

# GEOINFORMACIJSKI SUSTAVI

Izvori podataka za GIS; Kvaliteta podataka

# GIS podaci...

mogu biti

- ▣ u digitalnom obliku  
(baze podataka, tablice, slike itd..)
- ▣ konvencionalna grafika  
(karte, fotografije, skice itd.)
- ▣ konvencionalni dokumenti
- ▣ geodetska mjerenja  
(koordinate, dužina i površina čestica itd.)

# Važniji načini prikupljanja podataka

## □ primarni

**prikupljanje podataka  
mjeranjem samog objekta**

- ▣ najveća točnost
- ▣ najsvježiji
- ▣ najskuplji

## □ sekundarni

**prikupljanje podataka iz  
postojećeg analognog ili  
digitalnog izvora**

- ▣ manja točnost
- ▣ ne mora odgovarati postojećem stanju
- ▣ jeftinije

# Najvažnije metode za prikupljanje geometrijskih podataka

## □ primarne

- geodetska izmjera
- fotogrametrije
- satelitske metode
- daljinsko istraživanje

## □ sekundarne

- digitalizacija
- skeniranje
- izvori digitalnih podataka

# Geodetska izmjera

- glavna svrha:

- nekretnine
- katastar
- topografija, itd.

- dimenzije:

- 2D, 3D

- preciznost: cm - mm

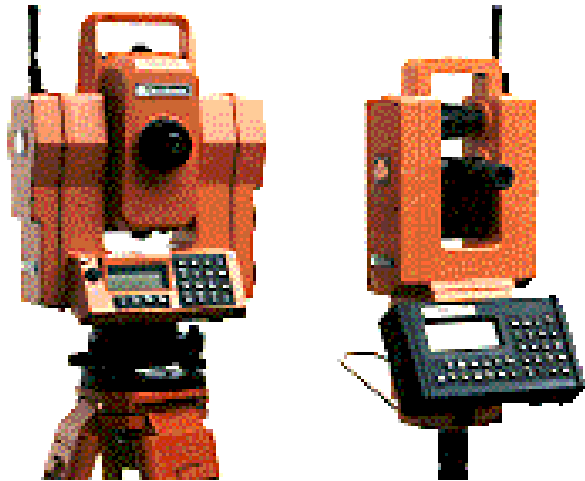
- najvažnija metoda:

- tahimetrija

- 1 000-1 500 točaka/dan

- relativno skupa

# Mjerni instrumenti



- Teodolit
- Tahimeter (teodolit + metar)
- Elektronički tahimeter (totalna stanica)
- nivelirajući instrumenti (geometrijski/trigonometrijski nivelman—određivanje visinske razlike)

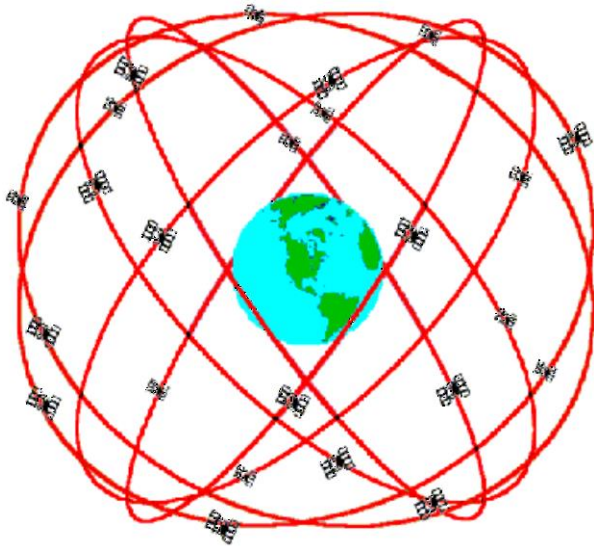


# Satelitske mjerne tehnike

- Triangulacija
- Very long base interferometry (VLBI)-npr. mjerenje pomaka tektonskih ploča
- Doppler tehnike
- Global Positioning System (GPS)
  - ▣ NAVSTAR (<http://tycho.usno.navy.mil/gpsinfo.html>)
  - ▣ GLONASS (<http://www.glonass-iac.ru/en/>)
  - ▣ Galileo  
([http://ec.europa.eu/growth/sectors/space/galileo/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/growth/sectors/space/galileo/index_en.htm))

# NAVSTAR

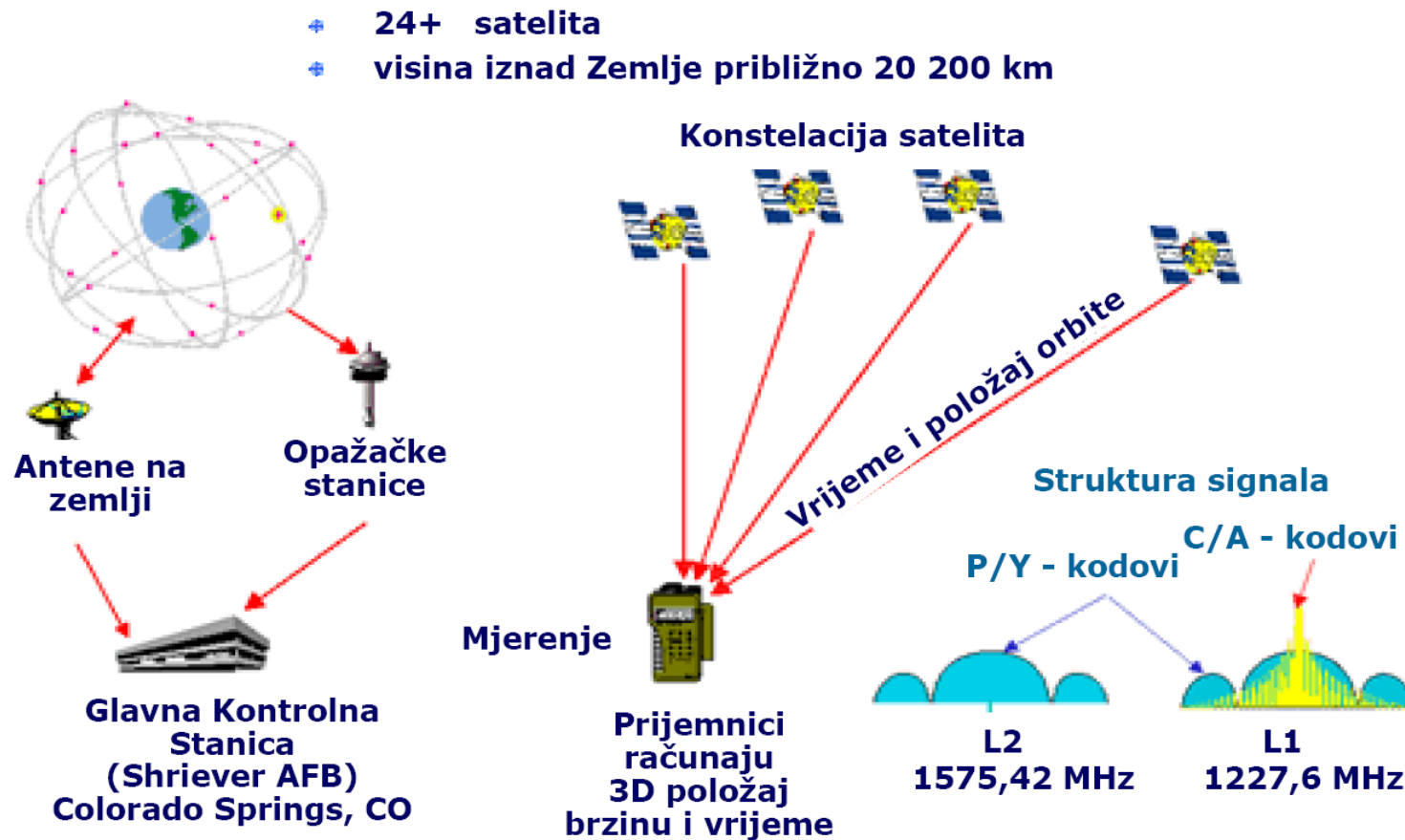
(Navigation Signal Timing and Ranging Global Positioning System)



- **Koncept GPS-a**
  - **svemirski dio**
    - 6 orbitalnih ravnina s min. 4 operativna satelita
  - **kontrolni dio**
    - zemaljske stanice
      - 5 kontrolnih stanica (Hawaii, Kwajalein, Ascension Island, Diego Garcia, Colorado Springs)
      - 3 zemaljske antene (Ascension Island, Diego Garcia, Kwajalein)
      - Master kontrolna stanica - Schriever AFB, Colorado
  - **korisnički dio**
- **vrijeme trajanje orbite – 12 h**
- **visina:**
  - 20200 km
- **referentni sustav:**
  - WGS 84

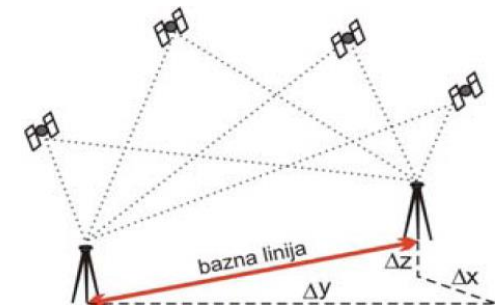
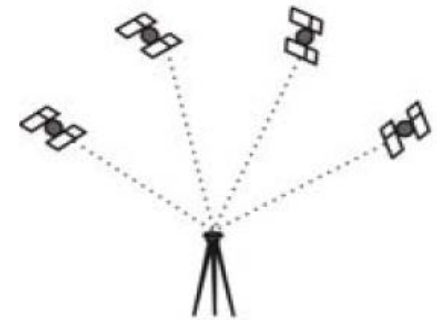


