

Prikupljanje podataka (Data Acquisition)

Podaci potrebni za izgradnju jednog GIS mogu doći iz raznih izvora. Osnovna osobina podataka pohranjenih u jedan GIS je prostorna definicija svakog podatka.

Prema načinu prikupljanja podataka u GIS-u može se napraviti podjela na:

- Primarno prikupljanje podataka
- Sekundarno prikupljanje podataka

1

Prikupljanje podataka

Primarno prikupljanje podataka je prikupljanje kako vektorskih tako i rasterskih podataka koji će se koristiti za izradu nekog GIS projekta.

Primarno prikupljanje podataka često podrazumeva određeni rad na terenu kako bi se obezbedili potrebni podaci.

Sekundarno prikupljanje podataka podrazumeva korišćenje podataka u GIS projektu koji su bili prikupljeni za druge namene.

2

Primarno prikupljanje podataka

Primarno prikupljanje podataka se može ostvariti:

- Klasičnim geodetskim snimanjem detaljnih tačaka
- Snimanjem potrebnih podataka na terenu korišćenjem GPS sistema
- Obradom satelitskih i aerofotogrametrijskih snimaka.

3

Geodetsko snimanje

- Kao dobar i detaljan izvor prostornih podataka može da se navede geodetsko snimanje na terenu - geodetski premer terena.
- U postupku geodetskog premera se prikupljaju prostorni podaci praktično o svim nepokretnim objektima, vodovima (na površini, ispod površine i iznad površine zemlje), granicama vlasništva i načinu korišćenja, topografiji terena.

4

Geodetsko snimanje

- Pored prostornih podataka, u postupku geodetskog premera se prikupljaju i drugi podaci o nepokretnostima (vrsta nepokretnosti, način korišćenja, katastarska klasa, vlasnik ili korisnik itd.).
- Ukoliko se radi o premeru za posebne potrebe, mogu da se definišu posebni podaci koji će se u postupku premera prikupiti.

5

Geodetsko snimanje

- Detaljan premer počiva na snimanju detaljnih tačaka identifikovanih na terenu. U zavisnosti od metode snimanja, za svaku detaljnu tačku se iz izmerenih veličina na terenu sračunaju koordinate detaljne tačke u državnom koordinatnom sistemu (Gaus – Krigerova projekcija ili UTM projekcija)

6

Geodetsko snimanje

Metode za klasično geodetsko snimanje na terenu su:

- Ortogonalna metoda snimanja.
- Polarna metoda snimanja.

Za postupak geodetskog snimanja, neophodno je da na terenu postoje geodetske tačke sa kojih će biti izvršeno snimanje. Potrebno je da te tačke budu na terenu jasno obeležene (posebnim belegama) i da su poznate njihove koordinate.

7

Geodetsko snimanje

Osnova premera su geodetske tačke koje pripadaju nekoj od geodetskih mreža:

- Trigonometrijska mreža
- Poligonska mreža
- Linijska mreža
- Nivelmanska mreža
- Mreža orijentacionih i veznih tačaka
- Državna referentna mreža
- Aktivna geodetska referentna osnova Srbije (AGROS)

8

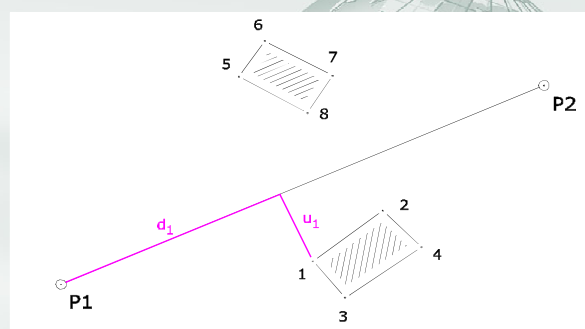
Ortogonalna metoda

Snimanje ortogonalnom metodom se zasniva na merenju dve međusobno upravne dužine na terenu za svaku detaljnu tačku:

- Apscise – dužine duž linije na terenu definisane sa dve tačke geodetske osnove. Dužina se meri od izabrane početne tačke do mesta gde pada upravna spuštana sa detaljne tačke.
- Ordinate – dužine upravne duži koja počinje na detaljnoj tački i završava na definisanoj liniji za snimanje. Ordinata je upravna na liniju za snimanje.

