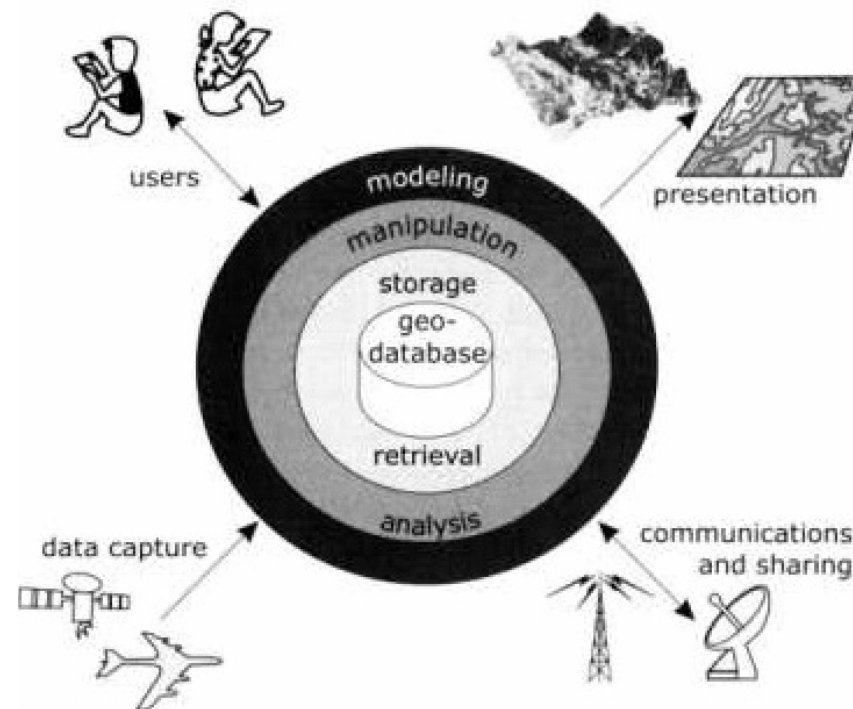


- Geoinformatika je tesno povezana sa razvojem i upotrebom **Geografskih informacionih sistema** (*Geographic Information System*) ili **Geo-prostornih informacionih sistema** (*Geospatial Information System*)
- **Geografski informacioni sistem (GIS)** – kompjuterski bazirani informacioni sistem koji omogućava prikupljanje, modeliranje, memorisanje, učitavanje, rukovanje, analizu, razmenu, prikazivanje i distribuciju geoprostornih podataka i geoinformacija.



---

- **Geografski informacijski sistem (GIS)** – organizovana kolekcija kompjuterskog hardvera, softvera geografskih podataka i osoblja koja je projektovana za efikasno prikupljanje, čuvanje, ažuriranje, upravljanje, analiziranje i prikaz svih oblika geografski referisanih informacija (ESRI).

- **Prostorni informacijski sistem (Spatial Information System - SIS)** – opštiji, nije striktno vezan za objekte i pojave koji su geografski određeni (npr. objekti i pojave na molekularnom nivou)

- **Zemljišni informacijski sistem (Land Information System - LIS)** - bliži geodetama, krupnija razmera

- Glavne **funkcije GIS-a**

- Unos i ažuriranje
- Upravljanje
- Memorisanje i učitavanje
- Analize
- Prikaz
- Razmena i distribucija

} prostornih podataka

- **Kompjuterski podržana kartografija (Computer Assisted Cartography - CAC)** – kompjuterski sistemi projektovani sa ciljem automatizovane izrade karata.
  - **Kompjuterski podržano projektovanje (Computer Aided Design – CAD, Computer Assisted Drafting)** – korišćenje velikog broja kompjuterski podržanih alata koji pomažu inženjerima, arhitektima i drugim projektantima kod projektovanja.
  - Značajan deo CAD i CAC funkcionalnosti je neophodan i u okviru GIS softvera
  - GIS je mnogo više od prostorno (geoprostorno, geografski) referencirane baze podataka, jer pored samog DBMS-a podrazumeva i veliki broj alata za **prostorne analize i kartografski prikaz podataka**
  - Kod GIS-a je čest slučaj da se radi sa vrlo velikom količinom podataka (rasterske slike, veliki broj objekata u bazi podataka) – generalno, radi se sa velikom količinom podataka uz izvođenje složenih proračuna (geometrijski i drugi, kompjuterska grafika - rasterska i vektorska)
  - **Neophodna znanja**
    - **Baze podataka** (prostorno indeksiranje)
    - **Geostatistika i statistika**
    - **Matematička kartografija** (projekcije i koordinatni sistemi)
    - **Modeliranje podataka** (topologija, geometrija, tematski atributi, lejeri)
    - **Geometrijske i topološke analize** (analitička geometrija, teorija grafova, mrežne analize)
    - **Digitalna obrada slika** (rasterski podaci)
-

## ***Razvoj informatike značajno je uticao i na razvoj geoinformatike***

- **1950-1960** : Prvi začeci računarske grafike, jednostavna vektorska grafika, jednostavni algoritmi,...
  - **1960-1970** : Interaktivna kompjuterska grafika, aproksimacione metode, razvoj grafičkih programskih jezika,...
  - **1970-1980** : Rasterska grafika, uvođenje grafičkih standarda, začeci kompjuterske animacije, prvi zemljišni informacijski sistemi, automatska kartografija, digitalna fotogrametrija, prvi CAD sistemi,...
  - **1980-1990** : Multimedija, viši nivoi standardizacije, kompleksni prostorni informacijski sistemi, računarske mreže,...
  - **1990-** : *Windows*-sistemi, Internet, objektno orijentisane baze podataka, hibridni GIS, korišćenje veštačke inteligencije, ekspertski sistemi,...
-

## ***Primene GIS-a***

- Nekretnine (katastar, osiguranje, procena vrednosti)
  - Prostorno planiranje (regionalno i lokalno)
  - Saobraćaj (planiranje, održavanje, upravljanje)
  - Životna sredina
  - Komunalna infrastruktura (vodovod i kanalizacija, električna energija, telekomunikacije, gasovod, ...)
  - Vojne primene
  - Hitne intervencije (vatrogasci, policija, medicina)
  - Navigacija (vazдушna, morska i kopnena)
  - Turizam
  - Poljoprivreda
  - Arheologija
  - Epidemiologija i zdravstvo
  - Šumarstvo
-

