

V Predavanje

Vertikalna predstava terena, tačnost, interpolacija izohipsi. Digitalni model terena, način realizacije, primjena u građevinarstvu sa posebnim osvrtom na projektovanje saobraćajnica.

5.1 Vertikalna predstava terena

Prilikom određivanja položaja i orijentacije tačke u prostoru, karakterističnim tačkama se pored koordinata X i Y određuje i nadmorska visina ili kota tačke H. Visina tačke ili kota, može biti relativna i apsolutna. Relativna visina je visina neke tačke u odnosu na neku ravan ili tačku koja se nalazi u nekoj vezi sa tačkom čija se visina određuje. Apsolutna visina je nadmorska visina ili kota tačke. Za prikupljanje podataka o nadmorskim visinama (kotama) karakterističnih detaljnih tačaka koriste se neke od metoda nivelmana koje su detaljno opisane u predmetu geodezija na osnovnim studijama.

Prilikom prikazivanja reljefa na geodetskim planovima se najčešće koriste apsolutne visine. Tek sa tri određene koordinate može se reći da je tačka u potpunosti prostorno određena.

Vjerodostona, matematički i grafički tačna, horizontalna i vertikalna predstava terena na topografskom planu uslovljena je između ostalog i načinom odabira karakterističnih detaljnih tačaka. Naime, zavisno od namjene snimanja, razmjere plana i nagiba terena vrši se izbor karakterističnih, detaljnih tačaka koji će služiti kao osnova za iscrtavanje znakova tačkastog, linijskog i poligonskog karaktera na planu i obezbijediti dovoljan podatak za vertikalno predstavljanje terena.

Reljef je kao kontinuirani trodimenzionalni element najteže prikazati. Postoje dva osnovna zahtjeva u prikazivanju reljefa:

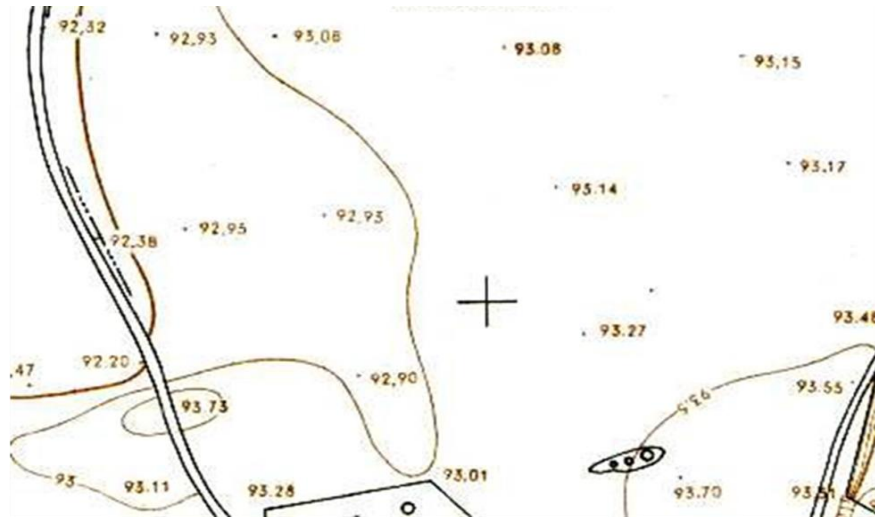
- Osiguranje geometrijske tačnosti potrebne za sprovođenje kartometrijskih postupaka i potpuni prikaz geomorfoloških obilježja;
- Ostvariti utisak "plastičnosti" reljefa.

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

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

Kod prikazivanja reljefa na geodetskim podlogama najčešće se koriste geometrijske metode.

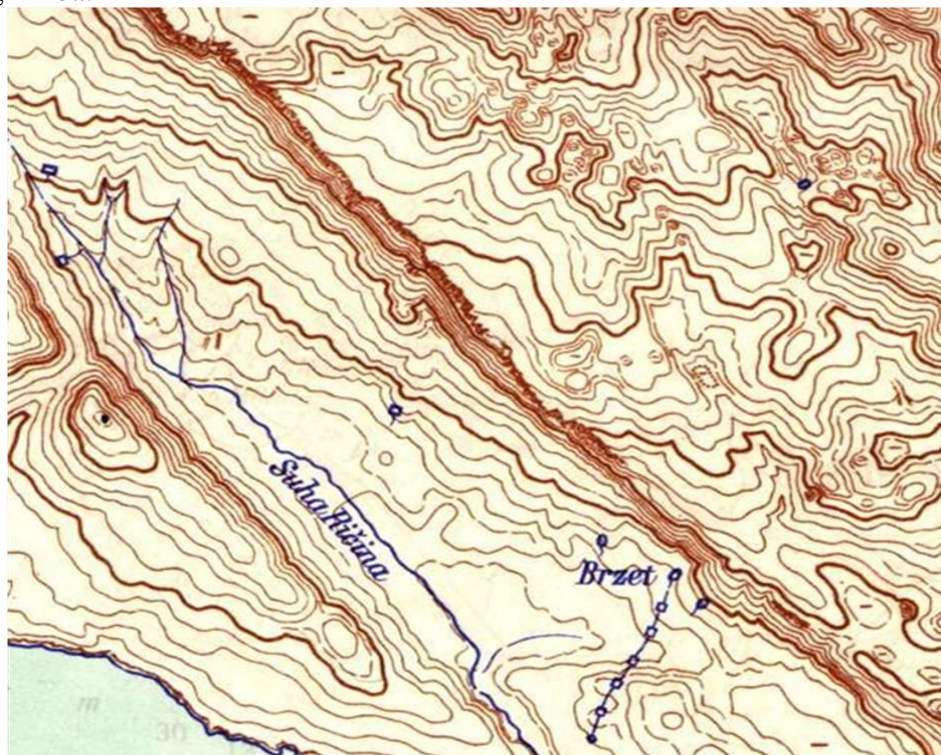
Kote predstavljaju brojeve koji označavaju visine tačaka na površini Zemlje. Metoda „kota” se najčešće primjenjuje u ravničarskim predjelima gdje ima najmanje promjena reljefa u vertikalnom smislu. Same izohipse na ovakvim reljefnim pojavama ne bi bile dovoljne da plastično prikažu teren. Ova metoda se obično primjenjuje u kombinaciji sa metodom izohipsi (Slika 1). Njihov raspored mora biti takav da omogućava jednostavnu primjenu izohipsa kao mjerne skale.



