



AF

Arhitektonski fakultet u Podgorici  
Univerzitet Crne Gore

ARHITEKTONSKI FAKULTET - PODGORICA

OSNOVNE STUDIJE

**GEODEZIJA**

## IX Predavanje

Izrada topografske podloge. Topografski ključ. Vertikalna predstava terena. Interpolacija izohipsi. Digitalni model terena. Geodetske podloge (katastarski, topografski, katastarsko-topografski i ortofoto planovi).

Doc. dr Radovan Đurović, dipl.inž.geod.

Podgorica, 2019. godine

# Izrada topografske podloge

Za potrebe projektovanja objekata potrebno je izraditi topografsku podlogu na kojoj će biti izvršeno projektovanje građevinskog objekta.

Za termin topografska podloga koriste se i sledeći pojmovi: plan, topografski plan, katastarsko-topografski plan, ktp, situacioni plan, podloga za projektovanje, digitalni plan, geodetski plan itd.

Nekada su bile u upotrebi isključivo analogne topografske podloge dok se danas koriste uglavnom topografske podloge u digitalnom obliku.

Topografska podloga, je ortogonalna projekcija karakterističnih tačaka Zemljine površi na projekcionu odnosno horizontalnu ravan u određenoj razmjeri.

Projekciranje se izvodi pomoću pravougljih X i Y koordinata tačaka, koje su određene nekom od geodetskih metoda prikupljanja podataka.

Visina tačke odnosno njena kota, u projekcionoj ravni se prikazuje brojem koji iskazuje njenu numeričku vrijednost i položajem u odnosu na izohipse.

Izohipse su linije koje spajaju tačke iste nadmorske visine a na topografskoj podlozi one predstavljaju projekciju linija iste nadmorske visine na horizontalnu ravan.



# Topografski ključ

Sadržaj topografskih podloga se odnosi na sve objekte na Zemljinoj površini, ispod i iznad nje.

Topografska podloga treba da sadrži sve informacije o objektima u prostoru koje ne smiju opterećivati podlogu da posluži ucrtavanju forme objekta u postupku izrade projekta tog objekta.

Na podlozi ne mogu stajati tekstualni opisi objekata, posebno onih koji imaju male dimenzije (električni stubovi, šahtovi infrastrukture, semafori, usamljeno drvo, itd.).

Da bi postojalo dovoljno informacija, na njih se stavljaju šifre, koje se zovu topografski znaci.

Poznavanje topografskih znakova, je neophodan uslov za ispravno korišćenje topografskih podloga i karata svih namjena i razmjera.

Topografski znaci su vezani za pojam topografski ključ, koji je sinonim za sve topografske znake vezane za razmjeru podloge na kojoj se primjenjuju.

- Asocijativni su, što znači da je šifra urađena tako da podsjeća ili na oblik ili na sadržaj objekta kome taj znak pripada.

Svaki znak ima svoj - položajni dio - govori gdje se objekt nalazi, a označava se tačkama, linijama i površinama.

- Opisni dio - objašnjenje odgovarajućim opisom.

Topografski znaci se dijele na topografske znake u razmjeri i tačkaste topografske znake.

Iz topografskih znakova u razmjeri mogu se očitati dimenzije objekta koji prikazuje tako što se izmjere njegove dimenzije na planu i pomnože sa imeniocem razmjere.

- Najčešće linijski objekti (ograde, putevi, vodotoci, različite vrste granica, objekti na planovima krupnijih razmjera itd.).

Tačkasti topografski znaci predstavljaju pojave na terenu koje imaju male dimenzije i koji se prikazuju odgovarajućim šiframa.

- Razvrstani prema srodnim grupama.

Objekti se prikazuju tačkastim (kada se ne može prikazati u razmjeri) ili površinskim (kada se mogu prikazati u razmjeri) znakom.

Različite vrste objekata imaju različite vrste šrafura i po tome se razlikuje njihova namjena (stambeni, industrijski, pomoćni itd.).

Grupa znakova za automobilske puteve ima u osnovi dvije paralelne linije označene crvenom bojom a njihova klasifikacija je izvršena različitim bojama između tih linija.

Grupa znakova za željezničke pruge ima osnovu u vidu deblje ili tanje crne linije a da li pruga ima jedan ili više kolosijeka vidi se prema crticama datim preko osnovnog dijela znaka.

Kod znakova za objekte koji proizvode električnu struju, prenose je ili se njome napajaju, kao dodatak osnovnom dijelu znaka obično se koristi simbolični znak za munju.

Reljef se prikazuje izohipsama i kotama.

- Pored topografskog znaka za njih kotama se prikazuju i trigonometrijske tačke.

Vodene površine se crtaju plavom bojom.

- Kada se crta površinskim znakom, ivica vodene površine naglašava se tamnijom plavom crtom.

Rastinje se označava zelenom bojom.

- Krajevi površina se označavaju tamnijom zelenom linijom.

Granice, granični objekti i ograde se označavaju crnim punim ili isprekidanim (tačka-crta) linijama, a nekada su i podebljane crvenom debelom linijom osim "žive ograde" koja se označava zelenom bojom.

Vrsta linije zavisi od vrste granice - jedino je granica katastarske parcele označena punom tankom crnom linijom a sve druge imaju neku vrstu prekida.

Veličina i debljina slova na planovima kao i vrsta slova označava o kakvom se objektu ili naselju radi.

Prilikom postavljanja tačkastih topografskih znakova na njihova odgovarajuća mjesta na topografskoj podlozi treba posebno voditi računa na koji njihov dio se odnose koordinate.

Kod znakova u vidu pravilne geometrijske slike (krug, kvadrat, pravougaonik, trougao), tačka treba da se nađe u sredini odnosne slike.

Kod znakova sastavljenih od dvije pravilne geometrijske slike ili geometrijske i simbolične slike, u sredinji donje slike.

Kod znakova u vidu uspravne duže crte na kojoj je simbolična slika i kraće položene crte koja simbolično označava sjenku prikazanog objekta (znak za drvo, semafor, stub dalekovoda, saobraćajni znak itd.), u tački sastava tih duži.

Kod znakova u vidu ukrštenih crta bez osnove u tački presjeka tih crta.

Broj topografskih znakova zavisi od osnovne namjene karte, njene razmjere i geografskih osobina teritorije koja se na planu ili karti prikazuje.



Svi topografski znaci u topografskom ključu imaju definisane dimenzije svojih elemenata za odgovarajuće razmjere.

-Na analognim planovima, pomoću šablona i slobodnom rukom - spor i zamoran postupak.

- Na digitalnim topografskim planovima, - kopiraju se iz digitalnog topografskog ključa ili preuzimaju iz neke baze podataka.

Najčešće je projektnim zadatkom definisano da topografska podloga sadrži legendu korišćenih topografskih znakova.

