

IX Predavanje

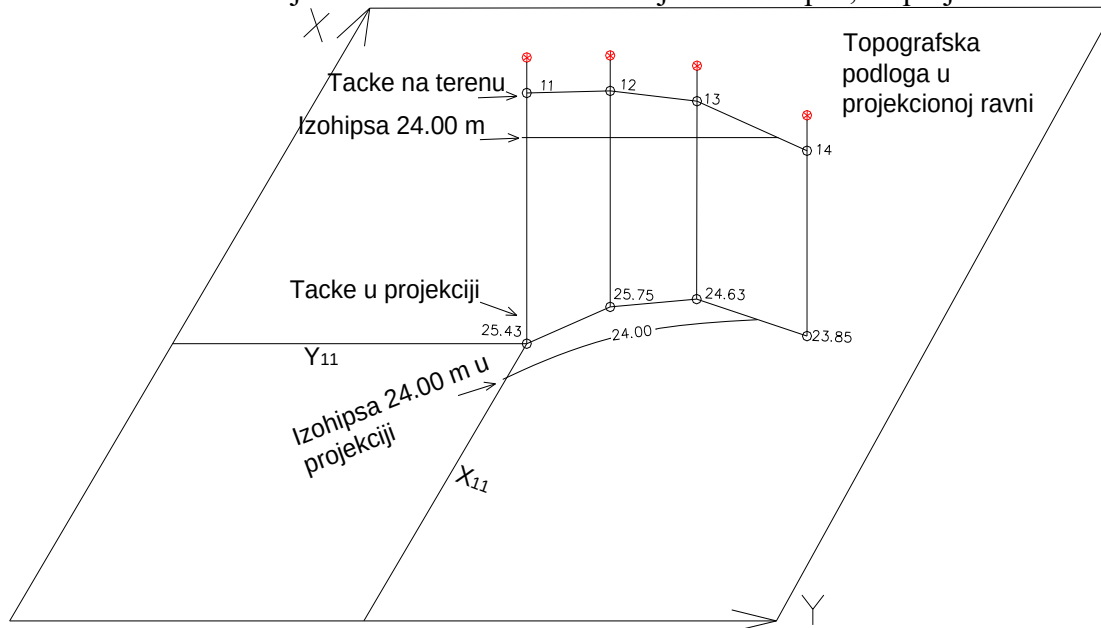
Izrada topografske podloge. Topografski ključ. Vertikalna predstava terena. Interpolacija izohipsi. Digitalni model terena. Geodetske podloge (katastarski, topografski, katastarsko-topografski i ortofoto planovi).

9.1 Izrada topografske podloge

Za potrebe projektovanja objekata (stambenih, poslovnih, infrastrukturnih, puteva, vodova, itd...) 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 pravouglih X i Y koordinata tačaka, koje su određene nekom od geodetskih metoda prikupljanja podataka. Tako je položaj svake tačke u horizontalnoj ravni, nedvosmisleno određen sa njenim koordinatama. 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. Na Slici 1 je prikazan primjer projekcije nekoliko tačaka sa svojim visinama u odnosu na najbližu izohipsu, na projekcionu ravan.



Slika 1. Formiranje topografske podloge

9.2 Topografski ključ

Sadržaj topografskih podloga se odnosi na sve objekte na Zemljinoj površini, ispod i iznad nje. Topografska podloga sa jedne strane treba da sadrži sve informacije o objektima u prostoru, a sa druge strane te informacije ne smiju opterećivati podlogu da posluži ucrtavanju forme objekta u postupku izrade njegovog projekta. Zbog toga, na podlozi ne mogu stajati tekstualni opisi objekata, posebno onih koji imaju male dimenzije, kao što su stubovi dalekovoda, šahtovi infrastrukture, semafori i druga svjetlosna signalizacija, usamljeno drvo, oznake za poljoprivredne kulture, namjena i kvalitet izgrađenih stambenih i drugih objekata itd. Ipak, 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. Oni su asocijativni, što znači da je šifra urađena tako da podsjeća ili na oblik ili na sadržaj objekta kome taj znak pripada.

Topografski znaci nam pružaju informaciju o položaju, svojstvima i brojčanim vrijednostima objekata koji se nalaze na zemljištu, a ucrtani su na planu. Svaki znak ima svoj položajni i opisni dio. Položajni dio nam govori gdje se objekt nalazi, a označava se tačkama, linijama i površinama. Kada se uz položajni dio doda i objašnjenje odgovarajućim opisom, dobiće se opisni dio znaka.

Na opštegeografskim kartama su konvencionalni i internacionalni i treba da odgovaraju stvarnim oblicima, pojavama i odnosima i njihovom prostornom rasporedu kao i da izazovu željeni vizuelno-psihički efekat na korisnika.

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. To su najčešće linijski objekti (ograde, putevi, vodotoci, različite vrste granica, objekti na planovima krupnijih razmjera itd.).

Tačkasti topografski znaci su oni koji predstavljaju pojave na terenu koje imaju male dimenzije i koji se prikazuju odgovarajućim šiframa. Oni su najčešće uređeni (razvrstani) prema srodnim grupama koje prikazuju a pojedinačni znaci u okviru grupe oblikovani su tako da imaju neki dio crteža isti ili sličan.

Objekti se prikazuju tačkastim ili površinskim znakom. Tačkastim znakom se prikazuje objekat kada se isti ne može prikazati u razmjeri. Površinskim znakom se prikazuju objekti koji se mogu prikazati u razmjeri. Različite vrste objekata imaju različite vrste šrafura i po tome se razlikuje njihova namjena (stambeni, industrijski, pomoćni itd.). Neki objekti se prikazuju standardizovanim simbolima (crkve, kapele, groblja, itd.), gdje izgled simbola pojašnjava o kakvom se objektu radi. Uz neke simbole kao što su škola, rudnik, rezervoar goriva i slično, opisno se objašnjava o čemu se radi.

