



# PODSETNIK

IZ SAVREMENE KARTOGRAFIJE I GEODEZIJE

( Namenjeno inženjerima i tehničarima  
koji se bave planiranjem, projektovanjem  
i izgradnjom telekomunikacionih mreža )

## **Šta je kartografija?**

Kartografija se bavi problemima preslikavanja zemljine površine na ravan (kartu).

## **Šta je geodezija?**

Geodezija se bavi premerom zemljišta, a rezultati premera služe za izradu karata i planova.

## **Šta je karta?**

Karta je netačna umanjena slika zemljine površine ili nekog njenog dela.

## **Šta je geodetski plan (skica, podloga)?**

Geodetski plan je tačan i veran grafički prikaz manjeg dela zemljišta (terena) u ravni.

Preslikavanje zemljine površine, koja je nepravilan elipsoid (deformisana lopta), na kartu je uvek skopčano sa deformacijom. Deformacija znači da krug na elipsoidu neće biti krug na karti ili kvadrat na elipsoidu neće biti kvadrat na karti.

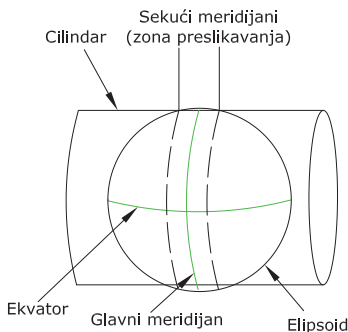
Kartu uvek možemo saviti tako da dobijemo omotač valjka (cilindar) ili konusa, ali nikad omotač lopte, a pogotovo omotač geoida. Ako bi smo imali tako velik papir da od njega napravimo omotač valjka i da u njega stavimo zemlju mogli bi smo svaku tačku zemlje projektovati na omotač bez umanjenja detalja. Bez deformacije bi se mogle projektovati samo tačke u kojima se omotač dodiruje sa zemljom, na primer sve tačke na ekvatoru, a sa manjom deformacijom tačke iz oblasti u okolini ekvatora ili tačke nekog od meridijana ako bi smo cilindar okrenuli za  $90^\circ$ .

Postoje različiti matematički modeli projektovanja zemljine površine na kartu. Za nas je interesantan Gauss-Krugerov model koji je prihvaćen u bivšoj kraljevini Jugoslaviji i bivšoj SFRJ, a koji se zasniva na matematičkom modelu Beselovog elipsoida.

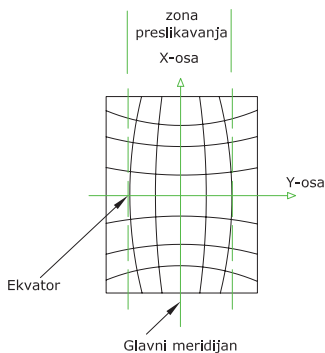
## **Šta su uradili Gauss i Kriger?**

Oni su odabrali kao površinu za projektovanje cilindar okrenut kao na slici 1a) gde se bez deformacije preslikava meridijanska zona koja se naslanja na cilindar (glavni meridijan). Preslikavanjem ostalih meridijana dobija se projekcija kao na slici 1b). Odabrana vrsta projekcije naziva se konformna, gde se uglovi preslikavaju bez deformacije, a dužine i površine se deformišu. I to, sve više, što se više udaljavamo od glavnog meridijana. Pravac projekcije glavnog meridijana je pravac X-ose (sever), a ekvator se preslikava u Y-osu.

Zapamtimo, da je položaj X i Y osa „obrnut“ u odnosu na uobičajeni Dekartov koordinatni sistem.



Sl.1a) Projekcija zemlje na omotač valjka

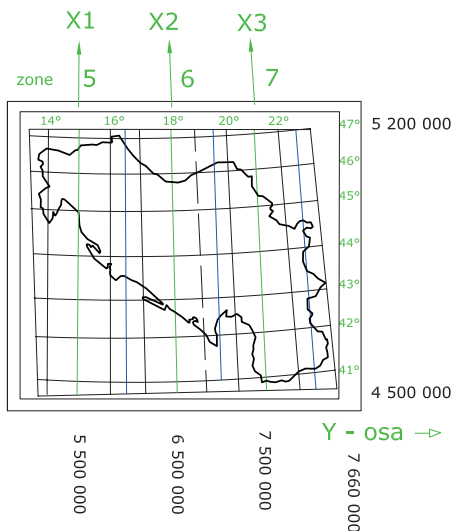


Sl.1b) Gauss-Krigerova projekcija meridijana

Iz slike 1b) se može zaključiti da deformacija dužina raste levo i desno od glavnog meridijana. Ako je deformacija ograničena na  $1/10.000$  ( $1 \times 10^{-4}$ ) tj. dozvoljena je deformacija od 10cm na 1km na zadnjoj tački zone preslikavanja. Ovim je ograničen pojas (zona) preslikavanja na  $1^\circ$  geografske dužine levo i desno od glavnog meridijana (tačkasto prikazano na sl.1b)) ili pretvoreno u kilometre za 90km levo i desno od glavnog meridijana.

### **Kako izgleda karta bivše SFRJ podeljena na zone preslikavanja?**

Ako pogledamo sliku 2 videćemo da SFRJ leži između  $140$  i  $230$  stepena geografske dužine tj. zauzima  $9^\circ$  ukupno. Ovih  $9^\circ$  stepeni je podeljeno u tri zone preslikavanja tj. svaka zona ima po  $1,50$  stepeni levo i desno od glavnog meridijana što odgovara dužinama od  $127$  km levo i desno. Sama Srbija leži u trećoj zoni preslikavanja i manjem delu druge zone. Svaka zona preslikavanja predstavlja zaseban koordinatni sistem (Sl.3). To znači da postoje 3 koordinatna sistema kod kojih je ekvator Y-osa, a tri X-ose su dodirni meridijani dakle  $150$ ,  $180$  i  $210$ . Ova tri koordinatna sistema su označena brojevima  $5$ ,  $6$  i  $7$  što se dobija ako se broj stepeni podeli sa  $3$ . Što se tiče geografske širine područje bivše SFRJ obuhvata  $6$  stepeni tj. od  $410$  do  $470$  stepena.



