

UDK 681.3.06 BPSCAD
Izlaganje na međunarodnom skupu

PROGRAMSKI PAKET BPSCAD

Branimir PETROVIĆ, Vladimir PETROVIĆ — Rijeka*

SAŽETAK. BPSCAD je programski paket posebno namijenjen i prilagođen geodetskom profilu stručnjaka glede tehnologije i instrumentarija koji se danas koriste u geodetskoj djelatnosti, a od kojih se očekuje da oblikuju, pune i ažuriraju sve aktualnije baze prostornih podataka u informacijskim sustavima tipa ZIS ili GIS (zemljišni odnosno geografski informacijski sustavi). Osim koncepcije razvoja programskog paketa BPSCAD u radu se opisuju osobitosti korištenja računala i vanjskih jedinica računala, baze prostornih podataka i njihovih prikaza na ekranu računala te 'alati' i postupci za unos, kontrolu i obradu podataka.

1. UVOD

BPSCAD je programski paket namijenjen prvenstveno geodetskoj djelatnosti. Temeljni problem stvaranja informacijskog sustava tipa ZIS ili GIS (zemljišni odnosno geografski informacijski sustav) u našoj državi na današnjem stupnju razvoja (svjetske i naše) informatičke tehnologije nije u izboru odgovarajućeg programskog paketa ili informacijskog sustava, već je problem u nepostojanju ažurnih baza prostornih podataka, u analognom ili u digitalnom obliku, te zbog toga u dugotrajnijem procesu prikupljanja velike količine podataka i punjenja baza prostornih podataka. (Ožanić, 1992; Tomlinson, 1991). U procesu prikupljanja izvornih (numeričkih i opisnih) podataka treba te 'sirove' podatke obraditi i prirediti prije unosa u baze prostornih podataka.

Geodetskom stručnjaku su poznate razne metode određivanja koordinata točaka, te raznovrsni instrumentarij koji se koristi u tu svrhu. Primenjena metoda i instrumentarij uvjetuju tip, format i točnost prikupljenih mjerenih podataka.

BPSCAD ima cilj da sjedinjuje obrade raznovrsnih mjerenih podataka (pravaca, kutova, duljina, koordinatnih razlika, itd.) u konačni oblik podataka (koordinate, točnosti koordinata, opis izvora podataka i sl.) koji se unose u baze prostornih podataka, a isto tako i u obrnutom smislu.

Suvremeni geodetski instrumentarij s automatskom registracijom mjerenih podataka ima donekle automatiziran proces njihove prethodne obrade.

* Branimir Petrović, dipl. inž. el., BPS, A. Barca 16, Rijeka, Vladimir Petrović, dipl. inž. geod., Geodetski zavod — Rijeka, d. d., F. Kersnika 33, Rijeka.

Međutim, zbog visoke cijene, takvih je instrumenata u nas vrlo malo. No, bez obzira na velike mogućnosti primjene suvremenog instrumentarija, i dalje će se često u praksi koristiti raspoloživi instrumentarij starijih generacija.

U programski paket je uloženo višegodišnje iskustvo i rad autora i koautora. Autor programskog paketa je Branimir Petrović, dipl. inž. el., a koautori su Vladimir Petrović, dipl. inž. geod. i Geodetski zavod — Rijeka, d.d.

BPSCAD je velikim dijelom napisan u Microsoftovom Quick Basicu (verzija 4.5), a moduli za upravljanje hardverom, odnosno grafičkim adapterima napisani u strojnom jeziku.

Na »Natječaju za najbolji autorski softver u građevinarstvu«, na simpoziju »Kompjuter u obnovi Hrvatske« u sklopu foruma »Primjena računala u građevinarstvu '92«, održanom u Zagrebu tijekom svibnja 1992. godine autoru je za programski paket BPSCAD dodijeljena prva nagrada. To vrijedno priznanje potvrđuje valjanost i ukazuje na mnogo šire mogućnosti primjene BPSCAD-a od onih za koje je samom koncepcijom stvoren.

BPSCAD je:

- programski paket za što brže i jednostavnije stvaranje baza prostornih podataka;
- numerička baza prostornih podataka s istodobnim grafičkim i numeričkim prikazom podataka na ekranu računala, a koju je moguće svrhovito koristiti za arhiviranje crteža, projekata, skica, planova i slično;
- zamjena za 'crtaču dasku' projektanata, odnosno CAD — Computer Aided Design;
- 'geodetski ured' u smislu prikupljanja, obrade i prikaza terenskih ili ostalih izmjerenih podataka, i obrnuto, odnosno priprema i prijenos podataka projekata na teren u svim fazama projektiranja, izgradnje i kontrole objekata;
- sustav za digitalizaciju crteža, slika, planova i zemljovida;
- sustav za doctavanje na postojeće crteže, grafikone, katastarske i geodetske planove (uz korekciju prethodno digitalizirane deformacije mjera crteža, te sustav za doctavanje i isctavanje crteža tzv. dvostrukih mjerila.

2. KONCEPCIJA RAZVOJA BPSCAD-a

Izradba koncepcije ustroja informacijskog sustava o prostoru složen je i zahtjevan posao (Brumnić i drugi, 1992). Osim koncepcije ustroja, mora svakako postojati i koncepcija razvoja informacijskog sustava. Naime, eksplozivan razvoj novih tehnologija (npr. multimedija, v. Prelog, 1992) valja uključiti i u razvoj informacijskog sustava. Jedino primjenom novih tehnologija može mu se produljiti 'životni' vijek. S druge strane, treba dalje održavati i čuvati razvijene baze podataka u onom obliku u kojemu su stvorene te koristiti svu postojeću tehnologiju prikupljanja, obrade i pohranjivanja podataka.

