziranih podataka po jedinici površine i godišnjoj količini digitaliziranih podataka (listova planova i karata) po operateru itd.

### 3. DIGITALNA FOTOGRAMETRIJA

Iako nije primjereno uspoređivati digitalnu fotogrametriju i digitalizaciju, treba ipak navesti bitne značajke primjene ove metode u uspostavljanju i razvijanju informacijskog sustava o prostoru.

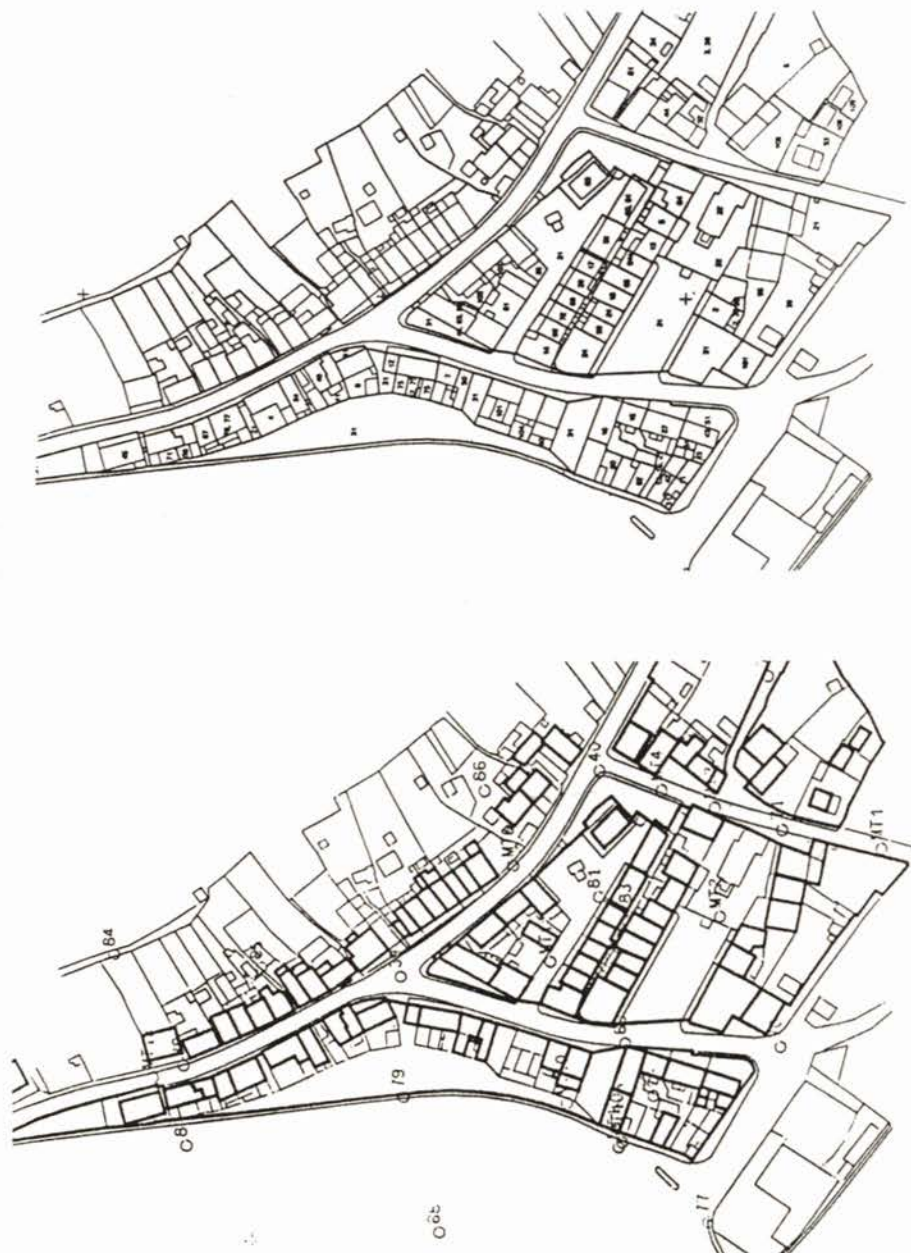
Digitalna fotogrametrija je skuplja metoda prikupljanja podataka od digitalizacije, poglavito zbog fotogrametrijskog snimanja i primjene skupih instrumenata za digitalnu restituciju (stereoinstrumenti, stereokomparatori). Međutim, za razliku od digitalizacije, prostorni podaci dobiveni ovom metodom su u trodimenzionalnom koordinatnom sustavu, kvalitetniji (homogenizirani i veće točnosti), a tim i trajnije vrijednosti.