Sl.2 Karta bivše SFRJ podeljena na zone preslikavanja

Što se tiče X-osa sve vrednosti su pozitivne, ali što se tiče Y-osa pozitivni su smerovi prema istoku, a negativni prema zapadu. Da bi se izbegle negativne vrednosti po Y-osi (ordinatna osa) sve vrednosti ordinata uvećane su za 500.000m. Tako da sve tačke koje leže istočno od glavnog meridijana (X-ose) imaju ordinate veće od 500.000m, a sve tačke zapadno imaju vrednosti manje od 500.000m tj. koordinatni početak nema koordinate (Y=0; X=0) nego za peti sistem (Y=5.500 000 m i X=4.755 000 m), za šesti sistem (Y=6.500 000 m i X= 4.635 000m) i za sedmi sistem (Y=7.500 000 i X=4.500 000 m) što se vidi sa slike 2.

### **Koje su koordinate npr. hrama Svetog Save u Beogradu?**

Pošto se Srbija nalazi u trećoj zoni tj. u koordinatnom sistemu br.7, a Beograd zapadno od glavnog meridijana (X-osa) pomenute koordinate iznose: X=4961638, Y= 7458433.

### **Šta je razmera?**

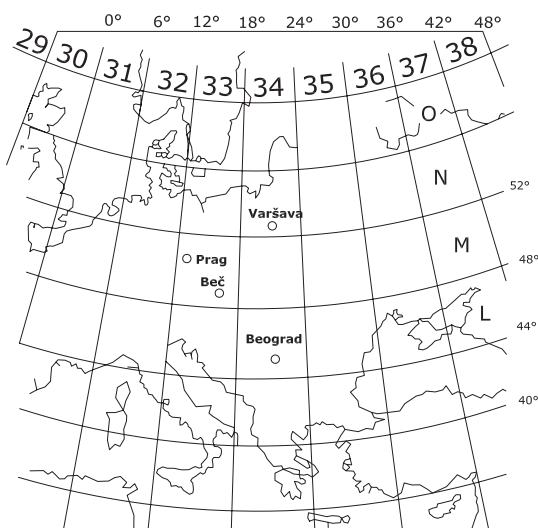
Svaki deo zemljine površine, ma kako bio mali, ne može se predstaviti u svojoj prirodnoj veličini na karti ili planu, već u umanjenoj. Umanjenje se vrši tako da se zadrži sličnost objekta i detalja na planu kojim je predstavljen. Njihov međusobni odnos sličnosti naziva se razmera. Bolje rečeno, razmera se definiše kao količnik između dužine na planu ili karti i odgovarajućih dužina u prirodi. Danas se izrađuju planovi i karte različitih razmera. Npr. za predstavljanje gradskih naselja sa velikom preciznošću i mnogo detalja koristi se razmera 1:500 i 1:1.000, van naseljenih mesta najčešće srećemo razmeru 1:2.500 ili razmeru 1:5.000 i nosi naziv Osnovna državna kar-

ta (ODK), ali sa mnogo manje detalja. Za vojne potrebe se najčešće koriste razmere 1:25.000 ili 1:50.000 dok se npr. za zidne geografske karte koriste sitnije razmere recimo 1:4.000.000 za kartu Evrope. Karte razmere 1:50.000 i 1:25.000 se često nazivaju i topografske karte jer «pokrivaju» jedno mesto sa okolinom, a na grčkom jeziku mesto se kaže topos. Često ih nazivaju i vojnim kartama jer su našle značajnu primenu u toj oblasti.

### **Kako se vrši podela karata na listove?**

Normalno je da svaka država izrađuje karte i planove za svoju teritoriju, ali pri tome mora sarađivati i sa drugim državama i institucijama.

Još 1909 godine je predložena projekcija međunarodne karte sveta (MKS) u razmeri 1:1.000.000 (vidi sliku 3). Sa ove karte se vidi podela na listove i njihovo označavanje. Lako se uočava da se Beograd nalazi na listu L34, a Moskva na O37. Sa slike se vidi da se teritorija bivše SFRJ nalazi na četiri lista pojedinačne razmere 1:1.000.000, a da se koriste meridijani koji se međusobno razlikuju za 60 i paralele koje se razlikuju za 40.



Sl.3 Podela MKS na listove

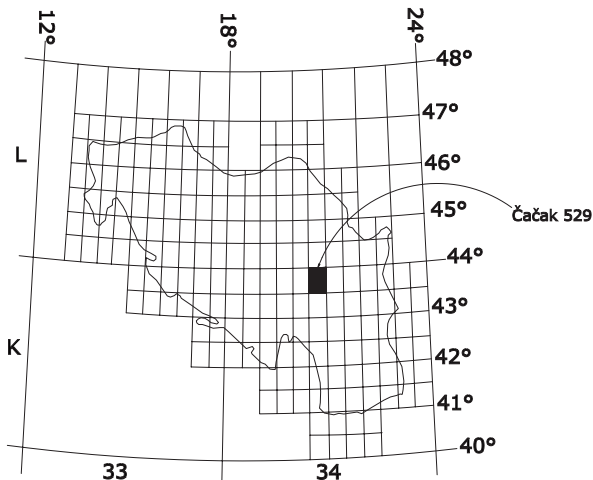
Veličina strana pojedinih listova je kod MKS definisana u sledećoj tabeli:

razmera	po meridijanima	po paralelama
1:1.000.000	60° 00' 00"	40° 00' 00"
1:200.000	10° 00' 00"	10° 00' 00"
1:100.000	30' 00"	30' 00"
1: 50.000	15' 00"	15' 00"
1:25.000	7' 30"	7' 00"

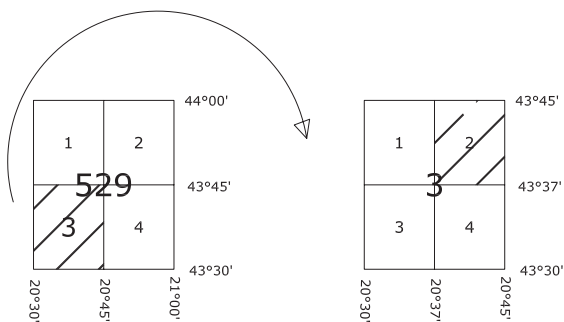
## Na kojim dimenzijama papira se crtaju karte?