# GPS struktura



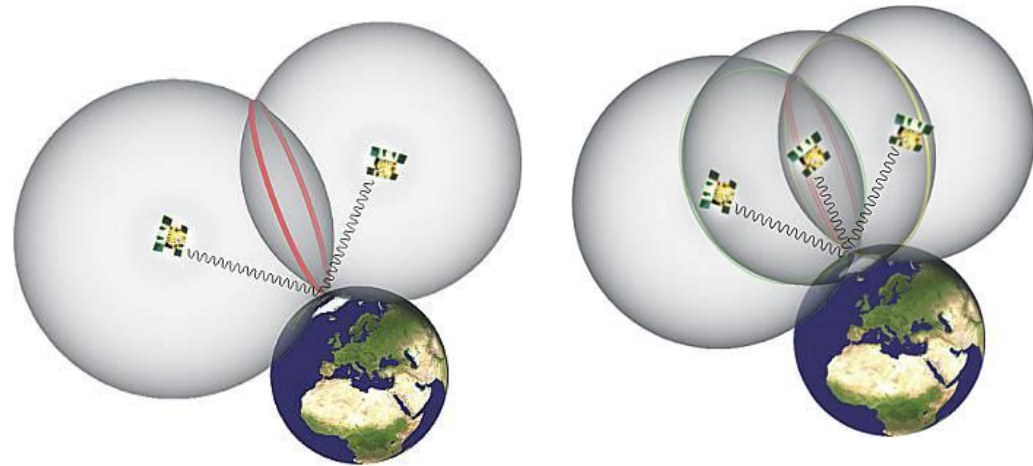
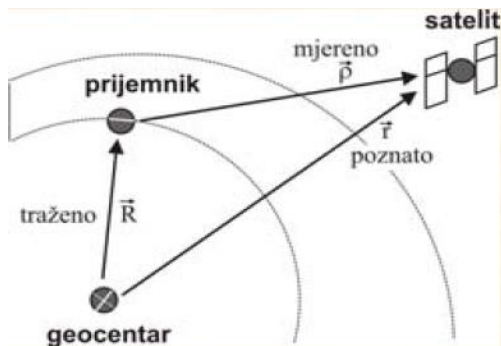
# Metode GPS mjerenja

- dva osnovna principa GPS pozicioniranja
  - ▣ apsolutno pozicioniranje (neovisno određivanje koordinata pojedinačnih točaka u odnosu na jedinstveni globalni sustav)
  - ▣ relativno pozicioniranje (određivanje relativnog položaja između dva ili više prijemnika koji istovremeno primaju iste satelitske signale)
  - ▣ statičke metode pozicioniranja (za vrijeme mjerenja prijemnici su nepomični)
  - ▣ kinematičke metode pozicioniranja (za vrijeme mjerenja prijemnik na referentnoj stanici je nepomičan, a drugi se prijemnik kreće) – npr. RTK (Real Time Kinematic)



# Preciznost GPS pozicioniranja

- preciznost određivanja položaja točaka pomoću GPS-a ovisi o:
  - preciznosti određivanja položaja satelita
  - preciznosti mjerenja udaljenosti
  - geometriji satelita (raspored satelita iznad horizonta točke u trenutku mjerenja)
  - ostalim faktorima (zgrade, visoko drveće, zasjenjenja, elektroničko ometanje)



# GALILEO



Satellite radionavigation is a kind of space compass which allows people to determine their location very accurately. In short, satellite positioning equipment will become as essential as watches are today. Five years from now, every mobile phone will be able to receive signals emitted by satellites and will make it possible to pinpoint the location of people, vehicles, ships, planes, goods and animals at any time, anywhere in the world. This technology will considerably improve guidance systems, accident prevention, the efficiency of civil protection, such as emergency or distress calls, and environmental protection.

## Locate

Reliable and accurate positioning services for hikers, sailors and motorists



## rescue

Guidance for firefighters, ambulance workers and the police services, who will benefit from being able to intervene more rapidly



More efficiency in rescue operations

Safer transport: fewer accidents, fewer road accident victims

## study

Environmental research, surveillance of volcanoes, study of earthquakes

## manage

Contribution to environmental protection: it will make it possible to locate those who cause pollution, and to monitor the atmosphere and the movement of wild animals in order to preserve their habitats



Better public transport management

## assist

Assistance to farmers in the management of their production



Considerable improvement in air traffic safety



Easier and more reliable prospecting for new natural resources



## guide

Help for the blind to find their way

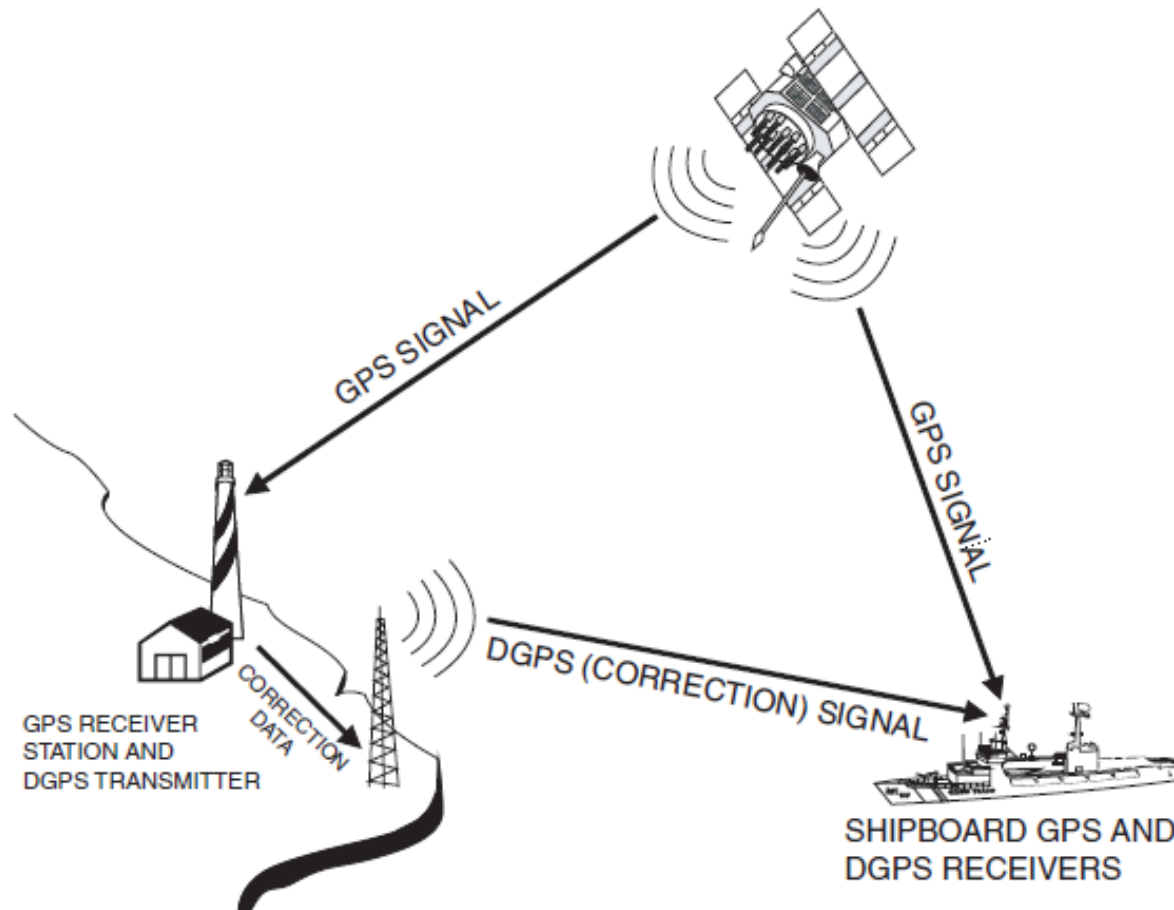


Provision of an extremely accurate time clock, for financial transactions



GALILEO will offer everybody everywhere satellite positioning services with guaranteed reliability. Individuals, companies and administrations will all be able to benefit, whether on the road, railways, in the sky or at sea: hikers will be able to find their way, tourists will be able to find the museum or restaurant they are looking for, and taxi drivers will arrive at the right destination. This new global public service has many professional applications.