## ***Glavni izvori podataka***

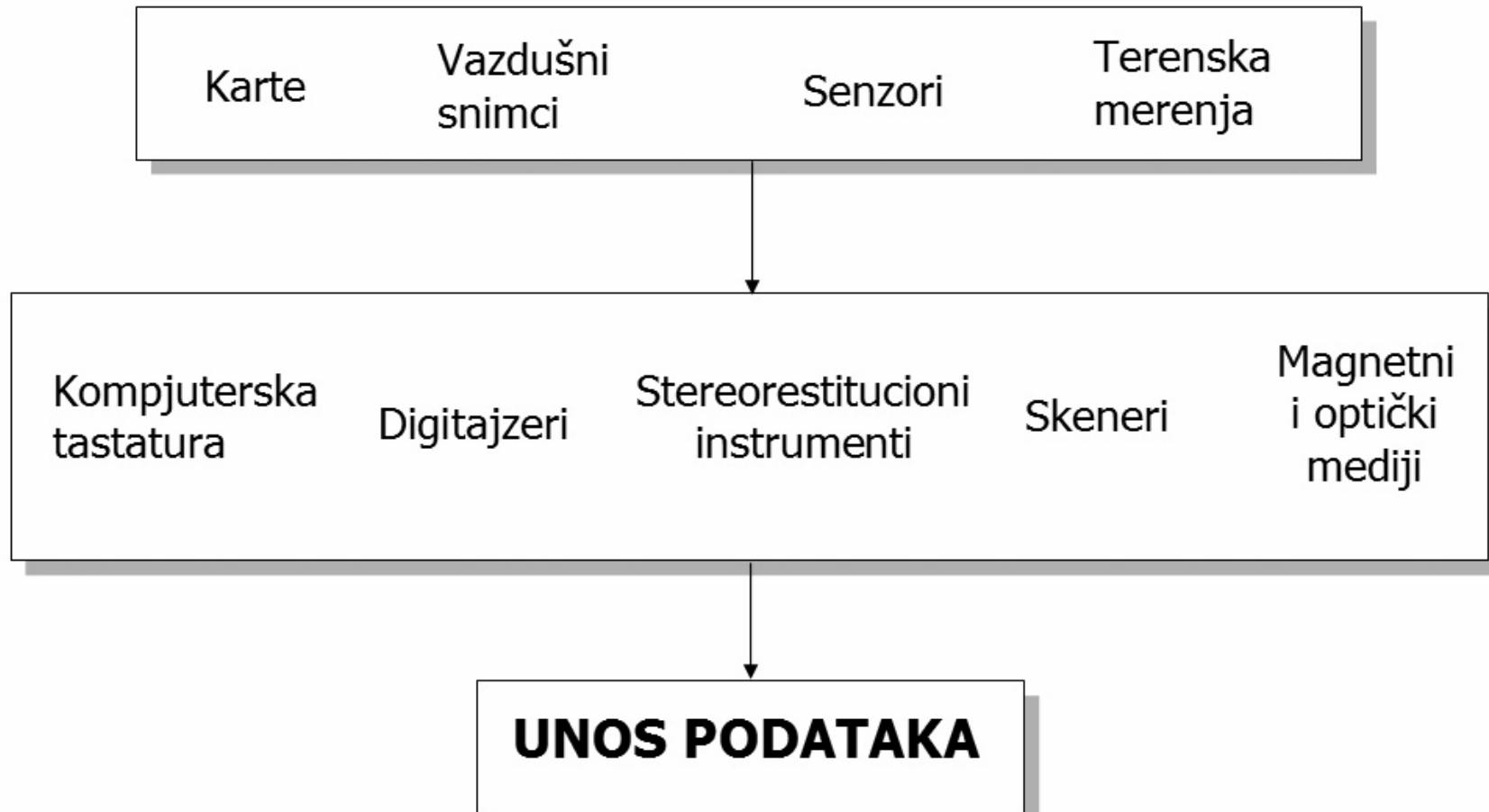
- Topografsko kartiranje (nacionalne kartografske agencije, privatne kompanije, katastar)
- Vojne ustanove
- Kompanije za daljinsku detekciju i satelitske agencije
- Istraživanja prirodnih resursa (geolozi, hidrolozi, geografi, ekolozi, meteorolozi, klimatolozi, okeanografi, ...)
- Hidrografske kartiranje

## ***Glavni tipovi podataka***

- Topografske podloge
  - Aerofotogrametrijski i satelitski snimci
  - Posedovno stanje (katastarski planovi i drugi podaci)
  - Mrežna infrastruktura (katastar podzemnih vodova i objekata - vodovod i kanalizacija, telekomunikacije, električna. energija, gas, ...)
  - Geološke i druge podloge o zemljištu, stenama i sl.
  - Statistički podaci (demografski, o poljoprivrednom zemljištu, ekonomija, i isl.)
  - Podaci o istraživanju tržišta
  - LiDAR i InSAR podaci
  - Podaci o prostornim jedinicama (administrativne i druge prostorne jedinice)
-