Veliki broj katastarskih planova i karata novijeg datuma napravljen je upravo ovom metodom. S druge strane, upravo ti planovi i karte, s obzirom na grafičku kvalitetu, prikladne su za digitalizaciju i u najvećem broju se i digitaliziraju. Zato se nameće pitanje: je li bolje ove planove i karte digitalizirati ili izvršiti ponovo digitalnu restituciju? Dileme nema u pogledu kvalitete (točnost, 3D-podaci) prostornih podataka, te brzine i ekonomičnosti metode (pohranjen fotogrametrijski materijal, trigonometrijski obrasci s upisanim podacima o datim točkama, zapisnici parametara orijentacije pojedinog modela, zapisnici o tijeku izrade originala, podaci trajnije vrijednosti, troškovi digitalne restitucije po točki, čestici ili detaljnom listu).

Digitalna fotogrametrijska metoda može također, poslužiti u svrhu određivanja dovoljno kvalitetnih koordinata niza točaka potrebnih za transformaciju i kontrolu digitalizacije katastarskih planova stare izmjere (1:2880). Za tu svrhu se može iskoristiti fotomaterijal koji je poslužio za izradu ODK (Braun 1969., Fanton, Medić 1985.).

### 4. TERESTRIČKE METODE

Informacijski sustav o prostoru treba svim potencijalnim korisnicima omogućiti: brži grafičko-numerički prikaz prostornih podataka i informacija, pretraživanje, planiranje i razvijanje komunalnih, gospodarskih i inih struktura na mikro i makro planu, ali i neposredne uštede u svim inspekcijama i zahvatima na terenu u održavanju i podizanju kvalitete postojećeg stanja.



Slika 1. Primjeri iscrtavanja detalja prikupljenih mjerenih podataka (elektrooptički tahimetri, direktna mjerenja) u postupku katastarske izmjere

Dosadašnji je razvoj informacijskih sustava o prostoru išao k cilju što jednostavnijeg preslikavanja postojećih planova i karata u računalne baze podataka. Razvijanjem funkcija prostornih analiza traže se mogućnosti procjene vrijedno-



sti i sigurnosti dobivenih rezultata, povećavaju se zahtjevi za točnošću prostornih podataka. S druge strane, idealizirane podjele prostornih podataka (npr. podjela na detaljne listove) postupno nestaju i služe samo u svrhu uspoređenja s postojećim analognim podacima.

U izradi planova i karata propisana je viša točnost snimanja točaka od njihova kartiranja. Razumijevajući mogućnosti računalske tehnike i obrade prostornih podataka, propisi o točnosti kartiranja postaju suvišni, jer je točnost prostornih podataka pohranjenih u digitalnim bazama podataka jednaka točnosti upisanih podataka, a u najpovoljnijem slučaju i točnosti izvornomjerenih podataka.

Moderni mjerni instrumenti (GPS, totalne mjerne stanice i sl.) sigurno zadovoljavaju visoke kriterije u pogledu točnosti dobivenih podataka. No s obzirom na cijenu tih instrumenata, njihov je broj za sada relativno malen u našem okruženju. Kritičko korištenje starijeg tipa instrumentarija u svrhu punjenja digitalnih baza bit će neophodno u pogledu točnosti mjerenih podataka. Tako će, na primjer optički tahimetar zadovoljiti u pogledu točnosti kod snimanja konfiguracije terena. Dok će u urbanom području, zbog zahtjevanje veće točnosti snimanja točaka, biti potrebno koristiti vrpcu umjesto optičkog mjerenja dužina ili će biti potrebno primijeniti ortogonal.

Problem identifikacije mednih točaka na terenu neće biti skoro riješen niti uz najbolje želje, ali će terenska mjerenja biti olakšana uz dovoljan broj i povećanu točnost točaka čvrstih objekata, stupova dalekovoda itd. U idealnom slučaju, točnost ovakvih točaka bi mogla biti gotovo jednaka točnosti poligonske mreže. Ovako određen veliki broj točaka neposredno bi umanjio mogućnost uništenja točaka te troškove dopune i obnove mreže stalnih geodetskih točaka.

## 5. ZAPIS O TOČNOSTI PODATAKA U DIGITALNIM BAZAMA PROSTORNIH PODATAKA

Božičnik (1993.):

»– najvažnija zadaća geodetske djelatnosti mora biti održavanje cjelovitosti, ispravnosti i aktualnosti datoteka. U tom pogledu, nove se katastarske izmjere, mogu smatrati samo u izvanrednom slučaju zahtjevnje i provedive,

– službena geodetska djelatnost mora postati ekonomična, korištenjem racionalnih postupaka u radu. Postupci se moraju u krajnjoj mjeri pojednostaviti, a izbor metoda rada u svakom pogledu postati slobodniji.«

S druge strane, jedan od većih nedostataka postojećih GIS-orijentiranih programskih paketa je upravo u nemogućnosti praćenja i analize nastajanja i prirasta grešaka prostornih podataka te s tim u vezi i analiza kvalitete izvedenih prostornih podataka (Frank, 1991.).