# Diferencijalni GPS (DGPS)



# SBAS (Satellite Based Augmentation System)

- SBAS je naziv za sustave koji s pomoću satelita odašilju korekcijske podatke i podatke o integritetu satelitskih sustava GPS i GLONASS
- svrha im je povećati točnost i pouzdanost određivanja položaja
  - ▣ WAAS (Wide Area Augmentation System) je SBAS razvijen za područje Sjeverne Amerike
  - ▣ EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) je SBAS koji se razvija za područje Europe
  - ▣ MSAS (Multifunctional Transport Satellite Space-Based Augmentation System) je SBAS koji se razvija za područje Japana

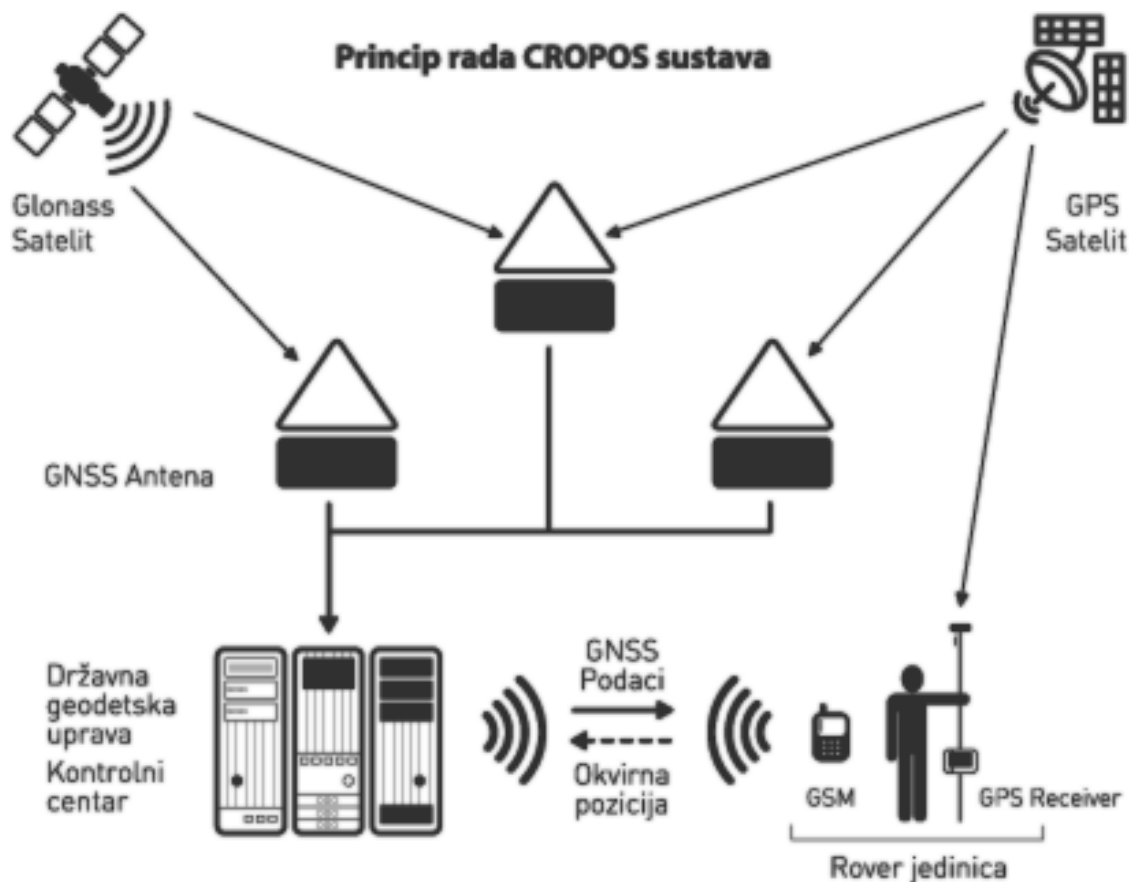


# Primjena GPS-a

- lociranje geodetskih kontrolnih točaka
- mjerenje značajki terena
- osvježavanje baza podataka
- pomorska i zračna navigacija
- automobilske navigacijske sustave i Intelligent Transportation Systems
- podrška fotogrametriji



# CROPOS (CROatian POsitioning System - Hrvatski pozicijski sustav)



- umreženi sustav referentnih GNSS-stanica omogućuje kontinuirana GNSS mjerenja koja se računski obrađuju u kontrolnom centru, a dobiveni konačni rezultati dostavljaju se korisnicima na terenu putem mobilnog interneta (GPRS/GSM)

<http://www.cropos.hr>

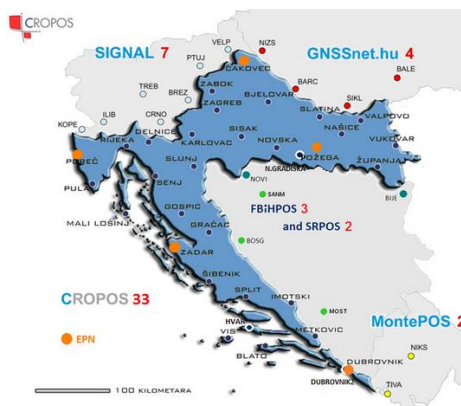


# CROPOS - namjena

- državna mreža referentnih GNSS - stanica (Global Navigation Satellite System) Republike Hrvatske
- korisnicima omogućit određivanje položaja u tzv. realnom vremenu s točnošću boljom od  $\pm 2$  cm na čitavom području Republike Hrvatske

# CROPOS - struktura

- sastoji se od 33 referentnih GNSS-stanica na međusobnoj udaljenosti od 70 km raspoređenih tako da pokrivaju cijelo područje Republike Hrvatske
- Od 16. lipnja 2013. godine 5 permanentnih GNSS stanica CAKO (Čakovec), DUB2 (Dubrovnik), PORE (Poreč), POZE (Požega) i ZADA (Zadar) uključeno je u EUREF permanentnu mrežu - EPN. U EPN centrima svakodnevno se kontrolira kvaliteta pristiglih GNSS opažanja, dostupnost i konzistentnost podatka



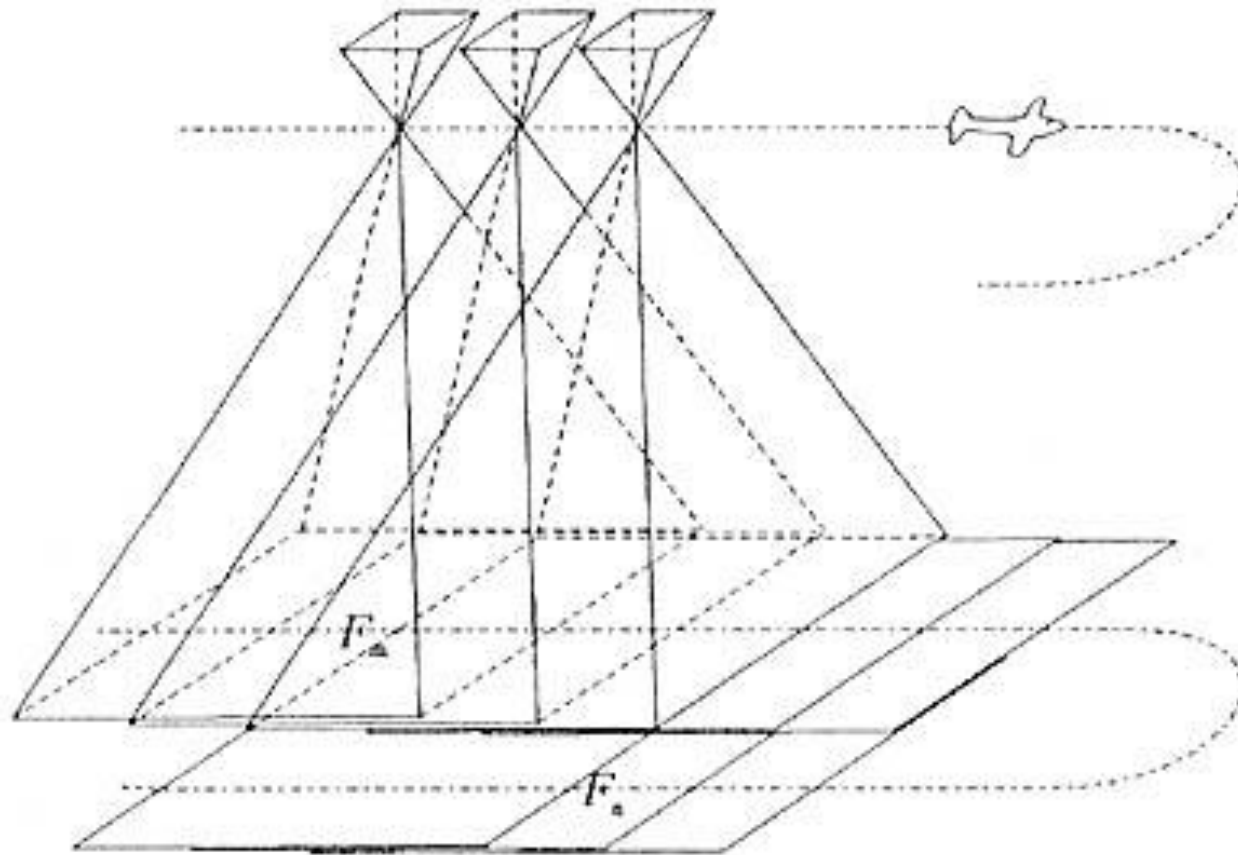
# CROPOS – usluge sustava

- korisnicima su na raspolaganju tri vrste usluga koje se međusobno razlikuju po metodi rješenja, načinu prijenosa podataka, točnosti i formatu podataka:
  - ▣ DSP - diferencijalni servis pozicioniranja u realnom vremenu (točnosti 0,5 m namijenjen za primjenu u geoinformacijskim sustavima, navigaciji, upravljanju prometom, zaštiti okoliša, poljoprivredi i šumarstvu),
  - ▣ VPPS - visokoprecizni pozicijski servis pozicioniranja u realnom vremenu (centimetarske točnosti - namijenjen za primjenu u državnoj izmjeri, katastru, inženjerskoj geodeziji, izmjeri državne granice, aerofotogrametriji, hidrologiji)
  - ▣ GPPS - geodetski precizni servis pozicioniranja (subcentimetarske točnosti, namijenjen za primjenu uspostave osnovnih geodetskih mreža te znanstvena i geodinamička istraživanja).