# Prikupljanje GIS podataka

---



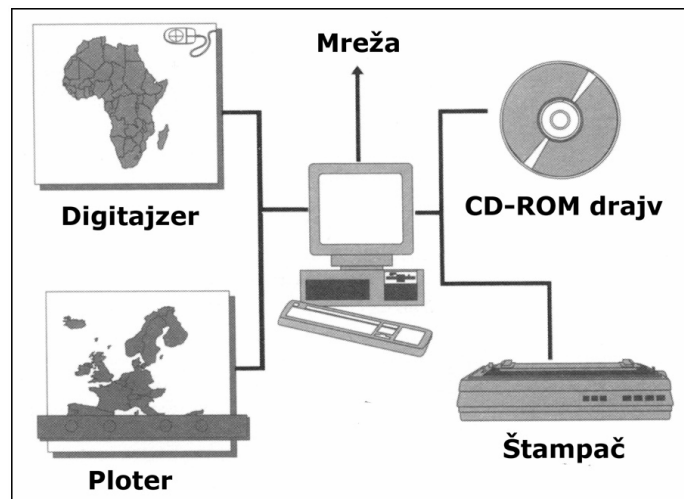
## ***Ključni aspekti GIS-a***

- Baza podataka (model podataka)
  - Obrada podataka (model podataka, prostorne i druge analize)
  - Čuvanje i pristup podacima (efikasnost u pogledu memorije i performansi, struktura i organizacija podataka i algoritmi)
  - Deljenje podataka (deljenje podatak između više IS, ili komponenti jednog IS-a)
  - Prostorno rasuđivanje (donošenje odluka na osnovu prostornih podataka podrazumeva i poznavanje nekih ograničenja koje su prouzrokovane karakteristikama podataka, kao što su tačnost, preciznost, pouzdanost i dr.)
  - Prezentacija (uključujući i kartografsku)
  - Prostornovremenski aspekt podataka (realni svet je određen i vremenski i prostorno)
-

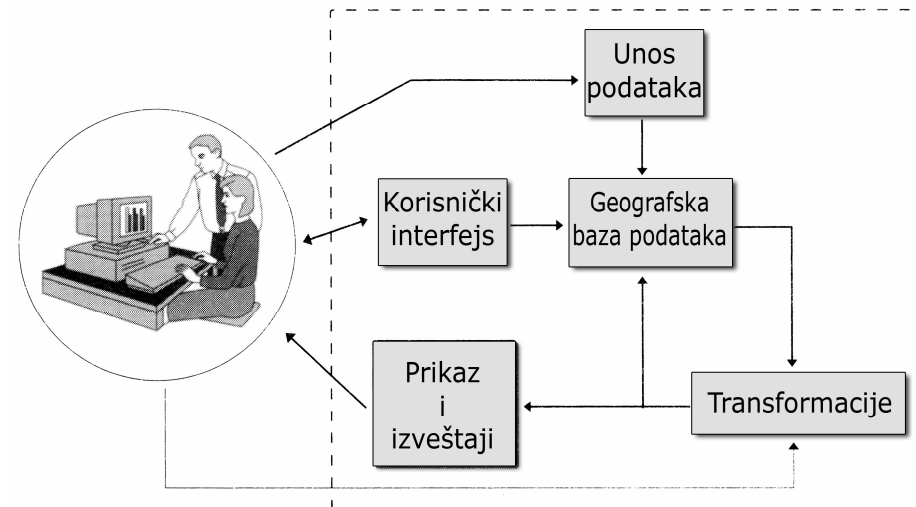


## Komponente GIS-a

- Podaci (prostorni i neprostorni)
- Softver (procedure)
  - Unos i ažuriranje podataka
  - Upravljanje podacima u okviru baze podataka (DBMS) – smeštanje, organizacija, upravljanje
  - Izlaz i prezentacija – grafički u formi karte, tekstualno, tabelarno
  - Transformacije podataka (obrada i **prostorne analize**)
  - Interakcija sa korisnikom
- Hardver
- Korisnici



Hardverske komponente GIS-a



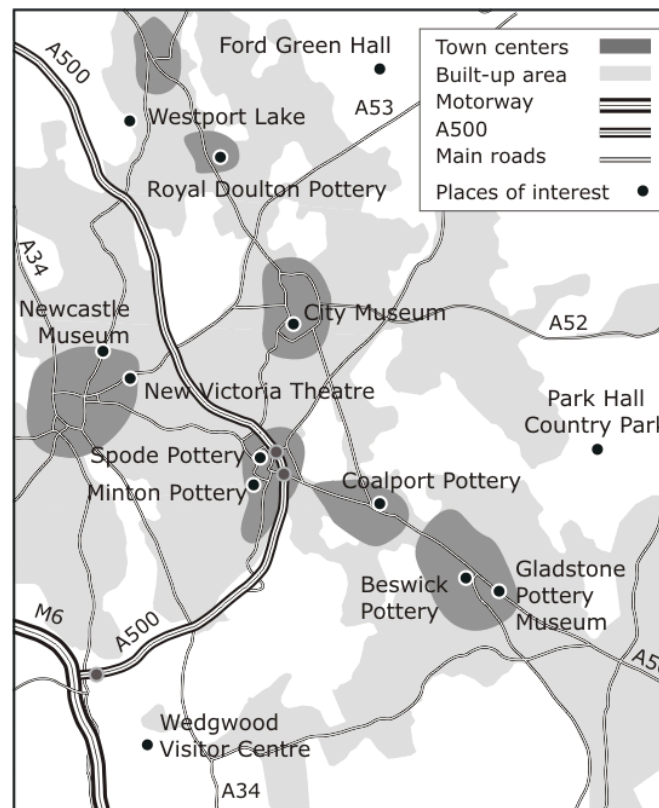
Softverske komponente GIS-a

## ***Osnovna pitanja i zahtevi na koje GIS treba da odgovori***

- Prikaži sve položaje entiteta tipa A
  - Prikaži lokaciju entiteta A u odnosu na položaj B
  - Koliki je broj pojavljivanja entiteta tipa A koji su u okviru rastojanja D od entiteta tipa B
  - Sračunaj funkciju f na lokaciji X
  - Sračunaj veličinu entiteta B (površina, obim, ...)
  - Odredi rezultat preseka ili preklopa različitih vrsta prostornih podataka
  - Odrediti putanju sa najmanjim troškovima, preprekama ili rastojanjem po terenu od X do Z korišćenjem mreže ili kontinualne površi
  - Prikaži sve atribute entiteta lociranih u tačkama  $X_1$  i  $X_2$
  - Odredi koji entiteti su u blizini datih entiteta sa određenim kombinacijama atributa
  - Razvrstaj u klase ili oboj entitete koju imaju određenu kombinaciju atributa
  - Oceniti vrednosti z u tačkama  $y_1, y_2, \dots, y_m$ , ako su poznate vrednosti z u tačkama  $x_1, x_2, \dots, x_n$
  - Koristi numeričke metode za određivanje novih atributa na osnovu postojećih atributa ili za određivanje novih entiteta na osnovu postojećih entiteta
  - Koristeći digitalnu bazu podataka kao model realnog sveta, simuliraj efekat procesa P tokom vremena T za zadati scenario S
-