9

Ortogonalna metoda



10

Ortogonalna metoda

- Iz ovih izmerenih veličina se mogu sračunati koordinate detaljnih tačaka u državnom koordinatnom sistemu (GK projekcija ili UTM projekcija).
- Iz podataka snimanja ortogonalnom metodom se **ne dobijaju** nadmorske visine detaljnih tačaka. Ukoliko su potrebne nadmorske visine detaljnih tačaka, sprovodi se dopunsko snimanje – **detaljni nivelman**.

11

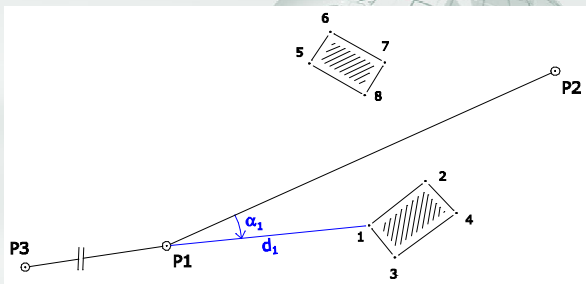
Polarna metoda

Snimanje polarnom metodom se zasniva na merenju dužine i horizontalnog ugla za svaku detaljnu tačku:

- Dužina se meri od jedne od tačaka geodetske osnove (stanica) do detaljne tačke.
- Meri se ugao koji zaklapa početni pravac, definisan sa dve tačke geodetske osnove (stanica-orijentacija) sa pravcem od stanice ka detaljnoj tački.

12

Polarna metoda



13

Polarna metoda

- Pored dužine i horizontalnog ugla, meri se i vertikalni ugao ka detaljnoj tački.
- Iz izmerenih podataka se mogu sračunati koordinate detaljnih tačaka u državnom koordinatnom sistemu (GK projekcija ili UTM projekcija) ali i nadmorske visine detaljnih tačaka.

14

Polarna metoda

- Snimanje detalja polarnom metodom u današnje vreme se vrši korišćenjem totalne geodetske stanice. Totalna geodetska stanica je savremen geodetski instrument koji u sebi objedinjuje instrument za merenje uglova, za merenje dužina i računar za obradu i memorisanje rezultata merenja.

15

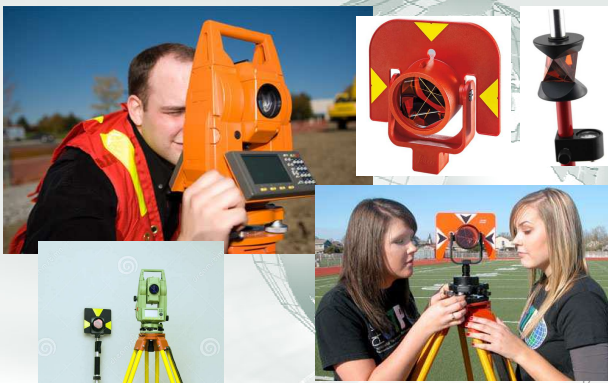
Totalna geodetska stanica

Totalna geodetska stanica se sastoji od:

- Elektronskog teodolita za merenje horizontalnih i vertikalnih uglova.
- Elektrooptičkog daljinomera za merenje kosih dužina.
- Računarskog sistema pomoću koga se vrši obrada izmerenih veličina.
- Memorijskog prostora na koji se smeštaju izmerene vrednosti i vrednosti dobijene obradom izmerenih podataka.

16

Totalna geodetska stanica



17

Totalna geodetska stanica



18

Totalna geodetska stanica

Prednosti primene totalne geodetske stanice:

- Velika tačnost merenja dužina i uglova.
- Moguće je snimati tačke na velikim rastojanjima – kada nema prepreka na terenu.
- Velika brzina merenja.
- Mogućnost računanja na terenu – ukoliko se unesu svi potrebni podaci, mogu se dobiti koordinate detaljnih tačaka direktno na terenu.
- Memorisanje izmerenih i sračunatih podataka i njihov prenos na računar.