U razvijanju informacijskog sustava prostornih podataka treba prije svega uspostaviti norme uređivanja tih podataka slično postojećim normama u postupcima osnivanja i održavanja katastarske izmjere. Donošenje ovakvih normi u uređivanju digitalnih baza prostornih podataka unutar postojećih informacijskih sustava o prostoru otežano je poglavito zbog neadekvatno riješenog zapisa o točnosti prostornih podataka.

Zbog toga što prikupljeni prostorni podaci (npr. koordinate točaka) nisu bez pogreške, treba u bazu prostornih podataka uvesti dodatni zapis o točnosti podataka. Zapis o točnosti je značajan upravo u postupcima održavanja i uređivanja digitalnih baza prostornih podataka, jer se ne smije dopustiti da se kvalitetniji podaci (veće točnosti) uređuju slabije kvalitetnim podacima. U rasterskim bazama



zapis o točnosti prostornih podataka je određen veličinom rastera, dok u vektorskoj bazi prostorni podaci imaju egzaktnu numeričku vrijednost. U tom tipu digitalnih baza podataka zapis o točnosti neposredno povećava računalnu bazu podataka, ukoliko je to uopće moguće provesti unutar jednog informacijskog sustava, tj. baza postaje veća i složenija te se istodobno usporava obrada podataka u računalu. Zapis o točnosti podataka može se u računalu predstaviti u obliku razlučivosti koordinata (Petrović, 1993. b).

Primjenom različitih geodetskih metoda snimanja prostornih podataka dobivaju se podaci različite točnosti. Zato se javlja potreba da uz svaki prostorni podatak u bazi podataka bude upisana izvorna točnost podataka. Izvorna točnost podataka smanjit će količinu prekobrojnih i često nepotrebno ponovljenih mjerenja na terenu, kao i njihovu obradu u kancelariji. Izvorna točnost podataka će neposredno omogućiti, olakšati i ubrzati izradu (odnosno smanjiti broj dodatnih terenskih mjerenja) i isrtavanje planova ili situacija u krupnijem grafičkom prikazu (npr. situacija u mjerilu 1:200 i 1:500 iz originalnog mjerila 1:1000. Na ovaj način, grafički prikazi prostornih podataka izvedeni iz računalnih baza podataka postaju neovisniji o mjerilu grafičkog prikaza.

Zapis o točnosti podataka može se izbjeći ukoliko pretpostavimo da su svi prostorni podaci istog reda točnosti. No ta točnost u tom slučaju nikako ne može biti istovjetna točnosti najkvalitetnijih podataka. Ovom pretpostavkom istodobno gubimo izvorni podatak o točnosti za određen broj najkvalitetnijih podataka. Također, unaprijed onemogućujemo u duljem vremenskom razdoblju postupno i sustavno podizanje kvalitete prostornih podataka u digitalnoj bazi.

Zapis o točnosti podataka može se izbjeći istodobnim formiranjem više istovjetnih baza podataka u različitoj točnosti, slično postojećim planovima i kartama u različitim mjerilima grafičkog prikaza. Ovakvo rješenje će ne samo duplicirati i triplicirati količinu istovjetnih podataka, nego i višestruko uvećati obujam postupaka održavanja i uređivanja prostornih podataka.

Pored različitih geodetskih metoda prikupljanja podataka (ortogonal, optički i elektro-optički tahimetri, nivelmani razne točnosti, GPS, fotogrametrija i dr.), digitalizacijom postojećih planova i karata raznih mjerila (1:500, 1:1000, 1:2000, 1:2880, 1:5000, 1:25000) različita će točnost prikupljenih podataka postati još veća.

## 6. POHRANJIVANJE I ZAPIS DNEVNO PRIKUPLJENIH PROSTORNIH PODATAKA

U postupcima održavanja važećih starih i novijih katastarskih planova, s obzirom na tehnološke mogućnosti, trebalo bi odmah i u svim geodetskim upravama započeti s paralelnim i istodobnim održavanjem prostornih podataka u grafičkom i u numeričkom obliku pomoću računala. Za ovakvo pohranjivanje dnevno prikupljenih prostornih podataka ne trebaju niti velika financijska sredstva, a niti posebni i skupi programski paketi. Dovoljno će biti da u katastarskoj upravi postoji bar jedno računalo, a zbog 'živućeg' standarda to računalo treba biti IBM PC podudarno. Također je moguće preko telefonske mreže i telefaks uređaja razmjenjivati i dostavljati podatke u veće gradske centre koji imaju dobru i razvijenu podršku računalne tehnike.