Polazeći od tvrdnje da najveću količinu podataka o prostoru prikuplja i arhivira upravo geodetska struka, razumljiv je pristup koncepciji razvoja

informatičkog sustava sa stajališta geodetske struke. U koncepciji razvijanja programskog paketa, koji treba optimalno zadovoljiti geodetskog stručnjaka u njegovu radu na terenu i u uredu, postavljeni su kriteriji koji se odnose na:

- obradu podataka u trodimenzionalnim (pravokutnim i polarnim) koordinatnim sustavima s obzirom na geodetsku orijentaciju koordinatnih sustava (tj. pozitivni smjer koordinatnih osi i pozitivni smjer rasta vrijednosti horizontalnih i vertikalnih kutova);
- ručni unos i obradu podataka mjerenja u bazi prostornih podataka s obzirom na tip, format i točnost mjerenih podataka (koordinate, koordinatne razlike, duljine, pravci, kutovi);
- automatski unos mjerenih podataka iz suvremenoga geodetskog instrumentarija, kao što su primjerice: tahimetri, niveliri i ostali geodetski instrumenti s automatskom registracijom podataka (Benčić, Lasić, 1987, Rožić, 1992), GPS (Globalni pozicijski sustavi), digitalni planimetri (Simičić, 1989), digitalizatori (Frančula, 1991), fotogrametrijski instrumenti podržani računalom (Triglav, 1990. Peti, Miloš, 1992), i slično;
- vizualnost prikaza baze prostornih podataka, tj. grafičke prikaze u raznim mjerilima, ispise podataka i uopće informacija baze prostornih podataka na ekranu računala, automatskim crtačima, pisačima i laserskim pisačima u oblicima koji su uobičajeni i propisani u geodetskoj praksi;
- zapise informacija o najjednostavnijim entitetima baze prostornih podataka (Brukner i dr., 1992), kao što su informacije o vremenu snimanja ili određivanja točaka, o mjestu i izvoru podataka, točnosti podataka, točnosti sračunanih (deriviranih) podataka;
- mogućnosti primjene programskog paketa na velikom broju međusobno neovisnih i prenosivih računalskih sustava (u uredu i na terenu, v. Infotrend, 1992), te mogućnosti transfera velike količine podataka među njima, kao i prema drugim tipovima računalskih sustava. Pritom je odgovarajuće značenje dano kompatibilnosti računala, vanjskih jedinica, uređaja, raznih međusklopova, modula, i dr., a istodobno vodeći računa o optimalnoj i za naše uvjete prihvatljivoj cijeni opreme;
- operativnosti programskog paketa nad bazom prostornih podataka i obzirom na veliku količinu podataka u bazi prostornih podataka te ostvarive brzine izvršavanja svih ili većine neophodnih i često korištenih naredaba, zadataka, postupaka i procedura;
- rad i obuku operatera s obzirom na jednostavnost, razumljivost, prepoznatljivost operacija i naredaba, vrijeme potrebno za obuku operatera, mogućnosti stvaranja posebnih korisničkih naredaba (tzv. macro naredbe — naredbe koje zamjenjuju jedan slijed drugih naredaba) ili interpretera (poseban programski sustav za prevođenje i obradu slijeda korisničkih naredaba, itd.);
- operativni sustav i mogućnosti primjene postojećih poznatijih aplikacija i programskih paketa u optimalnom korištenju raspoloživih kapaciteta memorije u računalu (RAM, ROM, videomemorije, vanjske masovne memorije, itd.), u korištenju standardiziranih formata ulazno-izlaznih datoteka baze podataka, u jednoznačnosti naredaba u stablu naredaba, stan-

dardiziranog značenja i rasporeda funkcijskih tipki, itd. (Stipčić, 1992, Infotrend, 1992);

- trajno ispitivanje izrađenih prototipova programa i programskih paketa u geodetskoj djelatnosti pri rješavanju konkretnih poslova i zadataka.

3. OSOBITOSTI BPSCAD-a

Na temelju postavljenih osnovnih kriterija i koncepcije razvoja BPSCAD-a, stvoren je niz osobitosti ovoga programskog paketa glede:

- hardvera,
- softvera,
- baze podataka i obrade podataka u bazi.

3.1. Osobitosti hardvera

Više je čimbenika utjecalo na izbor osobnih računala kompatibilnih s IBM osobnim računalima (IBM PC/AT 80x86 serija osobnih računala). Prvo, taj tip računala ima otvoren operativni sustav i dobro dokumentiran programski pristup svim jedinicama sustava. Drugo, od ukupnog broja postojećih računala danas u svijetu (a i u nas) najveći postotak pripada upravo tom tipu računala. Također su važni čimbenici u velikom izboru postojeće programske podrške na tržištu, velikom izboru dodatne periferne opreme, odnosa cijene računala i stupnja iskorištenja računalnog sustava.