19

Totalna geodetska stanica

Nedostaci primene totalne geodetske stanice

- Za snimanje su neophodne tačke geodetske osnove.
- Kod nepovoljne konfiguracije terena – velika gustina objekata, nepovoljan raspored objekata potrebna je i veća gustina i pogodan raspored tačaka geodetske osnove. Njihovo postavljanje, neophodna merenja i često premeštanje totalne geodetske stanice mogu usporiti postupak snimanja.

20

Geodetsko snimanje

- Kao rezultat geodetskog snimanja dobijaju se koordinate detaljnih tačaka.
- Obradom dobijenih podataka na računaru ili korišćenjem formata koji formira sama totalna stanica se snimljene detaljne tačke u GIS učitaju kao sloj sa tačkastim elementima.
- Uz sloj tačaka se formira i atributna tabela u kojoj postoji najmanje jedna kolona (broj ili oznaka detaljne tačke) a mogu biti i drugi atributi (nadmorska visina, kôd tačke koji se unosi pri snimanju itd.).

21

Geodetsko snimanje

- Dalji rad se sa ovim podacima podrazumeva njihovo razdvajanje na slojeve, prema pojavi ili objektima na koji se odnose.
- Ukoliko su snimani linijski objekti, spajanjem učitanih tačaka dobijaju se polilinije.
- Ukoliko su snimani površinski objekti, spajanjem učitanih tačaka dobijaju se poligoni.

22

Geodetsko snimanje

Na kraju se dopunjuju atributne tabele potrebnim podacima:

- Manuelnim unošenjem
- Povezivanjem sa spoljnim tabelama
- Računanjem iz geometrije objekta
- Računanjem iz postojećih podataka u atributnoj tabeli.

23

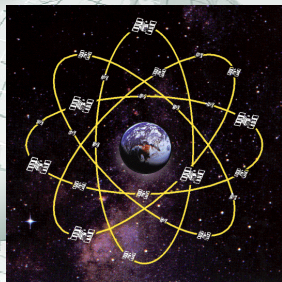
GPS - Global Positioning System

- Sistem pomoću koga se određuje pozicija antene GPS prijemnika, odnosno trajektorija i brzina kretanja antene GPS prijemnika, ukoliko se on kreće.
- GPS prijemnici pripadaju korisničkom segmentu GPS. Pored korisničkog, postoji i kosmički segment GPS gde spadaju navigacioni sateliti i kontrolni segment gde spadaju kontrolne stanice.

24

Kosmički segment

- 24+ navigaciona satelita,
- Orbite su na 20200 km
- Obiđu Zemlju za oko 12 h
- Emituju dva kodirana signala na frekvencijama:
 - 1227,60 MHz
 - 1575,42 MHz



25

Kontrolni segment



26

GPS

- Primljeni signal sa navigacionog satelita sadrži informaciju o trenutku emitovanja signala i o poziciji satelita u trenutku emitovanja signala.
- Iz vremenske razlike od trenutka emitovanja i trenutka prijema signala se, iz poznate brzine kretanja elektromagnetnih talasa, izračunava rastojanje od tačke gde se nalazio satelit u trenutku emitovanja signala i tačke gde se nalazio GPS prijemnik u trenutku prijema signala.

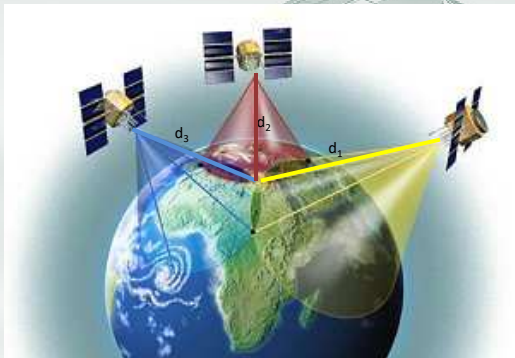
27

GPS

- Istovremenim prijemom signala sa više satelita se određuje više rastojanja od poznatih tačaka – satelita. Dobijena rastojanja se koriste za određivanje pozicije antene GPS prijemnika postupkom prostorne trilateracije.

