

III Predavanje

Prikupljanje podataka. Karakteristične tačke. Metode prikupljanja podataka - polarna i fotogrametrijska

3.1 Pojam „prikupljanje podataka i „karakteristične tačke”

Pod pojmom prikupljanja podataka, podrazumijeva se prije svega, određivanje koordinata karakterističnih tačaka, prirodnih i vještačkih objekata i reljefa, na prostoru koji želi da se predstavi na topografskoj podlozi, kao i karakteristika objekta koji se šifriraju topografskim znacima.

Sljedeći pojam koji treba definisati su „karakteristične tačke” kojima treba odrediti koordinate, koje potpuno definišu formu objekta i njegovu projekciju u ravni.

Prema tome, moglo bi se uopšteno reći da su karakteristične tačke, ona mjesta na kojima objekat i reljef mijenjaju svoju formu.

Od pravilnog i kvalitetnog izbora karakterističnih tačaka najviše će zavisiti kvalitet topografske podloge.

U inženjerskoj terminologiji je još usvojen pojam da se ove tačke zovu detaljne tačke. One se mogu definisati kao tačke koje predstavljaju karakteristične tačke na terenu i njihovim snimanjem je moguće kartirati snimljene objekte.

U zavisnosti od vrste objekata oni se prikazuju sa različitim brojem tačaka.

- Tačkasti objekti – jedna detaljna tačka
- Linijski objekti – dve ili više detaljnih tačaka
- Površine – tri ili više detaljnih tačaka

Kriva granična linija objekta se mjeri kao poligon (više pravih linija) tako da najveće rastojanje krive granične linije od duži koja spaja dvije susjedne granične tačke (strijela luka) ne bude veće od vrijednosti dvostruke standardne devijacije (greške) horizontalnog položaja za utvrđenu klasu tačnosti za to područje.

U Tabeli. 1. data je podjela na klase tačnosti u zavisnosti od područja primjene zajedno sa standardnim devijacijama horizontalnog i vertikalnog položaja. Treba napomenuti da je ova tabela preuzeta iz Pravilnika o državnom premjeru i katastru nepokretnosti.

Klasa tačnosti (KT)	Standardna devijacija horizontalnog položaja	Standardna devijacija vertikalnog položaja	PODRUČJE PRIMJENE
KT1	5 cm	8 cm	Granične tačke parcela i objekata u izgrađenim ili gradskim građevinskim područjima gradova sa višespratnim stambenim i drugim objektima, razvijenom infrastrukturom (saobraćajnice, podzemni vodovi, podzemni objekti i dr.), velikom gustinom detalja i sa visokom vrijednošću zemljišta i objekata
KT2	10 cm	15 cm	Granične tačke parcela i objekata u područjima gdje je izgrađeno i neizgrađeno građevinsko zemljište ostalih gradova, naselja gradskog karaktera, sela zbijenog tipa, naseljena mjesta u kojima se nalazi sjedište opštine, centri zajednica naselja, naselja (stambena, industrijska, turistička, banjska i vikend) koja su podignuta izvan gradova i naselja gradskog karaktera sela, ili drugim područjima sa nižom vrijednošću objekata i zemljišta
KT3	20 cm	30 cm	Granične tačke parcela i poljoprivrednih i šumskih objekata u ravničarskim i brežuljkastim atarima (vangrađevinska područja katastarskih opština i područja katastarskih opština čije je zemljište u cjelini vangrađevinsko područje i koristi se za intenzivnu poljoprivrednu proizvodnju), odnosno sa niskom vrijednošću objekata i zemljišta
KT4	30 cm	50 cm	Granične tačke u ostalim područjima i tačke topografskih detalja u KT3 i digitalizovane granične tačke sa katastarskih planova čiji je imenilac razmjere 500
KT5	50 cm		Digitalizovane granične tačke sa katastarskih planova čiji je imenilac razmjere 1000
KT6	75 cm		Digitalizovane granične tačke sa katastarskih planova čiji je imenilac razmjere 2500
KT7	100 cm		Digitalizovane granične tačke sa katastarskih planova čiji je imenilac razmjere 5000

Tabela 1: Standardi za položaj graničnih tačaka nepokretnosti

Koordinate graničnih tačaka (Y, X, H) kod katastarskog premjera određuju se sa tačnošću saglasno klasama tačnosti.

Jedan od najbitnijih faktora koji utiče na izbor i broj detaljnih tačaka je tražena razmjera snimanja odnosno kartiranja.

Šta će se i koliko snimiti prvenstveno zavisi od namjene planova, a koliko će se detaljno snimati pojedini objekti (granične linije i zemljišni oblici) isključivo zavisi od razmjere plana. Planovi krupnije razmjere pružaju veću mogućnost u detaljnijem prikazu snimljenih objekata. Kod planova sitnije razmjere ove su mogućnosti znatno ograničene. Zato se prilikom snimanja za planove sitnije razmjere vrši selekcija detalja (ispuštaju se detalji koji se u određenoj razmjeri ne mogu prikazati).

Ukoliko je tražena razmjera krupnija (1:100, 1:250) objekte i reljef je potrebno detaljno snimiti sa velikim brojem tačaka. Ako je projektnim zadatkom definisana sitnija razmjera snimanja i kartiranja (1:500, 1:1000) objekt i reljef prikazuju sa manjim brojem detaljnih tačaka. Veliki broj snimljenih (tačke kojima se određuju koordinate) tačaka bi svakako pravio zabunu na samom planu jer treba imati u vidu kako treba da izgleda ta topografska podloga. Naime 1m u prirodi na planu razmjere 1:1000 predstavlja 1mm, pa svakako pri izboru tačaka treba imati u vidu gustinu kartiranih detalja na planu.

Tako će, na primjer kod zgrada, karakteristične tačke biti svi oni uglovi objekta koji se temelje na zemljištu. Mjeri se i zgrada, odnosno dio zgrade izgrađen iznad zemljišta na stubovima i stubovi, stepeništa uz zgradu, terase i ulazi u podrum. Takođe, mjeri se i dio zgrade koji nije na stubovima ako je izgrađen na visini manjoj od 4 m.