BPSCAD optimalno koristi osobitosti tih računala, što je uočljivo u velikoj brzini obrade i generiranju grafičkih prikaza podataka. Većina naredaba u bazi prostornih podataka veličine od oko 100.000 točaka izvršava se za svega nekoliko sekundi na računalima tipa IBM PC/AT 80286 (20 MHz). Na računalu tipa 80486 (33 MHz) BPSCAD pokazuje ubrzanje obrade i grafičkog prikaza iste baze i do 20 puta, pa i više. Drugim riječima, na takvim računalima je, s obzirom na operativnost, moguće formirati baze prostornih podataka koje sadrže više milijuna točaka. Dakako, brzina obrade i grafičkih prikaza ovisi o ukupnim osobitostima svih jedinica računala.

3.1.1. Osobitosti grafičkog prikaza BPSCAD baza prostornih podataka na ekranu računala

BPSCAD koristi najveće moguće razlučivosti grafičkog prikaza na ekranu računala (od 320×200 piksela za CGA, do 1024×768 za Super-VGA grafičku karticu). Modul za grafički prikaz podataka podržava sljedeće grafičke kartice: CGA, MCGA, HERCULES, EGA, EGA/MONO, VGA i S-VGA (Petrović, 1993).

3.1.2. Osobitosti BPSCAD digitalizacije digitalizatorom

Postoje digitalizatori raznih tipova te točnosti i razlučivosti. No, za svaki se digitalizator izrađuje posebna tzv. kalibracijska datoteka, u koju se pohranjuju podaci o kalibraciji digitalizatora. Da bi to bilo moguće, potrebno je poznavati komunikacijske parametre digitalizatora, koji se navode u priloženoj dokumentaciji. Kalibracijsku datoteku s pomoću posebnog modula

može izraditi i sam korisnik BPSCAD-a. Za sad su u sklopu toga programskog paketa podržani sljedeći tipovi digitalizatora: Summagraphic II, i Cherry Mk. IV., dok je za izradbu programske podrške za sve ostale tipove digitalizatora potrebna programska dokumentacija digitalizatora.

Modul za digitalizaciju omogućuje digitalizaciju točaka uz istodobnu kompenzaciju usuha odnosno deformaciju lista. Izmjereni afini usuh lista automatski se registrira u posebnu datoteku u postupku orijentacije lista na tabletu digitalizatora. U tu se datoteku ispisuju podaci za svaki digitaliziran list kao i za svaku ponovnu digitalizaciju istog lista (Petrović, 1992).

3.1.3. *Osobitosti iscrtavanja BPSCAD baza prostornih podataka na automatskim crtačima*

BPSCAD-om je moguće iscrtavanje baza podataka na svim ploterima, koji podržavaju GL/2 (grafički jezik). U sklopu modula za iscrtavanje automatski se kompenzira afini usuh (deformacija) lista. Na taj se način korisniku omogućuje precizno doctavanje na različite fotokopije, ozalid-kopije, itd. Afini usuh lista utvrđuje se na ploteru digitalizacijom četiri referentne točke poznate po koordinatama, slično kao u modulu za digitalizaciju. Područje iscrtavanja moguće je i prethodno posebno digitalizirati.

3.1.4. *Automatski unos podataka u BPSCAD prostorne baze podataka iz modula za automatski digitalni zapis podataka*

Danas se u geodetskom instrumentariju sve više koriste moduli za automatski digitalni zapis podataka (tzv. Record moduli), koji služe za registraciju podataka izvornih terenskih mjerenja (npr. koordinata, koordinatnih razlika, duljina, horizontalnih i vertikalnih kutova, itd.). Automatskim preuzimanjem mjerenih podataka iz takvih modula sjedinjuju se sve mjerne tehnologije primjenjene u geodetskoj praksi. Od novijih geodetskih instrumenata s automatskim zapisom mjerenih podataka poznati su npr.:

- elektrooptički tahimetri s automatskom registracijom podataka;
- GPS (globalni pozicijski sustavi, Bilajbegović, 1991);
- digitalizatori (Frančula, 1991) i stolne digitalne mjerne sprave (Šimičić, 1989);
- razni registracijski uređaji s digitalnim i analognim zapisom podataka (danas pomalo napuštenim registracijskim uređajima: EK-22, Teletype, itd.) ili analognim zapisom podataka na 'beskonačne' papirne vrpce (npr. stariji tipovi ehosondera i sl.), razni mjerni uređaji, roboti, itd.
- izravan unos podataka u računalo dobivenih raznim postupcima obrade i registracije podataka u fotogrametriji (npr. stereoinstrumenti, stereokomparatori).

3.2. *Osobitosti softvera*

Za 'pokretanje' programskog paketa BPSCAD nije potrebno provesti tzv. instalacijsku proceduru. Programski paket automatski određuje tip grafičkog adaptera. Jedino, za Hercules grafički adapter treba prethodno aktivirati Microsoftov program (MSHERC.COM).

Komunikacija s pokazivačkim vanjskim jedinicama (mouse ili track-ball) moguća je s pomoću standardnih rezidentnih programa koji se za njih isporučuju.

Sve upise operatora u svim modulima podržava poseban uređivač upisa (engl. template editor), što omogućuje brži i jednostavniji upis bilo kojeg podatka (broja, teksta, kuta, duljine, koordinate, itd.). Uređivač upisa omogućuje i tzv. početne vrijednosti (engl. default value), što osobito dolazi do izražaja pri upisu vrijednosti brojeva (npr. koordinata) koji se razlikuju samo u nekim znamenkama.

Podaci baza prostornih podataka u komprimiranom su obliku. Ta značajka omogućuje brže učitovanje podataka u radnu memoriju računala (engl. RAM). Primjerice, kompletna baza prostornih podataka od oko 100.000 točaka zauzima prostor na disku računala od oko 2 MBytea.