### LEGENDA:

 Pravougaoni šaht

 Okrugli šaht

 Ptt šaht

 Elektro ormar

 Cesma

 Saobracajni znak



Gvozdena ograda na zidu



Gvozdena ograda



Živa ograda



Zimzeleno drvo



Svjetiljka



Tacka geodetske osnove

# Vertikalna predstava terena

Prilikom određivanja pozicije tačke u prostoru, karakterističnim tačkama se pored položajnih koordinata  $X$  i  $Y$  određuju i njihove nadmorske visine ili kote tačaka  $H$  (nivelman).

Postoji više metoda prikazivanja reljefa – mogu se podijeliti u tri osnovne grupe:

- Geometrijske metode (kote i izohipse);
- Prostorne metode (šrafure, tačke, sijenčanje i bojanje, hipsometrijska skala);
- Kombinovane metode.

Kote predstavljaju brojeve koji označavaju nadmorske visine tačaka na površini Zemlje.

Metoda „kota“ se najčešće primjenjuje u ravničarskim predjelima gdje ima najmanje promjena reljefa u vertikalnom smislu.

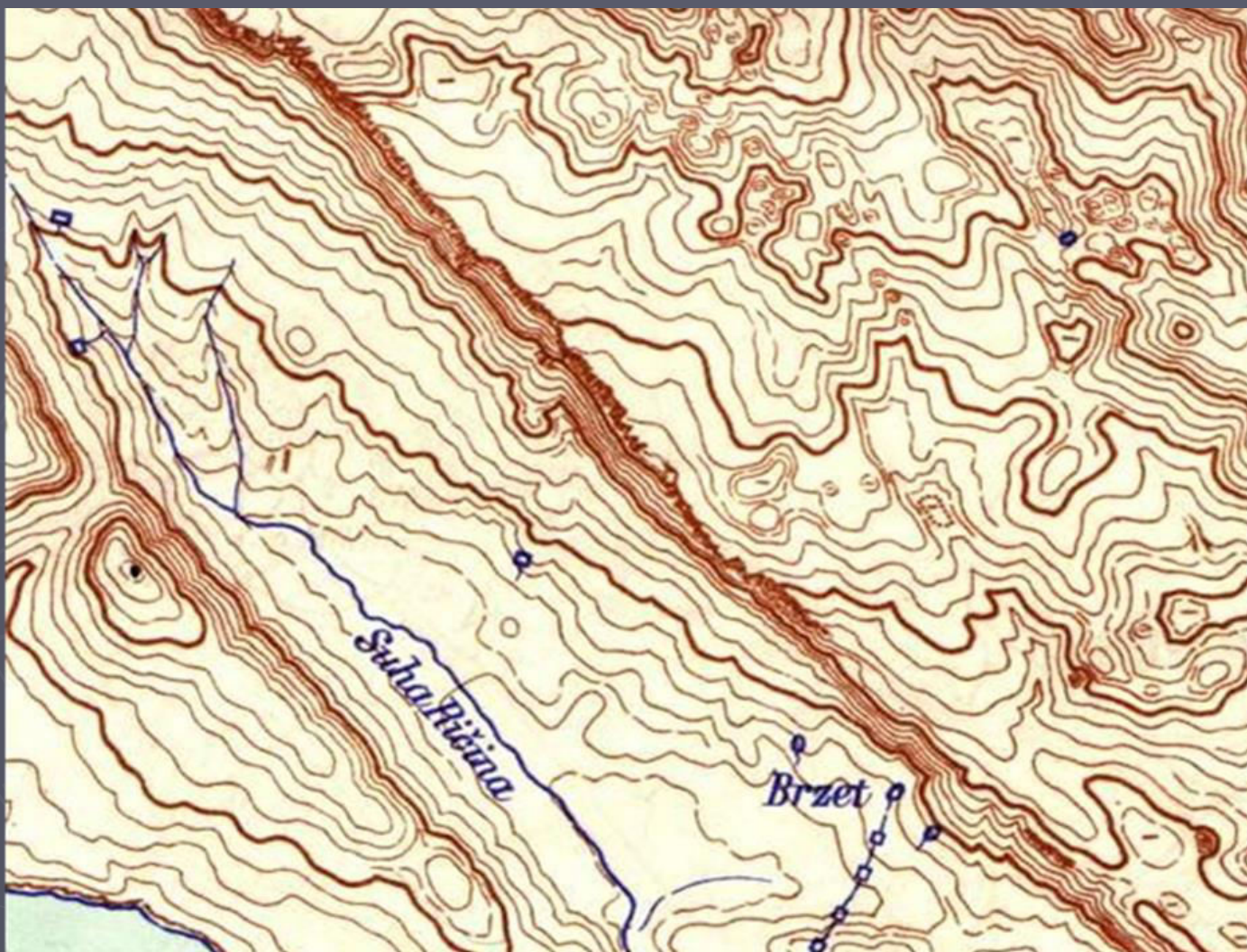
Same izohipse na ovakvim reljefnim pojavama ne bi bile dovoljne da plastično prikažu teren.

- Najčešće se primjenjuje u kombinaciji sa metodom izohipsi.



Na osnovu određenih kota, na projekcionoj ravni se reljef predstavlja pomoću izohipsi.

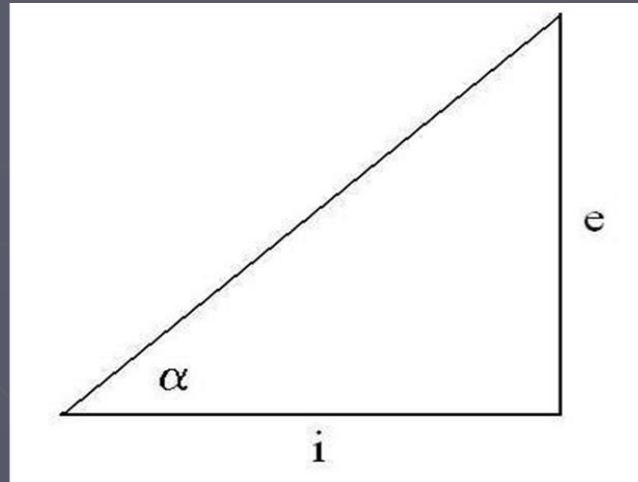
Najčešće se iscrtavaju na cijelom broju metara nadmorske visine i crtaju se smeđom bojom.





Vertikalno rastojanje između susjednih izohipsi naziva se ekvidistancija ( $e$ ).

Rastojanje između dvije izohipse na planu (u projekciji) naziva se interval ( $i$ ).



$$e = i * \operatorname{tg} \alpha$$

Minimalni horizontalni razmaci između izohipsa kod najvećeg nagiba padina moraju biti takvi da se one mogu međusobno razlučiti.

Ekvidistancija izohipsi zavisi od više faktora i to:

- Od razmjere plana. Sitnija razmjera - veća ekvidistancija i obratno;
- Od pada terena. Strmiji pada - veća ekvidistancija i obratno.

Vrijednosti ekvidistanci su najčešće fiksne za određene razmjere:

Za razmjeru 1:250 - 0.25 m, za 1:500 - 0.5 m, za 1:1000 - 1 m, za 1:5000 - 5 m, itd.