# Fotogrametrija

- Fotogrametrija je znanstvena disciplina odnosno metoda prikupljanja podataka s udaljenosti (bilo s tla, bilo iz aeronautičkih ili satelitskih platformi) sa svrhom izrade preciznih karata – najčešće topografskih karata.
- Film: BW, boja, IR boja
- Podaci:
  - ▣ 2D ili 3D vektor
  - ▣ raster
- Preklapajuće zračne snimke:
  - ▣ 60 % u liniji
  - ▣ 20 % između linija

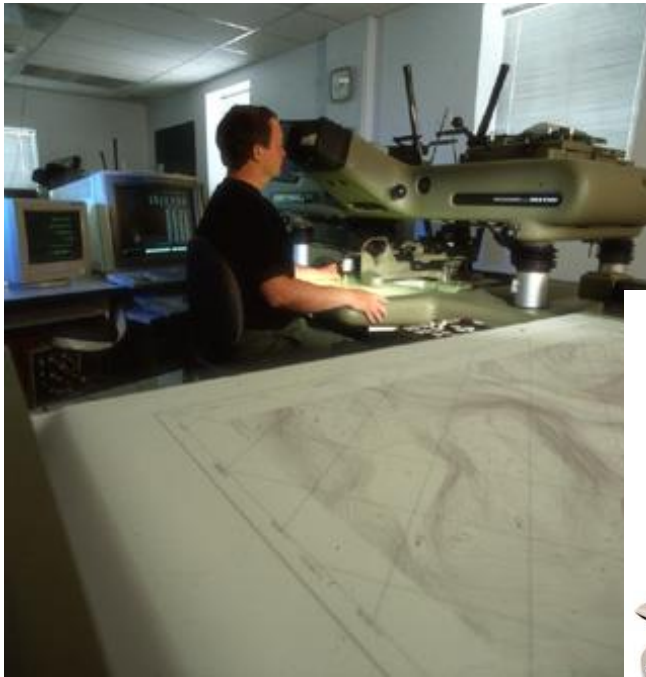
# Aero-foto



# Instrumenti

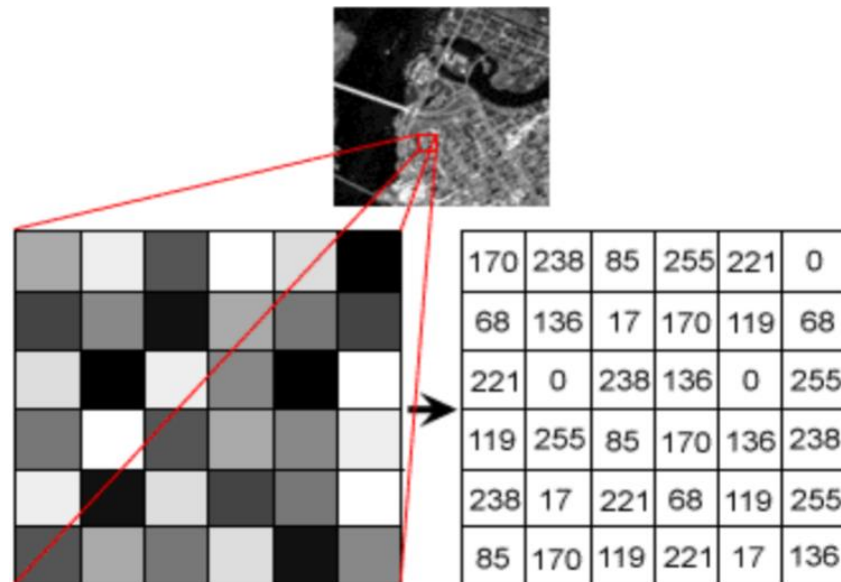
- Analogni fotogrametrijski instrumenti (1900-)  
e.g. WILD B8S
- Analitički instrumenti (1970-)  
stereoploter e.g. KERN DSR 1
- Digitalni instrumenti = DPWS (1990-)  
e.g. Intergraph ImageStation

# Fotogrametrijski instrumenti



# Preciznost

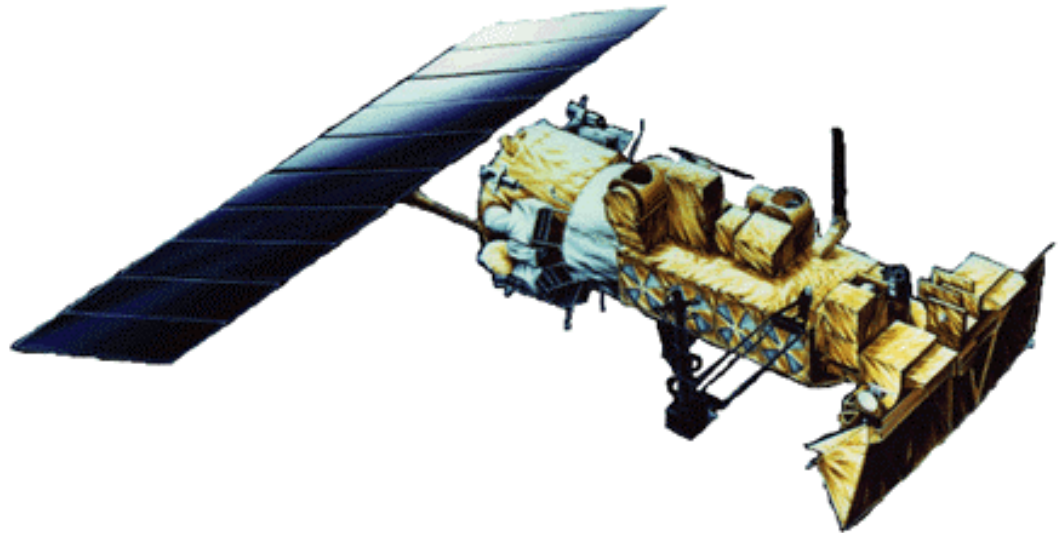
- ▣ mjerilo – ovisno o visini leta
- ▣ vektorske metode: 2-3  $\mu\text{m}$  u slici
- ▣ rasterske metode: 5-7  $\mu\text{m}$  u slici
- ▣ terenska preciznost: 3-20 cm (1:10 000)





# Daljinsko istraživanje

- ❑ sateliti – vrlo visoka visina leta
- ❑ većinom multispektralni
- ❑ tendencija za postizanje visoke rezolucije



# Najvažniji senzori

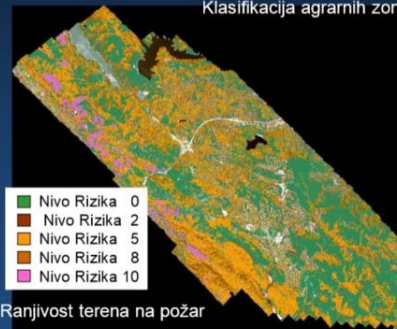
- Multispektralni senzor:
  - Landsat MSS
  - Landsat TM
  - SPOT
- Hiperspektralni senzor
  - AVIRIS
- Radar
  - SIR-C



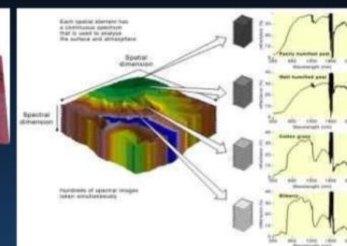
## Hiperspektralni senzori



Klasifikacija agrarnih zona



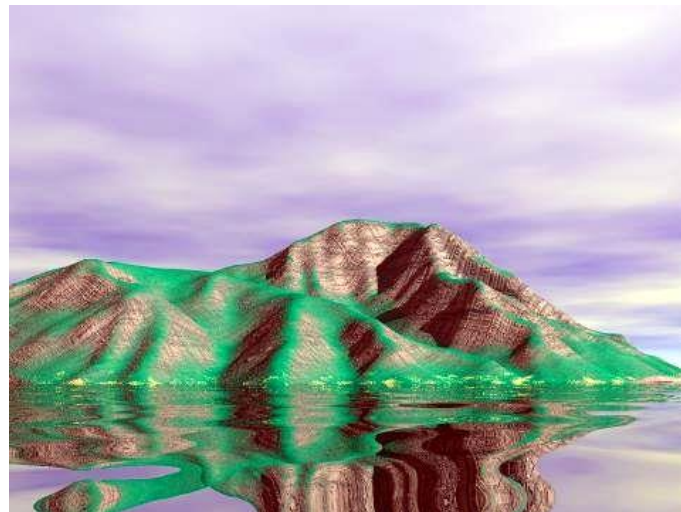
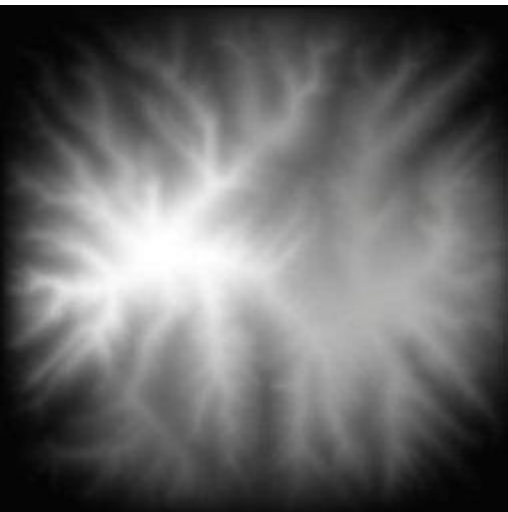
Ranjivost terena na požar



Hiperspektralni senzori simultano snimaju površinu u stotine različitih valnih dužina i tim omogućavaju preciznije određivanje vrste, stanja i mogućeg kvaliteta materijala.