Za prikazivanje vjerskih objekata primjenjuju se znaci koji su u osnovi isti (krug, trougao ili pravougaonik), s tim što imaju različite dodatke koji simbolično podsjećaju na objekte koje prikazuju (kod znakova za crkve – krst, za džamije – polumjesec, 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. Putevi u izgradnji, kolski putevi i pješačke staze označavaju se crnom bojom.

Na nekim planovima kod mostova se dodaju slovo i dva broja (npr. B 30/8). Slovo označava materijal od kojeg je most napravljen (B – beton, C – cigla, D – drvo, G – željezo, K - kamen). Brojevi označavaju nosivost u tonama i širinu kolovoza na mostu. Na primjer, 30/8 označava most nosivosti 30 tona i širine kolovoza 8 m.

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. O izohipsama i njihovom generisanju biće detaljnije riječi u drugom dijelu predavanja.

Logičnost i doslednost u oblikovanju topografskih znakova se ogleda u primjeni plave boje za hidrografiju, zelene – za rastinje, smeđe za izohipse, itd.

Dakle, vodene površine se crtaju plavom bojom. Kada se crta površinskim znakom, ivica vodene površine naglašava se tamnijom plavom crtom. Hidrografski objekti se crtaju simbolima za te objekte najčešće plavom ili crnom bojom.

Rastinje se označava zelenom bojom. Krajevi površina se označavaju tamnijom zelenom linijom. Oznake koje označavaju o kakvom se rastinju i zemljištu radi imaju crnu i zelenu boju, a vodenasta zemljišta plavu boju.

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 (državna granica, granica katastarske opštine, granica katastarskog sreza, granica katastarske parcele itd.). Na planu je jedino 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. Tako su veliki gradovi upisani velikim štampanim podebljanim slovima veće veličine, dok su mali gradovi upisani velikim štampanim tankim slovima manje veličine. Kod sela, rijeka, planina i sl. vrijedi isto pravilo. Da bi se razlikovala imena naselja, planina, područja i sl., koriste se različiti tipovi (fontovi) slova.

Prilikom postavljanja tačkastih topografskih znakova na njihova odgovarajuća mjesta na topografskoj podlozi treba posebno voditi računa na koji njihov dio se odnose koordinate. Naime, na digitalnoj topografskoj podlozi objekti koje oni treba da simbolizuju su nanoseni sa jednom tačkom a topografski znaci imaju različite oblike pa je bitno koji njihov dio treba "zalijepiti" na tu tačku.

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 (krug i trougao, trougao i simbol za polumjesec, trougao i simbol za krst itd.), 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.

Uočavanjem navedenih osnovnih karakteristika topografskih znakova, olakšava se njihovo pojedinačno pamćenje i raspoznavanje na kartama.

Svi topografski znaci u topografskom ključu imaju definisane dimenzije svojih elemenata za odgovarajuće razmjere. Do pojave računara i digitalnih topografskih podloga crtanje topografskih znaka se vršilo na analognim (papirnim) planovima, pomoću šablona i slobodnom rukom što je bio dosta spor i zamoran postupak. Danas, sa razvojem računarske tehnike, na digitalnim topografskim planovima, topografski znaci se najčešće kopiraju iz digitalnog topografskog ključa gdje oni već postoje nacrtani sa odgovarajućim dimenzijama ili se preuzimaju iz neke baze podataka. Topografski ključ u .dwg formatu za cad-ove programe je postavljen na sajt fakulteta kao posebni fajl.

Najčešće je projektnim zadatkom definisano da topografska podloga sadrži legendu korišćenih topografskih znakova. Primjer jedne takve legende dat je na Slici 2.

LEGENDA:

	Pravougaoni šaht		Gvozdena ograda na zidu
	Okrugli šaht		Gvozdena ograda
	Ptt šaht		Živa ograda
	Elektro ormar		Zimzeleno drvo
	Cesma		Svjetiljka
	Saobraćajni znak		Tacka geodetske osnove

Slika 2. Primjer legende korišćenih topografskih znakova na geodetskoj podlozi

9.3 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. Tek sa tri određene koordinate može se reći da je tačka u potpunosti prostorno određena. Za prikupljanje podataka o nadmorskim visinama (kotama) karakterističnih detaljnih tačaka koriste se neke od metoda nivelmana koje su detaljno opisane u predhodnom predavanju.

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

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

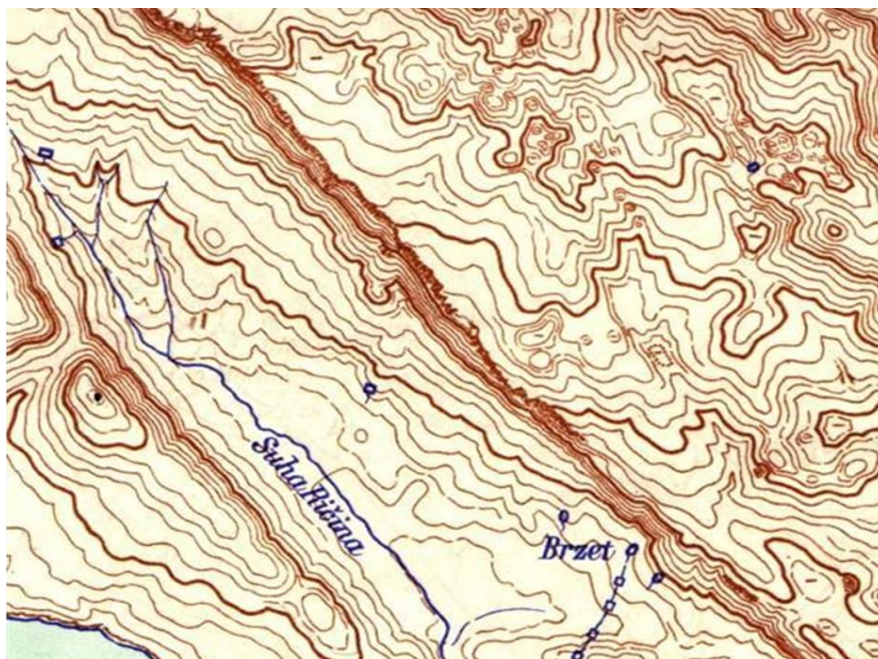
Kod prikazivanja reljefa na geodetskim podlogama najčešće se koriste geometrijske metode pa će u daljem samo one i biti opisane.