Sve karte prema MKS, bez obzira na razmeru, se crtaju na hartiji formata A2 unutar okvira dimenzija 55,5x40cm, a koordinate X i Y se ispisuju po ivici okvira.

Dalja podela osnovna četiri lista za teritoriju bivše SFRJ na karte razmere 1:100.000 se vidi na slici 4a).



Sl. 4a) Podela SFRJ na listove 1:100.000



Sl. 4b) i 4c) Podela SFRJ na listove 1:50.000 (levo) i 1:25.000 (desno)

Na ovoj slici je napravljena mreža podele na karte razmere 1:100.000. Ovakve karte imaju opštu oznaku (O.o) u obliku trocifrenog broja. Šrafirani pravougaonik predstavlja takvu kartu O.o.br.529. Pošto ova karta pokriva područje Čačka i okoline njoj se dodeljuje i lokalna oznaka L.o. Čačak.

Karta razmere 1:100.000 se deli na 4 karte razmere 1:50.000. Ove karte nose O.o karte 1:100.000 kojoj se dodaju podbrojevi 1 do 4. Tako naša karta predstavljena šrafiranim pravougaonikom nosi

O.o.529-3 ili lokalnu oznaku L.o. Čačak-3, a na istoj slici se vide i uglovne koordinate ovih karata.

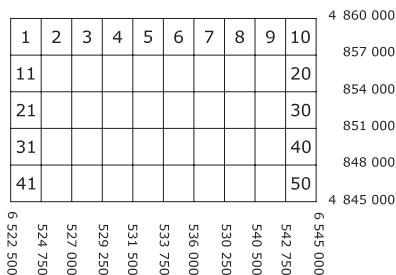
Analogno prethodno rečenom svaka karta razmere 1:50.000 sadrži četiri karte razmere 1:25.000 koje se označavaju dodeljivanjem još jednog broja pa karta sa naše slike nosi opštu oznaku O.o.529-3-2 ili lokalnu L.o. Čačak -3-2.

### **Kako se vrši dalja podela karata na karte (planove) krupnije razmere?**

Karte razmere 1:25.000 služe kao osnov za podelu na trigonometrijske sekcije koju možemo videti na prethodnoj slici 4a). Na ovoj slici je prikazan državni koordinatni sistem. Veličina svake sekcije po X-osi iznosi 15.000m, a po Y-osi 22.500m. Svaka sekcija ima svoje koordinate i svoje obeležje (nomenklaturu). Veličina korisnog prostora lista sekcije 1:25.000 iznosi 90x60cm.

### **Kako se dobiju listovi plana razmere 1:5.000 i 1:2.500?**

Osnov za dobijanje listova plana 1:5.000 je trigonometrijska sekcija. U jednoj sekciji se nalazi 50 listova plana 1:5.000 koji su numerisani od 1 do 50 kao na slici 5a). Veličina jednog lista je 2.250mx3000m odnosno na papiru 45x60cm



Sl.5a) Podela na listove plana razmere 1:5.000

Po sličnom principu se dobijaju listovi razmere 1:2.500 tako što se jedna sekcija podeli na 100 listova (vidi sliku 5b). Listovi su numerisani od 1 do 100 a na veličinu papira 90x60 cm staje prostor dimenzija 2.250mx1.500m. Slično se podela na listove razmere 1:1.000 izvodi ako se plan 1:5.000 podeli na 18 listova. Videli smo da se karte razmere 1:25.000 i trigonometrijske sekcije razmere 1:25.000 različito označavaju. Prvi način označavanja je prema međunarodnoj kart (MKS), a drugi za sekcije prema lokalnoj trigonometrijskoj mreži bivše SFRJ.

Kako se u inženjerskoj praksi najčešće koriste planovi razmera 1:500, 1:1.000, 1:2.500, 1:5.000 i 1:25.000 u sledećoj tabeli je dat pregled veličine korisnog prostora i prostora u razmeri za ove planove.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	4 860 000
11									20	858 000
21									30	857 000
									40	855 000
									90	846 000
91									100	4 845 000
6 522 500	524 750	527 000	529 250	531 500	533 750	536 000	530 250	540 500	542 750	6 545 000

Sl.5b) Podela na listove plana razmere 1:2.500

Iz gornje tabele se jasno vidi da npr. jedna topografska karta razmere 1:25.000 obuhvata prostor od 15kmx22,5km što otprilike pokriva teritoriju jedne opštine. Isto tako je iz gore rečenog jasno da ovakva sekcija ima 50 listova 1:5.000, odnosno 900 (50x18) listova razmere 1:1.000. Dakle, mnogo.