# Metode obrade digitalnih slika

- otkrivanje i pojačavanje rubova
- filtriranje i redukcija šuma
- kreiranje različitih kompozita
- tematska klasifikacija



# Digitalizacija i skeniranje

- koristi se postojeća informacija na karti  
→ sekundarni način prikupljanja podataka
- vrste karata:
  - ▣ veliko mjerilo
  - ▣ topografske
  - ▣ tematske
- stvaranje vektorskih podataka (digitalizacija)
- stvaranje rasterskih podataka (skeniranje)

# Digitalizacija i skeniranje - važne značajke

## □ Prednosti

- lagano
- brzo

## □ Nedostaci

- zahtjeva specijalistička znanja
- velike količine podataka
- zahtjeva skupu opremu



# Najvažnije metode za prikupljanje atributnih podataka

## □ primarne

- mjerenja (npr. geološka)
- ankete  
(npr. socijalne)
- daljinsko istraživanje  
(npr. pokrivenost površina)

## □ sekundarne

- konvencionalni dokumenti
- znanstvena izvješća
- digitalne baze podataka

# Prikupljanje atributnih podataka

- Okoliš i odgovarajući izvori podataka:
  - ▣ Geološki podaci
  - ▣ Hidrološki
  - ▣ Klimatološki
  - ▣ Biološki
- Socio-ekonomski podaci:
  - ▣ Ekonomski
  - ▣ Financijski
  - ▣ Socio-demografski
- Infrastrukturni podaci:
  - ▣ Transport
  - ▣ Komunalna poduzeća
  - ▣ Industrija

# Zašto vršiti konverziju podataka?

- razlike u terminologiji, označavanju, definiranju podataka
- različiti načini zapisivanja podataka (metode, formati itd.)
- razlike u preciznosti
- varijacije prostorne, vremenske i atributne
- neodređenost i nepreciznost podataka

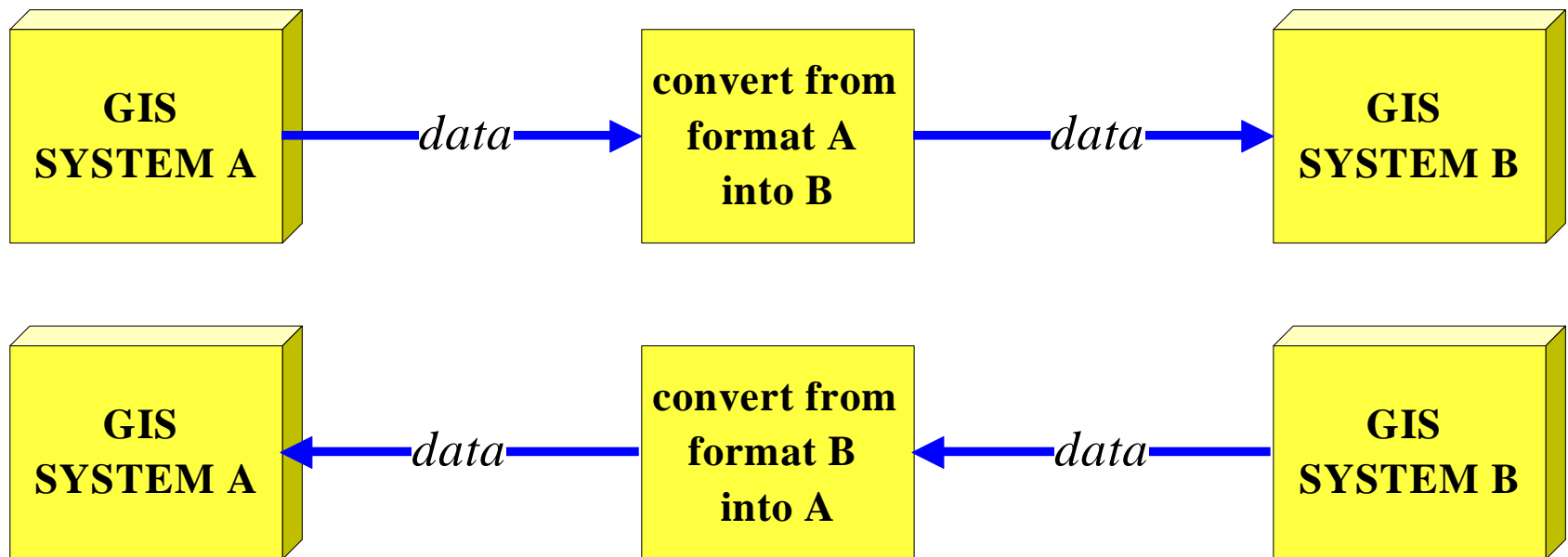


# Preuzimanje podataka

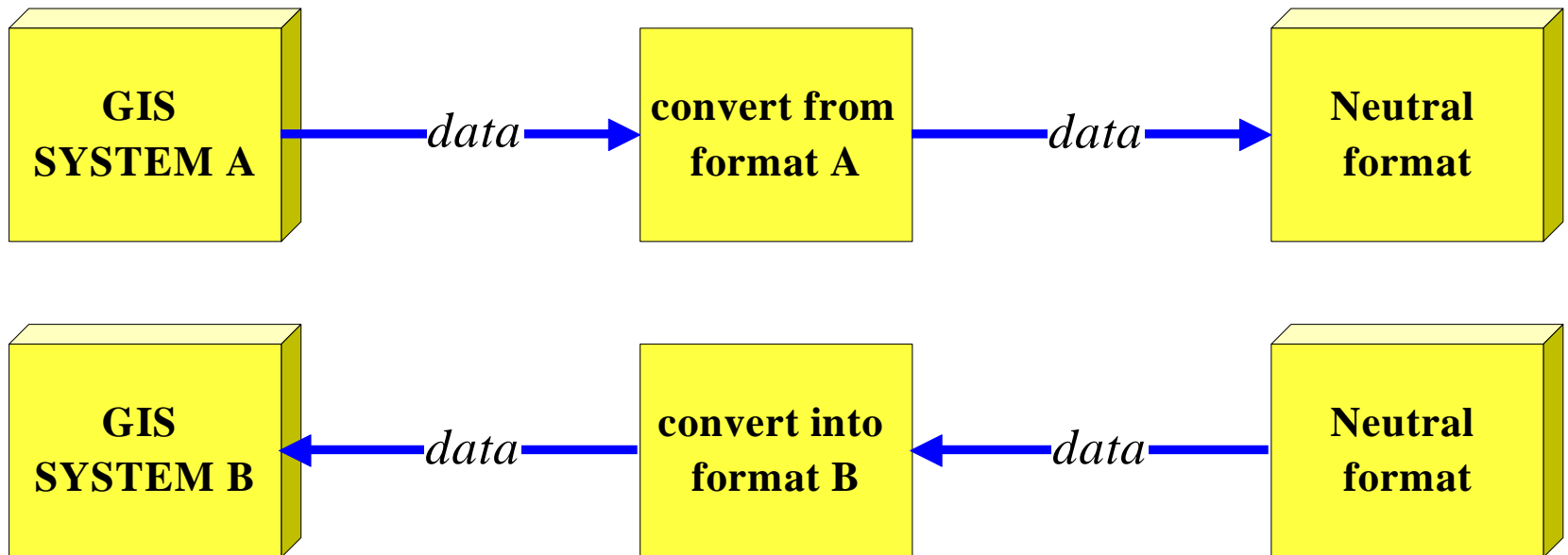


1. Internet veza
2. pravo pristupa podacima
3. preuzimanje podataka
4. provjera sigurnosti
5. kodne stranice
6. konverzija formata podataka