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. Ova metoda se najčešće primjenjuje u kombinaciji sa metodom izohipsi (Slika 3).



Slika 3. Prikazivanje reljefa metodom kota u kombinaciji sa izohipsama

Na osnovu određenih kota, na projekcionoj ravni se reljef predstavlja pomoću specijalnih linija koje se zovu izohipse. Kao što je rečeno, izohipse (Slika 4) su linije koje spajaju tačke na Zemljinoj površini sa istim nadmorskim visinama. Najčešće se iscrtavaju na cijelom broju metara nadmorske visine i crtaju se smeđom bojom (linijama, crticama i tačkama) kao i sve pojedinosti reljefa zemljišta. Osnovu za vertikalno prikazivanje zemljišnih oblika pomoću izohipsi na planovima i kartama čine nadmorske visine detaljnih tačaka.

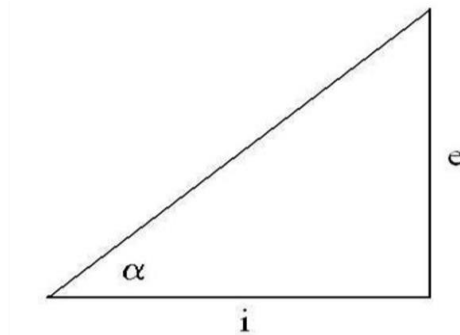


Slika 4. Prikazivanje reljefa metodom izohipsi

Najčešće se izohipse izvode iz DMT-a ((engl. Digital Terrain Model – DTM) koji će kasnije biti opisan.

Vertikalno rastojanje između susjednih izohipsi naziva se ekvidistancija (e) (Slika 5). Rastojanje između dvije izohipse na planu (u projekciji) naziva se interval (i).

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



Slika 5. Ekvidistanca i interval izohipsi

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:

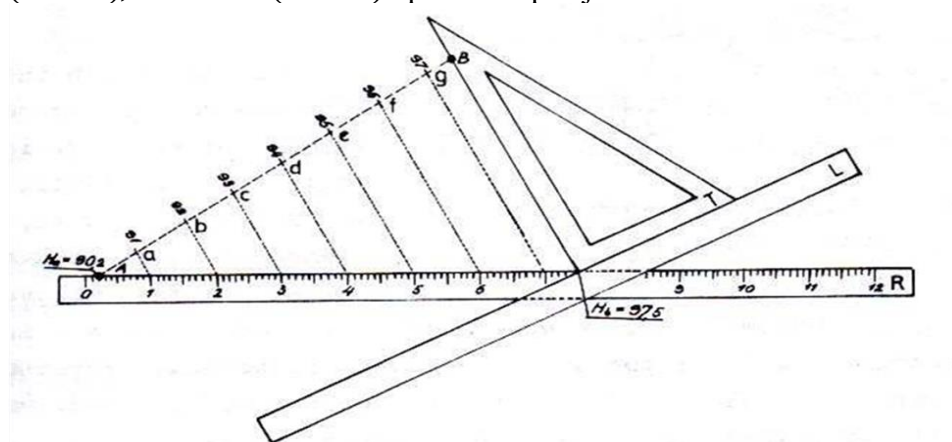
- Od razmjere plana. Što je plan sitnije razmjere to je snimljeni detalj na planu sitniji pa izohipse na terenu moraju biti rjeđe, odnosno sa većom ekvidistancijom;
- Od pada terena. Na terenima velikog, strmog pada izohipse su vrlo guste pa se mora uzimati veća ekvidistancija, dok su na terenima malog pada izohipse rjeđe pa im ekvidistancija može biti manja.

Vrijednosti ekvidistanci su najčešće fiksne za određene razmjere pa tako za razmjeru 1:250 ona iznosi 0.25 m, za 1:500 - 0.5 m, za 1:1000 - 1m, za 1:5000 - 5 m, itd.

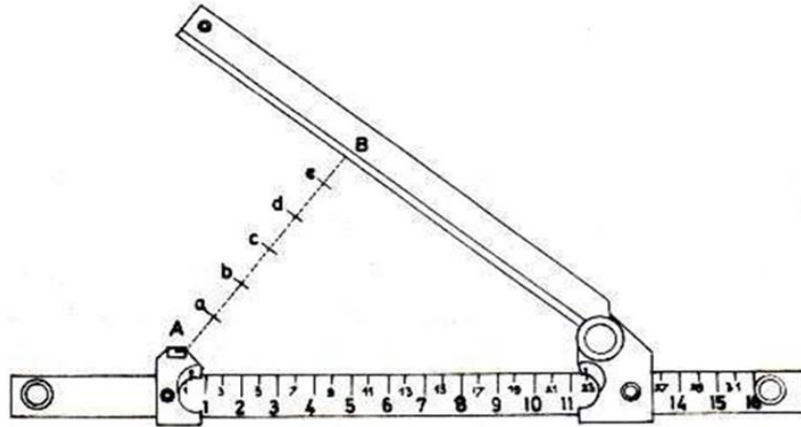
9.4 Interpolacija izohipsi

Postupak nalaženja presjeka izohipse sa linijom koja spaja dvije detaljne tačke se naziva interpolacija izohipsi. Izohipse se mogu interpolisati samo na onim linijama duž kojih je jednolik pad terena (prilikom snimanja terena ove linije se naznačavaju na skici).