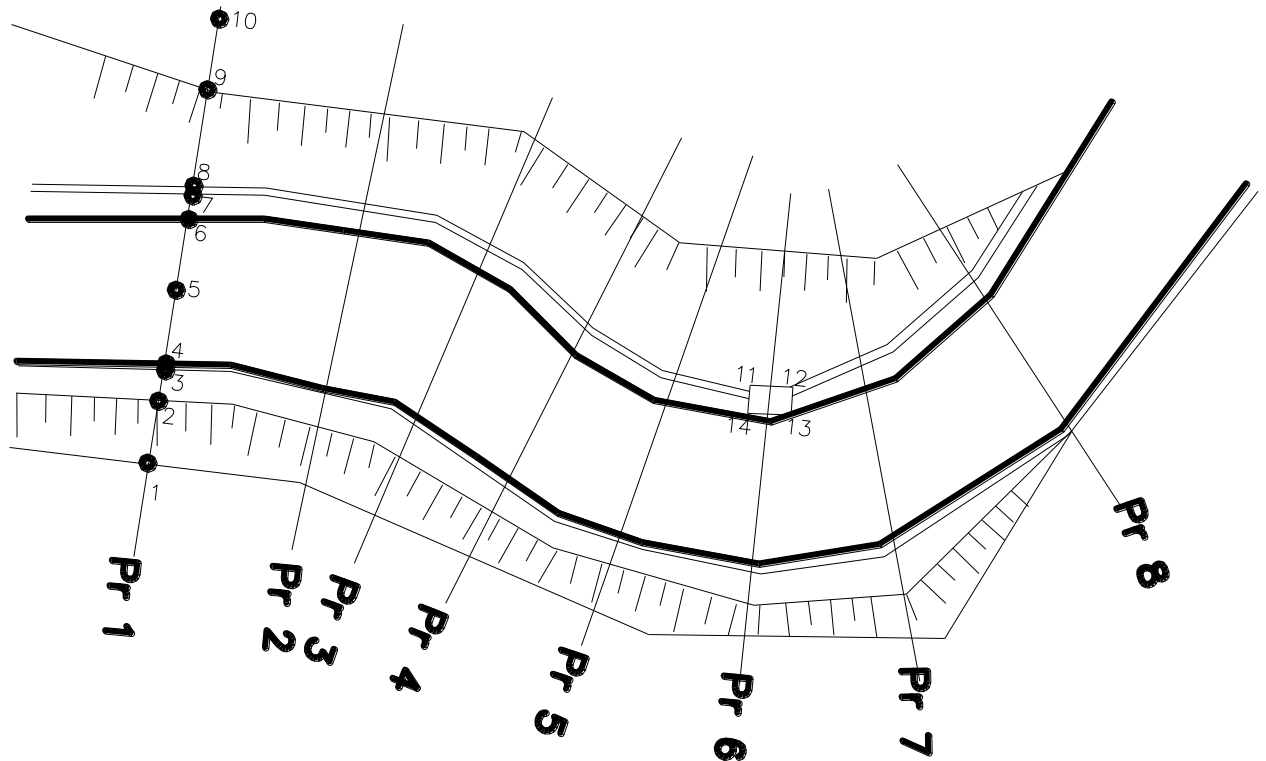
Kod saobraćajnica su karakteristične tačke ona mjesta na saobraćajnici gdje ona mijenja smjer i prelazi iz pravca u krivinu, pa tokom čitave krivine, sve dok ponovo ne pređe u pravac ili na raskrsnicama gdje mijenja smjer. Karakteristične tačke saobraćajnice su i tačke na vertikalnim krivinama na kojima niveleta mijenja nagib. Pored toga, karakteristične tačke saobraćajnice su i svi objekti koji prate saobraćajnicu, kao što su potporni zidovi, rigole, ivične trake i svi objekti infrastrukture.

Na sličan način mogu se definisati i karakteristične tačke ostalih građevinskih objekata, kao što su hidrotehnički objekti: brane i pomoćni objekti zatvaračnice, prelive i hidrotehnički kanali, kanali za navodnjavanje. Kod kanala se snimaju obje obalne ivice kanala i dno kanala. Kod zemljanih brana snima se tijelo i kruna brane sa onoliko tačaka koliko je dovoljno da se može nedvosmisleno odrediti položaj svakog snimljenog mjesta u tijelu brane. Kod betonskih brana snima se brana u kruni sa obavezanim presjecima upravnim na pravac pružanja brane, tako da se iz tih presjeka može rekonstruisati prostorni oblik brane.

Nešto je komplikovanije odrediti karakteristične tačke prirodnih objekata u koje spadaju potoci, rijeke, rasjedi i slični morfološki oblici.

Kod potoka i rijeka, karakteristične tačke su na obalama, gdje rijeka mijenja smjer, ali isto tako i u koritu na prelomima linije koju formira vodena površina. Pored toga karakteristične tačke vodotoka su i tačke korita koje se nalazi ispod vode. Na obalama se najčešće ne snima samo linija obale već i malo širi pojas od 10m pa do 100m u zavisnosti od reljefa obale.

Uglavnom, kod saobraćajnica, rijeka, potoka i hidrotehničkih objekata važi pravilo da se karakteristične tačke biraju po profilima (Slika 1). To znači da se na uočenoj promjeni pravca, biraju tačke koje se nalaze na pravcu upravnom na osovini objekta.



Slika 1: Karakteristične tačke u profilima saobraćajnice

Uvijek je projektnim zadatkom je definisano područje snimanja (koridor), kao i detalji koje je neophodno snimiti kako bi kasnije mogla biti izrađena geodetska podloga odgovarajućeg sadržaja za potrebe projektovanja puta.

U prošlosti su korišćeni analogni planovi čiji je ograničavajući faktor bila razmjera a u skladu sa tim je određivan nivo detaljnosti geodetskog snimanja. Nakon ulaska računarske tehnike a samim tim i geodetske podloge u digitalnom obliku u inženjersku svakodnevicu pomenuta ograničenja ne postoje. Na terenu se snimaju svi detalji od značaja kako za tehnički dio projektovanja (npr. za definisanje trase puta), tako i za sastavljanje što realnijeg predmjera građevinskih i drugih radova (npr. uklanjanja postojećih objekata i prepreka koje se nalaze na području snimanja).

Pored karakterističnih tačaka koje se nalaze u profilima, obavezno se snimaju i sve one tačke koje pripadaju objektima koji nijesu u profilima imali sve tačke koje bi definisale njihovu prostornu formu. Na Slici 1 se vidi da je profil broj 6 presjekao šahtu za atmosfersku kanalizaciju i da su tom prilikom u profilu mogle biti određene dvije tačke na kojima profil siječe šahtu ali forma šahte ne bi bila kompletna. Zbog toga je šahta snimljena sa četiri tačke na uglovima, što je sasvim dovoljno za definisanje njene forme. Ukoliko se u prostoru nalazi neko usamljeno drvo ili neki drugi nepokretan objekat za njegove karakteristične tačke se takođe određuju koordinate.

Ako se na slobodnom prostoru koji nije vezan za izgrađenu saobraćajnicu nalazi veći broj drveća, onda se ona, izuzev ako to ne zahtijeva Projektni zadatak, ne posmatraju kao pojedinačni objekti već kao šuma drveća, pa su karakteristične tačke ivica šume.

Kad je u pitanju određivanje karakterističnih tačaka u koridoru kojim treba izgraditi saobraćajnicu, onda se izbor tačaka vrši selektivno, od objekta do objekta, takozvanim „rasutim tačkama”.

Izbor karakterističnih tačaka za definisanje reljefa, ili vertikalne predstave kako se u struci koristi taj termin, nešto je malo komplikovanije nego što je to slučaj sa objektima, jer se prelomne tačke na terenu teže uočavaju, pa se zbog toga događa da reljef na topografskoj podlozi nije kvalitetno predstavljen, što može da ima za posljedicu neprilagođenosti projektovanog objekta terenu na kome treba da se izgradi. Ovo je posebno izraženo, kod podloga za izradu saobraćajnica i kanala.

Kako se vrši izbor tačaka za visinsku prestavu na ravnom terenu može se najlaše prikazati na primjeru određivanja karakterističnih tačaka za naizgled potpuno ravno zemljište jednog fudbalskog igrališta. Ako je na primjer teren igrališta deformisan tako da se od stativa gola, postepeno uzdiže prema centru i to uzdizanje na centru ima vrijednost od 30cm. Posmatraču to neće biti uočljivo kao prelom terena i taj dio terena može ostati bez vertikalne prestave i biti pogrešno interpretiran sa kotama koje imaju stranice na kojima se nalaze stativ gola.