Slika 1 Prikazivanje reljefa metodom “kota” u kombinaciji sa izohipsama.

Na osnovu određenih kote, na projekcionoj ravni se reljef predstavlja pomoću specijalnih linija koje se zovu izohipse.

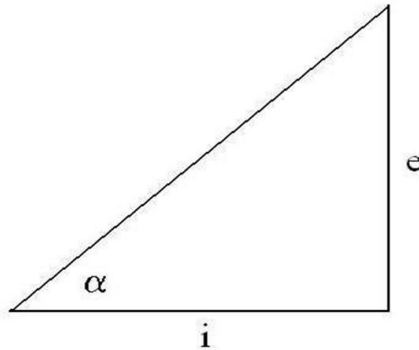
Izohipse (Slika 2) su linije koje spajaju tačke na Zemlji sa istim nadmorskim visinama. Izohipse se najčešće iscrtavaju na cijelom broju metara. Osnovu za vertikalno prikazivanje zemljišnih oblika pomoću izohipsi na planovima i kartama čine nadmorske visine detaljnih tačaka. Izohipse počinju sistematski da se koriste u drugoj polovini 19-og vijeka kada je razrađen način određivanja visinskih razlika pomoću daljinomjera i vertikalnog limba.



Slika 2 Prikazivanje reljefa metodom izohipsi

Najčešće se izohipse izvode iz DMT-a ((engl. *Digital Terrain Model – DTM*) koji će kasnije biti detaljnije opisan. One su objektivna prezentacija DMT-a, odnosno objektivan pogled na DMT. Izohipse su osnova za raznovrsna planiranja, za kartografiju itd.

Vertikalni razmak između susjednih izohipsi naziva se ekvidistanција (e) (Slika 3). Rastojanje između dvije izohipse na planu (u projekciji) naziva se interval (i). $e = i * tg\alpha$.



Slika 3 Ekvidistanca i interval

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

Ekvidistanција 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 pada izohipse su vrlo guste pa se mora uzimati veća ekvidistanција izohipsi, dok na terenima malog pada izohipse su rjeđe pa im ekvidistanција može biti manja.

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

Metoda izohipsi ima svojih prednosti i nedostataka:

Prednosti:

- Daju geometrijski i geomorfološki jasnu sliku reljefa;
- Omogućuju određivanje visina svih tačaka;
- Prikazuju pravce nagiba i određivanje uglova nagiba;
- Omogućuju određivanje zapremina, profila, vidljivosti i nadvišavanja;
- Grafički ne preopterećuju kartu;
- Predstavljaju u kombinaciji sa kotama najtačniji metod prikaza reljefa.

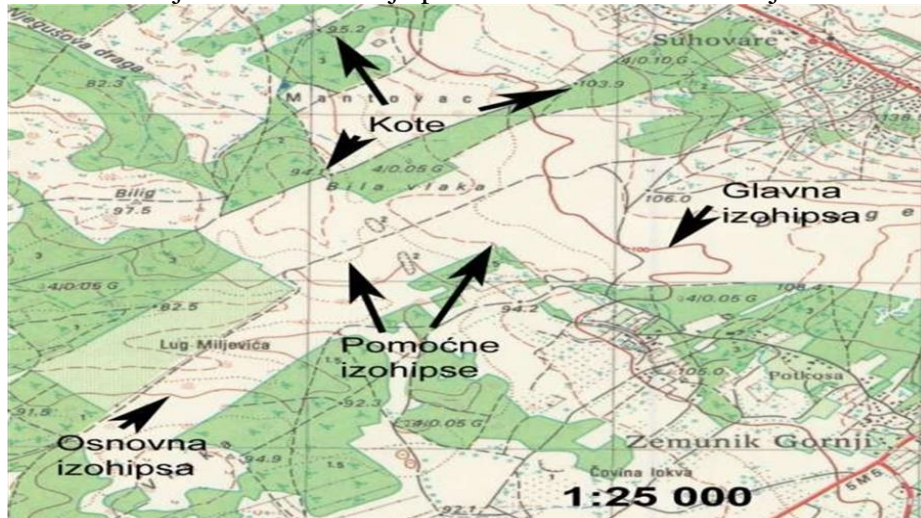
Nedostaci:

- Ne stvaraju potpun utisak plastičnosti reljefa;
- Ne mogu se prikazati sve karakteristike reljefa.

Izohipse mogu biti (Slika 4):

- Osnovne izohipse – izohipse koje odgovaraju visinskom razmaku usvojene ekvidistanције.
- Glavne izohipse – svaka četvrta, peta ili deseta deblje iscrtana izohipsa (pridružuje im se kota izohipse – broj koji označava visinsku vrijednost te izohipse).

- Pomoćne izohipse – konstruišu se na mjestima gdje je nemoguće u okvirima usvojene ekvidistancije prikazati karakteristične reljefne oblike.



Slika 4. Vrste izohipsi (e=10m)

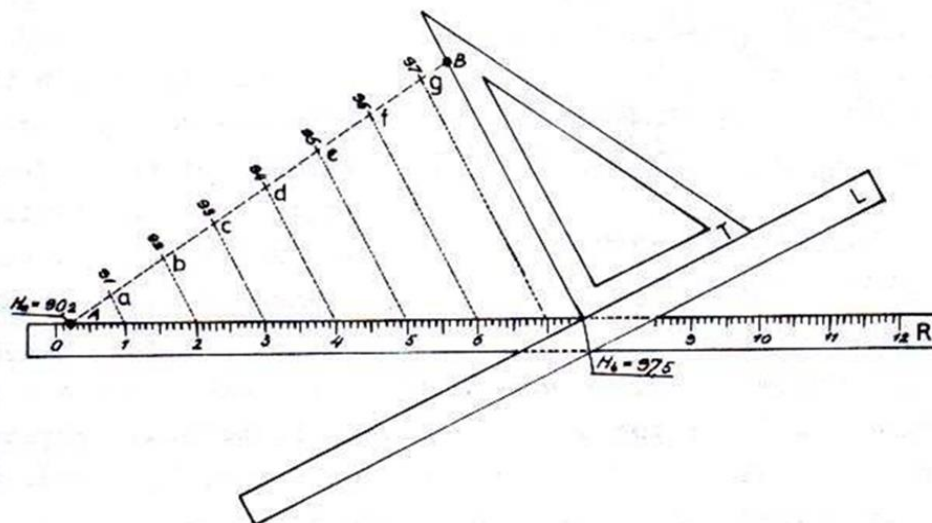
5.2 Interpolacija izohipsi

Postupak nalaženja presjeka izohipse sa linijom koja spaja dvije detaljne tačke se naziva interpolacija izohipsi.