Interpolacije izohipsi se mogu izvršiti na različite načine: grafički (Slika 6), mehanički (Slika 7), analitički (Slika 8) i pomoću specijalizovanih softvera.

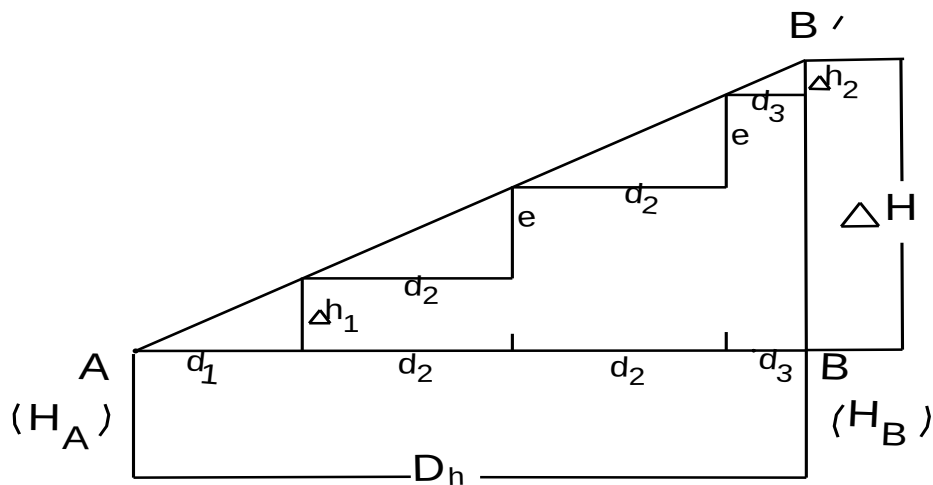


Slika 6. Grafička interpolacija izohipsi



Slika 7. Mehanička interpolacija izohipsi

Postupak analitičke interpolacije izohipsi (Slika 8) je dosta jednostavan, ali je u poređenju sa generisanjem izohipsi pomoću softvera veoma spor i zato ga treba koristiti u izuzetnim slučajevima, kad treba eventualno dopuniti izohipse na nekom dijelu podloge na kome su one već iscrtane.



Slika 8. Analitička interpolacija izohipsi

Da bi se dobio položaj izohipse na projekciji između tačaka A i B, neophodno je odrediti horizontalno rastojanja od tačke A do prvog većeg cijelog broja H_i , koji će biti prva izohipsa. U tom cilju neophodno je prvo izračunati:

$$\Delta h_1 = H_i - H_A$$

a zatim se iz proporcije $\frac{d_1}{D_h} = \frac{\Delta h_1}{\Delta H}$ odredi dužina d_1 :

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

Ako se sada od tačke A u projekcionoj ravni povuče prava ka tački B i na njoj od tačke A nanese izračunata duž d_1 , dobiće 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 iz sljedeće proporcije:

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

odakle dalje proizilazi da je:

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

Položaj tačke kroz koju prolazi sljedeća izohipsa nalazi se takođe na rastojanju d_2 od prethodne tačke, pa tu dužinu ne treba ponovo izračunavati, već je samo odmjeriti po pravcu od prethodne tačke.

Za kontrolu, izračunava se i rastojanje d_3 do tačke B po formuli koja se dobija na isti način kao i u prethodna dva slučaja i glasi:

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

pa je kontrola: $d_1 + 2d_2 + d_3 = D_h$

Pored kontrole dužina postoji i kontrola pomoću sumiranja visinskih razlika:

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

Numerički primjer interpolacije izohipsi sa Slike 8:

Na topografskoj podlozi izmjereno je horizontalno rastojanje između tačaka A i B i iznosi $D_h = 65.28$ m. Visina tačke A je $H_A = 15.25$ m a tačke B - $H_B = 18.85$ m pa je ukupna visinska razlika: $\Delta H = H_B - H_A = 3.60$ m.

Kota izohipse najbliže koti tačke A je 16.00 m. Visinska razlika kote tačke A i prve izohipse iznosi: $\Delta h_1 = 16.00\text{m} - 15.25\text{m} = 0.75\text{m}$ a visinska razlika poslednje izohipse i kote tačke B je $\Delta h_2 = 18.85\text{m} - 18.00\text{m} = 0.85\text{m}$.

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

$$d_1 = \frac{\Delta h_1}{\Delta H} D_h = \frac{0.75\text{m}}{3.60\text{m}} * 65.28\text{m} = 13.60\text{m}.$$

Ekvidistancija izohipsi je $e = 1\text{m}$, pa će rastojanje do susjedne izohipse prema gore izvedenoj formuli biti:

$$d_2 = \frac{e}{\Delta H} D_h = \frac{1\text{m}}{3.60\text{m}} * 65.28\text{m} = 18.13\text{m}.$$

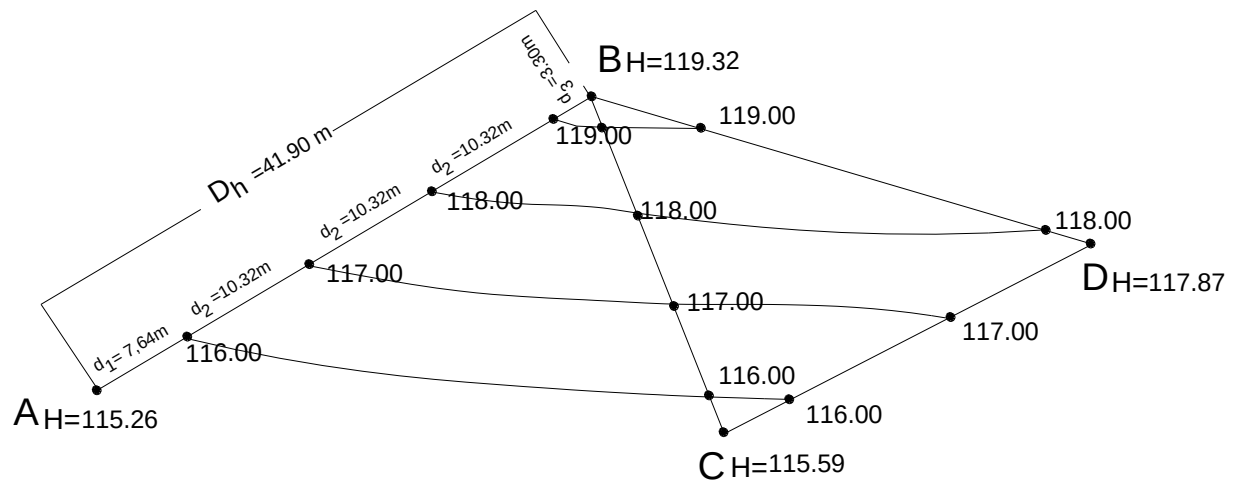
Na kraju, za kontrolu se sračuna dužina od poslednje izohipse do tačke B - d_3 :