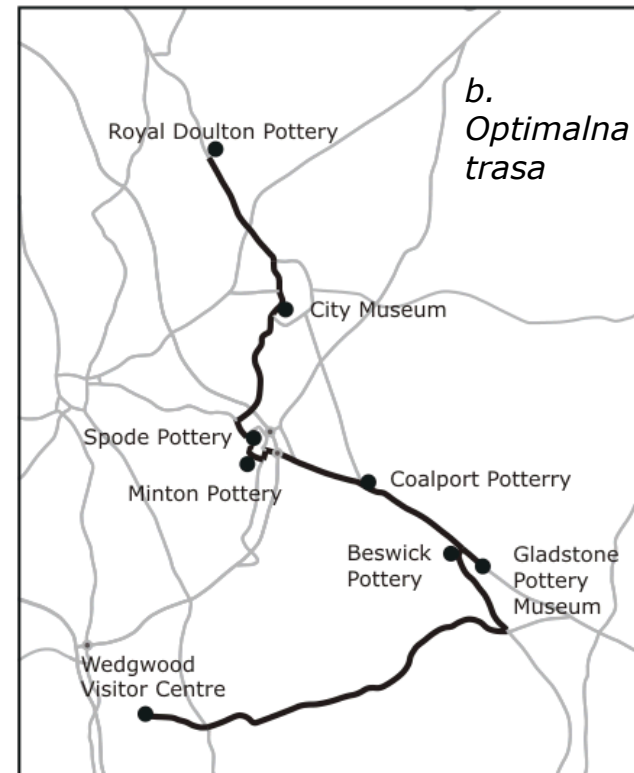
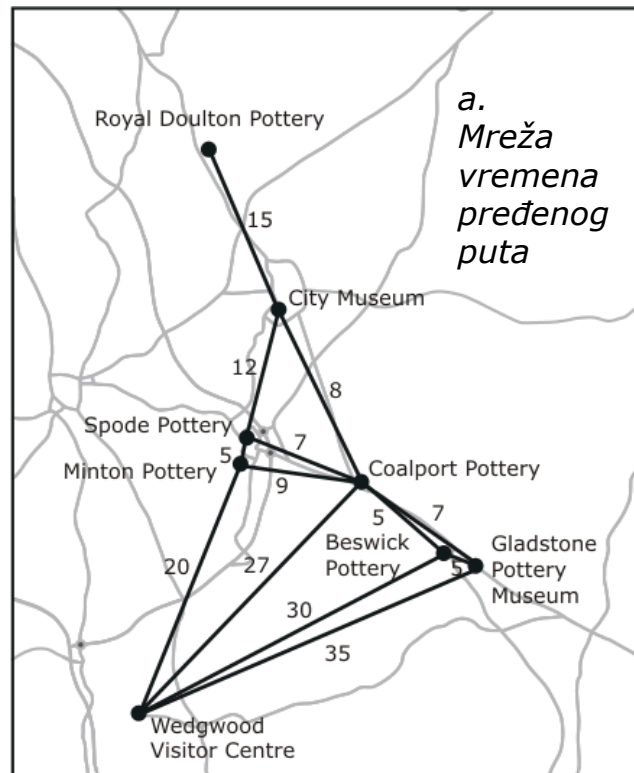
## ***Inventarizacija resursa***

- GIS omogućava prikupljanje, održavanje i kombinovani prikaz raznorodnih podataka (katastarske i druge evidencije, prostorno planiranje, demografske analize, ...) te zato predstavlja odličan alat za inventarizaciju resursa