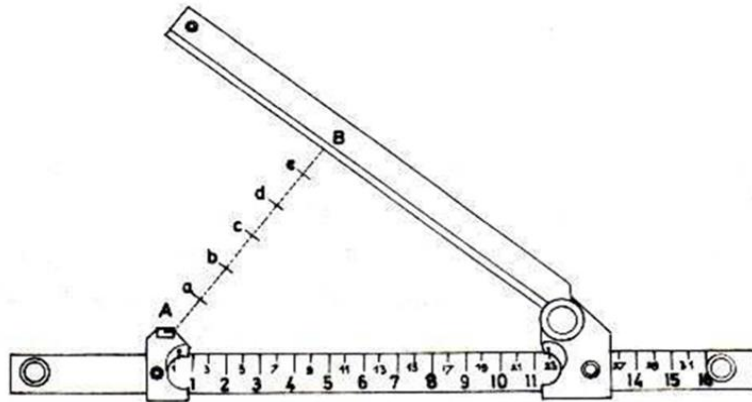
Izohipse se mogu interpolirati samo na onim linijama duž kojih je jednolik pada terena (prilikom snimanja terena ove linije se naznačavaju na skici).

Načini interpolacije izohipsi:

- Grafička interpolacija (Slika 5);
- Mehanička interpolacija (Slika 6);
- Analitička interpolacija (Slika 7);
- Softveri za interpolaciju izohipsi.

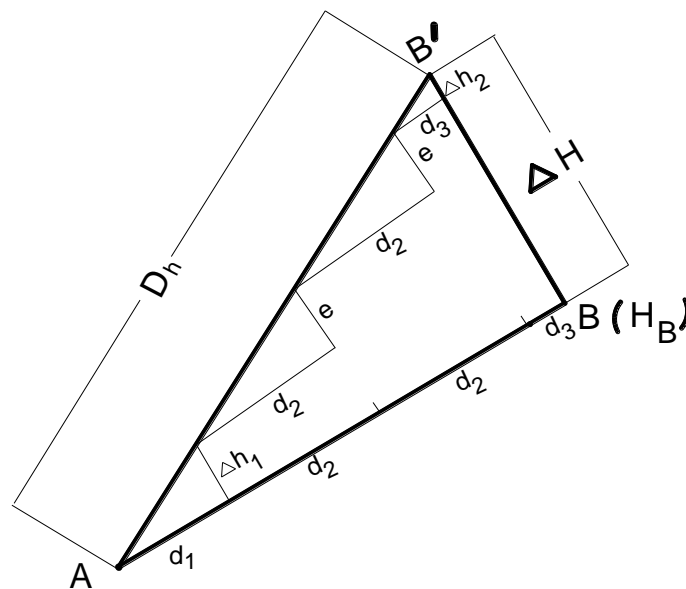


Slika 5. Grafička interpolacija izohipsi



Slika 6. Mehanička interpolacija izohipsi

Postupak analitičke interpolacije izohipsi (Slika 7) je dosta jednostavan, ali je u poređenju sa generisanjem izohipsi iz DTM-a veoma spor i zato ga treba koristiti u izuzetnim slučajevima, kad treba eventualno dopuniti izohipse na nekom dijelu podloge na kome su već iscrtane izohipse.



Slika 7. Analitička interpolacija izohipsi

Da bi se dobio položaj izohipse na projekciji između tačaka A i B, neophodno je odrediti rastojanja od tačke A do prvog većeg (od kote tačke A) cijelog broja H_i , koji će biti prva izohipsa. U tom cilju neophodno je da prvo izračunamo: $\Delta h_1 = H_i - H_A$ pa zatim iz proporcije odredimo d_1 na sljedeći način:

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

odakle dalje proizilazi da je:

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

Ako se sada od tačke A u projekcionoj ravni povuče prava kroz tačku 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 na sljedeći način:

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

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 samo odmjeriti tu dužinu 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:

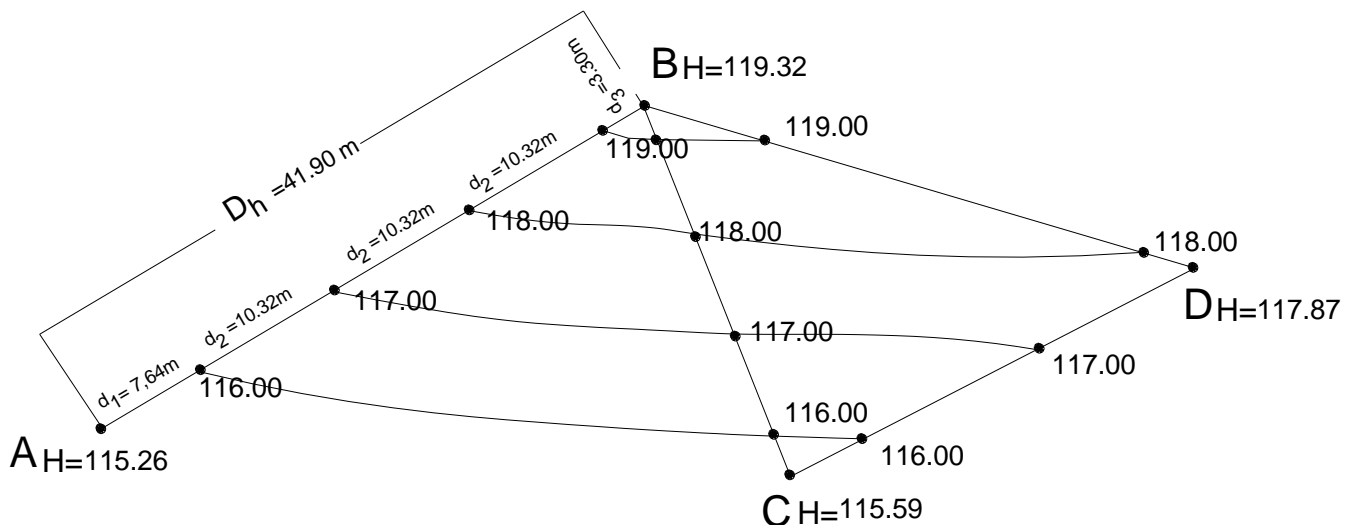
$$d_3 = \frac{\Delta h_3}{\Delta H} D_h$$

Pored kontrole dužina postoji i kontrola visina:

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

Predstavljanjem reljefa pomoću izohipsi, sve prostorne forme su preslikane na projekcionu ravan i tako dobijena geodetska ili topografska podloga, koja može poslužiti za izradu građevinskih projekata.