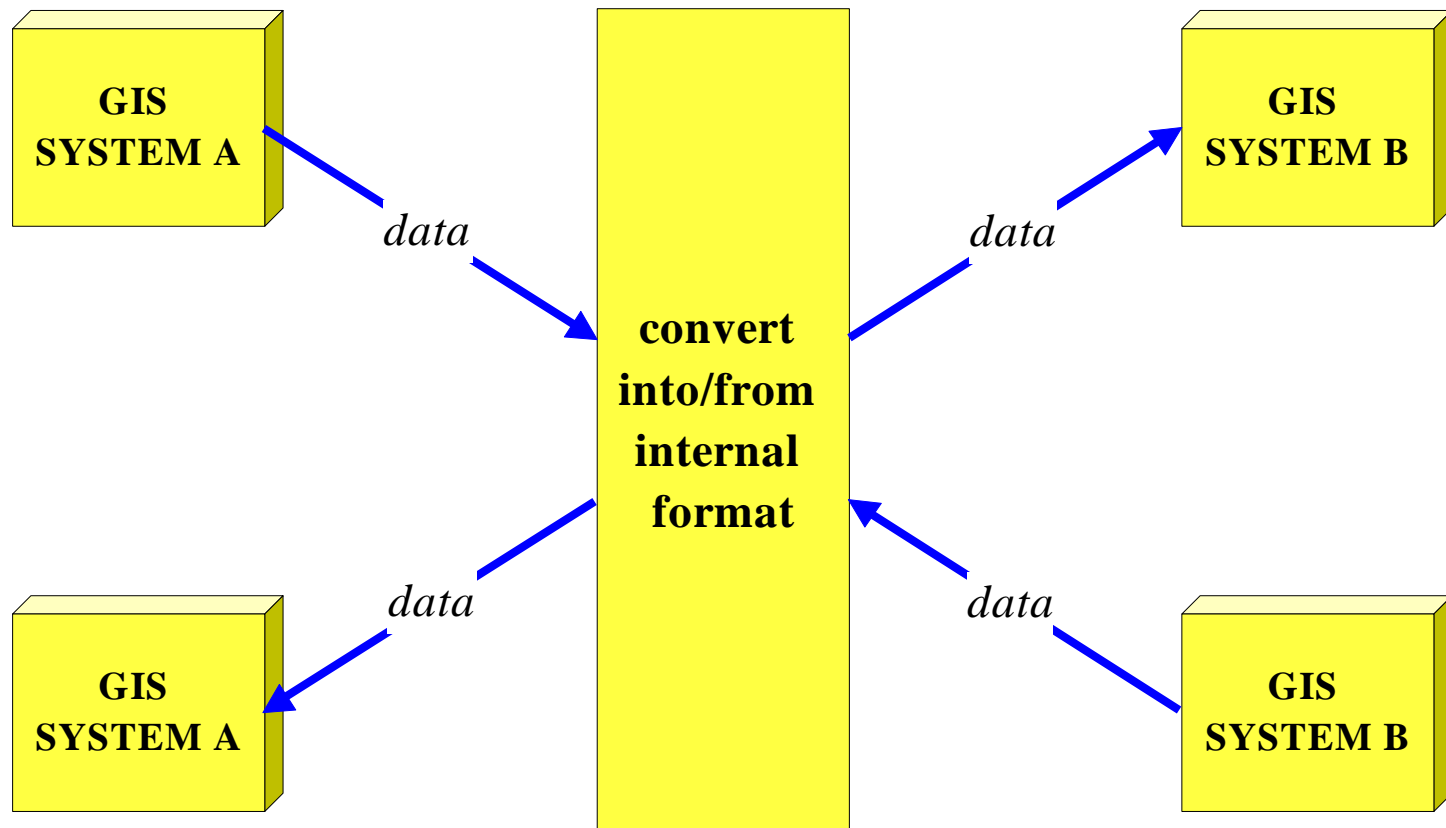
# Direktna konverzija podataka



# Konverzija via neutralni format



# Data switchyard tehnologija



# Kvaliteta podataka



# Kvaliteta podataka & greške



- kvaliteta podataka
  - ▣ odnosi se na relativnu točnost i preciznost podataka
- greške
  - ▣ obuhvaća nepreciznost i netočnost podataka

# Točnost & Preciznost



- točnost

- ▣ je stupanj koji određuje kako informacija na karti ili bazi podataka odgovara točnim ili prihvaćenim vrijednostima

- preciznost

- ▣ određena je razinom mjerenja i točnošću opisa u bazi podataka

# Vrste grešaka



- pozicijska točnost i preciznost
- atributna točnost i preciznost
- konceptualna točnost i preciznost



# Izvor netočnosti i nepreciznosti



- očigledni izvori grešaka
- greške nastale iz prirodnih varijacija ili iz originalnih mjerenja
- greške nastale u postupku obrade

# Očigledni izvori grešaka

- starost podataka
- pokrivenost površine
- mjerilo
- gustoća točaka promatranja
- relevantnost
- format
- pristupnost
- cijena

# Greške nastale iz prirodnih varijacija

---

- pozicijska netočnost
- točnost sadržaja
- varijacije u podacima

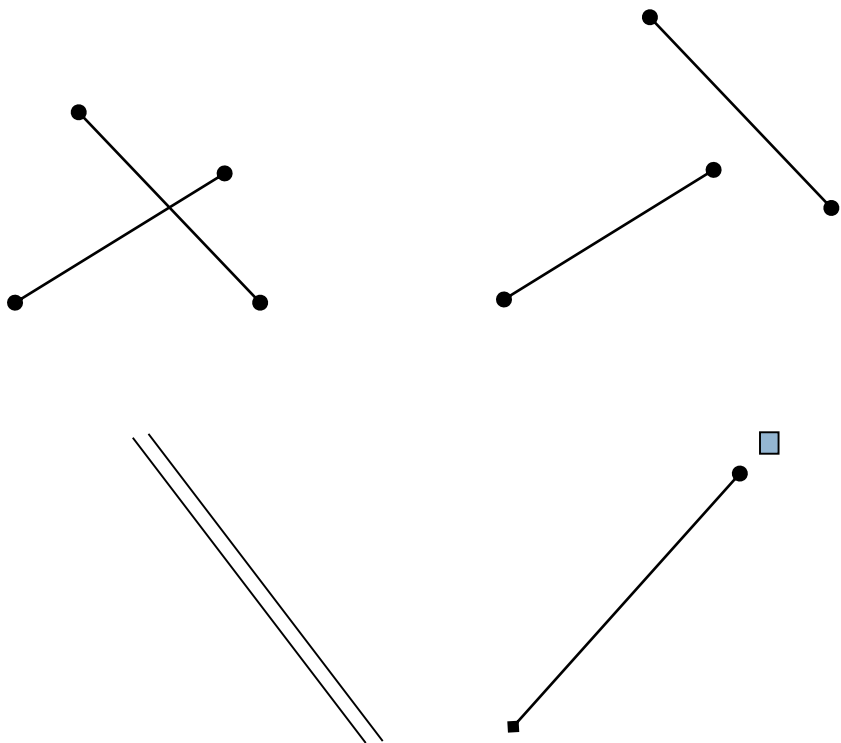
# Greške nastale u postupku obrade



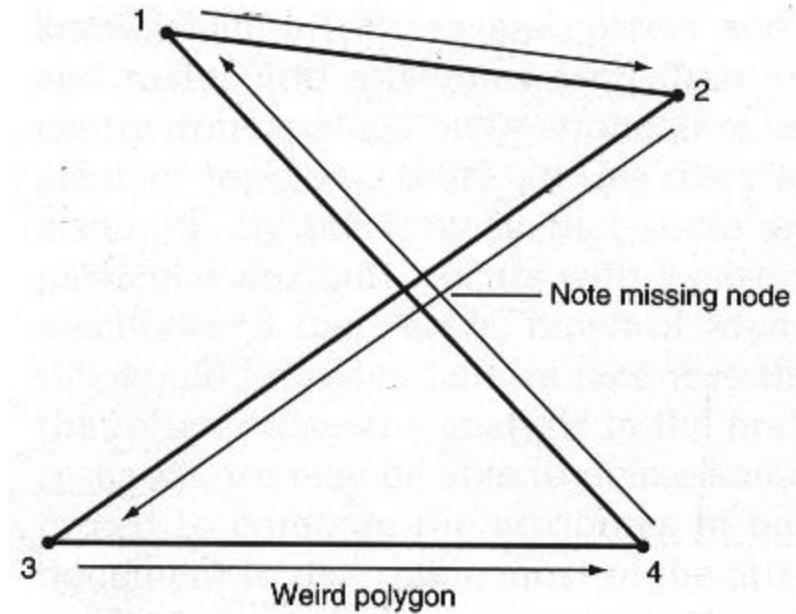
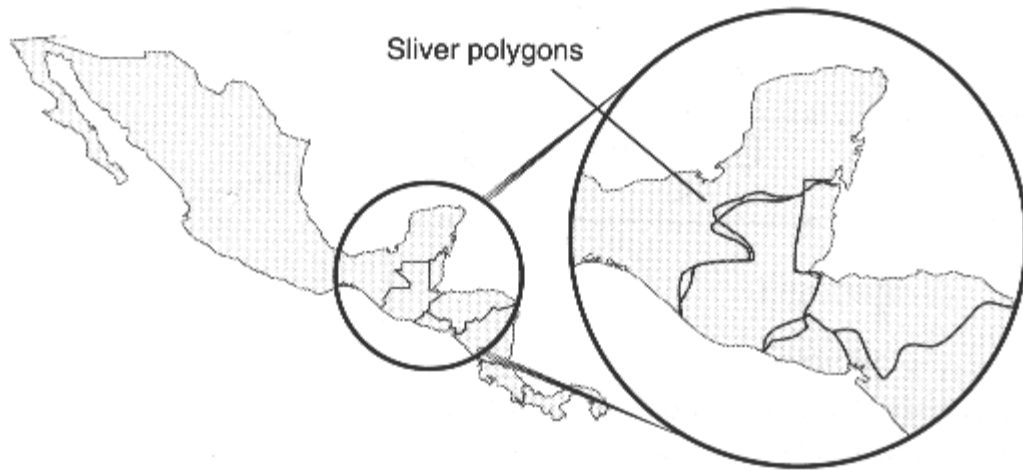
- numeričke greške
- greške u topološkim analizama
- klasifikacija i generalizacija problema
- greške digitalizacije i georefenciranja
- problemi propagacije i kaskadni problemi