$$d_3 = \frac{\Delta h_2}{\Delta H} D_h = \frac{0.85\text{m}}{3.60\text{m}} * 65.28\text{m} = 15.41\text{m}.$$

Kontrola je da zbir dužina: $d_1 + 2d_2 + d_3 = D_h$, odnosno kada se uvrste brojčane vrijednosti:

$$13.60\text{m} + 2 * 18.13\text{m} + 15.42\text{m} = 65.28\text{m}.$$

Na Slici 9 može se vidjeti primjer interpolacije izohipsi između 4 tačke. Karakteristično je da se kao osnova interpolacije uzimaju trouglovi, što je osnov za ideju izrade Digitalnog Modela Terena (DTM), kojim se formiraju trouglovi između svih tačaka koje imaju kote.



Slika 9. Interpolacija izohipsi između 4 tačke

9.5 Digitalni modeli terena

Digitalni model terena je računarska prezentacija terena u tri dimenzije i najčešće je samo podsistem informacionog sistema o prostoru. Njegova primjena je široka. Koristi se u geomorfologiji, geologiji, hidrologiji, poljoprivredi, prostornom i urbanističkom planiranju, geofizici, geodeziji, itd.

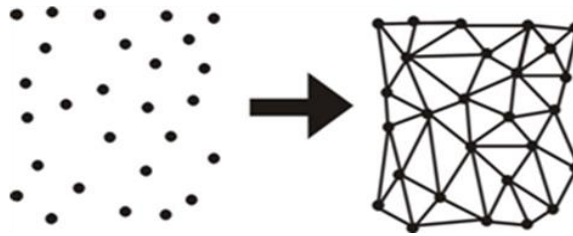
Digitalni model terena (engl. Digital Terrain Model – DTM, njem. Digitales Gelände Modell - DGM) se definiše kao numerička i matematička predstava kontinualne površi terena preko skupa izabranih tačaka terena sa poznatim koordinatama X, Y i H, u proizvoljnom koordinatnom sistemu, smještenim u računarsku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

Digitalni modeli terena se nazivaju i digitalni modeli površi, ili digitalni topografski modeli, koji se sastoje od algoritama koji opisuju geometriju topografskih objekata. U upotrebi je i tzv. digitalni model visina (DMV) koji se označava kao skup digitalno registrovanih vrijednosti visina pravilno ili nepravilno raspoređenih tačaka terena (nazvane kao osnovne tačke), koje kao funkcije položaja tačaka dovoljno reprezentuju visinsku strukturu objekata, odnosno neprekidno obuhvataju teren.

Ekspanzija primjene razvoja DMT-a uslijedila je razvojem kompjuterske tehnologije, kao i saznanjem da ovaj koncept nudi novi pristup u prezentovanju i vizuelizaciji podataka o reljefu i da može imati primjenu u različitim oblastima.

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.

Originalni podaci treba da reprezentuju osnovu digitalnog modela terena. U tom cilju su 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) – Slika 10.

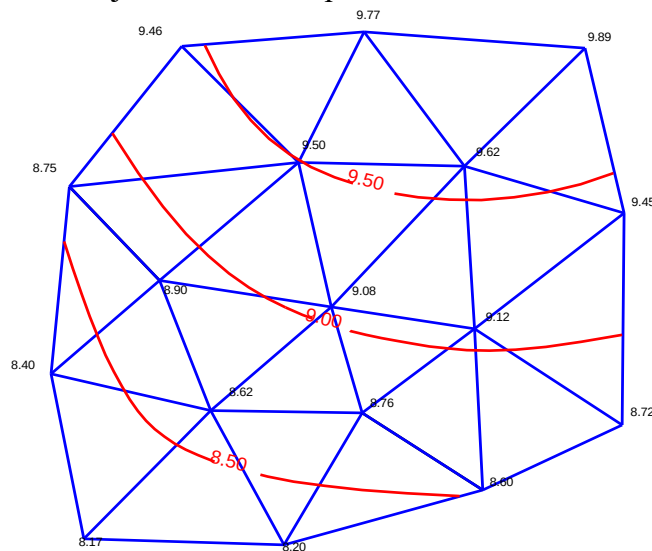


Slika 10. Triangulated Irregular Network – TIN

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.

Izrada i korišćenje DTM vrši se u programu koji se izvodi na računaru. Svaki program za projektovanje u građevinarstvu ima i segment DTM. Neki od programa koji se najčešće koriste su Civil 3D, Land, GCM, itd.