28

GPS



29

GPS

- Formule za izračunavanje

$$d_1 = \sqrt{(X_{S1} - X_P)^2 + (Y_{S1} - Y_P)^2 + (Z_{S1} - Z_P)^2} + c * \Delta t_P$$

$$d_2 = \sqrt{(X_{S2} - X_P)^2 + (Y_{S2} - Y_P)^2 + (Z_{S2} - Z_P)^2} + c * \Delta t_P$$

$$d_3 = \sqrt{(X_{S3} - X_P)^2 + (Y_{S3} - Y_P)^2 + (Z_{S3} - Z_P)^2} + c * \Delta t_P$$

$$d_4 = \sqrt{(X_{S4} - X_P)^2 + (Y_{S4} - Y_P)^2 + (Z_{S4} - Z_P)^2} + c * \Delta t_P$$

Nepoznate veličine su: X_P , Y_P , Z_P i Δt_P

30

GPS

- S obzirom da u jednoj jednačini postoje 4 nepoznate, za rešenje sistema jednačina neophodno je najmanje 4 jednačine, odnosno 4 rastojanja prema 4 satelita.
- U praksi je poželjno prilikom merenja ostvariti prijem signala sa što većeg broja satelita – minimalno 4 (broj mogućih jednačina) a najverovatnije rešenje se onda traži po metodi najmanjih kvadrata.

31

Greške GPS

U greške koje mogu da se jave pri određivanju pozicije mogu se ubrojati:

- Greške časovnika na satelitima.
- Greške efemerida – poznavanja tačne pozicije satelita.
- Uticaj relativističkih efekata zbog velike brzine satelita i slabijeg uticaja gravitacionog polja Zemlje na satelitima.

32

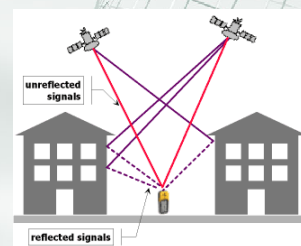
Greške GPS

- Brzina kretanja elektromagnetnih talasa kroz različite slojeve atmosfere (jonosfera, troposfera) Zemlje je promenljiva i utiče na tačnost određivanja rastojanja između satelita i GPS prijemnika, samim tim i na tačnost određivanja pozicije.
- Na brzinu kretanja EM talasa utiče frekvencija signala, gustina naelektrisanih čestica, temperatura, pritisak, relativna vlažnost...

33

Greške GPS

- Greške zbog refleksije signala od okolnih objekata (multipath)



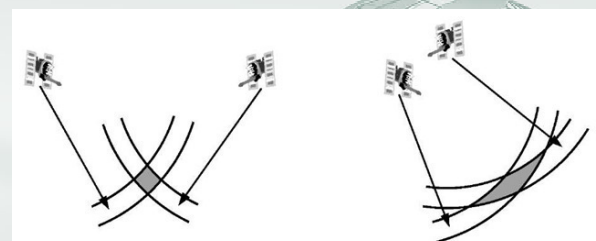
34

Greške GPS

- Greška u određivanju pozicije može da nastane zbog nepovoljnog rasporeda satelita na nebu. Povoljnost rasporeda satelita se iskazuje vrednošću parametra PDOP (**P**osition **D**ilution **O**f **P**recision). Veća vrednost PDOP označava nepovoljan raspored satelita.
- Kod geodetskih merenja se zahteva da pri merenju vrednost PDOP bude manja od 8.