Zbog toga se i na ravnim terenima uzimaju karakteristične tačke kao raster sa rastojanjem od 10-25m (zavisno od razmjere snimanja i kartiranja), bez obzira što se na terenu ne uočavaju posebno istaknuti prelomi terena.

Kad se biraju karakteristične tačke kod uzvišenja i u neravnom i kršovitom terenu, u zavisnosti od vrste projekta, tačke se biraju tako da oblikuju glavne karakteristike forme uzvišenja. To znači da se neće svaki kamen posmatrati kao poseban objekat, izuzev ako po dimenzijama ne utiče značajno na formu padine ili uzvišenja koje se snima.

Može se uopšteno reći, da su karakteristične tačke kod reljefa „rasute tačke” kombinovane sa eventualnim tačkama objekta.

Nekad je vrlo korisno i fotografisati određene detalje koji su predmet geodetskog snimanja. Dobijene fotografije često mogu u određenoj mjeri pomoći prilikom obrade podataka snimanja, odnosno crtanja geodetske podloge za potrebe projektovanja puta.

Bitno je naglasiti da u ekipu koja obavlja geodetsko snimanje terena treba biti uključen i stručnjak koji će vršiti obradu podataka snimanja i crtanje geodetske podloge za potrebe projektovanja puta. On ne mora lično obavljati snimanje, ali ga korisnim sugestijama može uprostiti. Ovo uprošćavanje se ogleda u smanjenju broja tačaka koje je neophodno snimiti jer je određene detalje (tipske profile ivičnjaka, rigole i sl.) u birou moguće izmodelirati na osnovu manjeg broja snimljenih tačaka (naravno, samo upotrebom adekvatnog softvera).

Takođe je bitno da građevinski inženjer koji će projektovati objekte na geodetskoj podlozi obiđe teren zajedno sa geodetskom ekipom koja će vršiti snimanje. On može u mnogome olakšati čitav postupak tako što će „akcentovati” mjesta na kojima treba izvršiti detaljnije snimanje kao i pokazati teren koji mu nije potreban u detaljnom prikazu za potrebe projektovanja. Ovim se naročito izbjegavaju dopunska snimanja i ponovni izlasci na teren koji su vrlo česta pojava u interakciji građevinski – geodetski inženjer.

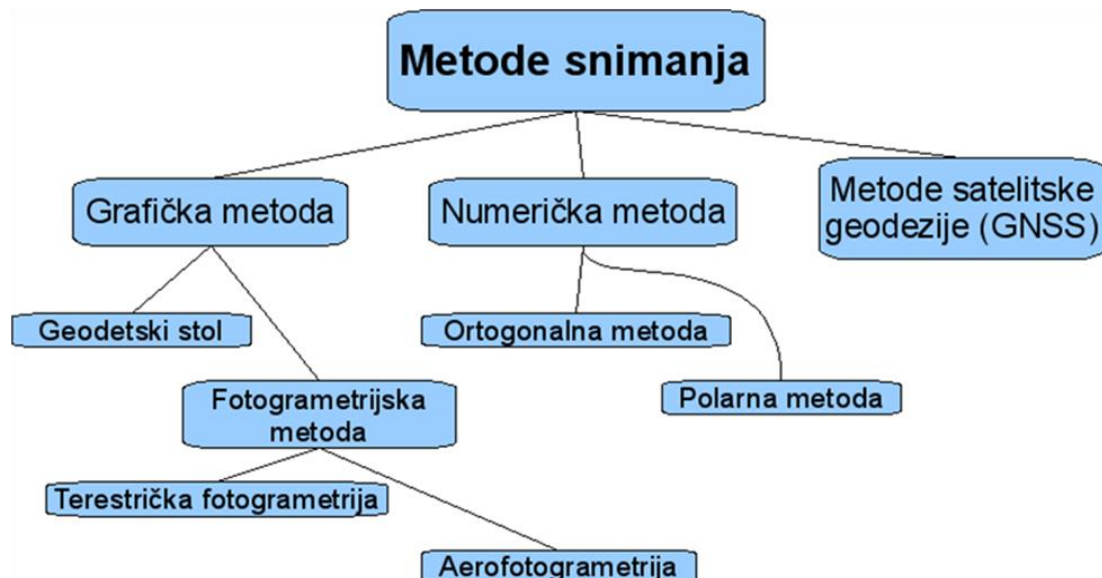
3.2 Metode snimanja terena (određivanja koordinata i kota karaterističnih tačaka).

Pod mjerenjem (snimanjem) detalja podrazumijevamo prikupljanje terenskih podataka za tačke kojima je geometrijski određen detalj, u cilju izrade plana ili karte snimljenog detalja. Ovi podaci trebaju na planu ili karti definisati položaj detaljnih tačaka odnosno detalja koji je predmet premjera. Način prikupljanja terenskih podataka naziva se metoda snimanja detalja ili premjera zemljišta.

Postoje numeričke i grafičke metode snimanja, a zajednički cilj im je da se na osnovu terenskih podataka koje one prikupe može izraditi plan ili karta. Numeričke metode osiguravaju veću tačnost snimljenog detalja, a grafičke su znatno efikasnije i zato racionalnije. Fotogrametrijska metoda je pogodna za snimanje većih površina.

Numeričke metode snimanja dobile su ovaj naziv po tome što se kod njih za svaku detaljnu tačku dobiju numerički podaci. Na osnovu ovih podataka se kasnije u kancelariji može izraditi plan u odgovarajućoj razmjeri. Ako je plan krupnije razmjere, tačnost snimljenog detalja treba biti veća i obrnuto. One su vrlo pogodne za održavanje katastra nepokretnosti, uređenje i obnavljanje granice vlasništva kod imovinsko pravnih sporova itd. One se koriste isključivo kod snimanja vodova i podzemnih objekata, kao i kod manjih površina.

Na Slici 2 se vidi podjela metoda geodetskog snimanja.