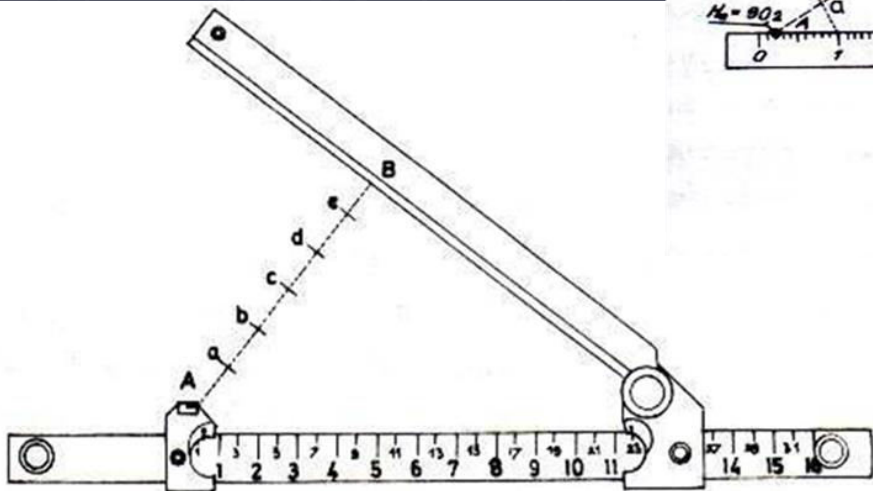
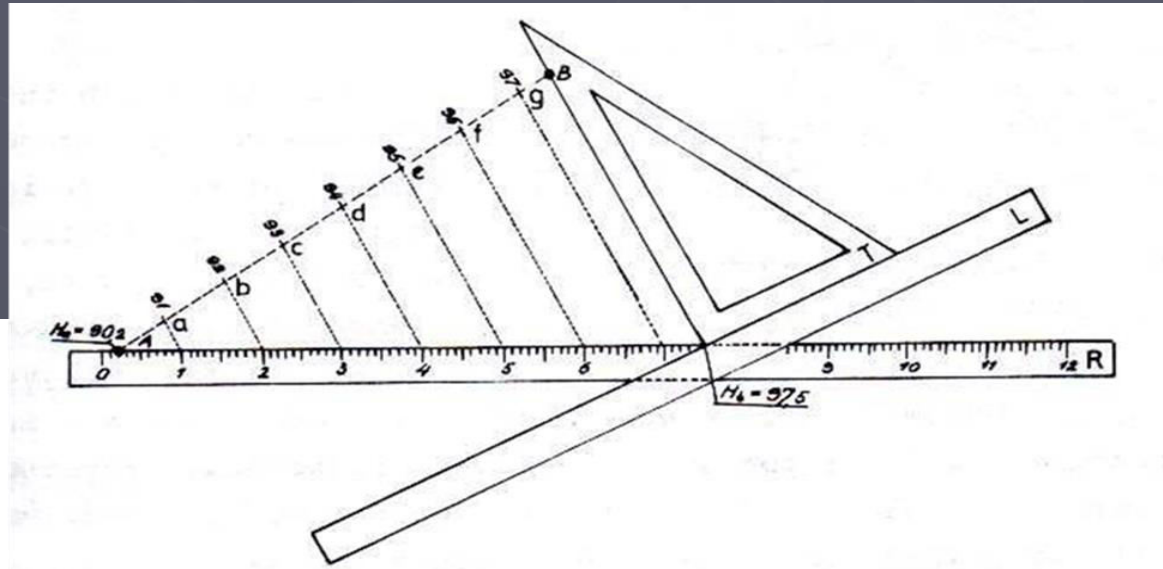
# Interpolacija izohipsi

Postupak nalaženja presjeka izohipse sa linijom koja spaja dvije detaljne tačke.

Izohipse se mogu interpolirati samo na onim linijama duž kojih je jednolik pad terena.

Interpolacije izohipsi se mogu izvršiti na različite načine:

- Grafički;
- Mehanički;
- Analitički;
- Pomoću softvera.



Analitička interpolacija jednostavna, ali je u poređenju sa generisanjem izohipsi pomoću softvera veoma spora.

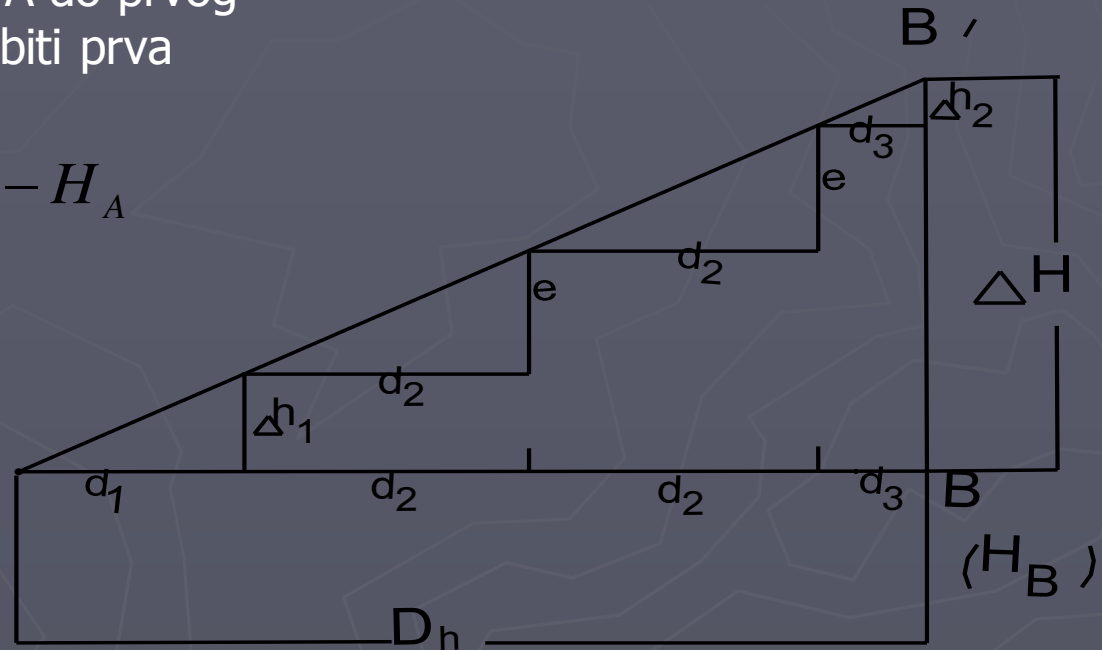
Koristi se u izuzetnim slučajevima, kad treba dopuniti izohipse na nekom dijelu podloge na kome su one već iscrtane.