Na Slici 8 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 8. Interpolacija izohipsi između 4 tačke

5.3 Tačnost izohipsi

Za visinsku predstavu terena na katastarskom planu snimljenom nekom od terestičkih metoda, može se reći da njena tačnost zavisi od više faktora: metode snimanja, pravilnog izbora, rasporeda i broja snimljenih tačaka sa obzirom na nagutost terena, tačnost kartiranja i izvlačenja izohipsi kao i razmjere plana.

Ispitivanje tačnosti visinske predstave predstavlja specifičan problem za koji nije pronađen postupak koji bi istovremeno obuhvatio sve aspekte jednostavnosti i ekonomičnosti. Suština problema je da se međusobno uporede dvije različite, po strukturi veoma komplikovane i u matematičkom smislu nedefinisane površine. Prva je dio fizičke Zemljine površine, a druga površina je data uslovnim prikazom treće dimenzije – izohipsama.

Zbog te činjenice, za određivanje tačnosti visinske predstave terena na planovima postoji kod nas i u svijetu više formula i načina koji se generalno mogu podijeliti u dvije grupe, u zavisnosti od toga da li su planovi visinske predstave terena urađeni primjenom terestičkih ili fotogrametrijske metode snimanja.

Za terestičke metode snimanja mogu se navesti dva načina ocjene tačnosti visinske predstave. Jedan je tzv. prethodna ocjena tačnosti koja se izvodi analizom elementarnih grešaka koje utiču na tačnost visina, a drugi je način da se na planu sa visinskom predstavom grafički odrede kote izabranih detaljnih tačaka i za iste odrede visine na terenu. Iz razlika ovako dobijenih visina može se odrediti tačnost visinske predstave bez obzira kojom je metodom rađeno snimanje detalja.

Kod proračuna tačnosti, ukupna srednja greška m_H visine tačke na planu na kome je visinske predstava terena snimljena terestičkom polarnom metodom i predstavljena izohipsama, može se dobiti po sledećoj formuli:

$$m_H = \sqrt{A^2 + 0,319 - M^2 * \tan S}, \text{ gdje je:}$$

A – zbir grešaka koje se odnose na određivanje kote detaljne tačke terestičkim metodama,

M – imenilac razmjere plana (za R=2500 uzima se da je M=2.5),

S – nagib terena izražen u stepenima.

Za planove razmjere 1:2500, pri prosječnoj dužini vizure kod polarnog snimanja od 150m i kod srednje nagutosti terena od 12.5°, dobija se da je A=0.10m, a $m_H=0.32m$.

Kod premjera i izrade visinske predstave primjenom fotogrametrijske metode, srednja greška visine tačaka obično se izražava kao funkcija visine leta aviona H prilikom aviosnimanja i uzima se da je:

$$m_{Hf} = 0.2\% * H$$

Za katastarsko topografske planove razmjere 1:2500 ova greška iznosi od 0.27 – 0.30m.

5.4 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 i dr.

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).

DMT je specijalan slučaj matematičkog modela terena. Može se definisati i kao numerička i matematička predstava terena dobijena korišćenjem odgovarajućih visinskih i položajnih merenja, kompatibilnih u gustini i rasporedu sa terenom, tako da visina bilo koje tačke na obuhvaćenom terenu može automatski da se dobije interpolacijom uz odgovarajuću tačnost.

Iz priložene definicije mogu se uočiti dvije najvažnije komponente DMT-a:

- Skup reprezentativnih tačaka, memorisanih u bazi, koje predstavljaju površ terena;
- Algoritmi za interpolaciju novih tačaka.

Obje komponente su u uzajamnoj sprezi pošto način organizacije podataka određuje algoritme za interpolaciju i obrnuto.

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.

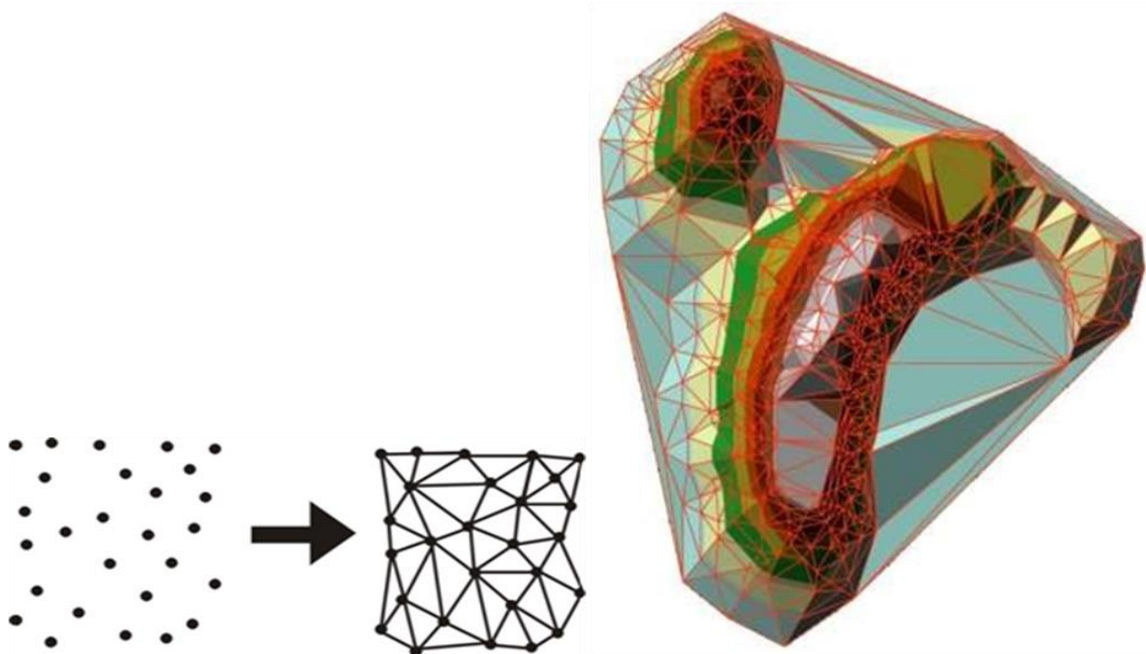
Ekspanzija primjene razvoja DMT-a uslijedila je razvojem kompjuterske tehnologije, kao i saznanjem da ovaj koncept nudi novi pristup u prezentovanju i vizuelizaciji podataka o reljefu i da može imati primjenu u različitim oblastima.