# Korekcije grešaka

- pseudo čvorišta
- viseća (dangling) čvorišta
- greške u označavanju
- sliver (kalani) poligoni
- weird (čudni) poligoni
- poravnanje rubova (edge matching)
- rastezanje listova (rubber sheeting)



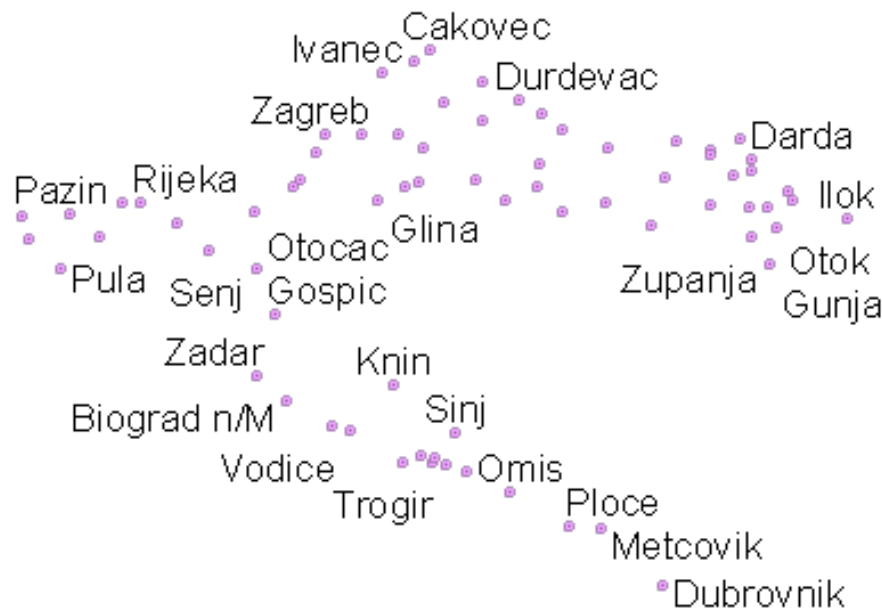
# Kalani (Sliver) & Čudni (Weird) poligoni



# GEOINFORMACIJSKI SUSTAVI

Topologija i osnovne GIS analize

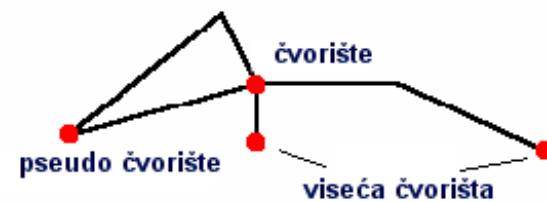
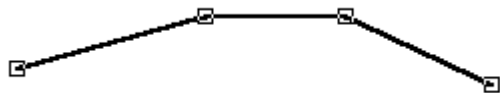
# Topološki model – Točka/Čvorište



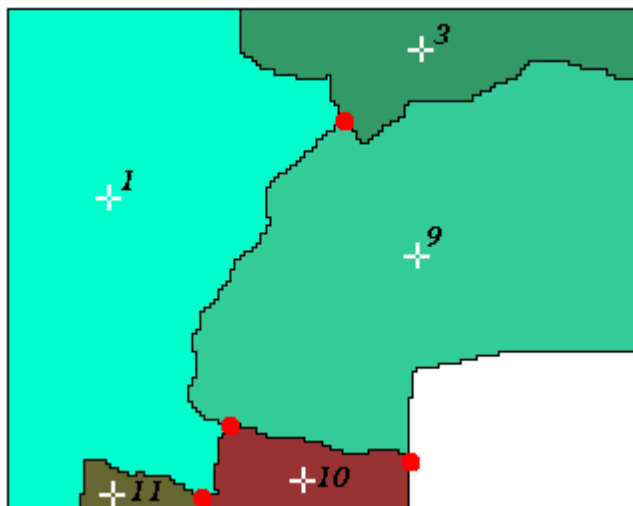
hrv_city.dbf		
Hrv_city_i	Id	Name
1	1	Zagreb
2	2	Osijek
3	3	Rijeka
4	4	Split
5	5	Zadar
6	6	Pula
7	7	Karlovac
8	8	Slavonski Brod
9	9	Dubrovnik
10	10	Sibenik
11	11	Sisak
12	12	M...



# Topološki model - linije



# Topološki model - poligon



Attributes of Basins						
Area	Perimeter	Basins#	Basins-id	Grid-code	Name	Basin_name
37082700.000	46800.000	2	1	1172	tickville	tickville
32043600.000	35940.000	4	3	956		beef hollow
10368000.000	22680.000	10	9	1257		cedar
644400.000	4200.000	11	10	1604		basin 5
207900.000	2460.000	12	11	1595		basin 6

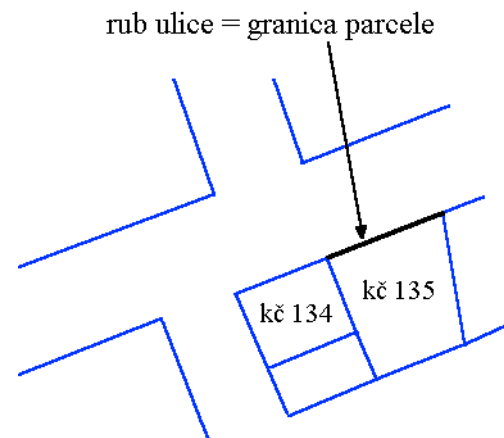
# Osnovne topološke relacije

- djeljivost (zajedništvo)
- susjedstvo (kontinuitet)
- povezanost

Ostale topološke informacije se najčešće izvode iz ovih osnovnih.

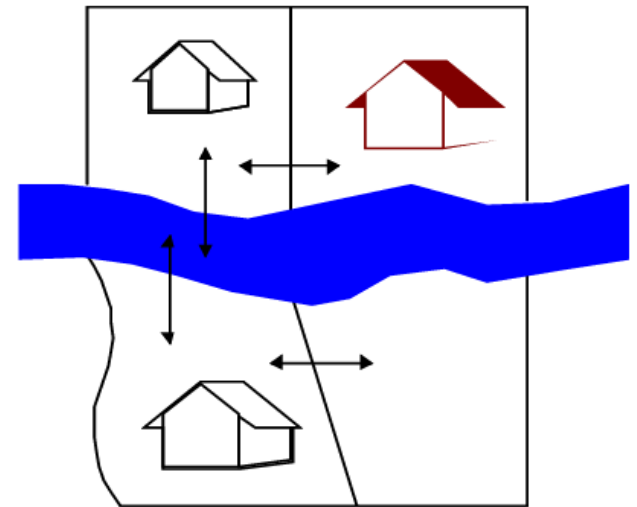
# Djeljivost

Djeljivost (zajedništvo) označava osobinu prostornih objekata da pripadaju većem broju prostornih objekata više razine, npr. rub zgrade je ujedno i granica parcele.



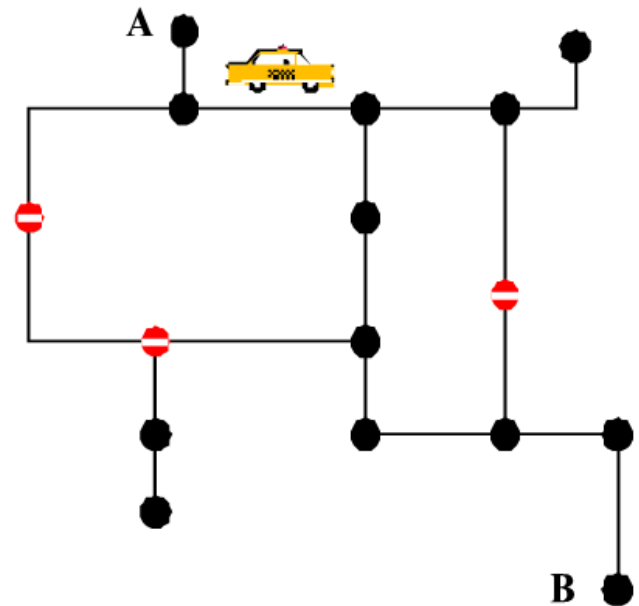
# Susjedstvo-kontinuitet

Pod kontinuitetom - susjedstvom obično podrazumijevamo sposobnost da dođemo do informacije o objektima s jedne ili obje strane **linearnog** elementa.



# Povezanost

Povezanost definira odnose između objekata prezentiranih u bazi podataka točkama i linijama, npr. za GIS analize koje zahtijevaju pronalaženja puteva unutar mreže.