Automatizaciju geodetskih poslova u prikupljanju, obradi i pohranjivanju treba planirati i započeti provoditi na samom izvoru podataka, a to su u nas većinom razni terenski zapisnici i skice mjerenja. Unutar ove faze provođenja automatizacije geodetskih poslova treba, koliko je to moguće, više automatizirati



upis i numeričku obradu tako prikupljenih izvornih podataka mjerenja, izvršiti konverziju različitih oblika podataka mjerenja (duljina, kutova, koordinatnih razlika) u oblik relativnih ili apsolutnih koordinata koji je pogodan za neposredan i automatiziran unos u računalne baze prostornih podataka. Takav upis izvornih podataka mjerenja u obliku apsolutnih ili relativnih koordinata može se usporediti s klasičnim postupcima kartiranja detaljnih točaka u postupku katastarske izmjere ili pojedinačnog predmeta u postupku održavanja izmjere.

Veći gradski centri dobro su opskrbljeni hardverom (računala, automatski pisači i crtači itd.) i softverom (sustavna i aplikativna programska podrška, programski jezici 3. i 4. generacije itd.). Izradom vlastitog programskog rješenja ili kupovinom odgovarajućeg na tržištu, mogu se prije prikupljeni prostorni podaci pohranjivati u digitalne baze podataka i iscrtavati i docrtavati na postojeće planove i karte. Na taj način se ne samo brže lakše i kvalitetnije održavaju postojeći katastarski planovi, nego se i omogućuje postupan prijelaz iz analognog u računalni način obrade podataka, odnosno postizanje krajnjeg cilja: formiranje i održavanje međnog (koordinatnog, višenamjenskog) katastra.

Treba također što prije omogućiti razmjenu svih alfanumeričkih podataka (koordinata, površina, brojeva čestica, podataka o vlasniku itd.) preko magnetskih i drugih medija (npr. diskete, modemi, optički diskovi, čip-kartice). I u ovom dijelu već postoje razvijene u svijetu i u nas prihvaćene norme kao npr. veličina disketa (3,5 ili 5,25 inča), komunikacijski protokoli za modemske veze itd. S razvojem HPT-a (optički kablovi, mobitel, itd.) i drugih javnih komunikacijskih i računalnih mreža, uspostavljanje modemskih veza će biti sve prisutnije i značajnije, kako za prijenos podataka i obavljanje geodetskih poslova u kancelariji, tako i na terenu. Geodetski stručnjak na terenu će umjesto torbe pune iscrtanih skica, ispisanih zapisnika, fotokopija raznih obrazaca i praznih obrazaca, pribora za pisanje i crtanje, džepnog računala i itd. imati u skoroj budućnosti samo jedno prenosivo računalo (palmtop, notebook ili laptop).

## 7. SLIJED POSTUPAKA FORMIRANJA RAČUNALNIH BAZA PROSTORNIH PODATAKA

U dosadašnjem trendu razvijanja baza podataka, unutar informacijskih sustava o prostoru, primjenjivale su se uglavnom razne metode digitalizacije s ciljem da što prije postane učinkovit, odnosno da se što prije dobije slika-model prostornih podataka. Uređivanje i održavanje tako formiranih baza podataka novim i kvalitetnijim podacim, nužno izaziva niz dodatnih postupaka koji se ponavljaju za svako ponovno uređivanje podataka. Naravno, s većim brojem podataka i postupaka, veća je i mogućnost grešaka. Upravo u cilju smanjenja broja postupaka i grešaka treba poštivati sljedeći niz postupaka u formiranju baza unutar informacijskog sustava o prostoru:

1. Utvrđivanje, upis i uspostavljanje baza točaka (koordinata) osnovne geodetske mreže i svih drugih točaka u sustavu državne izmjere koje su stabilizirane ili se mogu identificirati na terenu (stalne geodetske točke, medne točke, objekti, stupovi dalekovoda itd.).

2. Razvijanje preglednih računalnih baza postojećih katastarskih planova i karata u svim mjerilima: od 1:500, 1:1.000, 1:2.000, 1:2.880 (vidi Borčić, Frančula 1969.), 1:5.000, 1:10.000, do 1:25.000, 1:50.000, 1:100.000 i 1:300.000 i u referentnom koordinatnom sustavu, a poradi lakšeg snalaženja u zbirci katastarskih planova i karata.



3. Razvijanje računalnih baza podataka na temelju postojećih ili novoprikupljenih mjerenih (numeričkih) podataka nove izmjere (razni trigonometrijski obrasci, tahimetrijski i nivelmanski zapisnici, skice mjerenja itd.).

4. Ponavljanje digitalne restitucije za određivane dijelove ili cjelokupnu površinu pojedine katastarske općine.

5. Digitalizaciju katastarskih planova i karata treba primijeniti tek nakon što su iscrpljene prethodne metode. Naime, nesvrhovito je postojeće planove i karte uređivati kvalitetnim podacima (tj. podizati grafičku kvalitetu, izvoditi geometrijske konstrukcije na planu i sl.) radi digitalizacije. Uređivanje digitaliziranih planova i karata može se izvesti numeričkim metodama u računalu. Na taj način će se smanjiti mogući izvor novih grešaka nastalih, na primjer, zbog ručnog iscrtavanja i precrtavanja sadržaja, nehomogenosti i nedovoljne kvalitete originala, postupaka digitalizacije i vektorizacije itd.