Postoje mnogobrojni interpolacioni algoritmi za interpolaciju i aproksimaciju površi. Oni koji imaju najveće značenje za digitalne modele terena su:

1. *Polinomska interpolacija;*
2. *Interpolacija pomoću sumiranja površi;*
3. *Interpolacija pomoću metode najmanjih kvadrata;*
4. *Hibridni digitalni modeli terena;*
5. *Model terena na osnovu spojenih linearnih bivarijantnih polinoma;*
6. *Model terena na osnovu prostornih trouglova (3D trouglovi);*
7. *Bezierovi trouglovi;*
8. *Koncept univerzalnog 3D modela površi;*
9. *Spektralna analiza;*

Interpolacioni algoritam koji se koristi za interpolaciju i aproksimaciju površi u većini softvera koje 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 9.



Slika 9. 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.

Model terena sa 3D trouglovima ima sljedeće prednosti i nedostatke:

Prednosti:

- Lako pregledan algoritam;
- Originalni podaci obrazuju centralnu bazu podataka, što je naročito za očekivati kod tahimetrijskog snimanja terena;
- Računanje zapremine je veoma jednostavno;
- Prelomne linije terena, kao date linije, mogu se tačno uzeti u obzir.

Nedostaci:

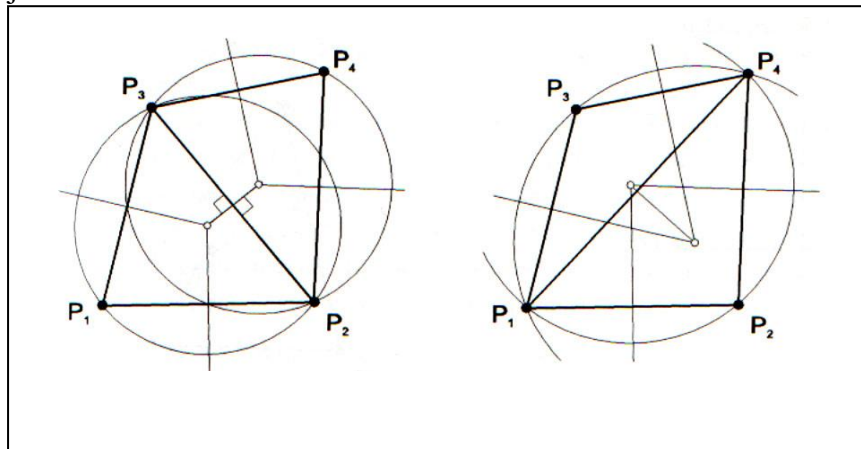
- Neizbježne neravnomjerne greške mjerenja se ne otklanjaju filtriranjem (interpolacija bez filtriranja);
- Naročito u područjima sa nepovoljnim oblicima trouglova dobijaju se neosnovano mali oblici izohipsi;
- Glačanje ovih linija, što se primjenjuje kod različitih softverskih rješenja, poboljšava samo grafički rezultat, ali ne i osobine površi terena;
- Glačanje izohipsi dovodi do njihove udvojenosti, tako da se kod gustih intervala izohipsi dodiruju i čak presijecaju;
- Udvojene izohipse ne pokazuju dobro plastičnost koju imamo kod drugih metoda;
- Aproksimacija preko ravnih trouglova je često gruba. Prelazom na zakrivljene površinske elemente (*patches*) otklanjaju se ovi nedostaci.

Pod terminom Digital Terrain Model (DTM) podrazumijevaju se baze sa TIN (Triangulated Irregular Network) strukturom podataka, koju čine nepravilno raspoređene, najčešće originalno mjerene tačke na terenu, koje predstavljaju tjemena mreže nepravilnih nepreklapajućih trouglova koji su u najvećoj mjeri približno jednakokranični. Stranice trouglova su formirane na osnovu algoritma baziranog na Deloneovoj¹ (u literaturi poznata kao: *Delaunay*) triangulaciji.

Deloneova triangulacija je najpoznatija i najzastupljenija metoda predstavljanja terena korišćenjem mreže trouglova. Ova metoda daje trouglove:

- Sa najmanjim poluprečnikom opisanog kruga;
- Sa krugom u kojem ne leži ni jedna tačka drugog trougla;
- Sa najvećim minimalnim uglom (min-max kriterijum);
- Sa stranama trougla čija dužina najmanje varira (jednostrani trougao kao cilj funkcija).

Za četiri tačke, koje su spojene u četvorougao, postoje dvije različite triangulacione mreže, pa stoga i dva različito podijeljena područja. Na Slici 10 prikazane su obje varijante.

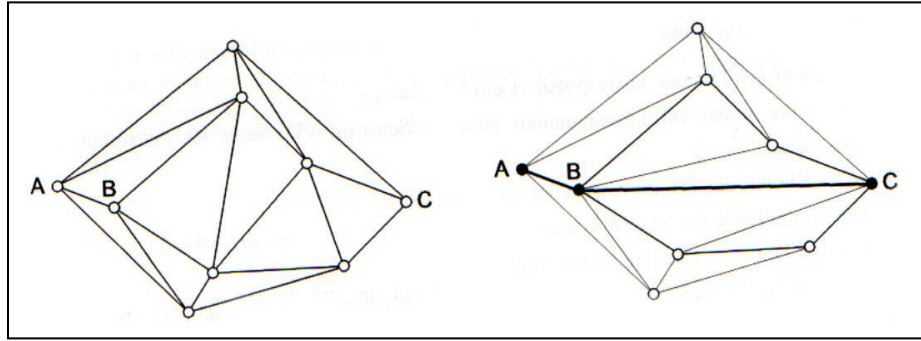


Slika 10. Triangulacione mreže i podjele područja za četiri tačke i dvije različite varijante

Može se uočiti da lijeva podjela četvorougla bolje odgovara našim "očekivanjima", od desne podjele.

Prilikom unosa nove tačke unutar postojećih "triangulacionih" tačaka vrši se promjena "trianguliranja" samo u odnosu na susjedne tačke što znači da Deloneovo trianguliranje nema globalan uticaj već ima samo lokalne osobine. Ova osobina koristi se u slučajevima kada su zadate granice područja. Zadate granice su, na primjer, granične linije vodotokova, saobraćajnica, objekata ili linije terena. Najprije se triangulacija mora izvesti sa svim tačkama bez obraćanja pažnje na zadate granice. U drugom koraku se uzimaju u obzir zadate granice, u kojima se trianguliranje izvodi samo na lokalnom nivou, sa obje strane zadate granice (Slika 11).