Slika 2: Metode snimanja u geodeziji

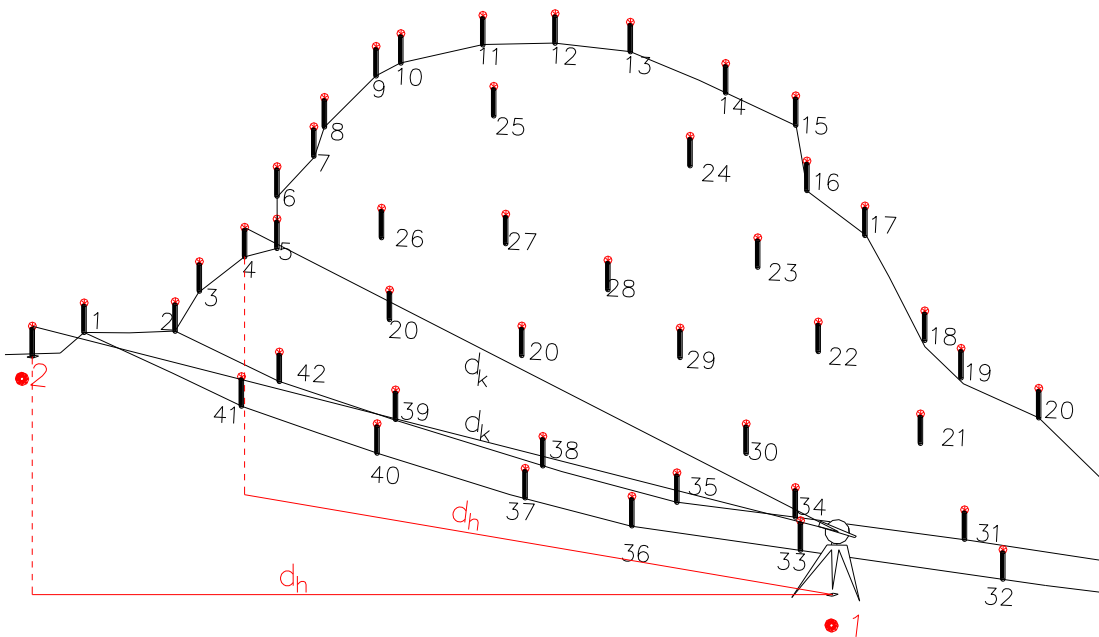
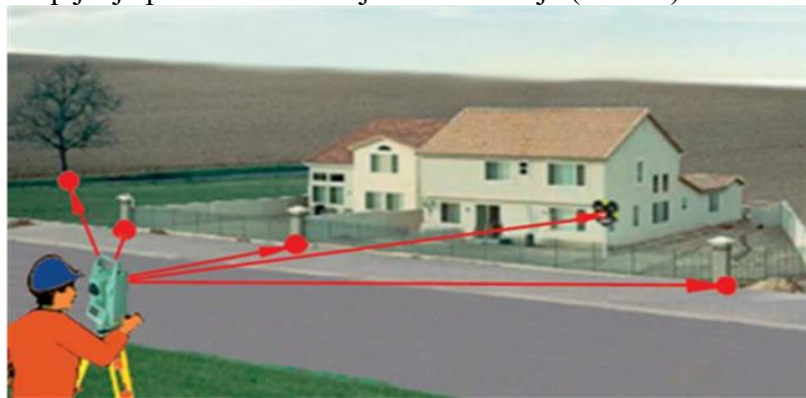
Takođe, podjela metoda geodetskog snimanja se može izvršiti i na neposredne i posredne. Kod neposrednih metoda se i instrument i opažać nalaze se na površini Zemlje. Ovdje spadaju: ortogonalna, polarna i GNSS metoda. Kod posrednih metoda se premjer terena izvodi iz vazduha ili iz svemira. Ovdje spadaju: aerofotogrametrijska, daljinska detekcija, lasersko skeniranje iz aviona ili helikoptera, metoda satelitskih snimaka itd...

3.2.1 Polarna metoda

Polarna metoda pripada takozvanim klasičnim metodama snimanja terena. U jednom periodu razvoja ovih metoda snimanja, ona je bila najviše korišćena metoda, jer se odlikovala tačnošću određenih koordinata i dobrim opisom karakteristika snimljenih objekata.

Polarnom metodom se prikupljaju elementi za računanje koordinata tačaka, kao što su izmjerni ugao između jedne u prostoru definisane prave i pravca na tačku čije se koordinate određuju i izmjerene dužine od tjemena izmjenog ugla do tačke čije se koordinate određuju. Prema tome, mjere se ugao i dužina a to su u stvari polarne koordinate tačke, jer je tjeme ugla pol fiksne prave a ugao i dužina polarne koordinate.

Pri računanju koordinata tačaka polarnom metodom dobijaju se i kote tačaka ukoliko nam je poznata kota stanice odnosno tjemena ugla, tako što na terenu izmjerimo i vertikalni ugao (ili zenitno odstojanje), kosu (ili horizontalnu) dužinu i visinu instrumenta (od prekreta durbina do tačke iznak koje ga centrišemo) i visinu signala. Ova metoda se još zbog brzog prikupljanja podataka naziva još i tahimetrija (Slika 3).



Slika 2: Polarna metoda snimanja

Polarna metoda se primjenjuje prilikom snimanja detalja na terenima gdje se sa stanica za snimanje mogu izmjeriti polarne koordinate (uglovi i dužine) okolnih tačaka detalja i gdje se procijeni da je primjena ove metode najracionalnija. Stanica za snimanje polarnom metodom može biti tačka geodetske osnove ili slobodno izabrana, privremeno obilježena i određena tačka (slobodno pozicioniranje). Privremene tačke geodetske osnove kod slobodnog pozicioniranja obilježavaju se drvenim koljem ili metalnim bolcnama sa bojom na asfaltnim ili drugim čvrstim podlogama.

Orientacioni pravci se uzimaju na najmanje dvije tačke u okviru geodetske osnove. Prvi pravac se uzima na dalju tačku. Radi kontrole posljednji pravac se uzima na tačku početnog pravca - završna vizura. Vertikalni ugao na početnu tačku uzima se u oba položaja durbina. Razlike čitanja pri početnoj i završnoj vizuri za horizontalni pravac i vertikalni ugao, kao i maksimalna dužina vizure pri snimanju detalja, ne smiju preći vrijednosti određene planom snimanja. Horizontalni pravci se opažaju u jednom položaju durbina.

Pored toga, što ima nesumnjivih prednosti, kao što je tačnost i pouzdanost određenih koordinata i potpunost opisa kvaliteta objekata i infrastrukture, ova metoda ima i niz nedostataka.

Prije svega, vezana je za postojanje osnovne mreže trigonometrijskih i poligonskih tačaka, koje su na terenu često uništene, pa ih ili treba ponovo rekonstruisati ili nanovo postavljati.

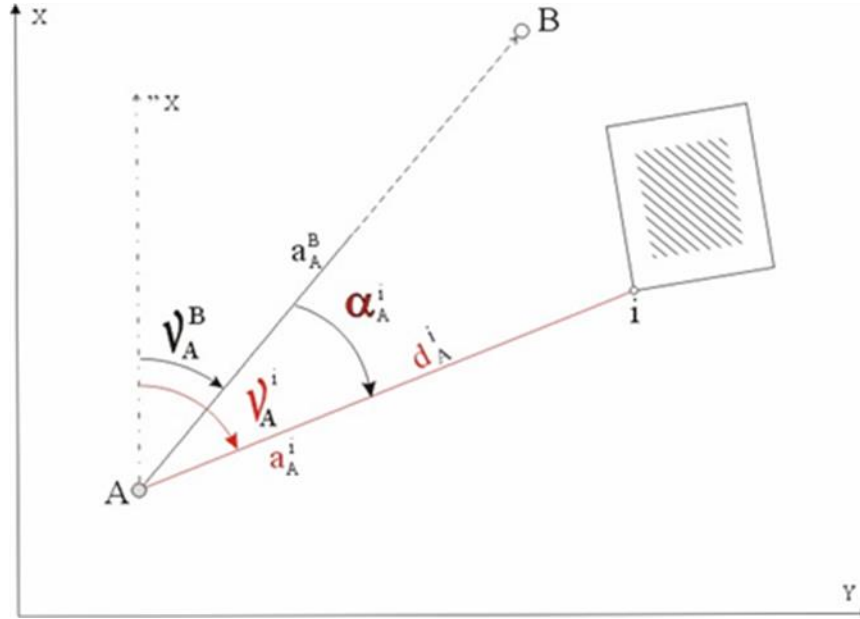
Osim toga, može se reći i da je skoro neupotrebljiva kod snimanja terena obraslih šumom pa čak i manjim rastinjem, jer je prilikom rada neophodno ostvariti vidljivost između instrumenta i prizmi koje se postavljaju na karakterističnim tačkama. U ovim situacijama neophodno je „prokrčiti” teren makar poprofilima da bi pomoćni radnik koji nosi prizmu mogao doći do pozicije kora najbolje karakteriše reljef.