## 8. RAČUNALNI FORMATI ZAPISA PROSTORNIH PODATAKA

Kao postojeća norma zapisa podataka u svrhu njihove razmjene na današnjim računalima, koristi se ASCII osmobaritni kôd (American Standard Code for Information Interchange) koji omogućuje prikaz 256 različitih znakova. Tablica znakova ovog kôda sastavni je dio dokumentacije bilo kojeg računala ili vanjske jedinice računala. Drugi binarni kodovi (ne-ASCII) koriste se samo unutar pojedinog programskog rješenja, iako zahtijevaju manje fizičkog prostora u računalnom mediju za zapis alfa-numeričkih podataka do desetak i više puta.

S gledišta u odnosu na čovjeka, najprihvatljiviji oblik prikaza bilo kojih prostornih podataka je grafički prikaz, dok je u odnosu na računalno to numerički oblik podataka. Stoga se i nameće pitanje: Kako grafički prikaz prostornih podataka (skice mjerenja, plana ili karte) predočiti u numeričkom obliku pogodnom za daljnju obradu u računalu?

U svrhu razmjene podataka između različitih informacijskih sustava o prostoru i različitog pristupa rješavanju ovog pitanja, razvijena su mnoga rješenja organizacije oblika odnosno organizacije zapisa prostornih podataka. Ta različita rješenja zapisa prostornih podataka u geometrijskografičkom smislu proširuju se dodatnim zapisom koji sadrži niz opisnih (alfa-numeričkih) značajki prostornih podataka. Stoga se, analiza stupnja i mogućnosti razmjene prostornih podataka između različitih programskih paketa i različitih informacijskih sustava provodi sa stajališta smjera razmjene podataka (jednosmjerna ili dvosmjerna) i tipa podataka (geometrijsko-grafički ili alfa-numerički podaci).

U nizu različitih formata zapisa za razmjenu prostornih podataka ističe se DXF (Data Exchange Format) koji je razvijen unutar programskog paketa AutoCAD, tvrtke Autodesk. Ovaj format zapisa je toliko raširen u svijetu i u našem okruženju da je postao nepisanom normom za razmjenu prostornih podataka, a u nekim zapadnim državama i normom na lokalnoj i nacionalnoj razini (Švicarska, Austrija). Zbog toga što je ovaj format zapisa orijentiran na geometrijsko-grafički tip podataka i relativno je nepregledan u pisanom obliku, gotovo u svim zapadnim državama, a i na razini različitih grupa zemalja, intenzivno se istražuju i razvijaju novi oblici zapisa podataka (Frančula, Kovačević 1993.).

### 8.1. *Primjer zapisa prostornih podataka*

Slikovito rečeno, problem zapisa prostornih podataka u datoteci je problem zapisa skice mjerenja u obliku zapisnika ili tablice podataka.



Sa strane geodetskog stručnjaka, a i operatera na računalu, najjednostavniji zapis prostornih podataka u zapisniku ili datoteci je u obliku popisa koordinata točaka (broj-naziv točke i koordinate: Yg, Xg i Zg). U ovakvom zapisu jedna se linija može predstaviti kao neprekinuti slijed točaka od početne do završne točke linije, a zapis je sličan zapisu plana računanja poligonske mreže. Početna i završna točka mogu biti slobodne (tj. krajevi linije nisu spojeni na druge linije), istovjetne (zatvorena linija koja ujedno određuje i ploštinu) te mogu predstavljati čvorove (točke presjeka s drugim linijama).

Kao što svaka linija iscrtana na planu (skici) nešto prikazuje, tako i u ovakav zapisnik treba upisati dodatne opisne podatke iza Z-koordinate posebno za svaku liniju na poziciji zapisa početne točke linije.

Prva četiri retka u datoteci (tablici) treba rezervirati za upis općih podataka (naziv zadatka, datum i izvor podataka odnosno metoda snimanja ili digitalizacije točaka, točnost ili razlučivost podataka, odgovorna osoba itd.). Peti redak u datoteci predstavlja zaglavlje tablice koja se po potrebi može proširiti novim stupcima odnosno dodatnim opisnim podacima (tablica 1.).