Postupak: rastojanje od tačke A do prvog većeg cijelog broja  $H_i$ , koji će biti prva izohipsa:

$$\Delta h_1 = H_i - H_A$$

Iz 
$$\frac{d_1}{D_h} = \frac{\Delta h_1}{\Delta H}$$

Slijedi 
$$d_1 = \frac{\Delta h_1}{\Delta H} D_h \quad (H_A)$$

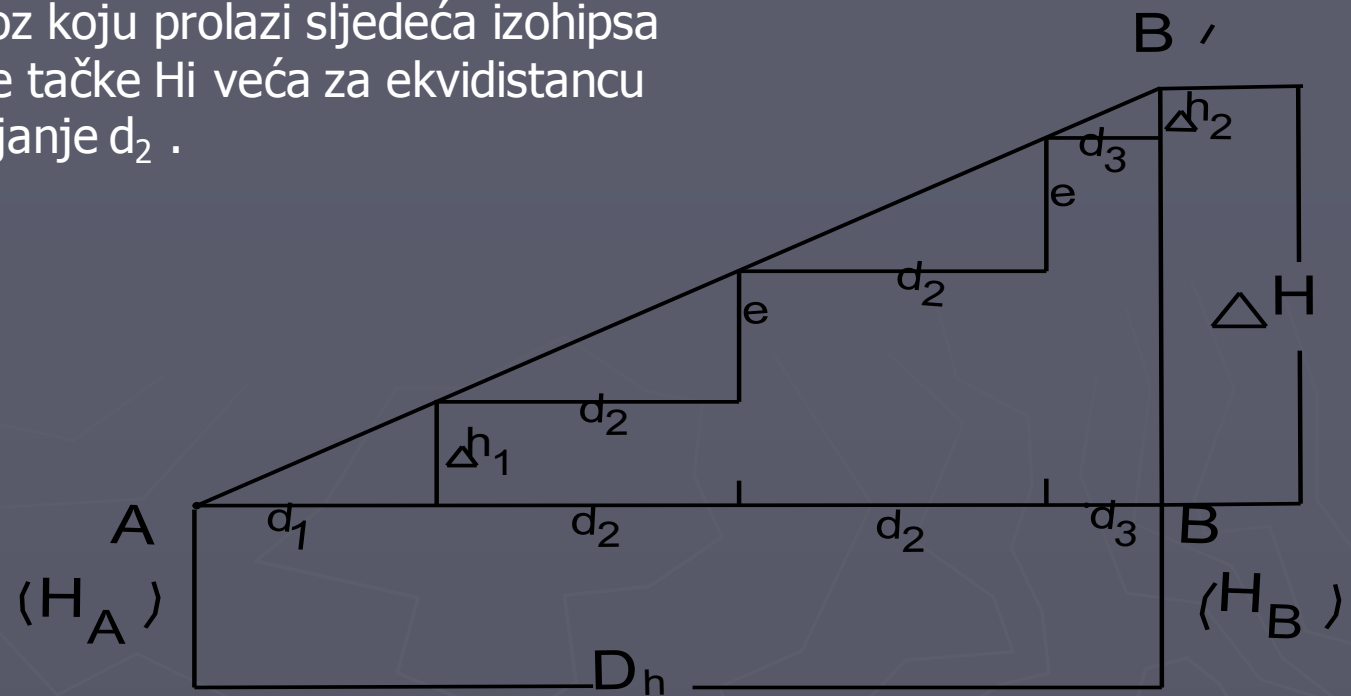


Od tačke A u projekcionoj ravni se povuče prava ka tački B i na njoj od tačke A nanese izračunata duž  $d_1$  - dobija se tačka kroz koju prolazi izohipsa sa kotom  $H_i$ .

Da bi se dobila tačka kroz koju prolazi sljedeća izohipsa sa kotom koja je od kote tačke  $H_i$  veća za ekvidistancu  $e$ , treba izračunati rastojanje  $d_2$ .

$$\frac{d_2}{D_h} = \frac{e}{\Delta H}$$

$$d_2 = \frac{e}{\Delta H} D_h$$



Sljedeća izohipsa nalazi se takođe na rastojanju  $d_2$  od prethodne tačke.

Za kontrolu, izračunava se i rastojanje  $d_3$  do tačke B.

$$d_3 = \frac{\Delta h_2}{\Delta H} D_h$$

$$d_1 + 2d_2 + d_3 = D_h$$

Postoji i kontrola pomoću sumiranja visinskih razlika:

$$\sum \Delta h = \Delta H$$



Numerički primjer interpolacije izohipsi za ekvidistanciju 1m.

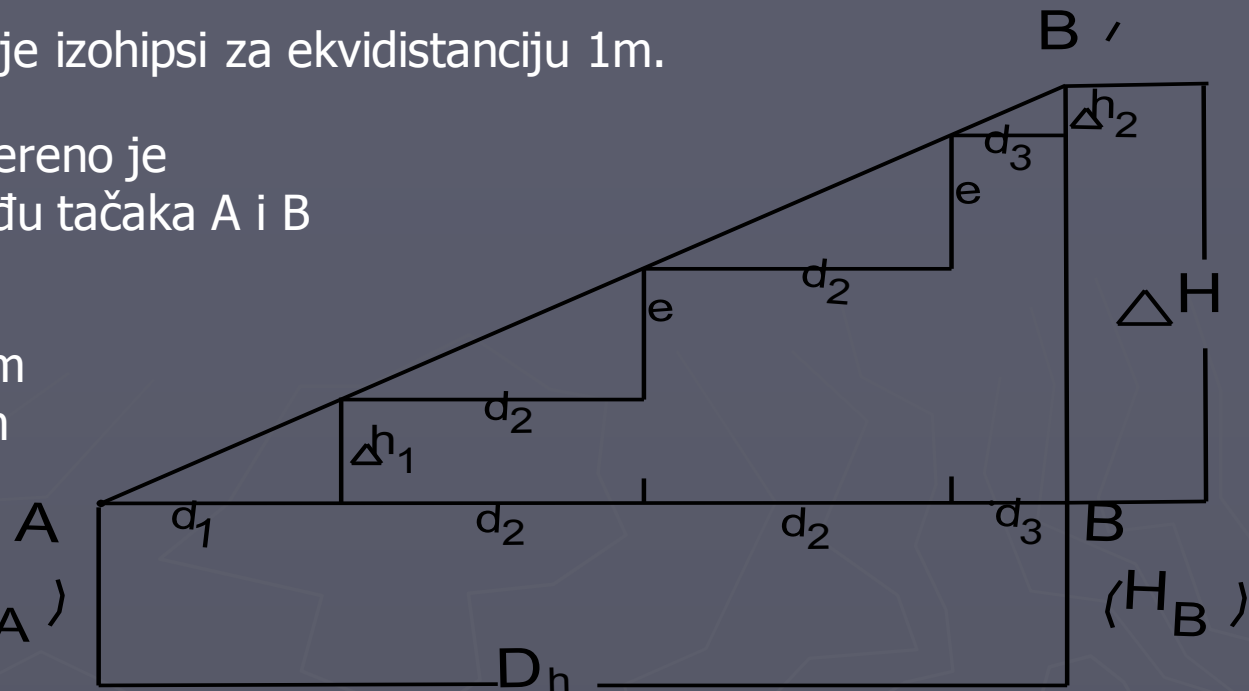
Na topografskoj podlozi izmjereno je horizontalno rastojanje između tačaka A i B i iznosi  $D_h = 65.28$  m.