35

Greške GPS



Veličina greške pozicije kod povoljnog rasporeda satelita – mala vrednost PDOP

Veličina greške pozicije kod nepovoljnog rasporeda satelita – velika vrednost PDOP

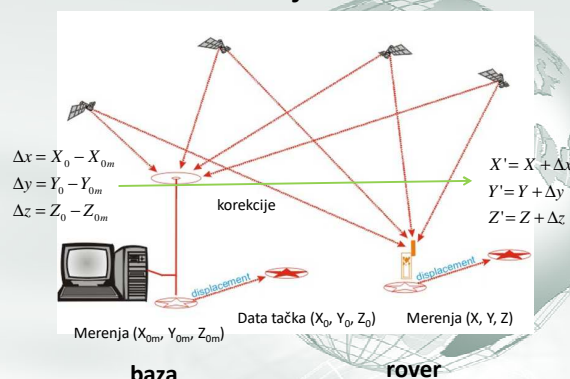
36

GPS

- Prethodno opisana tehnika određivanja pozicije se naziva apsolutno GPS pozicioniranje. Greška ovakvog pozicioniranja može iznositi nekoliko metara. Za mnoge potrebe (razmera prikaza, karakter pojave ...) ovakva tačnost može biti sasvim zadovoljavajuća.
- Kada je potrebna veća tačnost pozicioniranja, primenjuje se relativno pozicioniranje.

37

Diferencijalni GPS



38

Diferencijalni GPS

Uračunavanjem korekcija se smanjuju greške i tačnost pozicioniranja se može izjednačiti sa tačnošću koja se postiže klasičnim geodetskim metodama.

Korekcije se mogu obezbediti:

- Postavljanjem vlastite bazne stanice
- Korišćenjem mreže permanentnih GPS stanica
- Korišćenjem korekcija sa geostacionarnih satelita.

39

Bazna stanica

U blizini mesta gde se vrše merenja se na poznatoj tački postavi jedan GPS prijemnik (Baza) a drugim GPS prijemnikom (Rover) se vrše merenja.



40

Diferencijalni GPS

- Na bazi se određuju korekcije kojima se koriguju merenja dobijena na roveru.
- Korekcije mogu da se računavaju u trenutku merenja, direktno na terenu (RTK – Real Time Kinematic). Za primenu RTK mora da se obezbedi veza između baze i rovera (radio veza, GSM, Wi-Fi ...)
- Korekcije mogu da se računaju u naknadnom postupku (PPK – Post Processing Kinematic)

41

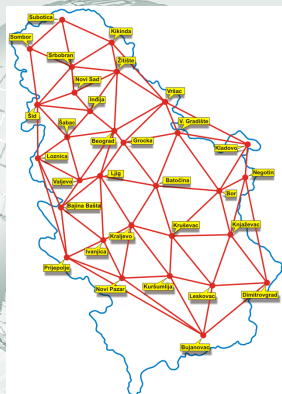
Mreža permanentnih stanica

- Umesto bazne stanice, za dobijanje korekcija može da se koristi mreža permanentnih GPS stanica. Na osnovu merenja svih prijemnika u mreži, sračuna se virtuelna bazna stanica, odnosno korekcije za rover. I kod merenja unutar mreže permanentnih stanica može da se radi u modu RTK ili PPK.

42

Mreža permanentnih stanica

- AGROS – Aktivna Geodetska Referentna OSnova – mreža GPS stanica za teritoriju Srbije, održavana od strane Republičkog geodetskog zavoda.

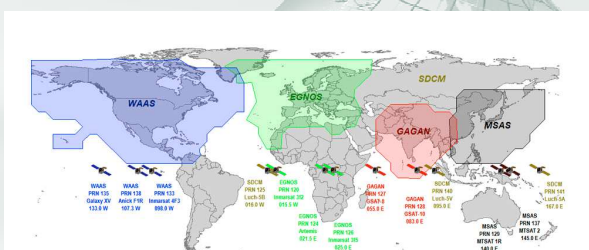


Korekcije sa geostacionarnih satelita

- Korekcije se mogu primati i sa mreže geostacionarnih satelita. Postoji nekoliko sistema za određivanje korekcija. Teritoriju Evrope pokriva sistem EGNOS dok teritoriju Severne Amerike pokriva sistem WAAS.
- Tačnost pozicioniranja korišćenjem ovih korekcija je niža u odnosu na tačnost koja se postiže korišćenjem bazne stanice ili mreže permanentnih stanica.