Među nedostacima se ubraja, relativna sporost, naročito izražena kod snimanja terena za projektovanje saobraćajnica i velika cijena izrade topografske podloge.

Ali treba napomenuti da je sa instrumentima koji imaju mogućnost laserskog mjerenja dužine od bilo kakvih čvrstih predmeta ova metoda u mnogome popravila svoju efikasnost. Naime, sada je dovoljno uočiti tačke koje se nalaze na površini zemlje i direktno ih snimiti (bez potrebe postavljanja štapa sa prizmom na određeno mjesto) što dosta ubrzava proceduru snimanja terena. Ovaj metod mjerenja dužina posebno je upotrebljiv prilikom mjerenja stijena, visokih zidova, mjerenja u tunelima i drugih teško dostupnih objekata. Naravno, ograničenje postoji u vidu maksimalnog dometa lasera kod ovih instrumenata koje varira od 100 m do 2000 m u zavisnosti od tipa.

Na osnovu poznatih koordinata tačaka osnovne mreže i izmjerenog horizontalnog ugla između date tačke i karakteristične tačke čije se koordinate traže i horizontalne dužine do te tačke, mogu se izračunati priraštaji koordinata a samim tim i same koordinate nepoznate tačke.

Pored toga na osnovu poznate nadmorske visine tačke A i izmjerene visinske razlike između prekreta durbina i prizme postavljene na tački 1 može se izračunati nadmorska visina ili kota tačke 1.



Slika 3: Polarna metoda snimanja - računanje koordinata tačaka

Za potrebe računanja koordinata tačaka date veličine su :

- direkcionni ugao ν_A^B (može se smatrati kao data veličina jer se izračunava iz zadatih koordinata tačaka 1 i 2 na poznati način):

- mjerena dužina d_A^i
- mjereni ugao α_A^i

Nepoznate koordinatne razlike Δy i Δx dobijamo iz poznatih formula:
 $\Delta y = d * \sin \varphi$ i $\Delta x = d * \cos \varphi$ gdje je φ orijentisani pravac koji se dobija kad se izračunatom direkcionom uglu doda mjereni ugao prema nepoznatoj tački: $\varphi = \nu + \alpha$

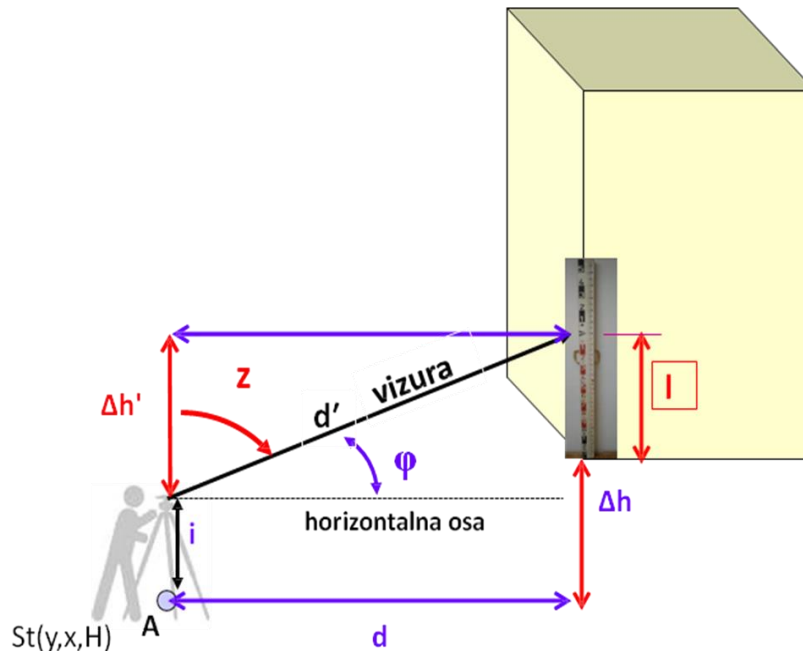
Kad se koordinatama tačke A dodaju izračunate koordinatne razlike, dobijaju se koordinate nepoznate tačke 1:

$$y_1 = y_A + \Delta y \quad i \quad x_1 = x_A + \Delta x$$

Za potrebe računanja kota tačaka date veličine su :

- Visina tačke A - H_A
- mjerena kosa dužina d
- visina instrumenta i i visina signala l

Kote nepoznatih tačaka (Slika 4) izračunavaju se kad se koti tačke A doda mjerena visinska razlika $\Delta h = d \cdot \cos z$ i visina instrumenta i i oduzme visina prizme l , odnosno : $H_1 = H_A + \Delta h + i - l$



Slika 4: Polarna metoda snimanja - računanje kota tačaka

Na sličan način izračunavaju se koordinate i kote ostalih nepoznatih tačaka. Kada se završi snimanje tačaka sa jedne stanice, premješta se instrument na drugu stanicu i sa nje, nakon opažanja pravca na orijentacionu tačku, nastavlja se istom metodom.

Potreban pribor za prikupljanje podataka polarnom metodom:

- Totalna stanica (teodolit)
- Stativ
- Nosač (štap) za prizmu
- Prizma
- Ručni metar ili pantljička za mjerenje visine instrumenta ili kontrolnih frontova

Izradu topografske podloge polarnom metodom uz upotrebu totalne stanice izvodi sljedeća ekipa:

- dva geodetska stručnjaka
- dva (ili jedan) pomoćna radnika – figuranta

Raspored ekipe je sljedeći:

Jedan geodetski stručnjak vodi skicu snimanja, identifikuje karakteristične tačke terena, raspoređuje figurante, odgovoran je za organizaciju procesa snimanja i on je rukovodilac ekipe.

Drugi geodetski stručnjak radi sa instrumentom i on je odgovoran za tačno centrisanje, unošenje podataka o koordinatama stanice i orijentacione tačke, viziranje i sve operacije sa instrumentom i on se zove operater.

Jedan radnik servisira potrebe operatera, odgovoran je za obezbjeđenje instrumenta od sunca i kiše, pomaže prilikom centrisanja i otklanja sve prepreke koje smetaju operateru da izvrši viziranje i očitavanje podataka na instrumentu.

Jedan radnik nosi prizmu i postavlja je na mjesta koja izabere geodetski stručnjak koji vodi skicu i obavezan je da nosač prizme za vrijeme očitavanja podataka, drži u vertikalnom položaju, pomoću centrične libele na nosaču.

Efikasnost ekipe, zavisi od više faktora, od kojih su najvažniji obraslost terena gustom vegetacijom i izgrađenost terena ili uzidanost kako se taj termin definiše kod geodetske prakse.

Ipak, kao najbitniji faktor prije svega kvaliteta, ali i brzine nastanka topografske podloge je geodetski stručnjak koji vodi skicu. Od njegove snalažljivosti u prostoru, načinu biranja karakterističnih tačaka, kvaliteta i brzine vođenja skice, direktno će zavisiti sam proces rada kao i finalni proizvod – topografska podloga.

Kad je teren obrastao vegetacijom, najčešće se snima u vrijeme kad nema vegetacije ili ako se taj termin ne može koristiti, onda se za tačke sa kojih se vrši snimanje biraju mjesta koja su na terenu uzdignuta i sa kojih se bez prosijecanja može ostvariti najveći broj vizura.