3.2.1. Geodetska orijentacija koordinatnog sustava

Prva značajka, koja pokazuje usmjerenost ovoga programskog paketa prema geodetskoj djelatnosti, jest orijentacija trodimenzionalnog (3D) koordinatnog sustava na ekranu računala, koja razumijeva pozitivni smjer X-osi — prema sjeveru, odnosno 'gore' (ako promatramo neku kartu na zidu), pozitivni smjer Y-osi — istočno, odnosno 'desno' i Z-osi 'bliže', dok je pozitivni smisao rasta kuta u smjeru kretanja kazaljke na satu. Ta orijentacija koordinatnog sustava uvijek je jednaka i ne mijenja se u bilo kojem prikazu neke prostorne baze na ekranu računala.

3.2.2. Naredba u BPSCAD-u

U cijelom paketu je svega četrdesetak naredaba. Stoga nema potrebe za tzv. izbornicima, te se i na taj način ostvaruje brža komunikacija operator-računalo. Naime, za izvršenje svih naredaba dostatan je pritisak na samo jednu ili kombinaciju dviju tipki.

Svi nazivi naredaba, kao i popratni tekstovi, ispisuju se na ekranu na engleskom jeziku. Najčešće se naredba izvršava pritiskom na jednu tipku, koja predstavlja početno slovo u nazivu naredbe ispisane engleskim jezikom. Npr.:

ENGLJSKI NAZIV TIPKA ZNAČENJA

NAREDBE

Information	<I>	ispiši informacije
Add	<A>	dodaj
Buffer		iscrtaj privremeni sadržaj
Extract	<E>	izdvoji
Find	<F>	pronađi
Join	<J>	sastavi
Kill	<K>	uništi, izbriši
Label	<L>	ispiši kratki tekst (naljepnica)
Margin	<M>	prikaži granice
Origin	<O>	izaberi list, područje
Save	<S>	sačuvaj, spremi
Transfer	<T>	obavi prijenos podataka

Funkcijske tipke imaju značenje kao i u svih poznatijih aplikacija i programskih paketa, te su u svim modulima jednoznačno određene. Npr.:

ENGLESKI NAZIV	TIPKA	ZNAČENJE TIPKE
NAREDBE		
Insert	<Insert>	ubaci
Delete		izbriši
Enter	<Enter>	potvrdi upis
Escape	<Esc>	prekini aktivnost
Exit	<F10>	kraj rada
Page Up	<PgUP>	prikaži dvostruko veće
Page Down	<PgDn>	prikaži dvostruko manje
Home	<Home>	prikaži okoliš točke

Sve to omogućuje laku i brzu obuku, od svega nekoliko sati.

3.2.3. Pokazivači na ekranu računala

U grafičkom prikazu baze podataka na ekranu računala uvijek postoje dva pokazivača. Prvi ima oblik većega križića s kružićem u središtu i njegov trenutni položaj (koordinate) pokazuje se stalno u dnu ekrana. Osim pomakom pokazivačke jedinice (mouse ili track-ball), pokazivač se može postaviti na željeni položaj izvršenjem izabrane naredbe i upisom željene veličine (redni broj točke, bilo koje zemljišne koordinate, polarne i lokalne koordinate u odnosu na drugi pokazivač, itd.) (sl. 1. i 2).

U dnu ekrana pokazuju se i podaci o položaju drugog pokazivača (manji križić) u odnosu na prvi (koordinatne razlike, horizontalna i kosa dužina) horizontalni/smjerni te zenitna daljina (sl. 1. i 2).

U modulu za digitalizaciju, kada je list orijentiran na tabletu digitalizatora, pojavljuje se i treći pokazivač u obliku maloga kružića, koji osim digitalizacije u kombinaciji s prva dva pokazivača omogućuje mjerenje duljina, kutova, koordinata, itd. Pokazivači služe za sva točna mjerenja.