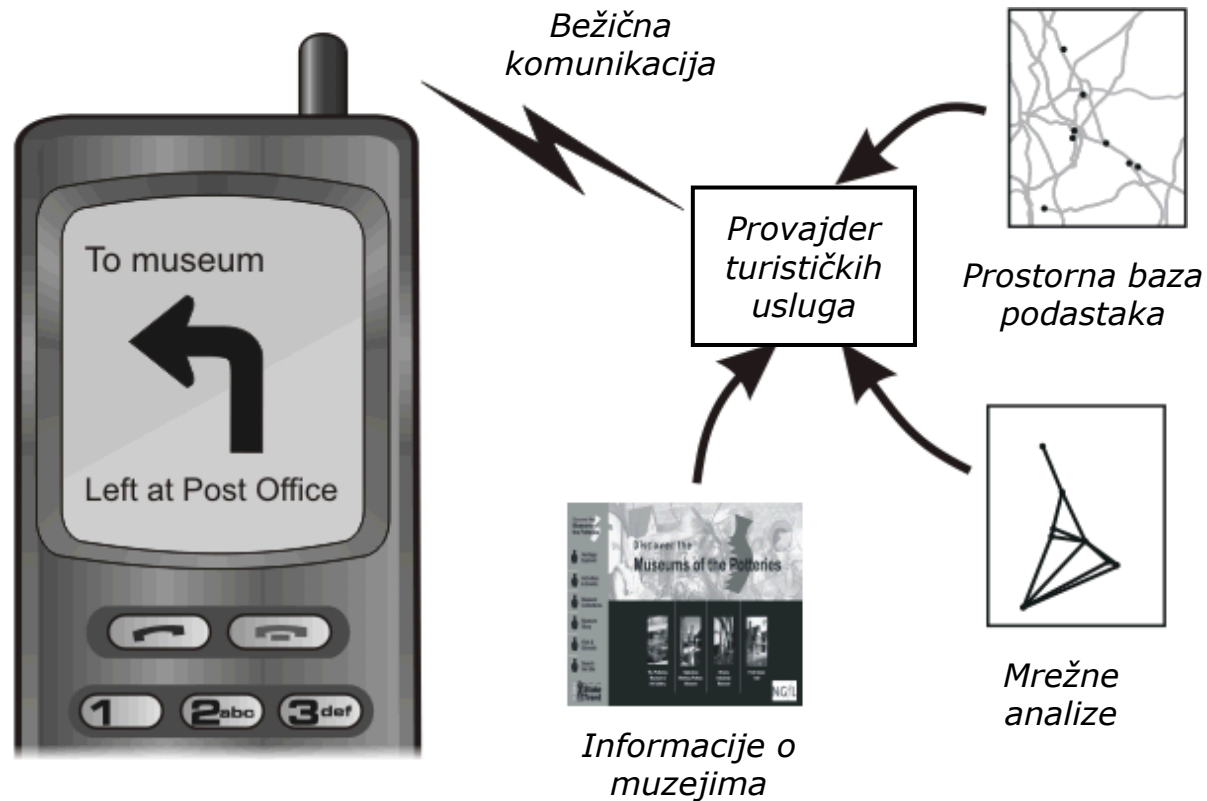
## Mrežne analize

- Mrežne analize se koriste u brojnim primenama kao što su gradski infrastrukturni sistemi (vodovod, kanalizacija, električna energija, telekomunikacije), saobraćaj,
- Tipičan primer mrežnih analiza je rešavanje problema trgovačkog putnika (pronalaženje optimalne rute, gde treba obići sva zadata mesta uz minimalizaciju pređenog puta, odnosno vremena)



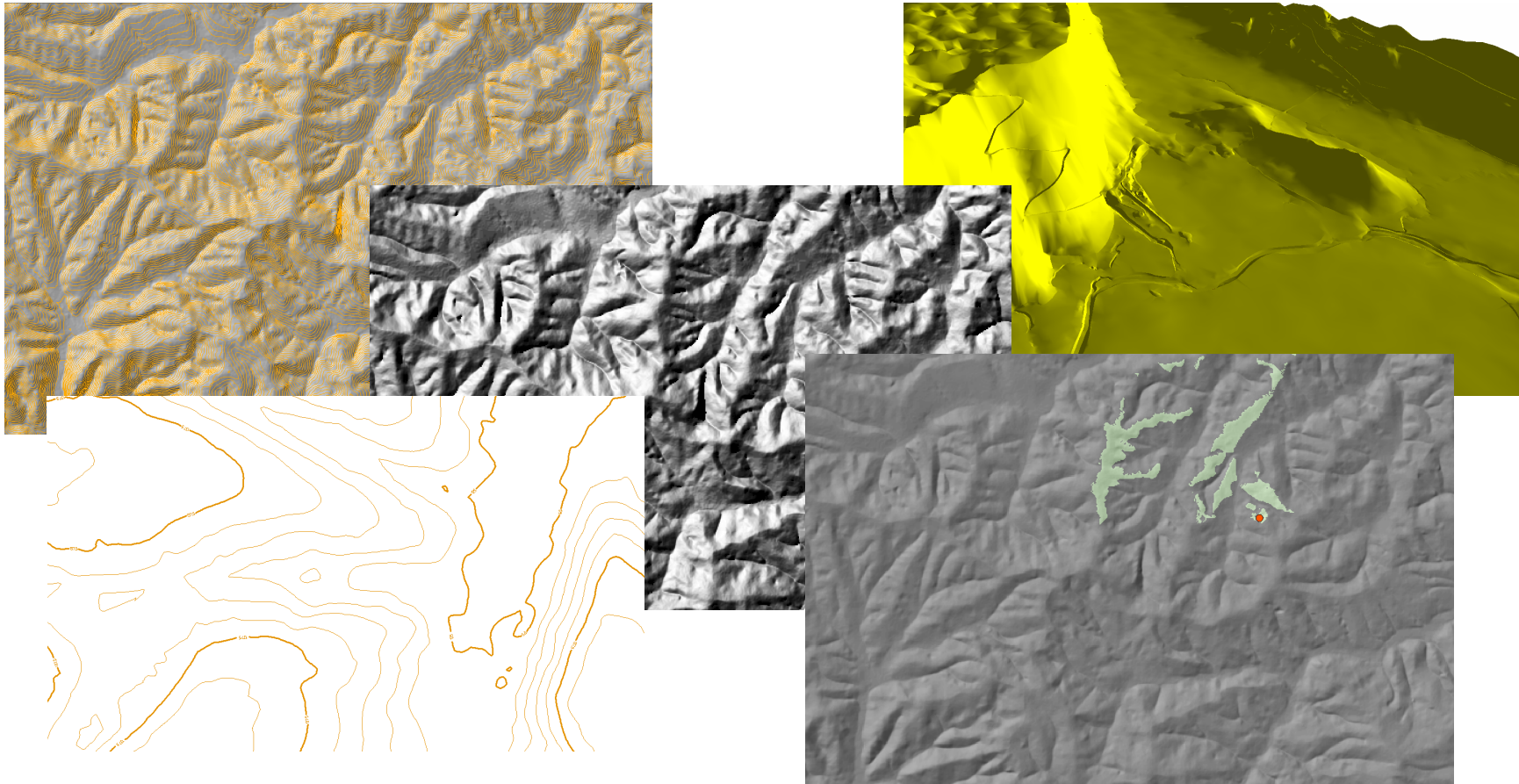
## ***Integracija distribuiranih podataka***

- Veliki broj prostornih podataka se nalazi u različitim formatima i na fizički udaljenim lokacijama
- U cilju dobijanja kvalitetnih informacija podatke iz različitih izvora treba integrisati, obraditi i preneti do korisnika da bi dobio uputstva za navigaciju i druge informacije



## ***Analize terena***

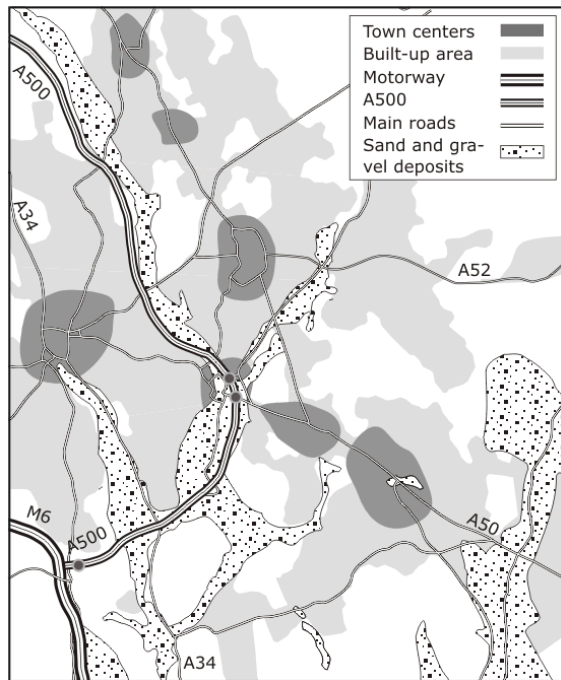
- Tradicionalno, kartografija i GIS se bave prikazom površi terena i različitim analizama (prikaz terena izohipsama, podužni i poprečni profili, računanje zapremina, 3D perspektivni prikazi, senčeni modeli, analiza dogledanja, hidrološke i druge analize)