Radi lakšeg snalaženja teritorija jedne opštine se deli na više katastarskih opština (K.o).

razmera	veličina korisnog prostora na planu		korisni prostor u prirodi	
	po X-osi u cm	po Y-osi u cm	po X-osi u m	po Y-osi u m
1:1.000	50	75	500	750
1:2.500	60	90	1.500	2.250
1:5.000	60	45	3.000	2.250
1:25.000	60	90	15.000	22.500

## Šta je katastarska opština?

Katastarsku opštinu (K.o) čini više listova razmere 1:1.000 ili 1:2.500 logično povezanih u jednu celinu i ona najčešće pokriva «atar» jednog sela ili deo grada. Granice katastarske opštine su vrlo često određene obalom neke reke ili potoka, železničkom prugom, grebenom, važnijim putem i sl. Nije preporučljivo da jedna K.o. obuhvata više od 30 listova geodetskog plana. Unutar jedne K.o. listovi se takođe numerišu. Ova treća numeracija lista služi za identifikaciju parcela na listu u okviru katastarske opštine, jer se parcele numerišu u okviru K.o. polazeći od broja 1 pa nadalje do poslednje parcele u toj K.o. Na ovaj način se vrlo jednostavno pronalazi svaka parcela.

## Šta je katastarska parcela?

Katastarska parcela je najmanja prostorna jedinica zemljišta koja se nanosi na geodetske planove. Svaka parcela je definisana svojim oblikom površinom i brojem. Parcela uglavnom pripada jednom sopstveniku, a ređe suvlasnicima po idealnim delovima.



Parcele se jako razlikuju po svojoj površini i obliku. Površine manje od 200m<sup>2</sup> se ne nazivaju parcelama. Postoje jako velike parcele kao npr. jezera ili jako dugačke i uske parcele kao potoci ili putevi i pruge. Ovako duge parcele često prelaze iz jedne K.o. u drugu K.o. i tamo dobivaju drugi parcelni broj. Važno je znati da parcele puteva i pruga obuhvataju i put i putni pojas, i prugu i pružni pojas.

Brojevi parcela se ispisuju horizontalno izuzev za uske parcele kada se ispisuju uzdužno. Ako se na parceli nalazi kuća istog sopstvenika onda se zemljište pod kućom tretira kao ista parcela iako se zasebno ucrtava na planu i povezuje znakom «Z». Kod većih državnih objekata površina ispod zgrade se tretira kao zasebna parcela u odnosu na dvorište.

### **Šta se sve ucrtava na geodetske planove?**

Na planove se ucrtavaju detalji prirode (potoci, jezera i sl.) kao i objekti koje je izgradio čovek (zgrade, putevi, mostovi i sl.). Međutim, na planove se isto tako ucrtavaju i objekti koji se ne vide u prirodi kao npr. granice parcela, granice katastarskih opština, granice država, podzemne instalacije, izohipse i sl.

Već smo rekli da su geodetski planovi horizontalna projekcija manjeg dela zemljišta. Međutim, ponekad se na planovima može ucrtati i vertikalna predstava putem izohipsi. Izohipse su zatvorene krive linije koje povezuju tačke iste nadmorske visine. One takođe ne postoje u prirodi. Na planovima se često umesto izohipsi na pojedinim mestima samo upisuje nadmorska visina ili vrednost «z» kordinate brojčano jer bi izohipse značajno umanjile preglednost ostalih detalja na planu.

Na katastarskim planovima se crtaju samo granice katastarskih parcela. Ovakvi planovi nose informacije o parcelama i neposredno o vlasništvu i jako su važni za poljoprivredu, imovinske odnose, građevinarstvo, infrastrukturu (puteve, pruge, vodovode, električne i telekomunikacione kablove i sl.).

Katastarski planovi se čuvaju u službama za katastar nepokretnosti (SKN) koje se organizuju u okviru gradova ili opština, podaci o vlasništvu se čuvaju u takođe u SKN, ako je ustrojen katastar nepokretnosti ili u zemljišnoj knjizi u opštinskom sudu, ako nije za KO ustrojen katastar nepokretnosti.

U Srbiji je trenutno proces prevođenja katastra i zemljišne knjige u katastar nepokretnosti.

Nakopijama katastarskih planova se nanose podaci o podzemnim vodovima i ove informacije se čuvaju u katastru vodova.

### **Koji topografski znakovi se koriste u izradi planova?**

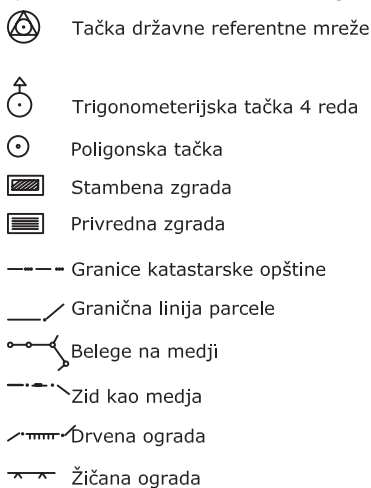
Reljef, zgrade, putevi, mostovi, groblja, ograde, bunari i sl. se na planovima predstavljaju pomoću opšte prihvaćenih topografskih znakova koji se nalaze u tzv. Topografskom ključu. Poznavanje topografskih znakova je jako važno za svakog pojedinca koji koristi geodetske planove u svom radu. Znaci u topografskom ključu se

dele na: znake u razmeri i uslovne znake.

Znakovima u razmeri se predstavljaju objekti koji se npr. u planu 1:1.000 mogu predstaviti u istoj razmeri jer imaju svoje fizičke linije u horizontalnoj projekciji. Takvi objekti su zgrade, obale vodotoka, ograde, ivice kolovoza, šine i sl.

Uslovnim znacima se ne predstavlja veličina objekta već samo vrsta i donekle njegov oblik. Oni se postavljaju na središnju tačku objekta. Takvi znaci su npr. oznaka za bunar, električni ili telekomunikacioni stub, putokaz, znaci za vegetaciju, vrstu tla i sl. Topografski znaci: tačkasti (bandere, razvodni ormani i sl.), liniski (ograde i sl.), površinski (vrsta objekata, površina pod šljunkom i sl.) i opisi (kote, nazivi, brojevi i sl.)