Tablica 1. Primjer zapisa prostornih podataka

```
#1 ZADATAK : K.O. Bakarac
#2 GRUPA i DATUM : V.Petrović, 10.10.1993.
#3 INSTRUMENT : Kern DKM-500, No: 100001
#4 RAZLUČIVOST : Ryx = 0.01 m, Rz = 0.01 m
#5 BR., Yg, Xg, Zg, L, Dxyz, Hz, W, OPIS
P-BC80,5467531.92,5015272.00,1.27,0,14.09,301°20'12",115°33'04",St-1
P-BC53,5467270.85,5015128.14,7.35,0,304.60,243°13'06",89°59'57",Or-1
P-BC12,5467453.68,5015430.67,2.94,0,187.82,331°40'22",91°20'39",Or-2
409,5467540.37,5015277.12,1.37,0,13.38,348°24'16",116°31'10",st-obj.+
410,5467540.85,5015273.78,1.54,1,10.38,347°03'57",123°59'37",Bakarac+
1176,5467545.05,5015274.87,1.88,1,11.17,13°28'57",119°15'39",67
1172,5467544.14,5015278.02,1.84,1,13.84,6°09'27",113°25'00",
409,5467540.37,5015277.12,1.37,2,13.38,348°24'16",116°31'10",
403,5467536.16,5015298.22,1.55,0,33.99,348°36'17",99°49'06",cesta +
411,5467539.11,5015273.57,1.27,1,10.83,335°51'23",124°07'32",Rijeka+
333,5467542.73,5015243.82,1.21,1,22.42,180°07'31",105°52'49",Split

#1 ZADATAK : K.O. Bakarac
#2 RESTITUTOR : V.Petrović, 18.10.1993., stereo-komparator: APC-IV
#3 NIZ-MODEL : 4/1, 5508-5507, Hs = 595 m
#4 RAZLUČIVOST : Ryx = 0.05 m, Rz = 0.05 m
#5 BR., Yg, Xg, Zg, L, IDX, OPIS-1, VLASNIK, SLOJ, TIP, ...
12021,5467138.95,5015947.05,57.60,0,5001+,kč. +,Brnčić +,11,02,
12022,5467135.95,5015948.50,57.80,1,0992,2200/99+,Marija +,
12023,5467140.50,5015955.05,61.20,1,,or-4,r.Brnčić,
itd.
```

U ovom primjeru broj točke: šifra i oznaka stalne geodetske točke (npr.: Tnnnnn – šifra trigonometrijske točke, Pnnnnn – šifra poligonske točke, MTnnnnn – za male točke, DTnnnnn – za detaljne točke-stajališta itd.). Vrijednosti koordinata Yg, Xg, Zg moraju svakako biti pune vrijednosti i u koordinatnom sustavu državne izmjere.

Stupac 'L' koristi se za automatsko povezivanje točaka u bazi podataka u računalu. U ovom stupcu su označene početne i završne točke za svaku liniju znakom '0' i '2', a ostale točke linije znakom '1'. Ukoliko se radi o zatvorenoj liniji, tada podatke početne točke treba prepisati na poziciju zadnje točke te linije. Unutar pojedine aplikacije za uređivanje teksta u računalu, umjesto prepisivanja, koristi se funkcija kopiranja. Ukoliko je značajan smjer protezanja linije (npr. smjer računanja poligonskog vlaka, za prikaz odvodnih oborinskih kanala), tada te linije treba i upisati određenim smjerom nizanja točaka.

Oznaka '+' označuje da se podaci u stupcu 'OPIS' nastavljaju, odnosno da su sastavljeni od više riječi. U stupcima 'OPIS' može se navesti: opis i šifra točke ili linije (kuća, zid, živica, stup itd.), sloj baze podataka, tip linije (puna, isprekidana, točkasta), te svi drugi potrebni podaci. U formiranju opisanih stupaca, a u svrhu približenja računalnoj tehnici zapisa podataka, treba voditi računa o tzv. deklaraciji stupca, tj. je li sadržaj u stupcu numerička vrijednost, datum, ili tekst (alfa-numerički podatak).

Važno je uočiti da širina svih stupaca ne mora biti jednaka, ali je zbog preglednosti podataka poželjno da je širina stupaca što manja i dovoljno široka.

Prazni redak u datoteci (tablici) indikator je početka novog homogenog skupa prostornih podataka (npr.: novo stajalište instrumenta ili datum snimanja, drugi model, detaljni list i sl.).

Nedostatak ovog zapisa je pojava višestrukih (suvišnih) podataka (npr. završna točka zatvorene linije ili čvorne točke linije) i nepotpunih podataka (npr. nisu sračunate ili su nepoznate koordinate dopunskih kontrolnih točaka za kosa odmjeranja itd.).

Opisani primjer zapisa prostornih podataka u datoteci u obliku tablice (stupci odvojeni zarezima) lako je preurediti u bilo koji drugi računalni zapis podataka koristeći raspoloživa programska rješenja za uređivanje teksta. U tu svrhu se također mogu izraditi i posebni programi u nekom višem programskom jeziku (BASIC, FORTRAN, PASCAL itd.).