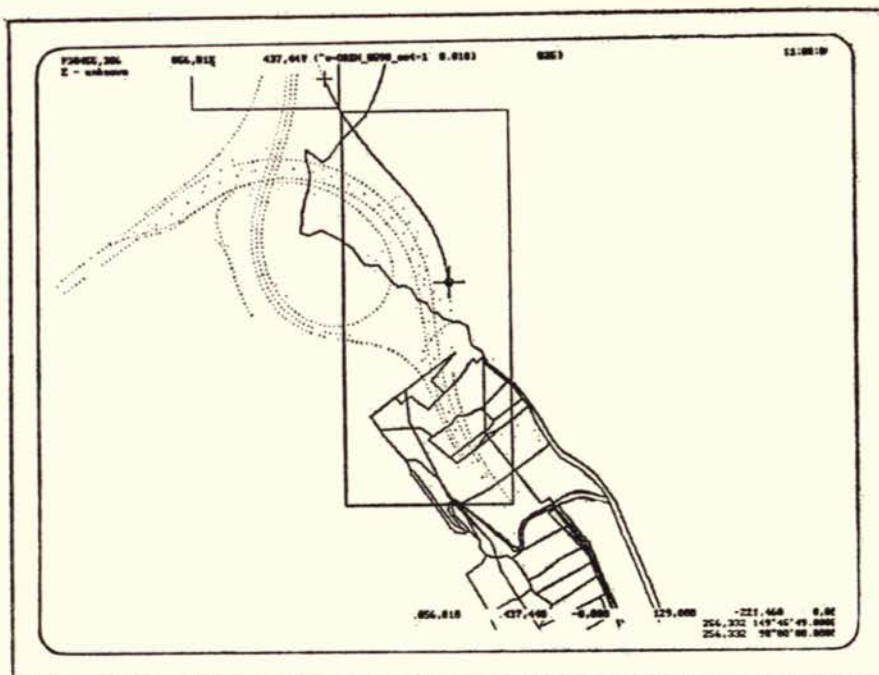
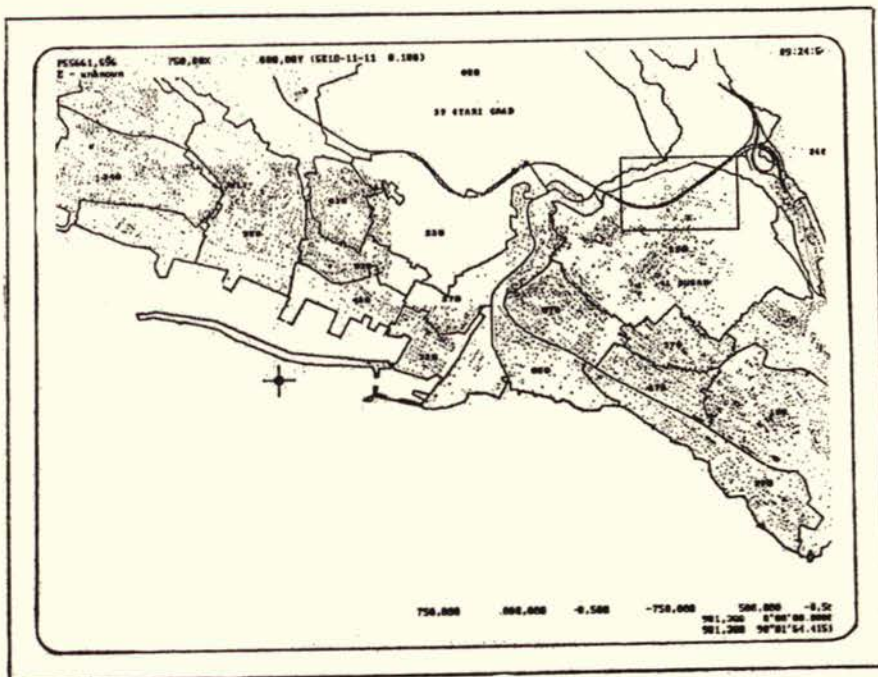
3.2.4. Ispisi numeričkih i opisnih podataka na ekranu računala

Numerički podaci o pozicijama pokazivača uvijek se ispisuju u dnu ekrana. Svi prateći tekstovi koji se pojavljuju na ekranu računala u trenutku kada se očekuje neki upis ili određena akcija operatora ispisuju se u donjem desnom kutu ekrana. S druge strane, svi se tekstovi traženih informacija, kao i svi rezultati izvršenih računskih operacija, ispisuju u vrhu ekrana računala. U gornjem desnom kutu ekrana kontinuirano se u digitalnom obliku ispisuje i tekuće vrijeme internog sata računala.

Pokazivači služe za sva točna mjerenja u bazi prostornih podataka, spajanje točaka u poligone, grafički i numerički prikaz zadnjih upisanih ili digitaliziranih podataka, prikaz traženih, pronađenih ili sračunanih podataka, kao i ostale operacije nad podacima u bazi prostornih podataka.

3.2.5. Određivanje mjerila grafičkog prikaza na ekranu računala

Približno mjerilo prikaza na ekranu računala postavlja operator po želji (npr. 1 : 1000), a moguća su različita mjerila u smjeru svake koordi-



Slike 1. i 2. Izgled ekrana računala unutar programskog paketa BPSCAD

natne osi (npr. područje prikaza na ekranu računala u smjeru Y-osi može biti nekoliko kilometara, a istodobno u smjeru X-osi nekoliko milimetara, te u smjeru Z-osi nekoliko metara). Različita mjerila prikaza po koordinatnim osima koriste se u geodetskoj praksi za prikaze odstupanja određenih pravaca izvedenih objekata, poprečnih ili uzdužnih profila, itd. Mjerilo grafičkog prikaza određuje i postavlja operater bilo grafičkom metodom (koristeći se pokazivačkom jedinicom postavlja prvi i drugi pokazivač na izabrane pozicije) ili numeričkom metodom (izvršenjem bilo koje naredbe za upis koordinata ili pretraživanje prostornih podataka postavlja pokazivače na izabrane pozicije).

3.2.6. *Anaglifski grafički prikaz baze podataka*

Elementi baze prostornih podataka u dvodimenzionalnom (2D) koordinatnom sustavu predočuju se u bijeloj boji, dok se u trodimenzionalnom (3D) koordinatnom sustavu predočuju na ekranu računala u dvije slike iscrtane u komplementarnim bojama (npr. crvena i plava). Promatranjem ekrana računala s pomoću naočala s odgovarajućim filterima u boji postiže se stereoeffekt. Pritom operater ima osjećaj prostornosti iscrtane slike prostornih podataka, te tako, ovisno o vrijednosti Z koordinate, vidi 3D elemente ispred ili iza ravnine zaslona ekrana. Pokazivači se predočuju i u jednoj ili u dvije komplementarne boje (Petrović, 1992, b), pa ih je određenim naredbama ili s pomoću vanjskih pokazivačkih jedinica računala (mouse ili još bolje track-ball) moguće pomicati u smjeru svih triju koordinatnih osi u tako prikazanom prostoru.