Na sledećoj slici su prikazani neki od topografskih znakova:



Sl.6 Neki od topografskih znakova (pogledati prilog sa velikim broj topografskih znakova)

Novi digitalni topografski ključ se može naći i skinuti sa web site-a republičkog geodetskog zavoda [www.rgz.sr.gov.yu](http://www.rgz.sr.gov.yu).

## **Na čemu se crtaju geodetski planovi?**

Geodetski planovi se najčešće crtaju i čuvaju na kvalitetnom papiru ili plastičnim folijama, a u novije vreme koriste se i digitalne metode crtanja i čuvanja geodetskih planova na raznim elektronskim medijima. Od papira se najčešće koristi «Hamer-Schelers» papir težine 260g/m<sup>2</sup>, a od plastičnih folija astralon. Od papira i folije se traži da ne menjaju svoje fizičke osobine i dimenzije sa promenom temperature i vlažnosti. Zanimljivo je da se papir sa porastom temperature skuplja jer je kod viših temperatura manja vlažnost. Da bi se smanjio uticaj vlažnosti na papir vrši se lepljenje papira na aluminijumsku ploču debljine 0,5mm i to obostrano.

## **Gde se čuvaju geodetski planovi?**

Geodetski planovi se čuvaju u prostorijama koje ispunjavaju klimatske uslove, uslove bezbednosti, uslove zaštite od požara, zaštite od prašine i sl. Geodetske planove uvek treba čuvati u ispruženom stanju u ormaru da bi se izbegale greške nastale rolanjem. Pored ovih fizičkih grešaka, najčešće se greške prave nestručnim kopiranjem ili skeniranjem.

## **Digitalni Ortofoto plan**

Poseban oblik prikaza podataka je digitalni ortofoto plan, koji predstavlja snimak terena redukovan na horizontalnu ravan (na primer na ravan Gaus-Krigerove projekcije).

Ovi planovi nose informacije koje uglavnom nisu unete na katastarske planove i veoma su korisni kao dopuna podlogama za projektovanje.

Ortofoto planovi se najčešće koriste u kombinaciji sa katastarskim, i topografskim planovima.

## **Ko u našoj zemlji brine o izradi i čuvanju planova?**

Izrada i čuvanje geodetskih planova je poverena Republičkom geodetskom zavodu. Direkcija zavoda se nalazi u Beogradu, a sam zavod ima teritorijalnu organizaciju koja pokriva sve gradove i opštine u republici. Korisnici geodetskih planova se najčešće obraćaju opštinskim katastarskim službama. Detaljna organizacija zavoda sa podacima o svim službama sa vrstom i cenovnikom njihovih usluga se može jednostavno naći na web site-u [www.rgz.sr.gov.yu](http://www.rgz.sr.gov.yu).

Trenutno je u izradi digitalni arhiv, gde se sve geodetske podloge, grafički prilozi kao i zapisnici merenja skeniraju na skeneru specijalno namenjenom za ove potrebe, tako da će podaci moći da se preuzimaju iz jednog mesta u digitalnom obliku.

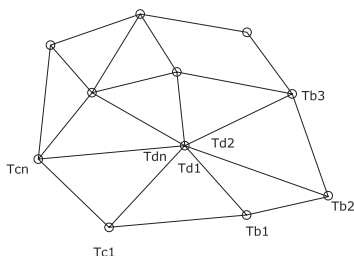
## **Šta je osnovni zadatak geodezije?**

Osnovni zadatak geodezije je prikupljanje mernih podataka za geodetske planove i topografske karte i obrnuto, prenošenje mera sa planova na zemljište. Geodezija je pored kartografije jako bitna za građevinarstvo, poljoprivredu, šumarstvo, industriju itd.

## **Kako se vrši premeravanje zemljišta?**

Premeravanje zemljišta se vrši uz pomoć državne trigonometrijske mreže koju čini skup istorodnih međusobno povezanih trigonometrijskih tačaka (sl.7). Trigonometrijske tačke se nalaze u temenima trouglova, a stranice trouglova se zovu trigonometrijske stranice. Postoje tri nivoa državne trigonometrijske mreže. Prvi je najvažniji i tu su tačke na terenu najbolje i najstabilnije označene.

Međutim, rastojanja između tačaka su reda desetina kilometara pa su nepraktične za svakodnevnu upotrebu jer bi merač uvek morao da počne od jedne tačke, zatim da dođe do željene tačke i da merenje završi u drugoj trigonometrijskoj tački. U mreži trećeg reda trigonometrijske tačke su mnogo gušće i udaljenost je obično ispod jednog kilometra. Svaka trigonometrijska tačka ima svoj broj.



Sl.7 Izgled trigonometrijske mreže

## Šta je nivelmanska mreža?

Pored trigonometrijskih tačaka postavljaju se i tačke za vertikalno predstavljanje terena pa niz ovi tačaka međusobno povezanih vertikalnim rastojanjima čine tzv. nivelmanski vlak, a više vlakova nivelmansku mrežu. I ovde postoje državne mreže višeg i nižeg reda.

Nivelmanska mreža i snimanje nivelmanskih tačaka je naročito značajno za prikazivanje poprečnih i uzdužnih profila terena, osobito za puteve, pruge vodovode, kanalizacije, naftovode i sl.

## Čime se vrši merenje u geodeziji?

Većina geodetskih radova se svodi na merenje uglova i dužina čime je u suštini definisan svaki trougao. Za merenja manjeg nivoa tačnosti se korišćena jednostavna merila kao npr. merna pantljika za merenje dužine, prizme za obeležavanje pravih uglova i dr. Za precizna merenja su korišćeni optički i elektronski instrumenti. Najčešće korišćeni optički instrumenti su tzv. «teodoliti» koji mere i ugao i dužinu koristeći durbin sa končanicom i optičkim očitavanjem horizontalnih i vertikalnih uglova. Za precizno merenje daljine se koriste tzv. distomati koji koriste laserski zrak.