U ovim programima interpolacija površi i generisanje izohipsi se vrši na osnovu prostornih trouglova, takozvanog TIN-a (Slika 11). Ovi programi omogućavaju automatsko i manuelno crtanje trouglova. Dakle DMT se generiše softverski i on nastaje povezivanjem u trouglove, svih tačaka koje imaju kote. Trouglovi se povezuju tako da se stranice susjednih trouglova ne sijeku. Tako praktično DTM izgleda kao mreža trouglova koja prekriva prostor topografske podloge. Softver zatim generiše presjeke horizontalnih ravni koje su postavljene na visinu izohipse i stranica trouglova i tako na osnovu prostornih trouglova nastaju izohipse ucrtane u projekcionoj ravni. Ekvidistancija za izohipse se zadaje softveru a njen izbor se vrši po nekom od navedenih kriterijuma.



Slika 11. Interpolacija izohipsi preko Digitalnog Modela Terena

Međutim ovaj model, iako najbolje reprezentuje teren na osnovu snimljenih tačaka, često nije odraz pravog stanja površi na terenu. Zbog toga je često prilikom pravljenja TIN-a bolje koristiti manuelnu metodu za šta bi trebao biti zadužen inženjer koji je vodio terensku skicu. Odlična mogućnost ovih programa koja se često koristi prilikom modelovanja terena je korišćenje *break* linija. Nakon zadavanja ove opcije program automatski prepoznaje ove linije i formira prostorne trouglove tako da ih isti svojim

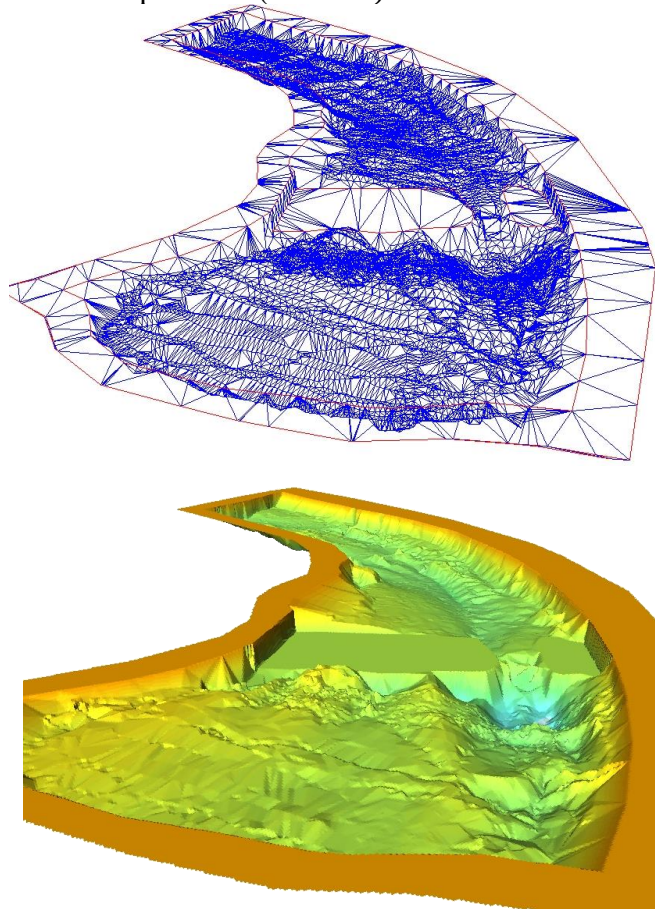
stranicama ne sijeku. Najčešće se za ove linije biraju ivice objekata (ispod objekata se ne modelira), ivice asvalta, ivičnjaka, granice usjeka, nasipa, karakteristične prelomne linije terena itd. Na taj način se dobija realna predstava terena.

Digitalni Model Terena, pored jednostavnog generisanja izohipsi, koristi se za takođe jednostavnu izradu profila terena i projektovanih objekata. Za razliku od ranijeg načina generisanja profila terena, koji je bio spor i zamoran pored toga što je bio manje tačan, kod korišćenja DMT to je sve jednostavnije tačnije i mnogo brže.

Danas se DMT primjenjuje u svim granama građevinarstva, od projektovanja saobraćajnih komunikacija, hidrogradnje, preko projektovanja konstruktivnih objekata poput mostova, podzemnih objekata, pa i pri projektovanju zgrada. Ovakva organizacija podataka o reljefu omogućava interaktivno 3D projektovanje.

U posljednje vrijeme u prvi plan je izbila upotreba DMT-a u hidroinženjerstvu. Posebno su interesantni primjeri primjene DMT-a u generisanju karata rizika od poplava, gdje ovakva vrsta proizvoda predstavlja nezaobilazne ulazne podatke. Takođe su interesantni digitalni modeli površi koji sadrže i podatke o vještačkim i prirodnim objektima, što je od velikog značaja u procjeni šteta.

Sve je značajnija primjena DMT-a i u hidrauličkom modeliranju. Najnovije generacije instrumenata za batimetrijsko snimanje koji su integrisani sa GPS prijemnicima omogućuju veoma precizno i detaljno snimanje vodnog dna. To je rezultovalo i razvojem posebnih softverskih modula za generisanje DMT-a vodnog dna koji se nalaze ispod vodenih površina (Slika 12).



Slika 12. Digitalni model dna korita rijeke Dunav

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

Kad je riječ o geodetskim podlogama, treba imati u vidu i činjenicu, da je teritorija Crne Gore u znatnom dijelu premjerena vrlo kvalitetnim metodama i da Uprava za nekretnine Crne Gore raspolaže sa velikim brojem kvalitetnih podloga, posebno onog atraktivnijeg dijela teritorije. Ovi planovi su rađeni u razmjerama 1:500, 1:1000, 1:2500 i 1:5000, i mogu poslužiti kao dobra osnova za izradu generalnih, idejnih projekata i elaborata za eksproprijaciju. Ove podloge mogu biti katastarske, topografske i katastarsko – topografske.

Na Slici 13 je dat jedan isječak iz digitalnog katastarskog plana (DKP) na kome se mogu vidjeti elementi koji se pojavljuju na njemu. Dakle, jasno se vide granice i brojevi parcela, infrastruktura, objekti, itd., sa nanešenim topografskim znacima iz topografskog ključa.