# Topološke relacije



- matematički pristup koji omogućava strukturiranje podataka prema njihovoj povezanosti i susjedstva
- uobičajeni model je grana-čvorište
- pohranjen u posebnom formatu

# Prostorne analize



- analize preklapanja
- mrežne analize
- tematsko kartiranje

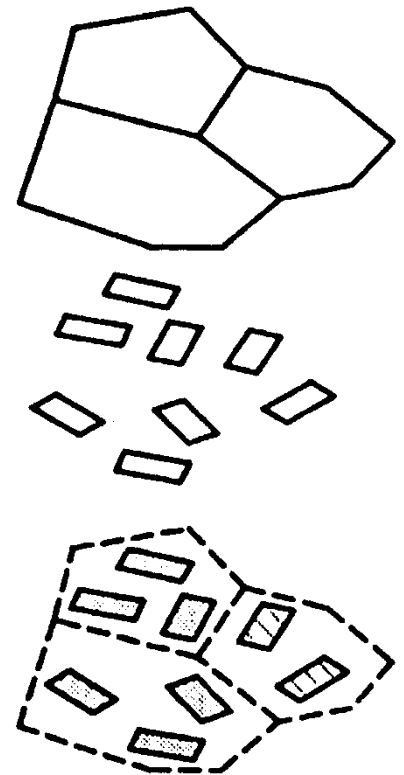


# Prostorni relacijski odnosi u vektorskim sustavima

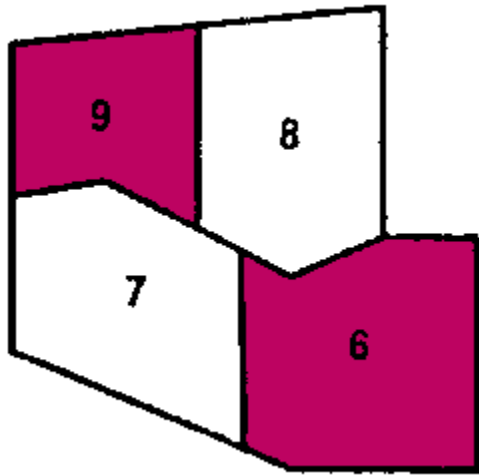
- preklapanje (polygon overlay)
- točka-u-poligonu (point-in-polygon)
- linija-u-poligonu (line-in-polygon)
- poligon-na-poligon (polygon-on-polygon)
- buffer analize
- mrežne analize (network analysis)
- tematsko kartiranje (thematic mapping)

# Analize preklapanja

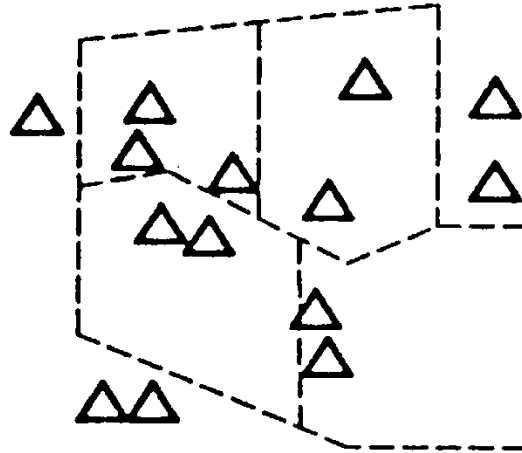
poligonalna analiza preklapanja (polygon overlay) predstavlja prostornu analizu kod koje se poligoni iz sloja jedne teme superponiraju na poligone iz sloja druge teme te se klasičnim skupovnim operacijama unije i presjeka dobiva nova tema odnosno sloj s pripadajućom geometrijom i atributima



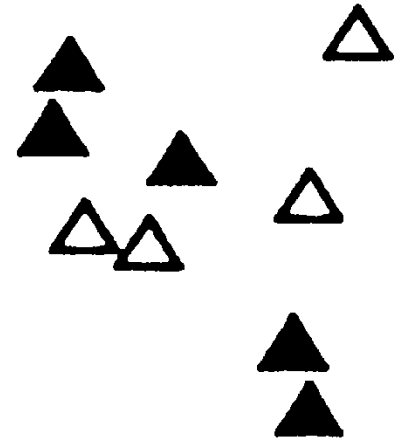
# Point-in-polygon analiza



+



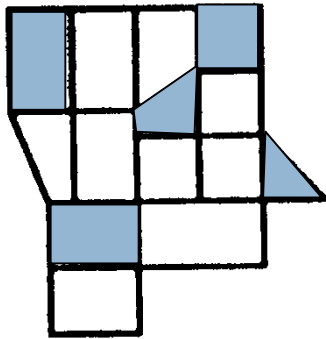
=



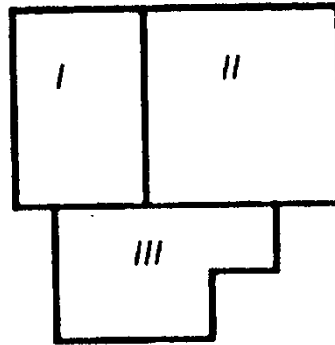
# Line-in-polygon analiza



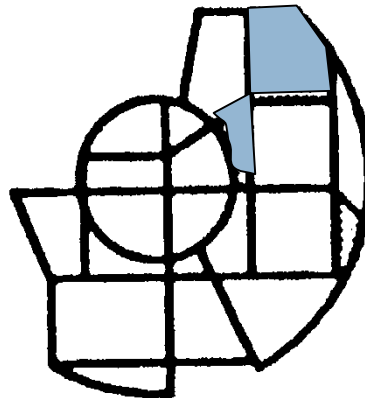
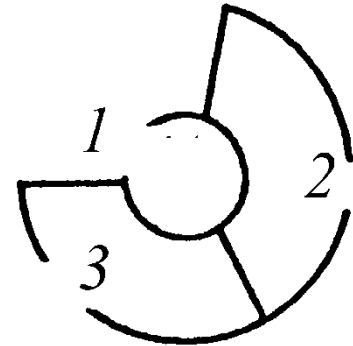
# Polygon-on-polygon analiza



+



+



# Buffer analiza

određivanje objekata koji se nalaze u određenoj zoni npr. udaljenosti 50 m od neke ceste ili parcele

zona se određuje oko osnovnih GIS objekata - točke, linije i poligona  
i u osnovi se koristi za stvaranje novih poligona



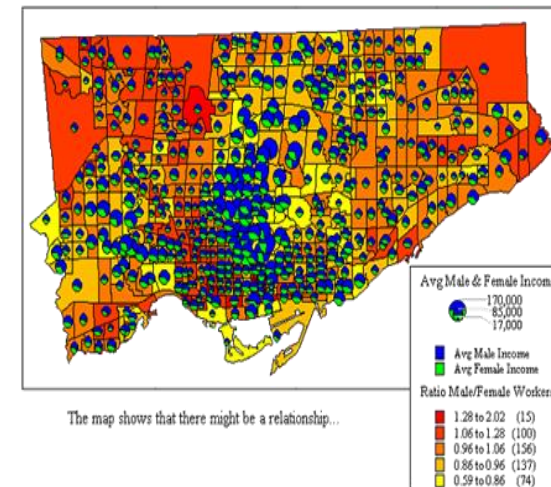
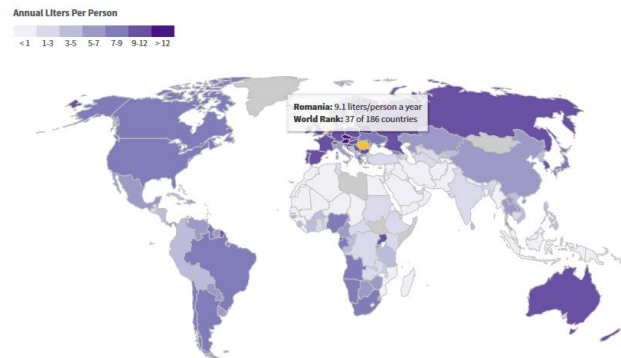
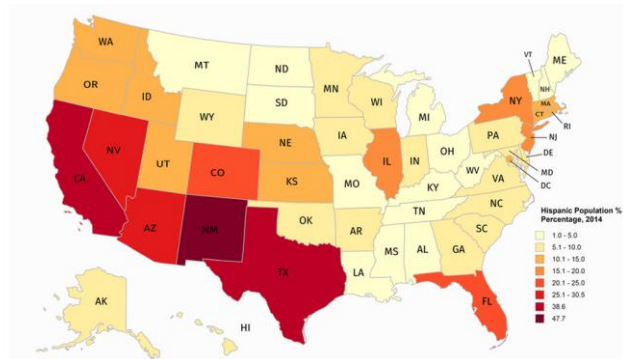
# Mrežne analize

Mrežne analize najčešće obuhvaćaju sljedeće primjene:

- pronalaženje najkraćeg ili najbržeg puta u mreži (shortest path)
- pronalaženje svih mogućih veza između dva čvorišta (range analysis)
- problem “Trgovačkog putnika”
- troškovne analize povezivanja
- vremenske analize povezivanja
- korisničke aplikacije koje koriste GIS alate

# Tematsko kartiranje

- postupak korištenja grafičkih svojstava i vrijednosti, npr. veličine ili boje za prikaz podataka na karti
- koriste se najčešće dva načina prikaza
  - kontinuirani
  - diskretni





# Pitanja & Diskusija