Danas su u upotrebi precizni elektronski instrumenti «geodetske totalne stanice» koji mere dužine (uz pomoć prizme i bez prizme) i uglove te podake memorišu u instrument, kao i ručni laserski daljinomeri.

Od elektronskih instrumenata u savremenoj geodeziji se najčešće koriste tzv. »GPS« uređaji (slika 8b). Pored pomenutih instrumenata, razvojem kompjuterske tehnike se pojavio čitav niz novih metoda koji je omogućio stvaranje geografskog informacionog sistema (GIS), informacionog sistema o zemljištu (LIS) i usavršavanje digitalne fotogrametrije i dr.



Sl.8a) Položaj satelita



Sl.8b) Bazni GPS prijemnik i rover u ruci geodete

## Kako funkcioniše GPS?

GPS se sastoji iz tri segmenta:

- Kosmičkog (sateliti koji kruže oko zemlje)
- Kontrolnog (kontrolne stanice na zemlji)
- Korisničkog (GPS prijemnici i pomoćne stanice na zemlji)

Trenutno funkcionišu dva nezavisna sistema za satelitsko merenje i navigaciju: američki GPS i ruski GLONAS, a u pripremi je i evropski sistem.

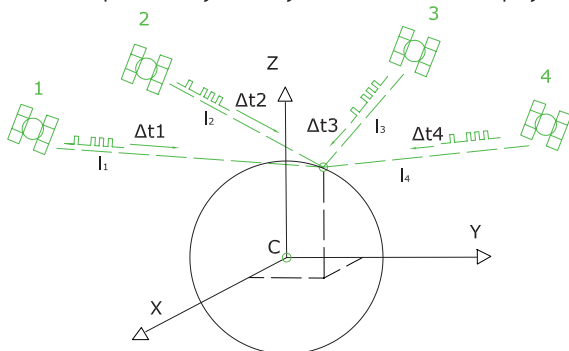
Kosmički segment GPS sistema se trenutno sastoji od 24 satelita koji obilaze zemlju za 12 sati postavljeni na visini od 22.000 km na različitim pozicijama tako da se sa svake tačke na zemlji istovremeno mogu videti najmanje 4 satelita. Svaki satelit raspolaže komunikacionom opremom i preciznim atomskim časovnikom.

Kontrolu kretanja satelita prati nekoliko zemaljskih stanica raspoređenih po planeti, a glavna stanica se nalazi u Kolorado Springsu. Glavna stanica obrađuje sve podatke, računa putanje i sinhronizuje sve časovnike.

Korisnički segment čine GPS prijemnici koji primaju radio signale sa satelita u frekventnom području 1,2 – 1,6 GHz. Postoje GPS prijemnici za prijem samo jednog signala (jednofrekventni) i prijemnici za prijem 2 signala (dvofrekventni). Ovi prvi su jednostavniji i postižu manju tačnost merenja. GPS prijemnik u sebi poseduje i procesor i ekran tako da se sva merenja i prikaz na ekranu obavljaju pomoću softvera koji je instaliran u datom prijemniku.

## Kako se vrši merenje?

Merenje se sastoji u određivanju udaljenosti između satelita koji se vide sa date pozicije i prijemnika na zemlji. Udaljenost (tj. putanja radio talasa) se dobija kao proizvod brzine koju znamo (brzina svetlosti) i vremena prostiranja  $\Delta t$  koje ustvari meri GPS prijemnik (slika 9).



Sl. 9 Merenje udaljenosti – presek pseudodužina

Merenje vremena putovanja radio signala se vrši tako što satelitski signal čine dva veoma precizno generisana koda (C/A i P) koji modulišu noseće talase L1 i L2. Sa druge strane strane i GPS prijemnik ima takođe vrlo precizan časovnik i on takođe generiše iste kodove. Korelacijom između primljene sekvence i sopstvene sekvence izračunava se vreme prostiranja. Merenje vremena  $\Delta t$  se ponavlja za sve vidljive satelite i to se naziva epoha. Da bi se dobila veća tačnost obično GPS prijemnik napravi nekoliko epoha.

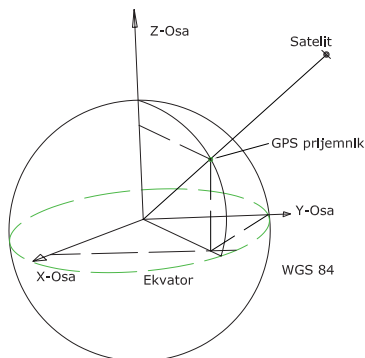
Za izračunavanje koordinata položaja GPS prijemnika bi bilo dovoljno poznavati 3 dužine do 3 satelita, ali pošto je tačnost časovnika u GPS prijemniku manja nego časovnika u satelitu merenje vremena  $\Delta t$  za četvrti satelit služi za korekciju tačnosti pomenutog časovnika.

## U čemu se razlikuju GPS i Gaus-Kriggerov koordinatni sistem?

Kao što smo ranije rekli Gaus-Kriggerov koordinatni sistem se bazira na Beselovom elipsoidu, razvijenom u ravan, i koordinate su mu Y-duž ekvatora, X-duž glavnog meridijana, i Z-okomito na zemljinu ravan.

Odstupanja Beselovog elipsoida i stvarne zemljine površi je na nekim mestima i 100m. Kako je satelitska tehnika doprinela da mnogo više znamo o izgledu i merama naše planete nego što je znao gospodin Besel, 1984 godine je prihvaćen novi model geoida koji više odgovara obliku zemlje i koji nosi oznaku WGS84 (World Geodetic System). Kod ovog tipa geoida su koordinatne ose postavljene kao na slici 10, tj. Z-osa prati osu rotacije zemlje, a Y i X ose leže u ekvatorijalnoj ravni pod uglom 90°. Koordinatni početak se nalazi u centru zemlje. Na taj način svaka tačka može biti definisana geocentričnim

koordinatama, XYZ ili geografskim,  $\varphi$  (širina),  $\lambda$  (dužina) i H (visina od elipsoida).