3.3. *Osobitosti baze podataka i obrade podataka u bazi podataka*

Prostorni podaci u bazi prostornih podataka pohranjuju se kao pojavni oblici prostornih entiteta objekata (Brukner i dr., 1992), i to u dva osnovna oblika: točka i linija. Složeniji entiteti u bazi su 3D-list i objekt.

Objekt, kao viši (složeniji) entiteti u bazi podataka, zapravo je ostvariva i funkcionalna veza baze prostornih podataka i baze tekstualnih (tabličnih) podataka.

3.3.1. *'Trodimenzionalni list' u prostornoj bazi podataka*

Svaka točka u bazi prostornih podataka pripada određenom trodimenzionalnom listu (3D-list). 3D-list, slično jednom geodetskom listu plana, sadrži veći ili manji skup točaka, koje s obzirom na vrijednosti i točnosti koordinata i pripadaju tom 3D-listu. Slično geodetskim listovima raznih mjerila, i 3D-listovi imaju unaprijed određenu razlučivost koju korisnik upisuje u postupku upisa ili prikupljanja prostornih podataka u prostornu bazu podataka. No, za razliku od geodetskih listova, jedan 3D-list može sadržavati najviše 32767 točaka, a baza prostornih podataka najviše 32767 3D-listova. Dakle, baza prostornih podataka može sadržavati najviše 32767² (odnosno 1 073 676 289) točaka.

3D-listovi mogu se međusobno preklapati s obzirom na područje zahvaćanja (pokrivanja). Granice područja zahvata jednog 3D-lista mogu se pre-

dočiti kvadrom čiji su bridovi uvijek usporedni s koordinatnim osima. Pritom je kvadar takvih minimalnih i promjenljivih dimenzija da njegov prostor sadrži sve točke koje pripadaju tom 3D-listu.

Za 3D-listove je važno da mogu imati i različitu razlučivost planarnih koordinata i Z-koordinate. Naime, u postupku osnivanja novog 3D-lista korisnik upisuje posebno razlučivost za planarne, a posebno za Z-koordinatu.

Treba shvatiti da 3D-listovi samo dodatno opisuju i određuju točke u bazi podataka. Uz datum formiranja lista, svaki list sadrži i naziv lista te podatak o razlučivosti planarnih koordinata i razlučivost po Z-koordinati. Sve točke koje pripadaju jednom 3D-listu imaju istu razlučivost koordinata.

Spajanje točaka u poligone, kao i stvaranje svih ostalih elemenata u bazi prostornih podataka moguće je bez obzira na pripadnost točaka različitim 3D-listovima.

3.3.2. Točnost podataka

Važna osobitost BPSCAD-a za geodetsku djelatnost jest podatak o razlučivosti koordinata točaka unutar pojedinog 3D-lista. Razlučivost koordinata možemo pojednostavnjeno predočiti kao točnost koordinata. Naime, podatak o točnosti koordinata pojedine točke ujedno govori i o metodi kojom je točka određena (npr.: fotogrametrijom, ortogonalom, tahimetrijom, elektrooptičkim daljinomjerima, presijecanjem pravaca ili lukova, nivelmanom, upisom koordinata, digitalizacijom, metodama geometrijskih konstrukcija, prema podacima dobivenima na temelju zračnih i satelitskih snimanja, zapisa, scena, itd.).

Iz podataka o točnosti koordinata točaka mogu se prema poznatim izrazima dobiti točnosti ostalih podataka i elemenata baze prostornih podataka (npr. duljina, kutova, itd.).

Iz tablice 1. uočljivo je da se sve metode prikupljanja podataka temelje na postupku digitalizacije u određenoj i unaprijed utvrđenoj razlučivosti po-

Tablica 1. Odnos područja zahvaćanja 3D-lista u jedinicama koordinata (milimetar, metar, stopa) i razlučivosti koordinata i metode prikupljanja prostornih podataka

Širina područja zahvaćanja $\check{S} = (2 * r * 32767)$	Razlučivost koordinata (r)	Najveće moguće koordinatne razlike točaka u 3D-listu $(\sigma Y, \sigma X, \sigma Z) = \check{S}$	Metoda prikupljanja podataka
65.534	0.001	65.534	geodetski instrumenti,
655.340	0.01	655.340	izravna
786.408	0.012	786.408	mjerenja,
6553.4	0.1	6553.400	aerosnimci,
13106.8	0.2	13106.800	digitalizacija,
65534.	1	65534.000	skaniranje,
327670.	5	655340.000	satelitski
655340.	10	655340.000	snimci,
1966020.	30	1966020.000	scene
6553440.	100	6553440.000	

dataka (koordinata). Tako su snimci dobiveni sa satelita JERS-1 razlučivosti 18 metara, ERS-1 25 m, SPOT-4 20 m, serija LANSDAT 60 m i 15 m (Oluić, 1991); podaci dobiveni digitalizacijom planova mjerila od 1 : 500 do 1 : 5000 bit će razlučivosti od 0.1 do 5 m; ehosnoderi daju podatke u razlučivosti od 0.1 do 1 metar, a GPS, elektrooptički daljinomjeri, niveliri i tahimetri s automatskim elektronskim zapisom podataka — od milimetra do nekoliko centimetara.