Visina tačke A -  $H_A = 15.25$  m

Visina tačke B -  $H_B = 18.85$  m

Visinska razlika:

$$\Delta H = H_B - H_A = 3.60m \quad (H_A)$$



Kota izohipse najbliže koti tačke A je 16.00 m.

Visinska razlika kote tačke A i prve izohipse:  $\Delta h_1 = 16.00m - 15.25m = 0.75m$

Visinska razlika poslednje izohipse i kote tačke: B  $\Delta h_2 = 18.85m - 18.00m = 0.85m$

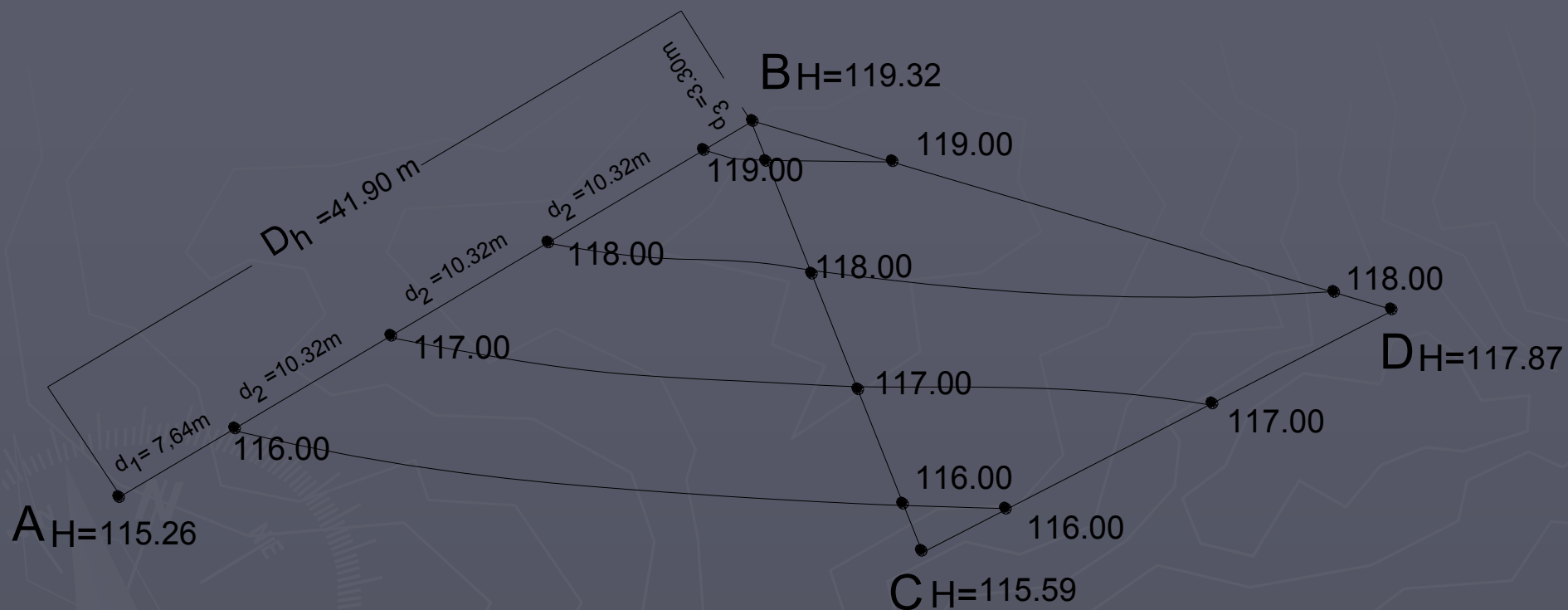
Položaj prve izohipse 16.00 m će biti na rastojanju  $d_1$  od tačke A ka tački B:

$$d_1 = \frac{\Delta h_1}{\Delta H} D_h = \frac{0.75m}{3.60m} * 65.28m = 13.60m \quad \text{Kontrola: } 13.60m + 2 * 18.13m + 15.42m = 65.28m.$$

Rastojanje do susjedne izohipse:  $d_2 = \frac{e}{\Delta H} D_h = \frac{1m}{3.60m} * 65.28m = 18.13m$

Dužina od poslednje izohipse do tačke B:  $d_3 = \frac{\Delta h_2}{\Delta H} D_h = \frac{0.85m}{3.60m} * 65.28m = 15.41m$

## Primjer interpolacije izohipsi između 4 tačke:



Kao osnova interpolacije uzimaju se trouglovi, što je osnov za ideju izrade Digitalnog Modela Terena (DMT), kojim se formiraju trouglovi između svih tačaka koje imaju kote.

# Digitalni modeli terena

- Računarska prezentacija terena u tri dimenzije i najčešće je samo podsistem informacionog sistema o prostoru.
- Koristi se u geomorfologiji, geologiji, hidrologiji, poljoprivredi, prostornom i urbanističkom planiranju, geofizici, geodeziji itd.

Digitalni model terena (engl. Digital Terrain Model – DTM) se definiše kao numerička i matematička predstava kontinualne površi terena preko skupa izabranih tačaka terena sa poznatim koordinatama  $X$ ,  $Y$  i  $H$ , u proizvoljnom koordinatnom sistemu, smještenim u računarsku (kompjutersku) bazu podataka kojima se manipuliše preko odgovarajućih programa (softvera).

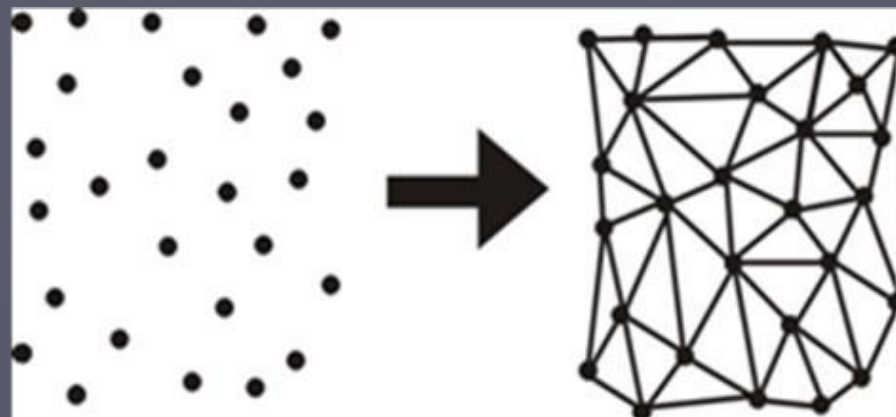
Ekspanzija primjene razvoja DMT-a uslijedila je razvojem kompjuterske tehnologije.