Da bi najpovoljniji oblik zapisa postao normom zapisa podataka, mora svakako biti razumljiv, dostupan, široko primjenjiv, pregledan, jednostavan za upisivanje, uređivanje i restrukturiranje svih ili samo pojedinih podataka itd. Norma zapisa podataka ne smije unaprijed uvjetovati niti ograničavati primjenjenu računalnu tehniku, ali treba biti 'otvorena' za daljnji razvoj računalnih informacijskih sustava. 'Otvorena', prije svega u smislu daljnjeg proširenja zapisa prostornih podataka i/ili što jednostavnijeg restrukturiranja formata zapisa podataka. Daljnjim razvojem informatike i prisutnošću računala na svakom mjestu, prezentaciju prostornih podataka u obliku iscrtanih planova i karata polako će i sve više istiskivati videoprezentacija i dinamička grafičko-alfa-numerička prezentacija prostornih podataka na ekranu računala. U tom smislu norma zapisa prostornih podataka u računalu ima posebnu važnost.

## 9. RAZLIKA POHRANJIVANJA PROSTORNIH PODATAKA U BAZAMA PROSTORNIH PODATAKA I U POSTOJEĆIM GEODETSKIM PODLOGAMA

Izvorna baza prostornih podataka kao proizvod geodetske struke uz niz geokodiranih podataka treba sadržavati i druge podatke, kao npr.: datum i vrijeme prikupljanja podataka, naziv tvrtke ili osobe koja je te podatke prikupila, naziv primijenjene metode prikupljanja podataka. Svi su ti podaci potrebni u svrhu tekućeg održavanja baza prostornih podataka.



Baza prostornih podataka, slično novonastalom katastarskom planu, ima 'životni vijek' i u tom je vijeku treba održavati, tj. uređivati podacima naknadnih promjena stanja na terenu. No u odnosu na postojeće katastarske planove i topografske karte, iz jedne baze prostornih podataka unutar nekog programskog paketa, može se 'izvući' po volji veliki broj originala kao grafičkih prikaza na raznim vrstama podloga (papirne, plastične). Baza prostornih podataka nije i ne treba biti ograničena veličinom (dimenzijama) današnjih planova i karata, mjerilom karte (tj. količinom prikazanog detalja u određenoj točnosti podataka, broja uvedenih simbola, znakova) i prezentacijom karte (odnosno kvalitetom podloge ukupnog broja osnovnih boja, tj. dvobojna ili četverbojna, opisu karte, legendi).

Znakovi, tipovi linija i šrafure imaju mnogo manje značenje u bazi prostornih podataka nego u iscrtanim geodetskim planovima i kartama, jer se na ekranu računala znakovi, simboli, razni tipovi linija i šrafure mogu mnogo bolje istaknuti u raznim bojama. Dimenzije grafičkog prikaza pojedinog znaka (simbola) iscrtanog na ekranu računala ili papirnoj podlozi također su nebitne, jer se unutar pojedinog programskog rješenja mogu jednostavno promijeniti. Dapače, u grafičkom prikazu je značajno da pojedini znak (simbol) ima istovjetni oblik i veličinu u svim mjerilima grafičkog prikaza. Na taj se način bitno smanjuje broj operacija za iscrtavanje u jednom ili drugom željenom mjerilu prikaza, pojednostavnjuju se procedure uređivanja podataka, ubrazava djelotvornost programa, a grafički prikaz prostornih podataka postaje neovisniji od mjerila prikaza.

Smještaj, tj. iscrtavanje na ekranu računala znaka, kote, broja točke itd. treba biti što jednostavnije i neovisno od iscrtavanja ostalog detalja. U proceduri iscrtavanja prostornih podataka na ekranu računala, treba iscrtavati prema trenutno postavljenom stupnju značenja podataka, tj. najzanimljivije podatke treba posljednje iscrtavati.

Galić (1993.) piše: »Većina GIS-a je utemeljena na modelima naslijeđenima iz područja kartografije, CAD-a, itd., i može se ustvrditi da su uglavnom utemeljeni na paradigmi 'karte-kao-grafika' a ne 'karte-kao-baza-podataka'.«

Upoređivanje baze prostornih podataka i nekog geodetskog originala (plana ili karte) nema mnogo smisla, osim u svrhu objašnjenja same baze prostornih podataka, tj. što treba sadržavati i na koji način prikazati jedan dio ili cijelu bazu u grafičkom obliku na ekranu računala, automatskom crtaču.

Poteškoća jasne vizije i opisa baze prostornih podataka je upravo u uklanjanju ograničenja prikaza podataka koje ima jedan geodetski plan ili karta. Utvrđivanjem tih i drugih ograničenja postojećih geodetskih originala, utvrđujemo željene osobitosti buduće baze prostornih podataka (tablica 1).

Tablica 2: Odnos prikaza prostornih podataka u bazi prostornih podataka i na geodetskom originalu (planu ili karti).