¹ Boris Nikolaevič DELONE, (1890-1980), ruski matematičar



Slika 11. Uvođenje dvije zadate ivice između tačaka A i C

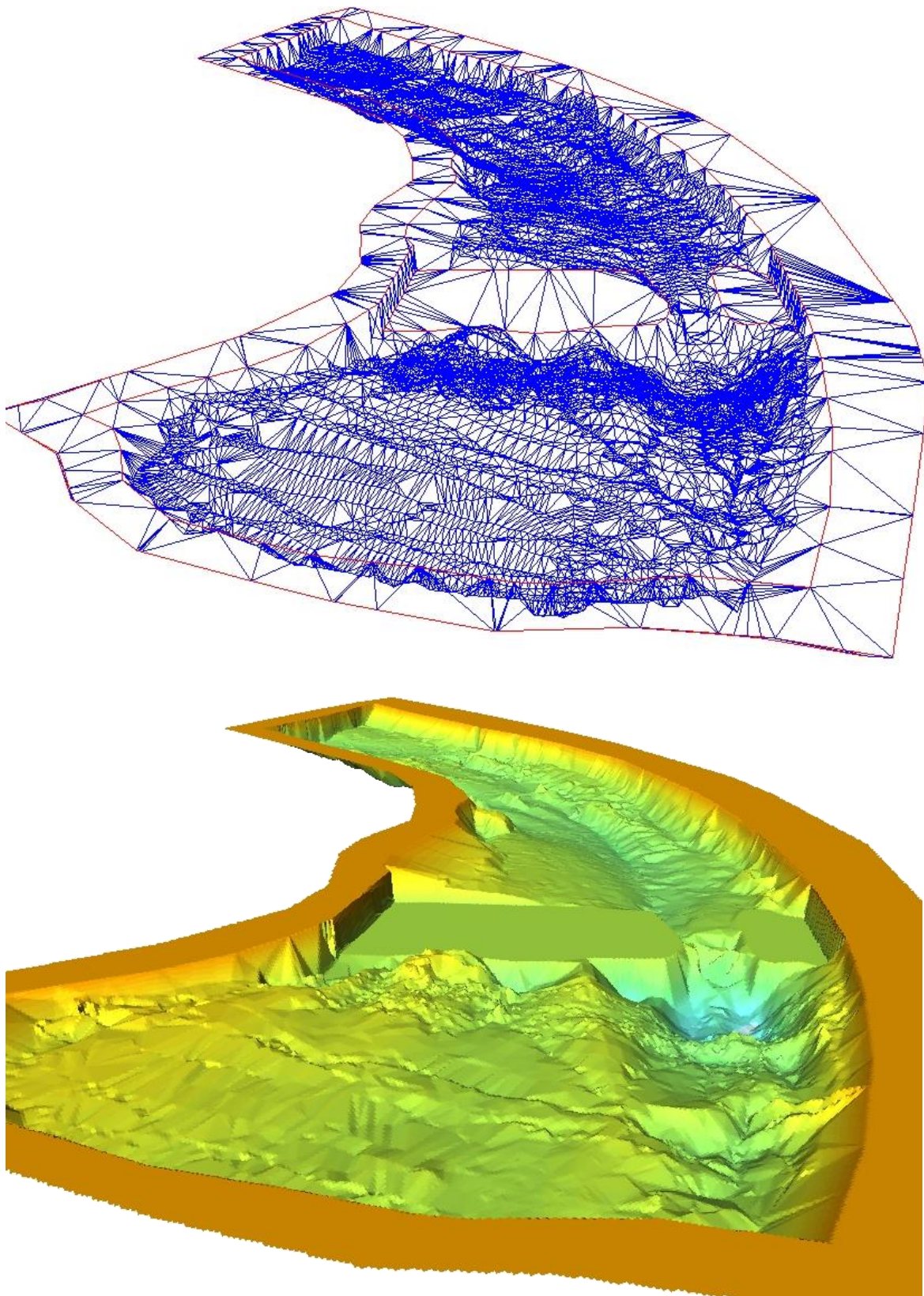
Deloneovom triangulacijom se kao sporedan efekat dobija potpuno konveksna pokrivenost prostora tačkama.

Karakteristično za TIN modele je što pomoću njih vrlo vjerno pored prirodnih oblika (reljef terena) mogu da se prikažu i antropogeni oblici poput trupa saobraćajnice ili prateći objekti poput mostova i portala.

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 omogućuje interaktivno 3D projektovanje.

U posljednje vrijeme u prvi plan je izbila upotreba DMT-a u hidroiženjerstvu. 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).



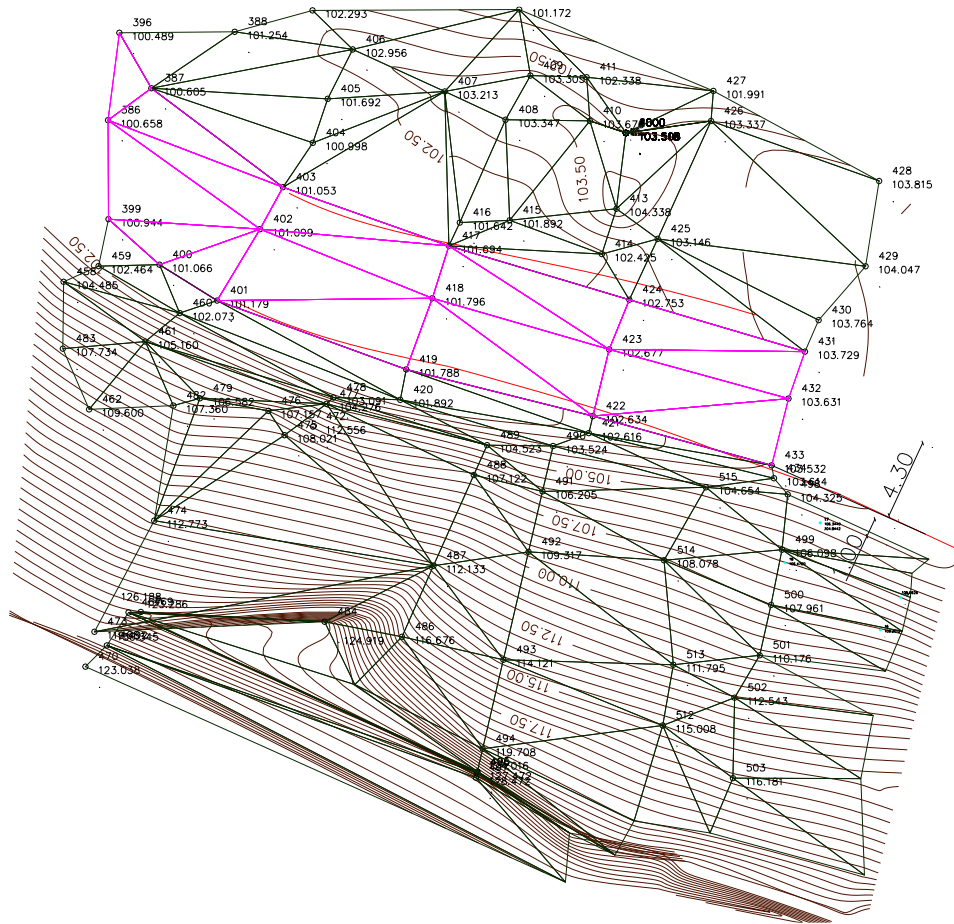
Slika 12. Digitalni model dna korita rijeke Dunav