Postoje mnogobrojni interpolacioni algoritmi za interpolaciju i aproksimaciju površi a onaj koji u većini softvera koriste građevinski i geodetski inženjeri je model terena na osnovu prostornih trouglova.

Date tačke, koje imaju poznate koordinate X, Y i Z spojene u mrežu trouglova.

Povezivanje trouglova se izvodi u XY ravni.

Mreža trouglova naziva se TIN (Triangulated Irregular Network).



U svakom tjemenu trougla poznata je visina.

Na osnovu TIN trouglova u ravni formiraju se trouglovi u prostoru.

Ovom metodom se površ terena aproksimira sa poliedrom trouglova.

Korišćenje DTM vrši se u programu (Civil 3D, Land, GCM, itd.) koji se izvodi na računaru.

Interpolacija površi i generisanje izohipsi se vrši na osnovu prostornih trouglova, takozvanog TIN-a.

Programi omogućavaju automatsko i manuelno crtanje trouglova.

Trouglovi se povezuju tako da se stranice susjednih trouglova ne sijeku.

Ekvidistancija za izohipse se zadaje softveru.

Često prilikom pravljenja TIN-a bolje koristiti manuelnu metodu.  
- Inženjer koji je vodio skicu na terenu.



Mogućnost ovih programa - korišćenje *break* linija

- Program automatski prepoznaje ove linije i formira prostorne trouglove tako da ih isti svojim stranicama ne sijeku.

Za ove se linije biraju ivice objekata (ispod objekata se ne modelira), ivice asvalta, ivičnjaka, granice usjeka, nasipa, karakteristične prelomne linije terena itd.

Digitalni Model Terena, koristi se za izradu profila terena i projektovanih objekata  
- Brže, jednostavnije, tačnije nego ranije.

DMT se primjenjuje u svim granama građevinarstva: od projektovanja saobraćajnih komunikacija, hidrogradnje, preko projektovanja konstruktivnih objekata poput mostova, podzemnih objekata, pa i pri projektovanju zgrada.

Upotreba DMT-a u hidroinženjerstvu - generisanje karata rizika od poplava.

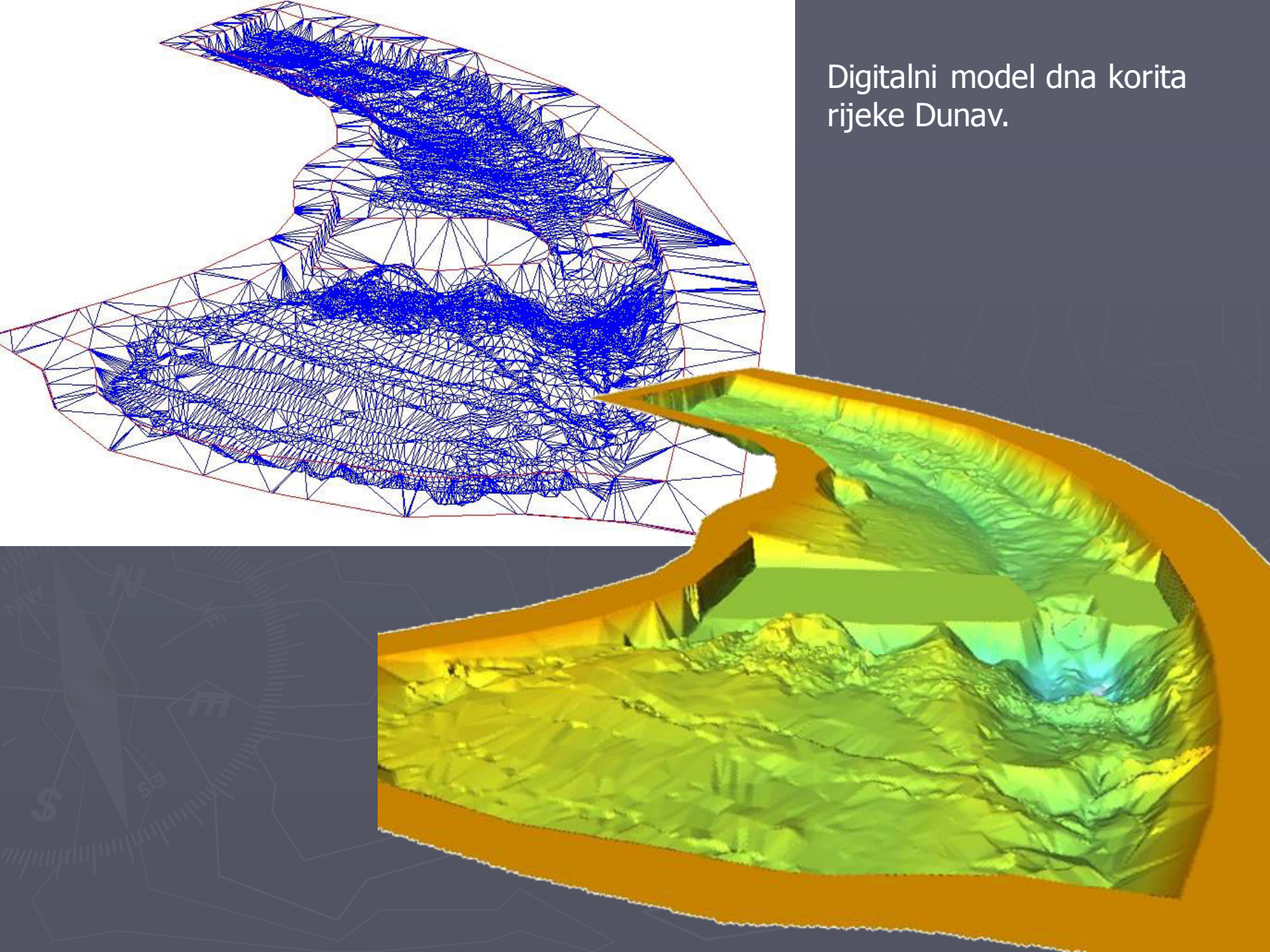
Primjena DMT-a i u hidrauličkom modeliranju.

Instrumenti za batimetrijsko snimanje imaju integrisan GPS - veoma precizno i detaljno snimanje vodnog dna.

Posebni softverski moduli za generisanje DMT-a vodnog dna.



Digitalni model dna korita  
rijeke Dunav.



# Geodetske podloge (katastarski, topografski, katastarsko-topografski i ortofoto planovi)

Teritorija Crne Gore u znatnom dijelu premjerena.

- Uprava za nekretnine Crne Gore raspolaže sa velikim brojem kvalitetnih podloga.
- Planovi u razmjerama 1:500, 1:1000, 1:2500 i 1:5000.
- Dobra osnova za izradu generalnih, idejnih projekata i elaborata za eksproprijaciju.