U dosadašnjem razvoju GIS tehnologija te struktura baza prostornih podataka potvrđena je vrijednost i vektorskih i rasterskih baza podataka. No, često je krajnji cilj rasterskih snimaka dobivanje vektorskog modela podataka (Brukner, i dr., 1992). Upravo stoga smatram važnim istaknuti da se podaci u bazi prostornih podataka pohranjuju u što izvornijem obliku, a u tu svrhu nastojati izraditi programe i procedure grafičkih prikaza, koji mogu sjediniti vektorske i rasterske baze podataka. U BPSCAD strukturi baze prostornih podataka to se sjedinjavanje može postići s pomoću poznate razlučivosti koordinata (planarnih i Z-koordinate), odnosno rasterske strukture 2D- ili 3D-listova.

3.3.3. Spajanje točaka

Kao identifikacijsku oznaku sve točke sadrže redni broj točke i redni broj 3D-lista u bazi podataka. Sve točke mogu se spajati u poligone neovisno o pripadnosti točaka različitim 3D-listovima. Spajanje točaka može se obaviti:

- pojedinačno u grafičkom prikazu na ekranu s pomoću prvog pokazivača,
- automatizirano u 'petlji', npr.: ako smo snimanje točaka na terenu obavili po profilima ili crtama objekata, tada se spajanje točaka u jedan poligon obavlja spajanjem prve točke sa zadnjom točkom tog profila u 'petlji'. Na taj je način moguće čitav niz točaka spojiti u jedan poligon u samo dva koraka,
- u kombinaciji s digitalizacijom točaka na digitalizatoru, te
- 'zbrajanjem' poligona u kombinaciji s drugim prije spojenim i sačuvanim poligonima. 'Zbrajanjem' poligona u jedan zatvoreni poligon, moguće je dobiti podatke o opsegu takvog poligona, površini, koordinatama težišta, broju točaka, itd.

3.3.4. 'Alati' za unos, kontrolu i obradu podataka

U geodetskim firmama još uvijek je u uporabi znatan broj autoredukcijskih instrumenata (npr. DAHLTA) ili elektrooptičkih daljinomjera koji se montiraju na teodolite i sl., te je zbog toga omogućen izravan unos tahimetrijskih i ostalih podataka bez prethodnih računanja koordinata točaka. Time se znatno ubrzava obrada takvih podataka, te omogućuje neposredna kontrola izmjerenih terenskih podataka, kao i svih izravnih mjerenja (frontova, streha, raznih odmjeranja i sl.).

Svi podaci predočuju se u grafičkom i numeričkom obliku na ekranu računala. U tu svrhu BPSCAD sadrži potrebne 'alate', kako bi proces unosa ili obrade podataka bio što jednostavniji i brži te što prihvatljiviji geodetskom stručnjaku. Moguće je, obaviti i kontrolu syih tako unijetih mjerenih

podataka, npr. kontrolu duljina, koordinatnih razlika, pravaca i kutova, presjeka pravaca, težišta linija i likova, površina itd.

Sve izlazne liste, npr. spisak koordinata, liste elemenata iskolčenja, podaci o točnosti i izmjerenom afinom usuhu digitalizacije listova, spisak površina itd. — prilagođene su profilu geodetskog stručnjaka.

3.3.5. Prijenos podataka u bazu podataka i iz nje

Standardni transfer podataka može se obaviti s pomoću ASCII datoteka, koje se posebnim modulima pretvaraju u binarne. Tako se mogu pregledavati prostorni podaci prije unosa u bazu podataka te se pritom može obavljati njihova grafička (ili numerička) selekcija.

Programski paket omogućuje i spajanje (kopiranje) više formiranih baza u jednu složeniju bazu prostornih podataka, bez obzira na širinu područja koje pojedina baza prekriva. To omogućuje razdiobu baze podataka na više područja i na više operatera. Primjerice, ta područja mogu biti veličine detaljnih listova za razna mjerila planova ili karata, ali je mnogo prikladnija podjela na radna područja ili slojeve baze prostornih podataka prema skicama mjerenja, modelima, rudinama ili skupinama parcela, granicama katastarskih općina ili mjesnih zajednica, granicama slivnih područja, ili bilo kojim unaprijed utvrđenim granicama.

4. PLANIRANI BUDUĆI RAZVOJ BPSCAD-a

Daljnji razvoj ovog sustava i programskog paketa može se ukratko sažeti i prikazati u sljedećem nizu stavaka:

- 1) Formiranje izvornih baza podataka na analitičkom stereokomparatoru podržanom računalom. Do sada su napravljeni moduli za:
 - kontrolu servomotora (odnosno koračnih motora),
 - računanje unutarnje, relativne i apsolutne orijentacije modela, prikaze i izvješća o rezultatima pojedine orijentacije,
 - pohranjivanje podataka o obavljenim orijentacijama modela i svih ostalih registriranih podataka restituiranih modela.
 - registraciju točaka, poligona, slojnica, profila s pripadajućim atributima u tijeku restitucije modela.

Valja ostvariti još doradu i izradbu sljedećih modula za:

- obradu slojnica (generalizacija i poligonizacija slojnica. tj. smanjenje broja točaka na zadanu razlučivost).
 - prevođenje baze podataka dobivene s pomoću analitičkog stereokomparatora na format BPSCAD baze podataka; planira se ostvarenje do polovice 1993. godine.
- 2) Stvaranje i implementiranje knjižne relacijske baze u BPSCAD programski paket i uvođenje novog elementa baze — objekta (kao elementa koji povezuje prostornu i knjižnu bazu podataka); planira se ostvarenje do kraja 1993. godine.
 - 3) Uvođenje simbola i registra standardnih simbola u bazu te modula za generiranje korisničkih simbola i baza simbola. Ostvarenje se planira u tijeku 1994. godine.