Sl.10 Prostorni WGS84 koordinatni sistem

Prihvatanje elipsoida WGS84 i novog koordinatnog sistema u GPS tehnici znači da koordinate koje dobijemo na našem GPS prijemniku su ustvari WGS84 koordinate, a ne ravanske Gaus-Krigerove koordinate. To znači da moramo vršiti transformaciju dobijenih koordinata ako ih želimo naneti na postojeće geodetske planove prikazane u Gaus-Krigerovom sistemu. Transformacija se obavlja korekcijom sa 7 parametara (iz elipsoida WGS84 u Beselov elipsoid), i zatim razvijanje tih koordinata u ravan Gaus-Krigerove projekcije.

Srećom ovu transformaciju obavlja instalirani softver umesto nas i samo treba odabrati koji koordinatni sistem želimo.

### **Koje su metode GPS merenja i pozicioniranja?**

Razlikujemo dve metode pozicioniranja GPS prijemnika:

- Apsolutno pozicioniranje (tačnost između 10 i 100m) i
- Relativno pozicioniranje (tačnost između 0,5 i 2cm)

Apsolutno pozicioniranje podrazumeva jednostavno korišćenje GPS prijemnika u realnom vremenu bez bilo kakvih korekcija. Ovakva pozicioniranja su interesantna za objekte u pokretu (automobili, brodovi, planinari i sl.). GPS prijemnici za ovakvo pozicioniranje su mali po dimenzijama i u njihovu memoriju se mogu ubaciti digitalne karte nekog područja ili grada pa mogu biti vrlo korisni vodiči u prostornoj orijentaciji.

Relativno pozicioniranje podrazumeva korišćenje najmanje dva GPS prijemnika od kojih se jedan (baza) postavlja na poznatu tačku P1 ( $y_1, x_1, z_1$ ), a drugi se kreće (rover) do tačaka P2, P3, ... Pn čije koordinate treba odrediti (vidi sliku 8b)). Veza između baznog GPS prijemnika i rovera se ostvaruje radio putem što znači da ovi GPS prijemnici imaju dodatak za međusobnu radio komunikaciju. Pošto su koordinate baznog GPS-a precizno poznate, on ih upoređuje sa

onima dobijenim merenjem prema satelitima, izračunava korekciju i tu korekciju radio putem saopštava roveru i na taj način preciznost merenja podiže na nivo od 0,5 do 2cm. Rastojanja između baze i rovera zavise od konfiguracije terena i položaja bazne tačke i kreću se do 15km. Ovaj metod se koristi u profesionalnoj geodeziji.

Da bi se olakšao rad geodetama na terenu, da ne moraju pronalaziti baznu tačku i da ne moraju nositi više GPS prijemnika (koji nisu jeftini) Republički geodetski zavod je postavio mrežu fiksnih radio stanica na tačkama sa poznatim koordinatama koje praktičino zamenjuju bazni GPS prijemnik koja nosi naziv AGROS. Ova mreža je dostupna svih 24 časa i razvijena je na teritoriji cele republike.

### ***Kako se ostvaruje veza sa mrežom AGROS?***

Usluge mreže Agros se mogu realizovati odmah u toku merenja na terenu kako bi se izvršila trenutačna korekcija mernih rezultata ili se može izvršiti kasnije npr. uveče po završetku merenja (postprocesing). U oba slučaja se treba ostvariti veza sa mrežom AGROS. U prvom slučaju se ostvaruje modemska veza na terenu između AGROS mreže i GPS prijemnika (rovera) najčešće korištenjem mobilnog telefona koji se USB kablom ili putem bluetooth veze povezuje sa GPS prijemnikom. U slučaju postprocesinga veza se ostvaruje posle završenog terenskog snimanja najčešće iz kancelarije. Način povezivanja i cene za oba načina rada se mogu naći na već pomenutoj web adresi Republičkog geodetskog zavoda.

### ***Šta učiniti sa snimljenim podacima?***

Investitor snimanja terenskih geodetskih podataka (odnosno geodetska firma koja je radila za njega) snimljene rezultate predaje u katastar u odgovarajuću opštinu ili direkno u direkciju RGZ, zavisno od obima i značaja snimanja, bez obzira da li su merenja vršena pomoću klasičnih optičkih mernih instrumenata ili pomoću GPS prijemnika. U službi za katastar rezultati snimanja se ucrtavaju (kartiraju) u geodetske planove u papirnoj i elektronskoj formi o čemu se izdaje odgovarajuća potvrda. O čuvanju podataka u papirnom obliku smo već govorili, a njihovo čuvanje u digitalnom obliku je vezano, za servere sa velikom memorijom i «backup-om» čak i prostornim razdvajanjem za slučaj požara, poplave zemljotresa i sl. Podaci koji ne moraju biti brzo dostupni se čuvaju na DVD diskovima, strimer trakama i sl.

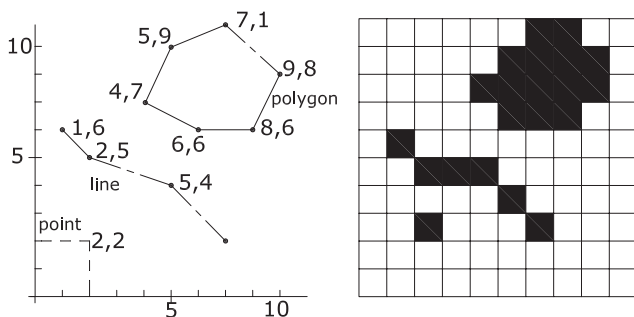
Razvijeni investitori zadržavaju kopiju snimljenih podataka (geodetski elaborat) za sebe radi korištenja u budućnosti, a naročito radi izrade sopstvenog GIS sistema (geodetski podaci su samo deo podataka neophodnih za GIS).