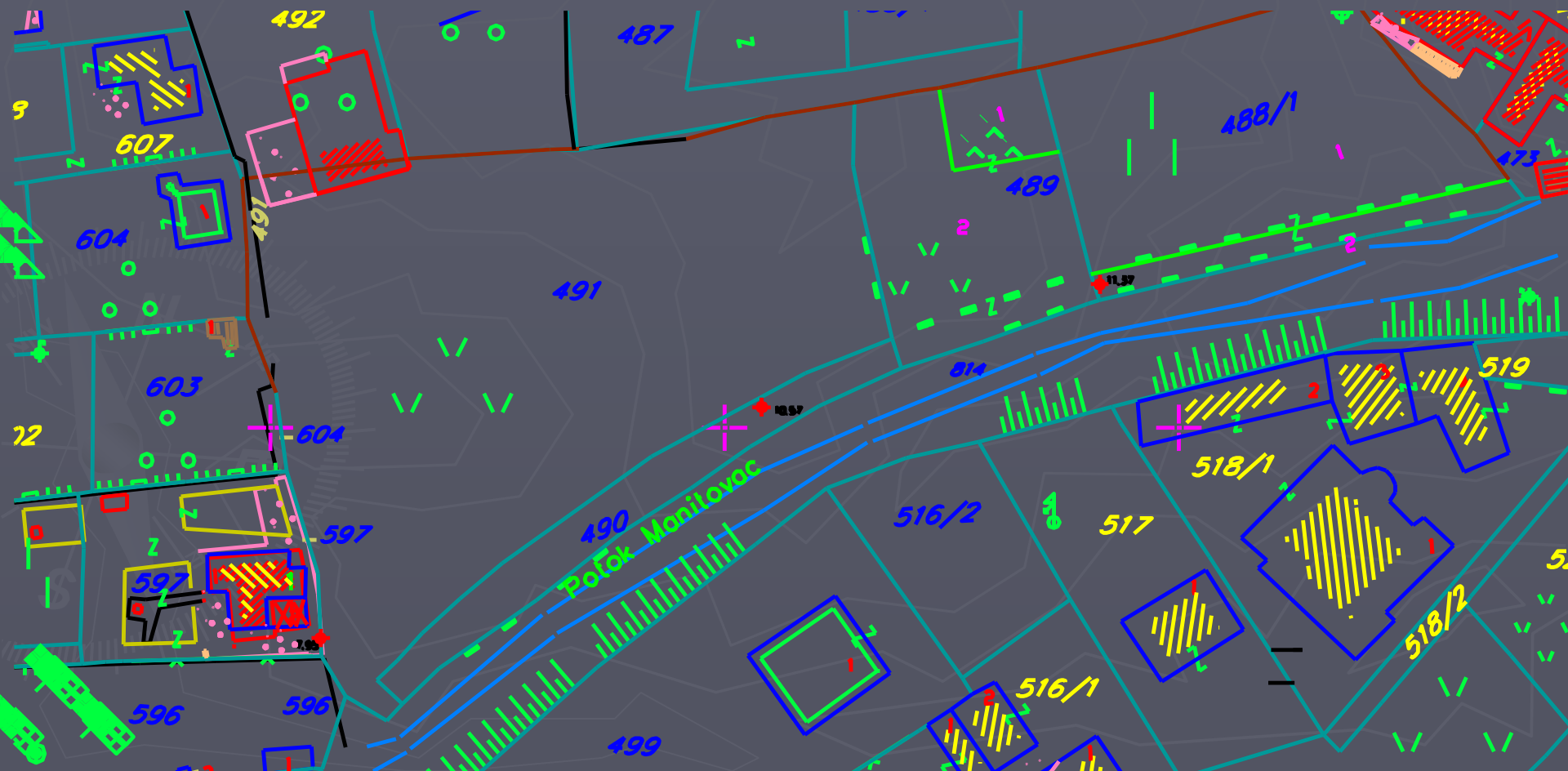
Ove podloge mogu biti katastarske, topografske i katastarsko – topografske.



Isječak iz digitalnog katastarskog plana.

Jasno se vide granice i brojevi parcela, infrastruktura, objekti, itd., sa nanešenim topografskim znacima iz topografskog ključa.

Ne sadrži predstavu reljefa već samo poziciju tačke u horizontalnoj ravni.



Glavni zadatak katastarskog plana je da prikaže i trajno sačuva poziciju objekata i parcela kao i granice vlasništva na njima.

Na osnovu katastarskog plana izrađuju se elaborati eksproprijacije zemljišta potrebnog za izradnju građevinskih objekata.

Za projektovanje novih objekata, vrlo je važno, da na geodetskoj podlozi postoji i informacija o reljefu.

Katastarski plan može da se upoređuje (preklapa) sa topografskom podlogom

- U digitalnom obliku – programski.
- U analognom obliku - preko koordinata decimetarske mreže.





Snimljene koordinate i kote detaljnih tačaka se učitavaju korišćenjem softvera koji ih u autocadu ili nekom drugom crtačkom programu automatski generiše na svojim pozicijama u projekcionoj ravni.

Prije unosa, bitno je koordinate tačaka poređati u odgovarajućem formatu u nekom tekstualnom editoru.

1	6590641.472	4711966.086	50.252
3	6590641.980	4711967.292	50.278
4	6590642.066	4711967.418	50.175
5	6590645.331	4711971.905	50.258
6	6590646.853	4711964.417	50.182
7	6590644.847	4711963.531	50.194
8	6590644.440	4711965.507	50.284
9	6590644.551	4711965.627	50.157
10	6590643.652	4711964.543	50.295
11	6590650.623	4711959.442	50.249

Za crtanje formi objekata kao pomoć služi skica, koju na terenu crta stručnjak koji vodi snimanje.

Nakon iscrtavanja objekata dodaju im se topografski znaci da im bliže odrede karakter i značenje.

U vrlo kratkom roku i na vrlo jednostavan način se dobija topografska podloga na kompjuteru u razmjeri 1:1 na kojoj se dalje projektuju objekti.