4. Izradba modula za generiranje datoteka za transfer podataka u formatima DXF, DXB, i po potrebi u drugim formatima.
5. Dorada modula za iscrtavanje baza prostornih podataka na automatskom crtaču, laserskom pisaču, za prikaz na ekranu računala, te automatsko generiranje pratećih tzv. batch datoteka iscrtavanja.
- 6) Uvođenje tzv. macro naredaba i interpretera.
- 7) Vizualizacija aktivne baze i drugih baza (foreground/background), te uvođenje mogućnosti prikaza podataka u perspektivnoj projekciji.
- 8) Interpolacija točaka, slojnica, simetralnih crta i dr. u zadanom području te automatska poligonizacija i obrada interpoliranih točaka i crta.
- 9) Implementiranje procedura nad objektima baze podataka (generalizacija, agregacija, itd.) u ovisnosti o tipu i klasi objekta (npr.: prometnice, građevinski objekti, slojnice i dr.), kao i procedura za ocjenu točnosti svih elemenata baze podataka u ovisnosti o razlučivosti 3D koordinata točaka (posebno za crte, površine, presjeke pravaca, kutove, volumene itd.), te ostalih procedura i analiza prostornih podataka.
- 10) Ispitivanje mogućnosti primjene transpjutorskih (posebnih ubrzivačkih) grafičkih kartica, CCD kamera, audiovideosustava, CD-R diskova, i dr.
- 11) Izradba neophodne popratne dokumentacije (uputa, preporuka, razrađenih procedura namijenjenih korisniku, demonstracijskih primjera, i sl.).

LITERATURA

- Benčić, D.; Lasić, Z. (1987): Automatizacija geodetskih mjerenja (problemi i mogućnosti), *Geodetski list*, 1987, 4—6, 149—161.
- Bilajbegović, A.; Hofmann-Wellenhof, B.; Lichtenegger, H. (1991): Osnovni geodetski radovi — suvremene metode — GPS. Tehnička knjiga, Zagreb.
- Brukner, M.; Olujić, M.; Tomanić, S. (1992): GIZIS — Geografski i zemljišni informacijski sustav Republike Hrvatske (Metodološka studija), INA—INFO.
- Brunnić, A.; Fiedler, T.; Jukić, T.; Lipovšćak, B.; Vili, M. (1992): Polazišta za izradu koncepcije informacijskog sustava o prostoru Republike Hrvatske, *Zbornik radova simpozija »Kompjutor u obnovi Hrvatske« — CAD forum '92*, Zagreb, 77—82.
- Frančula, N. (1991): Digitalizator, *Geodetski list*, 1991, 10—12, 409—410.
- Olujić, M. (1991): Globalni program snimanja i istraživanja zemlje iz svemira do 2000. godine, *Bilten Savjeta za daljinska istraživanja i fotointerpretaciju — HAZU*, 11, 49—56.
- Ožanić, M. (1992): Poučna informatička priča, *Privredni vjesnik*, 1992, 2766, 16.
- Peti, Č.; Miloš, V. (1992): Digitalna restitucija u inventarizaciji prostora i izradi podloga za projektiranje sistemom SYSTEMAP/MICROSTATION, *Zbornik radova simpozija »Kompjutor u obnovi Hrvatske« — CAD forum '92*, Zagreb, 139—143.
- Petrović B.; Petrović V. (1993): Digitalizacija digitalizatorom Cherry Mk. IV, *Geodetski list*, 1993, 1, 55—62.
- Petrović B.; Petrović V. (1993): Anaglifske stereoskopske prikaze terena na ekranu računala, *Geodetski list*, članak u redakciji.
- Prelog, N. (1992): U potrazi za krajnjim korisnikom, *Byte*, 1992, 1, 47—50.
- Rožić, N. (1992): Automatska registracija i prijenos podataka mjerenja pomoću REC modula i uređaja Wild GIF10, *Geodetski list*, 1992, 2, 213—222.
- Stipčić, A. (1992): Što prije do podataka, *Byte*, 1992, 1, 88—92.
- Šimičić, K. (1989): Pregled nekih digitalnih planimetara i njihovih tehničkih karakteristika, *Geodetski list*, 1989, 10—12, 387—394.

- Triglav, Joc (1990): Kern TOPOCAM — obrada baza prostornih podataka na mikro-računalu IBM PC/XT/AT, Geodetski list, 1990, 1, 45—51.
- Tomlinson, Roger (1991): The Value of GIS, ARC NEWS, 1991, str. 42, ESRI, Redlands.
- Infotrend, (1992): Umorni od čekanja (U potrazi za otvorenim sistemima), Infotrend, 1992, 4/11, 44—45.

PROGRAM PACKAGE BPSCAD

BPSCAD is software made especially for geodetic practice and surveyors who need to create, fill and update the database, as LIS or GIS (Land or Geographic Information System). Beside the conceptual development of BPSCAD software, the paper presents other characteristics using computer and input/output units, database and presentation on the computer screen, tools and procedures for input and checking of data.

Primljeno: 1993-02-04