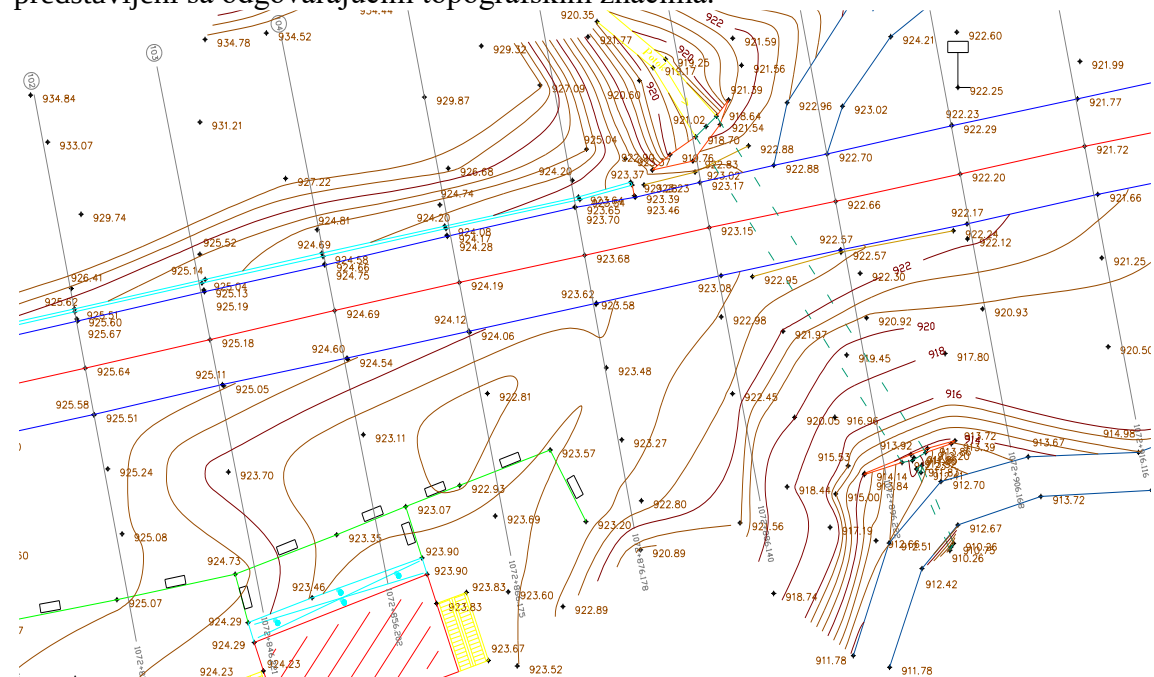
Slika 13. Dio digitalnog katastarskog plana

On je poseban po tome što ne sadrži predstavu reljefa već samo poziciju tačke u horizontalnoj ravni. Katastarski plan ima glavni zadatak da prikaže i trajno sačuva poziciju objekata i parcela kao i granice vlasništva na njima. Na njemu se izračunavaju površine nepokretnosti u projekcionoj ravni koje služe za različite pravne poslove. Na osnovu katastarskog plana izrađuju se elaborati eksproprijacije zemljišta potrebnog za izradnju građevinskih objekata.

Međutim, za projektovanje novih objekata, vrlo je važno, da na geodetskoj podlozi postoji i informacija o reljefu. Zbog toga se katastarski plan i topografska podloga preklapaju i na taj način dobijaju sve relevantne informacije potrebne za projektovanje i realizaciju objekta. Ovo preklapanje se u digitalnom obliku izvodi programski a u analognom preko koordinata decimetarske mreže koju imaju i katastarski plan i topografska podloga.

Na Slici 14 prikazan je preklapljen katastarski plan i topografska podloga.

Na Slici 15 dat je jedan isječak iz digitalne topografske podloge na kojoj se vidi visinska predstava terena prikazana pomoću izohipsi kao i prateći objekti i infrastruktura predstavljeni sa odgovarajućim topografskim znacima.



Na ovoj podlozi nije prikazan katastarski plan a katastarsko-topografska podloga se može dobiti njenim jednostavnim preklapanjem preko katastarskog plana ukoliko on postoji za taj dio teritorije. Uz ovakvu podlogu se uvijek prikazuje i legenda u kojoj se vide svi korišćeni topografski znaci na njoj. Ona, kao takva, u digitalnom obliku služi građevinskom inženjeru za projektovanje odgovarajućih objekata.