Za potrebe projektovanja neophodno je imati što vjerniju predstavu terena, što je TIN strukture izbacilo u prvi plan kada su u pitanju aplikacije u građevinarstvu.

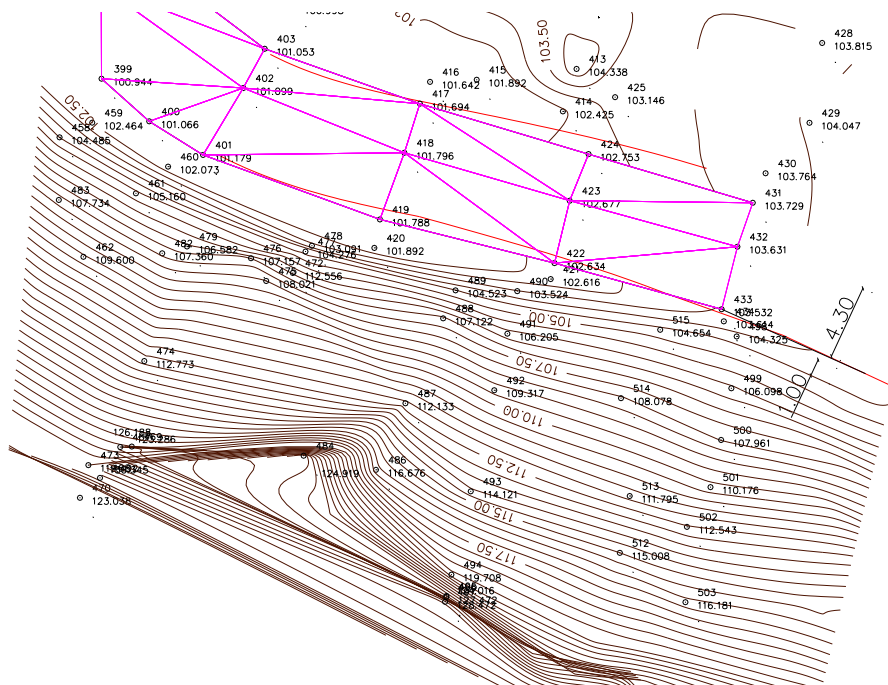
Izrada i korišćenje DTM vrši se u programu koji se izvodi na računaru. Svaki program za projektovanje puteva ima i segment DTM. Neki od programa koji se najčešće koriste su Civil 3D, Land, GCM, itd... Kao primjer biće naveden programski paket GCM (Gavran Civil Modeller) koji je često u primjeni u našoj praksi. Inače ovaj program ima više verzija koje prate program *autocad*. Dakle, verziji *autocad 2000* odgovara *GCM 2000*, verziji *autocad 2007 - GCM 2007*, itd. Da bi rad sa svim „alatka“ ovog programa bio moguć potrebno je imati odgovarajući „ključ“ koji treba biti priključen na računar u toku rada sa njim.

U ovom programu interpolacija površi i generisanje izohipsi se vrši metodom na osnovu prostornih trouglova, takozvanog TIN-a. Građevinski inženjeri saobraćajnog smjera obično zahtijevaju topografske podloge sa TIN-ovima razdvojenim po *layer*-ima u *autocad*-u. Potrebno je prilikom spajanja prostornih trouglova voditi računa šta je teren, asfalt, ivičnjak, beton, itd. i u odgovarajućim bojama iscrtati TIN-ove. Inače GCM omogućava automatsko i manuelno crtanje trouglova. Automatsko crtanje program radi po pravilima Deloneove triangulacije. Međutim, ovaj model, iako najbolje reprezentuje teren na osnovu snimljenih tačaka, često nije odraz pravog stanja površi na terenu. Zbog toga je vrlo često prilikom pravljenja TIN-a bolje koristiti manuelnu metodu za šta bi trebao biti zadužen inženjer koji je vodio terensku skicu. Odlična mogućnost ovog 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. Nasjčešće se za ove linije biraju ivice objekata (ispod objekata se ne modelira), ivice asvalta, ivičnjaka, granice usjeka, nasipa, karakteristične prelomne linije terena itd.