KRITERIJ	BAZA PROSTORNIH PODATAKA <	>GEODETSKI PLAN ILI KARTA
- područje prikaza	- neograničeno, - neovisno o sadržaju	- ograničeno dimenzijama - detaljnog lista
- grafički prikaz - prostornih podataka	- raznovrsni prikazi (2D, - 3D, žičani modeli, stereo-prikazi, kartografske projekcije, tablice, liste podataka, itd.)	- pojedinačni grafički - prikaz ograničen prikazom - u određenom mjerilu,
- brzina i medij prikaza i pohrane	- generiranje i pohranjivanje prikaza: a) na ekranu računala i/ili projekcija prikaza na filmsko platno, magnetskim (video) vrpčama, magne- tskim i optičkim diskovima, čip-karticama (od sekunde do minute) b) iscrtavanje na papirne i plastične podloge na: ploterima (do nekoliko sati), laserskim i sublimacijskim pisačima (do nekoliko minuta)	- papirne ili plastične izrada pojedinačna i manuelna, dugotrajna
- količina podataka	- neograničena, ovisna o sadržaju	- ograničena, ovisna o mjerilu prikaza
- mjerilo grafičkog prikaza	- moguć je izbor odgovarajućeg mjerila prikaza (npr. 1:1, 1:100, 1:1000, 1:5000, 1:200/500, ili u bilo kojem drugom omjeru	- nema mogućnosti promjene mjerila grafičkog prikaza osim promjene nekog (optičkog uvećanja, ili umanjnja grafička (0.2 mm), ovisna o o mjerilu
točnost prostornih podataka	- izvorna, numerička, neovisna o mjerilu	
- umnožavanje grafičkog prikaza	- neograničen broj originala	- neograničen broj kopija, (česta je izrada kopija od kopije originala),
- prijenos i izbor podataka	- automatizirani prijenos (selektivan - postavljanje kriterija)	- neautomatizirani i neselektivan prijenost podataka
- broj oleata ili tematskih slojeva	- veliki broj	- mali broj
- uređivanje podataka u fazi održavanja	- uređivanje numeričkim podacima, neograničena količina	- moguće uređivanje numeričkim podacima u grafičkom obliku samo ograničena količina (do 50% promjena)
- simboli, znakovi, tipovi linije, šrafure	- veliki broj, (moguća izrada biblioteka simbola i linija unutar određenog programskog paketa)	- propisane upute za određeno mjerilo grafičkog prikaza



## LITERATURA

- Braun, F. (1969.): Elementarna fotogrametrija, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- Božićnik, M. (1993.): O reformi službene geodetske djelatnosti u Republici Švicarskoj, Geodetski list, 1, 69-71.
- Borčić, B., Frančula, N. (1969.): Stari koordinatni sustavi na području SR Hrvatske i njihova transformacija u sustave Gauss-Krügerove projekcije, Zavod za kartografiju, Geodetski fakultet, Zagreb.
- Fanton, I., Medić, V. (1985.): Karta 1:5.000 kao podloga za projektiranje kanala, Geodezija u hidrologiji, hidrogradnji i hidrografiji, zbornik radova, 315-319.
- Frank, A. (1991.): Tri godine djelovanja u Nacionalnom centru za geografska istraživanja i analize u USA, Environment and Landformation, FIG symposium, Innsbruck, 42-49.
- Frančula, N. (1991.): Digitalizator, Geodetski list, 10-12, 409-410.
- Frančula, N., Kovačević, D. (1993.): Inozemna iskustva u uspostavljanju nacionalnih topografsko-kartografskih baza podataka, Geodetski list, 1, 15-27.
- Fras, Z. (1991.): Digitalizacija katastarskih planova skanerom. Geodetski list, 1-3, 35-49.
- Galić, Z. (1993.): Razvoj GIS-orijentiranih aplikacija u 4GL programskom okolišu baza podataka, Geodetski list, 3, 199-211.
- Gvozdanić, T. : Uređivanje vektorske slike, Geodetski list, 1991., 4-6, 157-164.
- Petrović, B., Petrović, V. (1993.a): Digitalizacija digitalizatorom Cherry Mk. IV. Geodetski list, 1, 55-62.
- Petrović, B., Petrović, V. (1993.b): Programski paket BPSCAD, Geodetski list, 3, 231-244.
- Roić, M. Mastelić-Ivić, S. (1993.): Od katastra vodova prema komunalnom informacijskom sustavu, Geodetski list, 4, 325-332.
- Štemberger, D. (1986.): Analiza određivanja veličina većih teritorijalnih jedinica korišćenjem savremenih metoda i postupaka sa primenom na teritoriju SFRJ. Doktorska disertacija, Građevinski fakultet, Beograd.
- Tomlinson, R. (1991.): The Value and Problems of GIS in Government, ARC News, Redlands, USA, 4, 43-44.

## METHODS OF COLLECTING AND STORING THE SPATIAL DATA IN GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS

Digitalisation is, as a method for turning the existing analogous data into digital ones, very often applied in developing the geographical information system, and can be satisfying to a certain degree only in the initial stage of developing this system. The systematic introduction of automation in gathering, processing and storing of daily collected data into the bases of spatial data presents the key topic regarding permanent, high quality development and updating of the spatial system.

Priljeno: 1994-08-09