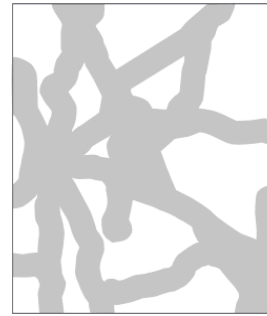
## Lejerske analize

- Rad sa više lejera (slojeva) omogućava korišćenje raznorodnih podataka za dobijanje korisnih informacija (analiza podataka iz više izvora : objekti, putna mreža, administrativne granice, hidrografija, vrednost zemljišta, ...)
- Neke od lejerskih operacija su preklapanje lejera, korišćenje logičkih operacija (unija, presek, razlika), korišćenje bafera

**Upit:** naći sve lokacije koje su udaljene manje od 0.5km od osovina glavnih puteva, koje nisu u izgrađenom području i nalaze se na peščanim terenima



**0.5 km  
bafer  
glavnih  
puteva**



**Neizgrađena  
područja**



**Peskovita  
područja**



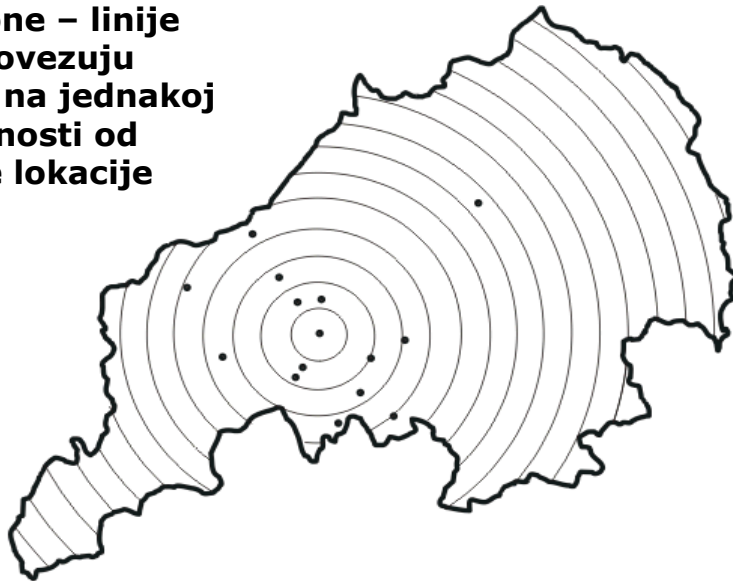
**Preklop 3  
lejera, kao  
rezultat upita**



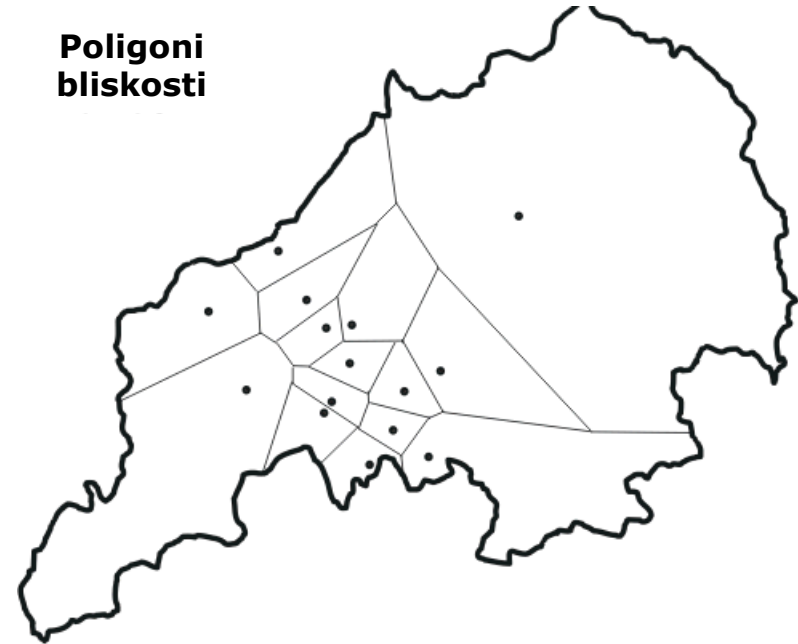
## **Lokacione analize i analize bliskosti**

- Ove vrste analiza uspešno odgovaraju na pitanja koja se odnose na međusobne odnose pojedinih objekata u prostoru (pronaći najbliži objekat posmatranom objektu, pronaći sve objekte koji su na udaljenosti manjoj od zadate, ...)

**Izohrone – linije koje povezuju mesta na jednakoj udaljenosti od zadate lokacije**



**Poligoni bliskosti**





## ***Vremensko prostorne analize***

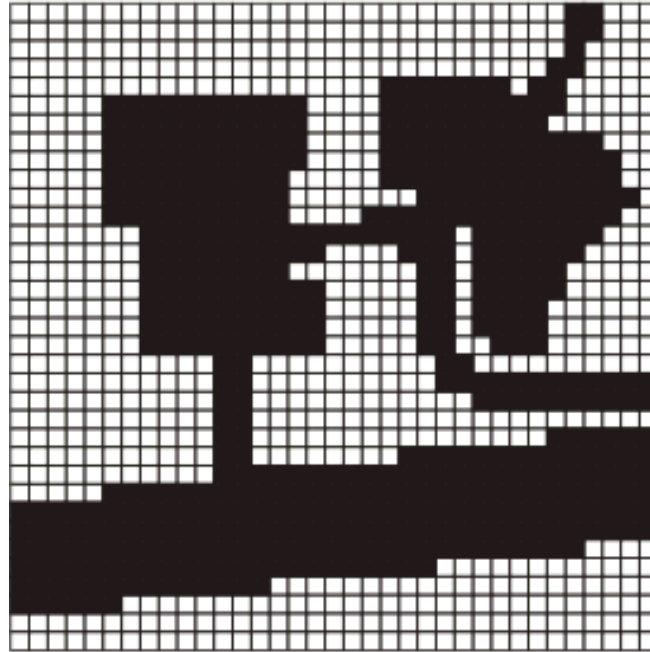
- Objekti u prostoru se menjaju, pa je neretko potrebna informacija o stanju objekata u nekom trenutku vremena, stepenu promena i sl.