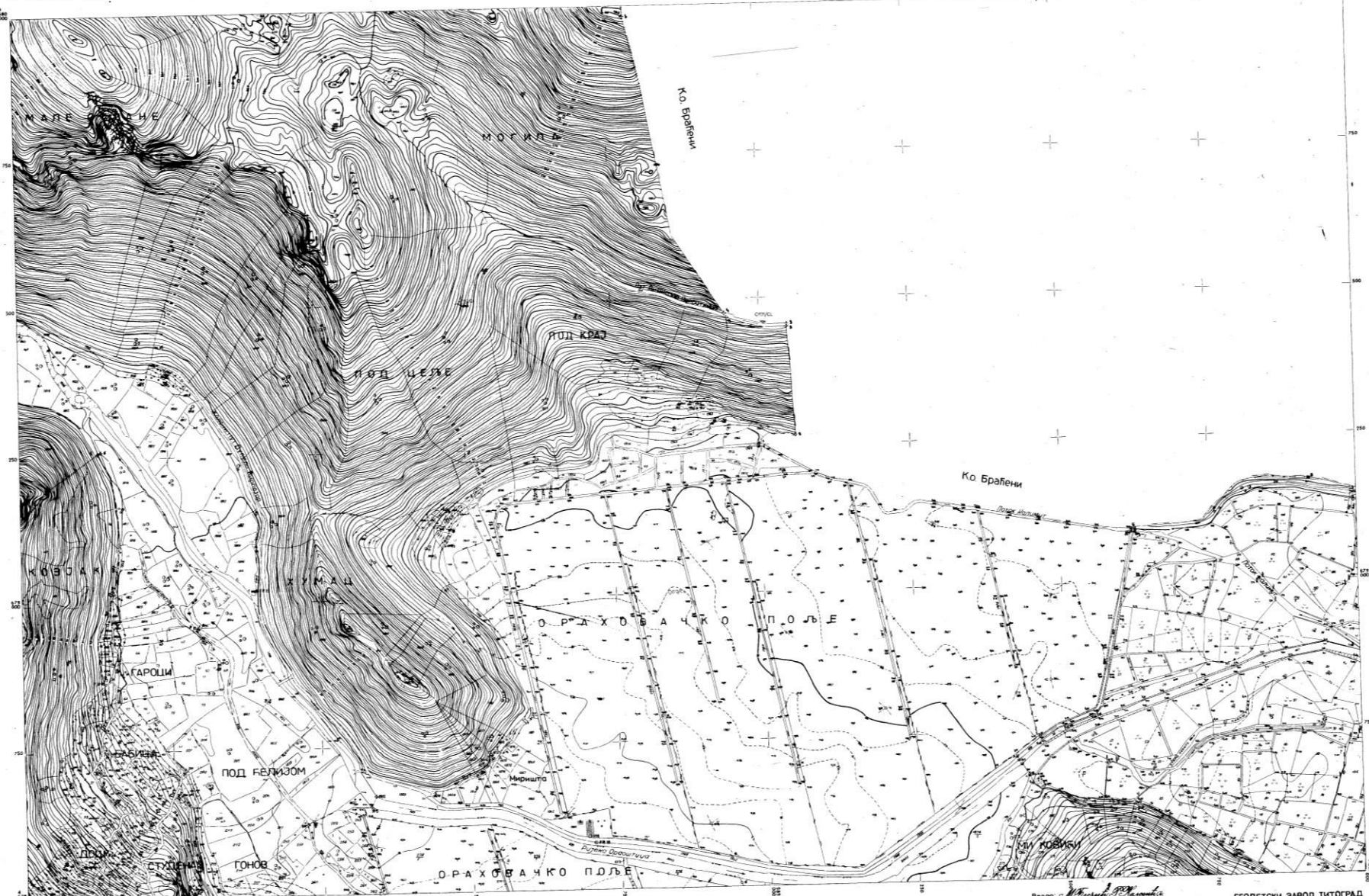


# Katastarsko topografski plan razmjere 1:2500

С.Р. Црна Гора  
ОПШТИНА БАР

К.О. ДУПИЛО-8, ОРАХОВО-2, ВИРПАЗАР-1

Вирпазар лист детаља бр.10  $\frac{1:2500}{1:10000}$



ОПШТИНА БАР  
К.О. ДУПИЛО-8, ОРАХОВО-2, ВИРПАЗАР-1  
Геодејски завод и картографски ЛЕОКАРТА-Београд, 1988 год.

Димензиона: *Н. Милош, Д. Петровић, Ј. Јовановић*  
Реституција: *М. Милош, Д. Петровић, Ј. Јовановић*  
Реституција: *М. Милош, Д. Петровић, Ј. Јовановић*

Веза листова

РАЗМЈЕРА 1:2500

Еквидистанца 25м

Подаци о снимку  
а) Аерофотограметријско  
снимак 1967.

Веза: *М. Милош, Д. Петровић, Ј. Јовановић*  
Исцртао: *С. Милош, Ј. Јовановић*  
Описало: *С. Милош, Ј. Јовановић*  
Прегледао: *М. Милош*  
Прегледао и одобравао: *Ј. Ј. Јовановић*

ГЕОДЕТСКИ ЗАВОД ТИТОГРАД  
Одобрава: *В. Ј. Јовановић*  
Технички директор:  
ГЕОДЕТСКА УПРАВА СР Ц.ГОРЕ  
Одобрава: *В. Ј. Јовановић*

Ovakvi planovi su u analognoj formi i nalaze se u arhivu Upravi za nekretnine Crne Gore.

- Mogu poslužiti za projektovanje tako što se skeniranjem i georeferenciranjem prvo dovedu u odgovarajući položaj u koordinatnom sistemu na računaru a zatim se digitalizuju izohipse.

Georeferenciranje (dovođenje u tačnu poziciju u projekcionoj ravni) se obično vrši pomoću decimetarskih krstića (nekada i pomoću tačaka geodetske osnove) koji imaju svoje zadate koordinate.

Ovaj nivo projektovanja, zbog ograničene tačnosti izvornih podataka, se koristi za izradu idejnog rješenja ili idejnog projekta.

Treba imati u vidu i zastarjelost plana – nekada potrebna reambulacija.

Reambulacija je proces dopunjavanja topografskih podloga, nekom od geodetskih metoda prikupljanja podataka, sa novoizgrađenim objektima, putevima i ostalim promjenama u reljefu koje su se desile u međuvremenu od njihovog nastanka.



Za dobijanje ortofoto plana potrebno je snimiti teren putem stereofotogrametrije (aerofotogrametrijska metoda sa preklopima dva snimka) ili pomoću jednog snimka ako se raspoložbe digitalnim modelom terena.





Digitalni ortofoto plan (DOF) je georeferencirana digitalna slika dijela površi Zemlje određenih dimenzija koja ima karakteristike ortogonalne projekcije, dobijena postupkom ortorektifikacije digitalnih aerofotogrametrijskih snimaka, digitalnih satelitskih snimaka ili snimaka dobijenih ostalim metodama daljinske detekcije.

Posjeduje sve informacije registrovane na snimku od koga se izrađuje (daleko više informacija u odnosu na klasične topografske planove ili karte) ali i sve mjerne osobine topografskih planova i karata odgovarajućeg nivoa detaljnosti.

Izborom odgovarajuće veličine piksela na terenu obezbjeđuje se nivo detaljnosti i tačnost koja se zahtijeva za konkretne namjene.

Preporučljivo ga je koristiti kod izrade generalnih projekata koji se rade na početku razrade projekta dok nije u čestoj upotrebi pri izradi glavnih i detaljnih projekata zbog činjenice da fotografija kao podloga nije uobičajen medij za projektovanje.

Digitalni ortofoto plan je urađen za čitavu teritoriju Crne Gore (piksel 0.5 m) i može se dobiti u Upravi za nekretnine Crne Gore kao i vidjeti na njenom sajtu ([www.uzn.me](http://www.uzn.me)).

Dobra podloga za idejno rješavanje i izbor rješenja za objekte kao što su autoput, dalekovodi visokog napona, aerodromi i svi veći objekti komunikacija koji se prostiru na većim rastojanjima.