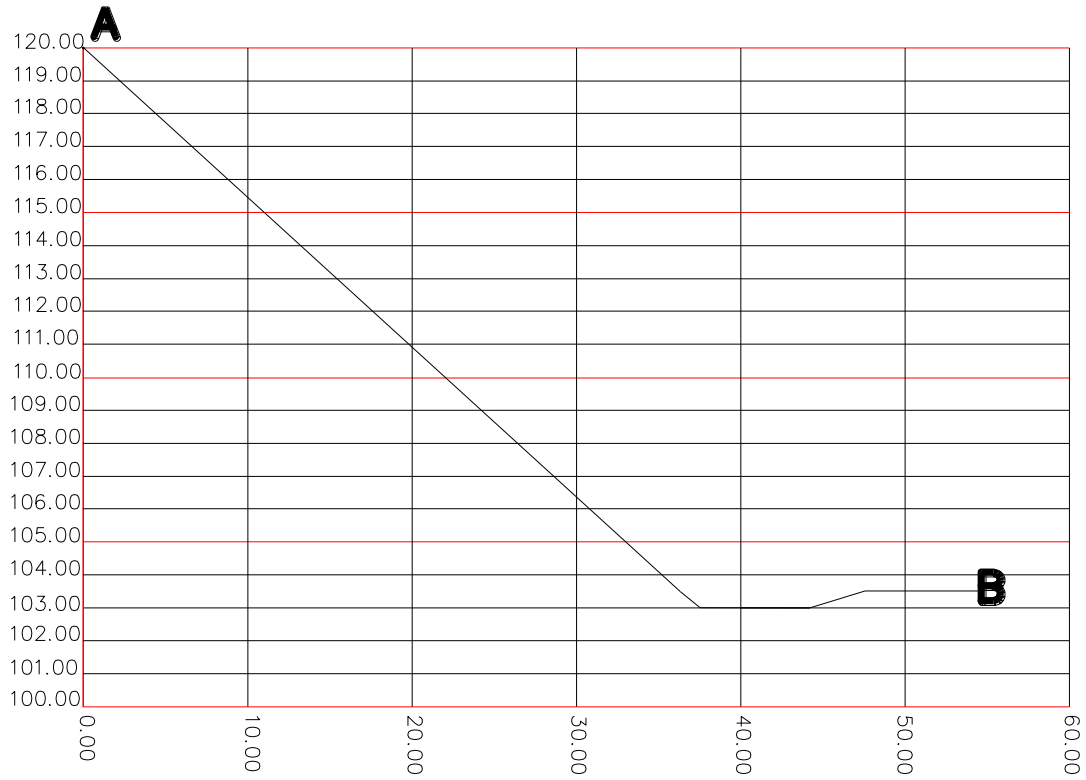
Na Slici 13, prikazan je jedan tip DTM-a kod kojega je crnom bojom prikazan DTM terena a ljubičastom bojom DTM jednog dijela saobraćajnice.



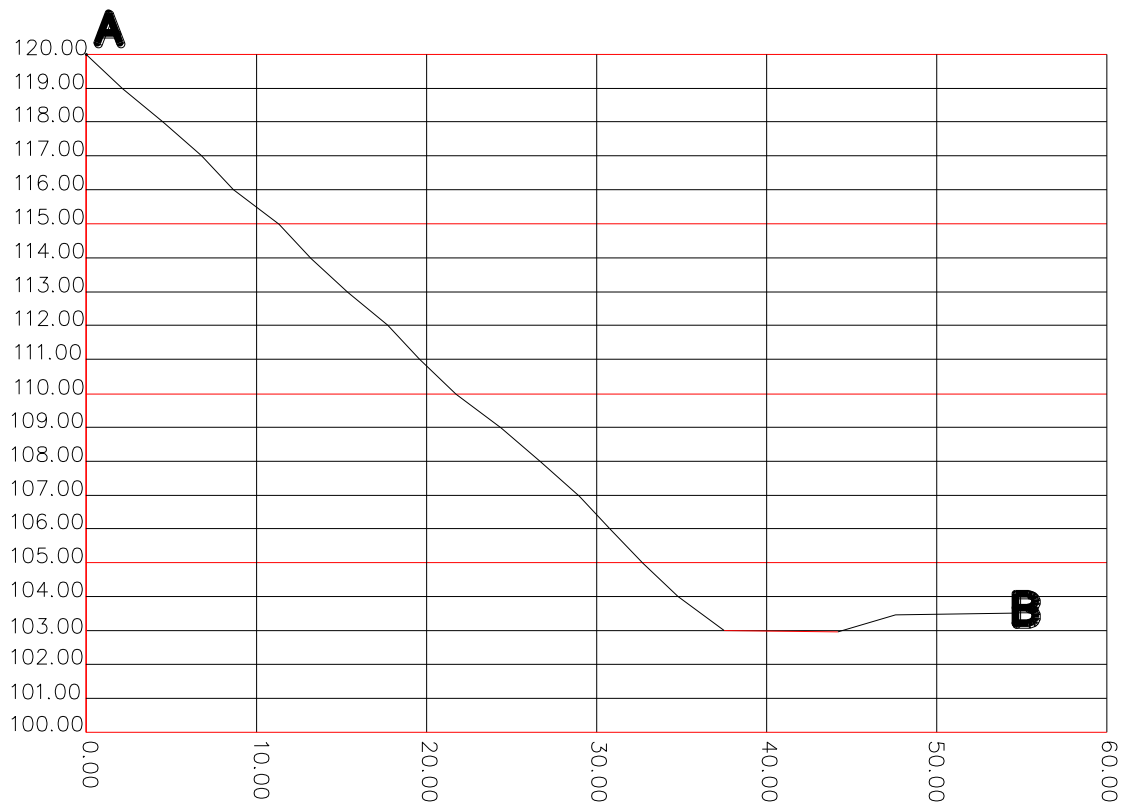
Slika 14. DTM sa izohipsama



Slika 15. „Zamrznuti“ DTM



Slika 17. Profil terena generisan sa situacije sa izohipama



Slika 18. Profil terena generisan upotrebom DMT-a

Na Slici 18 vidi se da je ovaj profil terena detaljniji, odnosno tačniji od onoga koji je generisan na osnovu izohipsi.

Ako se zna da su i izohipse generisane sa DTM-a, postavlja se pitanje zbog čega se pojavljuje razlika u profilu?

Odgovor je vezan za dva razloga. Prvo, profil koji je generisan sa izohipsi, opterećen je nemogućnošću tačnijeg očitavanja rastojanja između izohipsi, jer je to postupak koji se izvodi na podlozi uz upotrebu razmjernika kod čega je mogućnost raspoznavanja dvije tačke na granici od 0.2mm, što znači da i najpažljivije očitavanje rastojanja ima grešku koja se poslije toga uvećava u razmjeri crtanja i to dovodi do greške u profilu.

Drugi razlog leži u takozvanom „splajnovanju” izohipsi. Splajnovanje je postupak zaokruživanja izohipsi, pri čemu se izohipsa pomjera u horizontalnoj ravni, od stvarnog položaja koji je generisan iz DMT-a na poziciju koju vidimo na situaciji i tako dolazi do njenog pogrešnog položaja. Kad se profil generiše iz DMT-a ne postoji nikakvo zaokruživanje odnosno splajnovanje, pa je on zbog toga tačniji i detaljniji od onog koji je generisan iz izohipsi sa podloge.