Kod uzidanih terena, spolje fasade objekata snimaju se sa mreže osnovnih tačaka koje su postavljene na trotoarima ulica, dok se karakteristične tačke objekata koje se nalaze u dvorištima snimaju sa pomoćnih tačaka, koje se postavljaju u dvorištima, čije koordinate se određuju sa tačaka osnovne mreže, i sa kojih se može snimiti dvorišna fasada objekta.

Na osnovu određenih koordinata i kota nepoznatih tačaka se izrađuje topografska podloga u zadatoj razmjeri. Ranije, dok su se proizvodili samo planovi u analognoj formi podloga je crtana na jednostavan način unoseći koordinate preko decimetarske mreže i pored njih ispisujući kote tačaka. Na osnovu skice koja se vodi na terenu spajaju se tačke objekta i unosi topografski znak za vrstu objekta a na osnovu poznatih kota interpoluju se izohipse i tako dobija horizontalna i vertikalna prestava terena na kojoj se mogu projektovati građevinski objekti.

Izrada geodetskih podloga za potrebe projektovanja već duži niz godina obavlja se isključivo na računaru korišćenjem adekvatnog softvera. Prednosti digitalnih podloga nad analognim su brojne: razmjera više nije ograničavajući faktor u pogledu detaljnosti prikaza terena na podlozi, brojni alati kojima današnji softveri raspolazu olakšavaju tzv. spajanje detalja (povezivanje tačaka različitim tipovima linija), njihovo topografisanje i sl., a moguće je i razvrstavanje sadržaja podloge po slojevima tzv. lejerima (engl. *Layer*).

Savremeni geodetski instrumenti, pored toga što se sa njima mogu mjeriti uglovi, dužine i visinske razlike, imaju ugrađene softvere za automatsko računanje koordinata i kota nepoznatih tačaka i njihovo zapisivanje u memoriji instrumenta, koje se isto tako po jednostavnom postupku može prenijeti u memoriju računara. Različiti programski paketi podržavaju transfer podataka u računar iz svih geodetskih mjernih instrumenata koji su danas u upotrebi.

Postoji više vrsta softvera za izradu topografskih podloga, na osnovu učitanih koordinata i kota tačaka. Tačke se na podlozi automatski lociraju nakon pokretanja programa, tako da su odmah položajno situirane u projekcionoj ravni. Bitno je da su tačke poređane u odgovarajućem formatu (Tabela 1) u nekom tekstualnom editoru i sam program će prepoznati šta označava redni broj tačke (koji odgovara broju na 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

Bitno je naglasiti da za potrebe projektovanja puta nije dovoljna geodetska podloga samo sa spojenim detaljima, čak ni ako je spajanje izvršeno u tri dimenzije. Da bi se geodetska podloga mogla uspješno koristiti za potrebe projektovanja puta nužno je kreirati i digitalni model terena – DMT (engl. Digital Terrain Model - DTM). DMT predstavlja grafički prikaz snimljene površi terena koja je na adekvatan način matematički definisana. Da bi DMT vjerno prikazivao površ terena mora biti kreiran iz kvalitetnih podataka snimanja terena. Pored detaljnih tačaka snimljenih sa odgovarajućom tačnošću, na tačnost DMT-a u velikoj mjeri utiče i broj i prostorni raspored snimljenih tačaka. DMT kreiran iz tih tačaka omogućava vršenje različitih analiza i crpljenje podataka važnih za uspješno projektovanje puta, npr. onih o visinama određenih tačaka terena, nagibu između odabranih tačaka, zakrivljenosti terena i sl.

Za crtanje formi objekata kao pomoć služi skica, koju na terenu radi stručnjak koji vodi snimanje. Nakon iscrtavanja objekata dodaju im se topografski znaci da bliže odrede karakter objekta.

Tako se u vrlo kratkom roku i na vrlo jednostavan način dobija topografska podloga na kompjuteru u R 1:1. Nakon ovoga se pristupa crtanju podloge na papiru u takozvanoj razmjeri kartiranja, koja je neophodna da se na papiru priloži uz ostalu projektnu dokumentaciju. Projektovanje se dalje izvodi na kompjuteru, a situacija crta na papirnoj podlozi u zadatoj razmjeri.

Bitno je naglasiti i da je Članom 47 Zakona o državnom premjeru i katastru nepokretnosti definisano je da prije upotrebe geodetskih instrumenata obavezno se utvrđuju njihova metrološka svojstva. Geodetski instrumenti podliježu prvom pregledu, periodičnim i vanrednim pregledima, u skladu sa zakonom što se dokazuje uvjerenjem organizacije nadležne za metrologiju i ovlašćene laboratorije.

Kontrolna odmjeranja na terenu se sprovode radi kontrole snimljenih detaljnih tačaka. Kontrola se sprovodi tako što se nakon kartiranja detaljnih tačaka mjeri rastojanje i upoređuje sa rastojanjem izmjerenim na terenu.

Vrste kontrolnih odmjeranja:

- Frontovi
- Transferzalna odmjeranja
- Kosa odmjeranja

Norma dan je mjera sa kojom se mjeri vrijeme potrebno jednoj geodetskoj ekipi da polarnom metodom snimi teren u površini od jednog hektara.

Efikasnost jedne ekipe zavisi prije svega od stepena stručnosti i sposobnosti geodetskih stručnjaka, kvaliteta instrumenata sa kojima raspolažu, informisanosti i uvježbanosti pomoćnih radnika-figuranata, vremenskih uslova i na kraju od gustine i visine vegetacije i uzidanosti terena.

Norma dan je mjera učinka prosječno sposobne grupe, koja radi na terenu osam časova sa kraćim pauzama za odmor i objed.

Pretpostavlja se da jedna ekipa može snimiti polarnom metodom za jedan norma dan za različite razmjere snimanja :

- R 1: 250 - 1.5 ha u ravničarskom terenu sa rijetkom vegetacijom,
 - 1 ha u ravničarskom terenu sa bujnom vegetacijom,
 - 0.75 ha u terenu uzidanom 50%,
 - 0,5 ha u terenu uzidanom 75%,
- R 1:500 - 3 ha u ravničarskom terenu sa rijetkom vegetacijom,
 - 2 ha u ravničarskom terenu sa bujnom vegetacijom,
 - 1 ha u terenu uzidanom 50%,
 - 0,80 ha u terenu uzidanom 75%,
- R 1:1000 - 4 ha u ravničarskom terenu sa rijetkom vegetacijom,
 - 3 ha u ravničarskom terenu sa bujnom vegetacijom,
 - 2 ha u terenu uzidanom 50%,
 - 1 ha u terenu uzidanom 75%.

3.2.2 Fotogrametrijska metoda

Fotogrametrija je jedna od disciplina geodezije koja, služeći se fotografskim snimcima i postupkom njihovog mjerenja, definiše oblik, veličinu i položaj objekata i detalja registrovanih u momentu snimanja. Ona je umjetnost, nauka i tehnologija dobijanja pouzdanih informacija o fizičkim objektima i životnoj sredini kroz procese snimanja, mjerenja i interperetacije fotografske slike i modela elektromagnetnog zračenja i drugih pojava. Koristi se u različitim oblastima, kao što je premjer i topografsko kartiranje, arhitektura, inženjerstvo, policijske istrage, geologija, arheologija i dr.

S obzirom na položaj kamere u prostoru, fotogrametrija se dijeli na terestičku i aerofotogrametriju. Terestrička fotogrametrija koristi se za manja područja kao što su kanjoni rijeka, strme padine, kamenolomi, klizišta, nasipi i dnevni kopovi. Ova metoda se uspješno koristi i kod restauracije fasada.