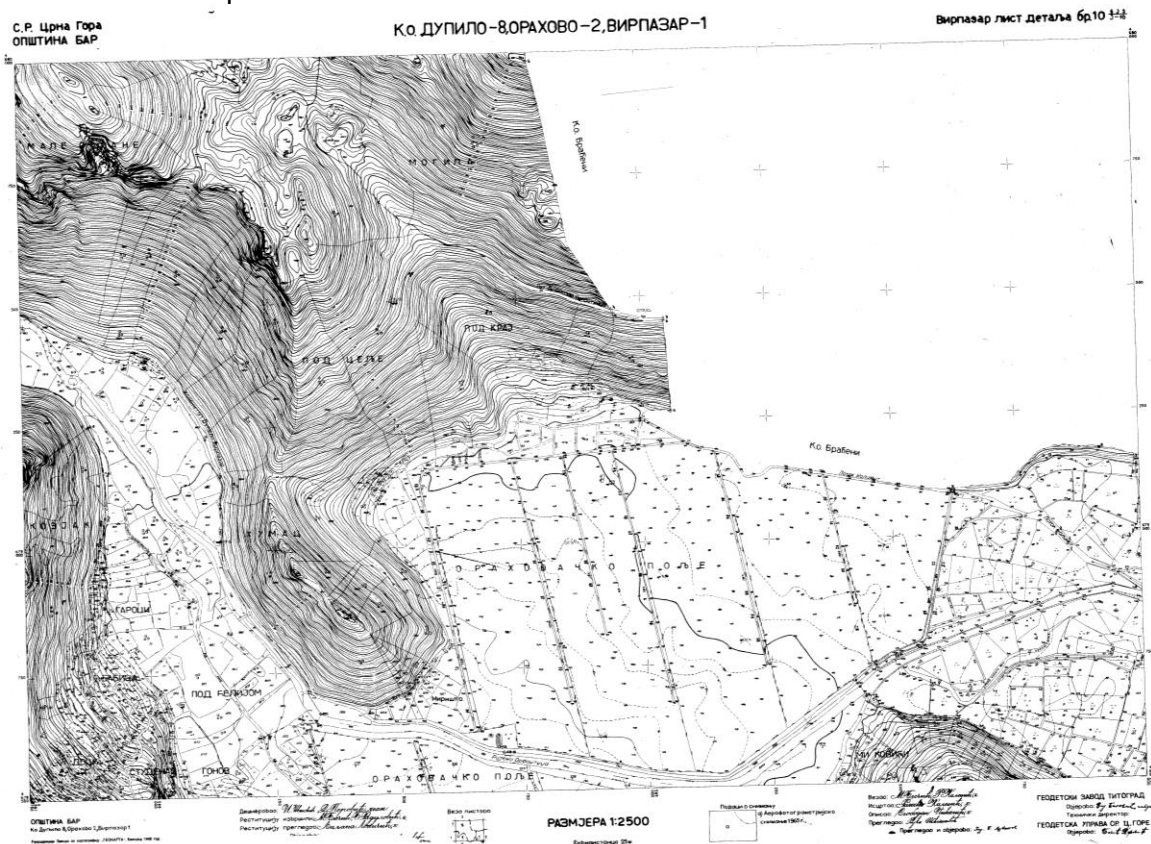
Snimljene koordinate i kote detaljnih tačaka se učitavaju korišćenjem softvera koji ih u autocadu ili nekom drugom crtačkom programu automatski generiše na svojim pozicijama u projekcionoj ravni. Prije unosa, bitno je koordinate tačaka poređati u odgovarajućem formatu (Tabela 1) u nekom tekstualnom editoru i sam program će prepoznati šta označava redni broj tačke (koji odgovara broju na terenskoj skici) kao i odgovarajuće koordinate.

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

Tabela 1: Spisak detaljnih tačaka prije unosa u računar

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. Tako se u vrlo kratkom roku i na vrlo jednostavan način dobija topografska podloga na kompjuteru u razmjeri 1:1. Projektovanje se dalje izvodi na kompjuteru, a podloga štampa i na papiru u zadatoj razmjeri.

Na Slici 16 se vidi skenirana katastarsko – topografska podloga kakva se može dobiti iz arhiva Uprave za nekretnine Crne Gore.



Slika 16. Katastarsko topografski plan razmjere 1:2500

Ovi planovi mogu poslužiti za projektovanje tako što se skeniranjem i georeferenciranjem prvo dovedu u odgovarajući položaj u koordinatnom sistemu na računaru. 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. Ono se može ugrubo napraviti i u samom programu *autocad* a detaljnije i preciznije sa odgovarajućim izravnanjima u nekom od pratećih softvera. Ovako georeferencirana podloga se sada nalazi u odgovarajućoj poziciji u državnom koordinatnom sistemu i sa nje se mogu očitavati koordinate traženih objekata. Pošto ova podloga ima i nanešenu visinsku predstavu terena pomoću izohipsi, moguće je iste digitalizovati (takođe u *autocad* -u). Dovoljno je izabrati funkciju *3d-polyline* i iscrtavati linije na odgovarajućim zadatim kotama (koja se vidi na samom planu) izohipsi. Nakon ove digitalizacije dobija se trodimenzionalna predstava terena koju građevinski inženjeri mogu koristiti za dalje projektovanje. Obično se ovaj nivo projektovanja, zbog ograničene tačnosti izvornih podataka, koristi za izradu idejnog rješenja ili idejnog projekta. Ovdje treba imati u vidu i zastarjelost plana odnosno mogućnost da je u međuvremenu izgrađeno još objekata pa bi svakako prije korišćenja ovih podloga trebalo izvršiti njegovu reambulaciju. 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.

Sledeća geodetska podloga se zove ortofoto plan. Za dobijanje ortofoto plana potrebno je snimiti teren putem stereofotogrametrije (aerofotogrametrijska metoda sa preklopima dva snimka) ili pomoću jednog snimka ako se raspolaže digitalnim modelom terena.

Digitalni ortofoto plan (DOF) je georeferencirana digitalna slika dijela površi Zemlje (Slika 17) određenih dimenzija koja ima karakteristike ortogonalne projekcije, dobijena postupkom ortorektifikacije digitalnih aerofotogrametrijskih snimaka, digitalnih satelitskih snimaka ili snimaka dobijenih ostalim metodama daljinske detekcije.



Slika 17. Digitalni ortofoto plan

Ova digitalna topografska podloga 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.

Digitalni ortofoto je proizvod čijom primjenom je omogućena adekvatna implementacija mnogih razvojnih projekata na nacionalnom, regionalnom i lokalnom nivou u oblasti planiranja i izgradnje, poljoprivredi, zaštiti životne sredine, procesima privatizacije, uspostavljanju informacionih sistema, upravljanju u kriznim situacijama, za potrebe odbrane itd., i predstavlja osnov za svaku vrstu poslova za koje su ažurni podaci o prostoru od izuzetne važnosti.

Preporučljivo ga je koristiti kod izrade generalnih i idejnih 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. Pored toga, fotografija pored svih svojih prednosti u mnogo čemu ne ostavlja dovoljno preglednosti za ucrtavanje novih objekata.

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). Ovo je 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. Ovdje se može pronaći i digitalna topografska karta R 1:25000 za čitavu teritoriju Crne Gore.