*Primer: analiza prostornih podataka u gradu*

- Promene naziva ulica
- Promene geometrije ulica
- Datum izgradnje neke ulice

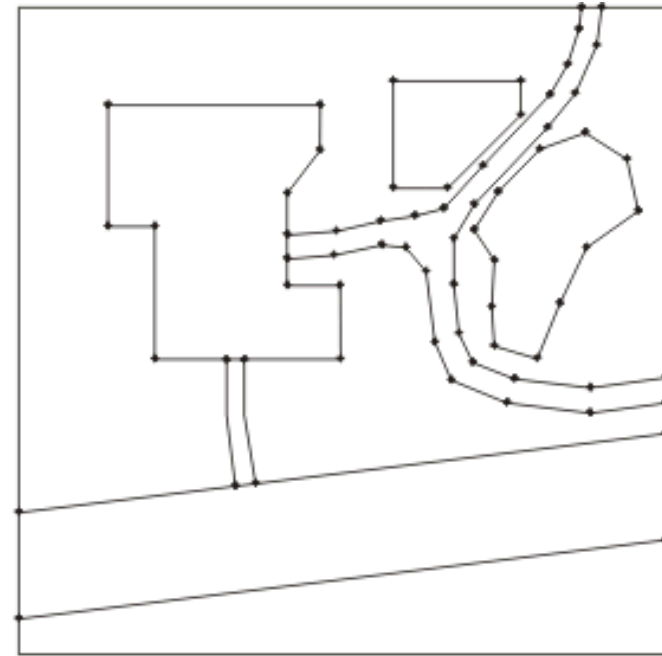


## *Prostorni podaci*



*Raster*

***Rasterski podaci su strukturirani u vidu dvodimenzionalne matrice ćelija grida koje se nazivaju pikseli.***



*Vektor*

***Vektorski podaci se sastoje od niza povezanih vektora. Vektor je konačni linijski segment definisan svojim krajnjim tačkama. Lokacije krajnjih tačkama su date u odgovarajućem koordinatnom sistemu.***

## ***Prostorni podaci***

### ***Raster***

- Prirodna struktura podataka za računare s obzirom da programski jezici obično podržavaju operacije za rukovanje nizovima i matricama
- Neefikasan u smislu korišćenja memorijskih resursa (iako postoji mogućnost kompresije podataka)
- Jednostavniji algoritmi za obradu podataka
- Mogu se koristiti algoritmi za digitalnu obradu slika
- Relativno jednostavna razmena podataka (veliki broj rasterskih formata datoteka)
- Velika količina podataka dostupna iz daljinske detekcije, fotogrametrije
- Jednostavan proces prevođenja postojećih podataka u digitalni oblik (skeniranje planova i karata)

### ***Vektor***

- Efikasniji u smislu korišćenja memorijskih resursa (smeštaju se samo tačke od interesa)
  - Podrazumeva se mogućnost modeliranja pojava i objekata iz realnog sveta preko objekata sa jasno definisanim granicama
  - Složeniji algoritmi za obradu i analize podataka
  - Postupak izrade vektorskih baza je vremenski zahtevan i složen (često neophodne manuelne operacije)
-

## **Prikupljanje podataka**

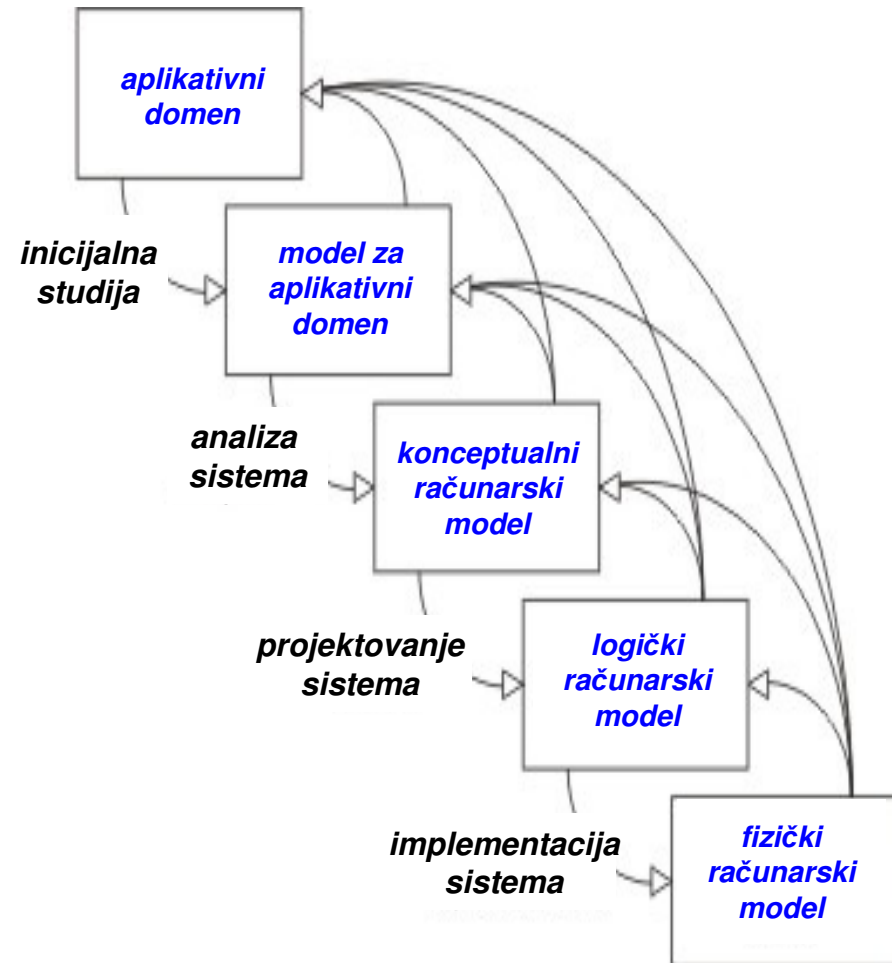
- **Prikupljanje podataka**: proces prikupljanja podataka kroz opažanja fizičkog okruženja.
  - **Senzori** su **primarni** izvor podataka za GIS i koriste se za merenje svojstava geografskog okruženja. Danas su sve više zastupljeni digitalni senzori i omogućen je proces automatskog prikupljanja podataka (digitalne kamere u fotogrametriji i daljinskoj detekciji, totalne stanice, GPS uređaji, LiDAR, InSAR, ...)
  - **Postojeći podaci** (kao što su papirne karte) su **sekundarni** izvor podataka
    - **Automatska konverzija podataka** (skeniranje i automatska vektorizacija) – često nije u stanju da obezbedi podatke sa odgovarajućom tačnošću i kvalitetom strukture podataka
    - **Manualna konverzija podataka** – skup i dugotrajan proces koji zahteva veliko angažovanje korisnika.
-