Aerofotogrametrijska metoda se primjenjuje kod snimanja većih površina kada investitor ili projektant procijeni da je racionalnija od bilo koje druge metode snimanja detalja. Ona je postupak u kome se na osnovu fotogrametrijskih snimaka, nastalih

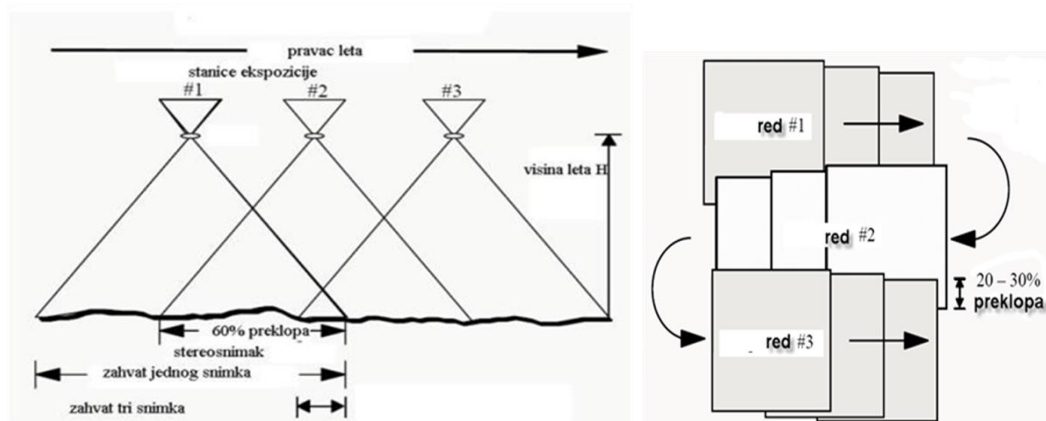
snimanjem iz vazduha putem mjerne kamere (Slika 5) ugrađene u trup aviona (helikoptera ili balona), prikupljaju geometrijski podaci o objektima ili pojavama na fizičkoj površi zemlje kroz primjenu osnovnih tehnoloških principa fotogrametrije.

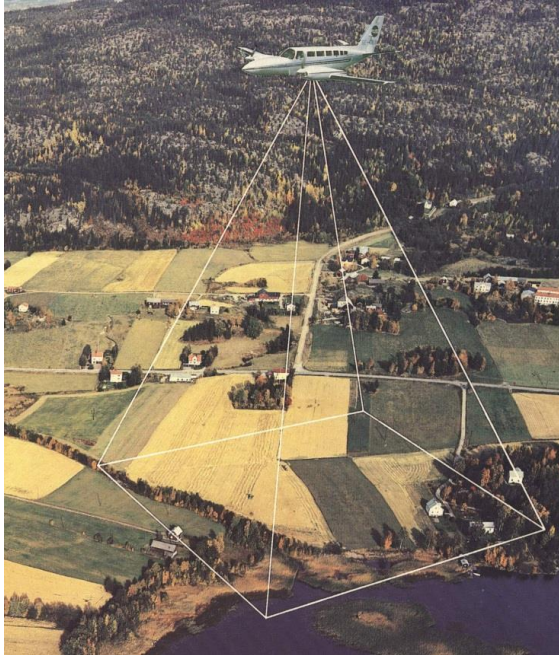


Slika 5: Mjerna kamera

Podaci koji definišu oblik i položaj nepokretnosti u prostoru, dobijaju se u postupku detaljnog snimanja nepokretnosti i obezbjeđuju računanje koordinata graničnih tačaka parcela, zgrada i drugih građevinskih objekata u državnom koordinatnom sistemu. Na osnovu izvršenih prethodnih radova se dolazi do zaključka da je za snimanje terena najracionalnije i najekonomičnije primijeniti fotogrametrijsku metodu koja će za razmjere planova 1:2500 koja je većinom projektovana razmjera pri izradi katastra nepokretnosti ovom metodom, dati dovoljno tačne rezultate.

Princip na kome počiva, je u suštini formiranje modela na osnovu dvije fotografije istog terena pomjerene za neko unaprijed zadato rastojanje (Slika 6), koje je kompatibilno sa spravom u kojoj se na osnovu izloženih filmova obje fotografije dobija model terena u poznatoj razmjeri kao stereoskopski utisak.





Slika 6: Aerosnimanje

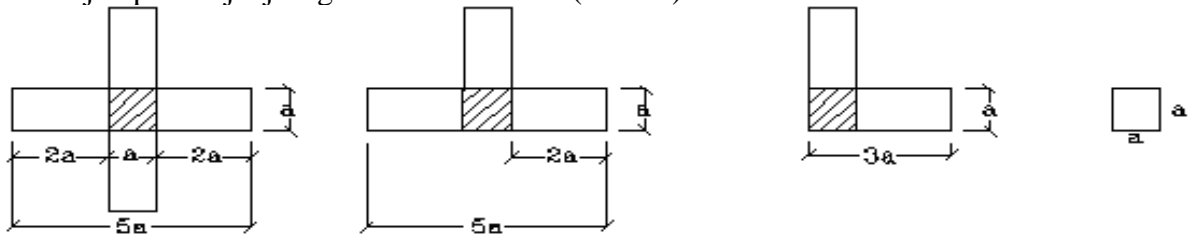
Aerokamere na film ili digitalne aerokamere moraju biti opremljene uređajima za globalno pozicioniranje (GPS). U prilogu tehničkog izveštaja o realizaciji glavnog projekta prilaže se uverenje o kalibraciji (atestiranju) aerokamere. Aerokamera mora da na snimku registruje libelu, datum i čas snimanja, brojač snimaka, visinometar i vrijednost žižne daljine objektiva aerokamere. Format snimka aerokamere na film je 23 cm x 23 cm. Nivo detaljnosti snimanja graničnih linija, objekata, voda i reljefa uslovljen je razmjerom katastarskog i katastarsko topografskog plana.

Polazeći od ciljeva za koje je potrebno izvesti aerosnimanje neophodno je uraditi plan aerosnimanja. Pod planom aerosnimanja podrazumijeva se programiranje svih neophodnih elemenata leta, u koje prije svega spadaju razmjera snimanja, visina leta, uzdužni i poprečni presjek. Da bi se postigao optimalan kvalitet aerosnimaka kod upotrebe aerokamere na film, snima se, po pravilu, u proljeće i u jesen kada je vegetacija najmanja, oko podne kada su sjenke najkraće, kada nema jakih vazдушih struja itd. Vrlo često je problem obezbijediti ovakve uslove jer u predjelima sa velikim nadmorskim visinama je kratak period između otopljanja snijega i momenta kada vegetacija izraste. Minimalna vrijednost ugla sunca prilikom aviosnimanja je 30°. Projektovani parametri za plan snimanja dati su kroz opšte parametre snimanja i parametre snimanja za svaki red. Pod opštim parametrima snimanja podrazumijevaju se projektovana tačnost detaljnih tačaka, razmjera snimanja, visina leta, podužni preklop, poprečni preklop, žižna daljina kamere, tačnost koordinata orijentacionih tačaka, broj nizova u bloku, broj modela u nizu, broj snimaka u nizu, ukupan broj snimaka.