44

Područja koja su pokrivena korekcijama sa geostacionarnih satelita



45

Sistemi za globalno pozicioniranje

- NAVSTAR (GPS) – USA, prvi satelit lansiran 1978. g, kompletiran 1993. godine.
- GLONASS – Rusija, operativan od 1995. godine
- GALILEO – Europska Unija, još nije operativan
- Beidou – Kina
- IRNSS - Indija

46

GPS

Vrste GPS prijemnika:

- GPS prijemnici za GIS mapiranje – prijemnici kod kojih je greška pozicioniranja od nekoliko dm (uz korekcije) do nekoliko m. Za mnoge potrebe je ova tačnost sasvim zadovoljavajuća.
- GPS prijemnici za geodetska merenja – greška pozicioniranja, uz korišćenje korekcija, je centimetarska. Uz posebne metode merenja (statička metoda) može se postići i milimetarska tačnost.

47

Prednost prikupljanja podataka korišćenjem GPS

- Za prikupljanje podatka uz pomoć GPS nisu neophodne tačke geodetske mreže (apsolutno pozicioniranje) ili mala gustina tačaka (relativno pozicioniranje).
- Brzina snimanja – nakon inicijalizacije, snimanje pojedinih tačaka kratko traje.
- Rezultati merenja su poznati u trenutku merenja (apsolutno pozicioniranje ili RTK).

48

Prednost prikupljanja podataka korišćenjem GPS

- Ukoliko je GPS prijemnik integrisan u neki mobilni ili ručni "pametni uređaj", podaci se mogu prikupljati na terenu direktno u okviru GIS aplikacije – istovremeno se registruje pozicija i upisuju atributni podaci.
- Korišćenjem geodetskih GPS prijemnika se tačnost pozicioniranja izjednačava sa tačnošću koja se postiže klasičnim snimanjem.

49

Nedostaci prikupljanja podataka korišćenjem GPS

- Za prikupljanje podatka uz pomoć GPS neophodno je otvoreno nebo – bez prepreka koje bi ometale ili sprečile prijem signala.
- Loš raspored satelita, okolni visoki objekti itd. mogu degradirati tačnost pozicioniranja.
- Za bolju tačnost pozicioniranja potrebno je obezbediti korekcije za GPS merenja.

50

Nedostaci prikupljanja podataka korišćenjem GPS

- Nadmorske visine koje se dobiju putem GPS prijemnika su visine koje se odnose na elipsoid (idealnu površ). Nadmorske visine koje se dobiju klasičnim metodama (ortometrijske visine) se određuju u odnosu na stvarnu površ Zemlje – Geoid. Razlike između elipsoidnih i ortometrijskih visina mogu biti značajne, pa je potrebno izvršiti transformaciju elipsoidnih visina u ortometrijske.

51

Integracija GPS

- GPS prijemnici se sve više integrišu u druge sisteme premera (fotogrametrijske kamere, lidari, eho-sonderi, totalne stanice).
- Integrisanjem GPS prijemnika i Totalne geodetske stanice se dobija "Pametna" geodetska stanica (Smart Geodetic Station). Uz pomoć GPS se odredi pozicija stanice i izvrši orijentacija a snimanje se onda nastavlja polarnom metodom. Na ovaj način se kombinuju prednosti jednog i drugog sistema.

52

Smart Geodetic Station



53

Aerofotogrametrijsko snimanje

- U primarno prikupljanje podataka spada i aerofotogrametrijsko snimanje.
- Aerofotogrametrijsko snimanje je snimanje terena posebnim aerofotogrametrijskim kamerama iz aviona ili neke druge letilice.
- Aerofotogrametrijski snimci su prostorni podaci prikazani u rasterskom obliku.

54

Aerofotogrametrijsko snimanje

- U osnovi ideje fotogrametrijskog snimanja je da se merenja umesto na terenu, izvode na fotografskim snimcima.
- Za upotrebu fotografskih snimaka za merenja, potrebno je poznavati određene parametre, na osnovu kojih se može rekonstruisati situacija zabeležena na fotografskom snimku.