## Šta je GIS?

GIS je geografski informacijski sistem za prikupljanje, čuvanje, upravljanje i analiziranje podataka koji su prostorno povezani sa zemljom.

Tehnologija za GIS se razvila na osnovama digitalne kartografije, AutoCAD-a i sistema za upravljanje bazama podataka. U GIS se unose prostorni podaci (karte, koordinate, fotografije, ortofoto, adrese) i neprostorni podaci (opisi, dijagrami, finansijski podaci i sl.). Unos prostornih podataka se vrši direktno ako su već u digitalnom obliku ili se moraju pretvoriti u digitalni oblik ako to nisu. Načini pretvaranja su različiti, ali se analogni planovi sa papira mogu npr. uneti u sistem tako što se skeniraju i potom memorišu. Memorisanje može biti u vektorskom ili rasterskom obliku (vidi sliku 11). Svaki od ovih oblika ima svoje prednosti i nedostatke. Obrada vektorskih slika je podržana programima kao što su ACADmap, Corel-Draw, Pythagoras i dr., a obrada rasterskih slika od programa kao što su PhotoShop, Adobe, PhotoPaint i dr.



Slika 11 Isti crtež a) vektorski format i b) rasterski format

Pošto se u GIS sistemima prikuplja vrlo velika količina podataka neobično je važno efikasno upravljanje tim podacima (setite se koliko samo jedan projekat «potroši» memorije), da bi GIS bio ekonomičan i isplativ. Snaga GIS-a leži u integraciji različitih tipova podataka i mogućnosti njihovog povezivanja (npr. da se položaj rova poveže sa njegovim oblikom, dužinom i cenom iskopa). Dakle svakom objektu se dodaju dodatne opisne informacije koje nazivamo atributima.

Oblikovanje GIS sistema za sada određuje svaki investitor ponaosob, a najbolje bi bilo kada bi se formirao državni GIS sistem, sa tačno propisanim obimom i vrstom podataka, a posebni GIS sistemi da budu nadogradnja sa specifičnim elementima za svakog investitora.

U suštini korisnik GIS podataka bi trebao u što kraćem vremenu da dobije odgovor na postavljeno pitanje, a zasnovano na unesenim prostorno-atributivnim podacima.

## **Šta je Digitalni Model Terena (DTM)?**

Kada se napravi 3D digitalni geodetski plan, od njega se može kreirati DTM koji predstavlja digitalnu površ sastavljenu od mreže različitih trouglova Triangle Irregular Network (TIN).

DTM u stvari zamenjuje vertikalnu predstavu terena, koja se iz njega može automatski izvesti. Površ DTM predstavlja u stvari snimljeni teren i omogućuje da projektovanja vršite kao da se nalazite na samom terenu.

Upotrebom novih programa namenjenih za projektovanja imate mogućnost da menjate rešenja i neposredno dobijate rezultate projekta u digitalnom obliku.

## **Kraj**

Nemački pesnik Gete na kraju dugog pisma svom prijatelju reče: »izvini što nisam imao vremena da ti pišem kraće».

Nadamo se da će ovaj podsetnik starijim kolegama osvežiti sećanje, a mlađe ukratko informisati o najvažnijim pojmovima iz geodezije i kartografije.

Ovaj tekst možete pročitati i na web site-ovima firmi koje su pomogle njegovu izradu:

[www.megatel.rs](http://www.megatel.rs) i

[www.geonetinzenjering.com](http://www.geonetinzenjering.com)

Autor:

*Mr Milan Bilbija, dipl.ing.*

Koautori:

*Mr Andrija Kunarac, dipl.ing.*

*Mr Marko Stojaković, dipl.ing.*

*Vasilije Đurić, dipl.ing.*

 Tačka državne referentne mreže

 Trigonometrijska tačka 4 reda

 Poligonska tačka

 Stambena zgrada

 Prilivna zgrada

 Granice katastarske opštine

 Granična linija parcele

 Belege na medji

 Zid kao medja

 Drvena ograda


 Žičana ograda

 Živa ograda

 Hrišćansko groblje

 Muslimansko groblje

 Nasip

 Padina zemljanog trupa

 Jak izvor

 Česma

 Bunar bez djerma

 Neplodno zemljište

 Močvarno zemljište

 Livada


 Voćnjak

 Belogorična šuma

 Granlično drvo

 Transformator

 Transformator na beton. stubu

 Stub VN dalekov. sa jednim sistemom

 Stub VN dalekovoda sa dva sistema

 Stub niskonaponske mreže

 Stub sa radlo sistemom gvozdeni

 Kablovski razvodni ormar


 Telefonska centrala

 Kablovska kućica

 Pojačavačka kućica

 Podzemno pojač. kućište

 Kablovski nastavak pravi

 Kablovsko okno

 Podzemni cevovod III kabl

Ljubljasta linija- telekomunikacioni kabl

Crvena linija - energetski kabl

Plava linija - vodovod

Zelena linija - gasna cev

Narandžasta linija - toplovod

Seftja boje linija - kanalizacija

 Nadzemni kabl ili cevovod

Boje linija su kao i kod podzemnih instalacija

 Gasna blok stanica


 Gasna odušna cev

 Katodna zaštita

 Stub za obel. trase gasovoda


 Nadzemni hidrant sa zatvaračem

 Vodovodno okno četverougono

 Vodovodno okno sa okruglim poklopcem

 Revizijsko okno

 Slivnik

 Tabla sa nazivom mesta


 Saobraćajni znak naredbe

 Putokaz

 Kilometarski stub

 Železnička pruga

 Žel. pruga uskog koloseka

 Semafor na otvorenoj pruzi



Preduzeće za inženjering, trgovinu i usluge, d.o.o.  
Adresa: Knez Danilova 12/XVII, 11000 Beograd  
Tel: (011) / 3033-822, Fax: (011) / 3246-182

[www.megatel.rs](http://www.megatel.rs)