Plan leta aviona se prikazuje na topografskoj karti. Na topografskoj karti se iscrtava granica snimanja i granica radilišta i za svaki red se iscrtava: pravac, početak i kraj snimanja, broj reda i apsolutna visina leta. Koordinate početka i kraja snimanja se prikazuju u posebnoj tabeli.

Standardno aerofotogrametrijsko snimanje izvodi se sa podužnim preklpom snimaka $p=60\%$ i poprečnim preklpom $q=30\%$. U zavisnosti od topografskih

karakteristika terena, veličine podužnog i poprečnog preklopa mogu se povećati. Da bi se uspješno obavilo aerofogrametrijsko snimanje potrebno je uraditi određene pripreme na terenu. Obim priprema na terenu zavisi od potreba za koje snimanje izvodi i od razmjere snimanja. Međutim, uvijek je neophodno u okviru ovih priprema odrediti jedan broj orijentacionih tačaka na terenu, kako bi se aerosnimanje orijentisalo, odnosno uklopilo u terenski koordinatni sistem. Od razmjere i svrhe snimanja zavisi koliki će broj orijentacionih tačaka biti potreban. Za aerosnimanje u sitnoj razmjeri broj orijentacionih tačaka je uglavnom mali, a u područjima gdje postoji geodetska mreža dovoljno je da se koriste samo trigonometrijske tačke. Da bi se orijentacione tačke jasno razlikovale od međnih tačaka praktikuje se da budu signalisane na poseban način. Jedan od takvih načina je i postavljanje signala i obliku krsta (Slika 7).



Slika 7: Oblik i veličina signala postavljenog na orijentacionoj tački



Slika 8: Izgled fotosignala

Detaljne tačke fotosignališu se fotosignalima kvadratnog oblika čije se dimenzije stranica utvrđuju projektom. Najmanja dozvoljena stranica kvadrata fotosignala je 0,20 m bez obzira na razmjeru snimanja. Fotosignal mora biti postavljen u približno horizontalan položaj, dobro vidljiv iz vazduha i mora se nalaziti u vertikali detaljne tačke. Fotosignali moraju biti oštih ivica i kontrastne boje u odnosu na okolinu. Izrađuju se u obliku ploča od lesonita, metala ili plastike. Boje se bijelom bojom bez sjaja, koja je postojana i otporna na atmosferske uticaje. Da bi se obezbijedila vidljivost fotosignala potrebno je očistiti okolno rastinje. U obraslim i podvodnim terenima fotosignalisanje se može izvršiti tablama iznad terena na potrebnoj visini, s tim da se centar fotosignala nalazi na istoj vertikali sa centrom nadzemne biljege. Fotosignalizacija na asfaltnim i betonskim površima, poklopcima šahtova i sl. radi se na taj način što se masnom bijelom bojom oboji figura oblika i dimenzija signala.

Markiranje tačaka vlasništva, vrše vlasnici zemljišta po instrukcijama geodetskog stručnjaka a objekte koji su u vlasništvu države, markiraju državni organi koji upravljaju tim objektima.

Za izvođenje aerofotogrametrijskog snimanja digitalnom kamerom uz korišćenje GNSS/INS sistema, koristi se mreža permanentnih GNSS stanica nacionalne referentne mreže (MontePos). Rastojanje između letjelice i permanentne GNSS stanice u svakoj tački snimanja (računajući i okret letjelice) ne smije biti veće od 50 km. Imajući u vidu da se permanentne stanice u Crnoj Gori nalaze na takvom rastojanju da opisavši oko svake krug poluprečnika od 50 km, čitava teritorija države biva pokrivena, zaključujemo da pri normalnom funkcionisanju MontePos sistema ovaj uslov će biti zadovoljen. Za izvođenje aerofotogrametrijskog snimanja koriste se najmanje dvije permanentne GNSS stanice.

Za potrebe dešifrovanja i identifikacije nepokretnosti, izrađuju se fotoskice na kvalitetnom papiru, po kome se može crtati i pisati tušem. Fotoskice se izrađuju prema uputstvima datim u pravilnicima o katastarskom premjeru. Identifikacijom i dešifrovanjem se utvrđuju i isctavaju na fotoskicama sve nepokretnosti i njihove granice koje čine sadržaj baze podataka katastra nepokretnosti.

Dešifrovanje je faza u kojoj se vrlo često javljaju greške, i zato je bitno da se njoj pristupi krajnje odgovorno. Na fotoskicama se ispisuju i isctavaju i identifikovane orijentacione (vezne) tačke. Fotosignalisane (bijele) tačke granica nepokretnosti se prilikom dešifrovanja ostavljaju vidljive. Ostale tačke se označavaju tušem. Bitno je izmjeriti nadstrešnice i upisati njihove dimenzije na fotoskici. Takođe, mjere se čelni frontovi uskih a dugačkih parcela, frontovi koji se ne vide jer spajaju bliske biljege itd. Sve tačke graničnih linija parcela i objekata a koje se ne vide na fotoskicama, mjere se terestičkim metodama.

Nakon toga se pristupa obradi snimaka na stereorestitucionim instrumentima (Slika 9), poslije čega se uz pomoć dešifrovanog snimka, isctava topografska podloga i na njoj dodaju topografski znaci. Ovi instrumenti za obradu snimaka su različiti i zavise od tehnologije nastanka snimaka koja može biti analogna, analitička i digitalna.



Slika 9: Instrumenti za stereorestituciju

Postoji poseban razlog, zbog kojega su građevinski inženjeri, naročito oni saobraćajnog smjera, zainteresovani za ovu metodu snimanja i izrade topografskih podloga.

Prije svega, ovom metodom se snimaju dugački pojasevi zemljišta, kao što su koridori saobraćajnica, za vrlo kratko vrijeme, sa mnogo manje uloženi sredstava nego što je to bio slučaj sa polarnom metodom.

Pored toga, proces izrade topografske podloge, mnogo je brži i jeftiniji od bilo koje druge metode.

Ipak, mora se reći da ima i nekih nedostataka, jer je tačnost izrađene podloge nešto manja od ostalih metoda a i forma objekata nije uvijek tačno definisana, kako zbog nastrešica krovova, tako i nemogućnosti snimanja svih uglova, zbog činjenice da ih djelimično zaklanja objekat, naročito u slučajevima kad je objekat velike spratnosti. Ovaj nedostatak se kasnije usješno rešava korišćenjem polarne metode. Takođe, ovu metodu je neisplativo koristiti za mala područja snimanja.

Normu dan za pripremne radove se određuje u zavisnosti od veličine zahvata koji se snima. Normu dan procjenjuje rukovodilac snimanja.

Norma dan za dešifrovanje aero-fotogrametrijskih snimaka

- R 1: 500 - 4.0 ha u ravničarskom terenu sa rijetkom vegetacijom,
 - 3.0 ha u ravničarskom terenu sa bujnom vegetacijom,
 - 2.0 ha u terenu uzidanom 50%,
 - 1.5.0 ha u terenu uzidanom 75%,
- R 1:1000 - 7.5 ha u ravničarskom terenu sa rijetkom vegetacijom,
 - 5.5 ha u ravničarskom terenu sa bujnom vegetacijom,
 - 3.5 ha u terenu uzidanom 50%,
 - 3.0 ha u terenu uzidanom 75%,
- R 1:2500 - 20.0 ha u ravničarskom terenu sa rijetkom vegetacijom,
 - 15 ha u ravničarskom terenu sa bujnom vegetacijom,
 - 5.0 ha u terenu uzidanom 50%,
 - 4,0 ha u terenu uzidanom 75%.