55

Aerofotogrametrijsko snimanje

- Neophodni parametri za rekonstrukciju situacije sa snimka su:
- Elementi unutrašnje orijentacije: položaj žiže objektiva u odnosu na koordinatni sistem snimka (c, ξ, η)
- Elementi spoljne orijentacije kamere: pozicija žiže (X_0, Y_0, Z_0) u koordinatnom sistemu prostora koji se snima (npr. državni koordinatni sistem) i uglovi rotacije (ω, φ, κ) ravni snimka u odnosu na 3 ose koordinatnog sistema prostora koji se snima.

56

Aerofotogrametrijsko snimanje

- Određivanje elemenata unutrašnje orijentacije kamere: kalibracijom u fabrici ili izračunavanjem na osnovu poznatih koordinata vidljivih na snimku (orijentacione tačke).
- Određivanje elemenata spoljne orijentacije kamere: korišćenjem orijentacionih tačaka ili korišćenjem GPS i inercijalnih sistema na avionu.

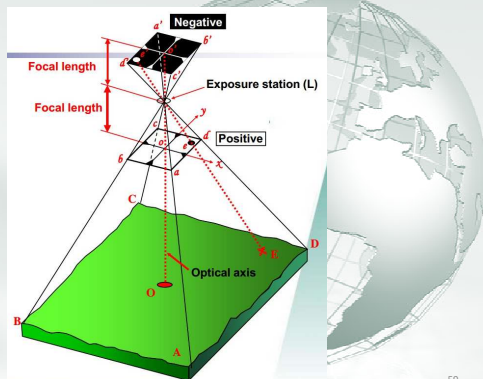
57

Aerofotogrametrijsko snimanje

- Fotogrametrijski snimak nastaje po pravilima centralne projekcije. Pravolinijski svetlosni zrak polazi od tačke koja se snima, prolazi kroz žižu objektiva kamere i projektuje se u ravan snimka (površina CCD senzora ili fotoosetljivog sloja filma).

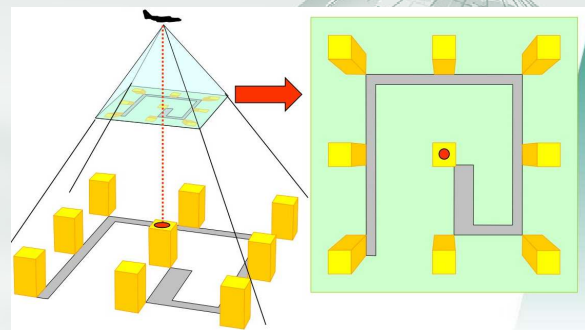
58

Aerofotogrametrijsko snimanje



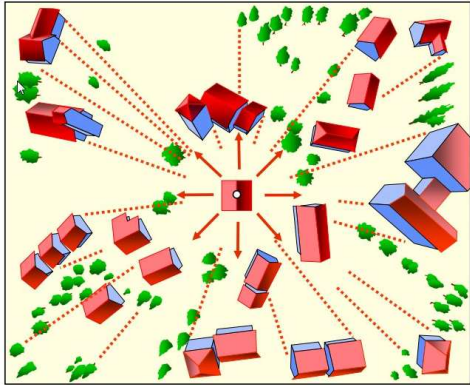
59

Centralna projekcija



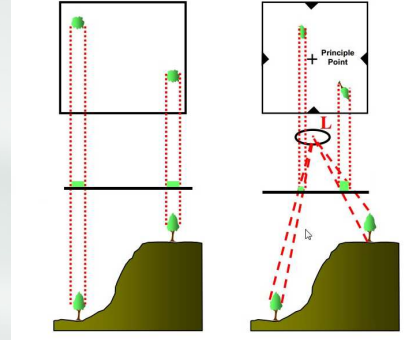
60

Centralna projekcija



61

Ortogonalna i centralna projekcija



Karta – ortogonalna projekcija Snimak – centralna projekcija