## ***Baze podataka za smeštanje podataka***

- ***Baza podataka***: repozitorijum podatka koji je logički povezan, ali koji fizički može biti distribuiran na više udaljenih lokacija
  - Baza podataka se kreira i održava korišćenjem sistema za upravljanje bazama podataka (Database Management System - DBMS)
  - Da bi baza podataka bila upotrebljiva mora ispunjavati sledeće zahteve:
    - ***Pouzdanosti*** – baza podataka mora biti dostupna sve vreme, bez obzira na neočekivane otkaze sistema, nestanak napajanja ili opterećenje u smislu velikog broja korisnika koji istovremeno pristupaju bazi podataka.
    - ***Ispravnost i konzistentnost*** - podaci u bazi podataka moraju međusobno biti konzistentni, tj. mora postojati kontrola i zaštita konzistentnosti i integriteta podataka.
    - ***Otporna na tehnološke promene*** – mora biti omogućen jednostavno uvođenje promena koje su rezultat razvoja tehnologije (promena operativnog sistema, zamena hardvera, ...)
    - ***Sigurnost*** – podaci u bazi moraju biti zaštićeni od neovlašćenog pristupa, tj. moraju se obezbediti različiti nivoi pristupa podacima (samo pravo uvida u podatke, pravo izmena, ...)
-

## Modeliranje podataka

- Proces razvoja baze podataka je u suštini proces izgradnje modela podataka
  - **Model aplikativnog domena** opisuje osnovne zahteve korisnika u oblasti konkretne primene, a bazira se na inicijalnoj studiji
  - **Konceptualni računarski model** obezbeđuje načine komunikacije korisnika sa sistemom nezavisno od detalja implementacije, bazira se na analizi sistema, tj. Na iznalaženju odgovora na pitanje šta sistem treba da radi
  - **Logički računarski model** je prilagođen konkretnom tipu implementacije, rezultat je projektovanja sistema i odgovara na pitanje kako sistem treba da implementira konceptualni računarski model
  - **Fizički računarski model** je rezultat procesa programiranja i predstavlja implementaciju sistema
- Proces je cikličan (iterativan) – nakon svake faze vraćamo se na prethodnu i korigujemo uočene nedostatke
- Sekundarni zadaci modeliranja
  - Održavanje sistema
  - Dokumentacija sistema



## ***Učitavanje podataka i analize***

- Da bi učitali podatke iz baze podataka vršimo upite:
  - Učitaj imena i prezimena svih studenata koji su upisali studije 2015. godine
    - Podaci se dobijaju jednostavnim prolaskom kroz odgovarajuću tabelu baze podataka
  - Učitaj imena prezimena i ostale podatke svih vlasnika parcela u katastarskoj opštini čija je katastarska osnovica veća od zadatog iznosa
    - Podaci se dobijaju složenim upitom koji podrazumeva i numeričke operacije i poređenja

## ***Učitavanje prostornih podataka i analize***

### ***• Upit: da li postoji zavisnost između:***

- Mesta dešavanja saobraćajnih udesa (zapisanih u bolničkoj bazi podataka), i
- Mesta koja su obeležena kao "crne tačke"?

### ***• Odgovor na ovakve i slične upite zahteva integraciju i prostornih i neprostornih informacija***

### ***• Performanse***

- Prostorni podaci su po pravilu velikog obima i često imaju hijerarhijsku strukturu
  - Geoprostorni podaci su najčešće smešteni u Euklidskoj ravni (koordinatni sistem u ravni), pa je za efikasan rad neophodno korišćenje posebnih struktura podataka i metoda za brz pristup podacima
-

## ***Distribucija podataka***

- Često je potrebno da se analiziraju podaci koji se čuvaju i održavaju u okviru posebnih baza podataka koje se nalaze na različitim lokacijama i u okviru različitih institucija (katastar nepokretnosti, poreska uprava, ministarstvo unutrašnjih poslova, sudstvo, elektrodistribucija, ...).
  - ***Distribuirane baze podataka*** – više baza podataka međusobno povezanih digitalnom komunikacionom mrežom.
  - Prednosti distribuiranih baza podataka mogu biti:
    - efikasnije održavanje podataka (svaka služba održava svoje podatke neposredno, nema kopiranja i redundantnosti podataka, podaci su uvek ažurni),
    - povećana pouzdanost sistema (otkaz jedne baze ne znači i otkaz celokupnog sistema),
    - moguće je i postizanje boljih performansi (više računara istovremeno obrađuje podatke).
  - Mane distribuiranih baza podataka ogledaju se u:
    - znatno većoj složenosti sistema (rukovanje fragmentiranim podacima razbacanim po udaljenim lokacijama, održavanje konzistentnosti podataka koji se čuvaju u okviru replika baza podataka),
    - posebnim zahtevima u smislu kvaliteta komunikacione mreže,
    - složenija obrada podataka koji mogu po svojoj strukturi biti vrlo heterogeni.
  - Danas se za distribuciju prostornih podataka sve više koriste Internet tehnologije i World Wide Web
-

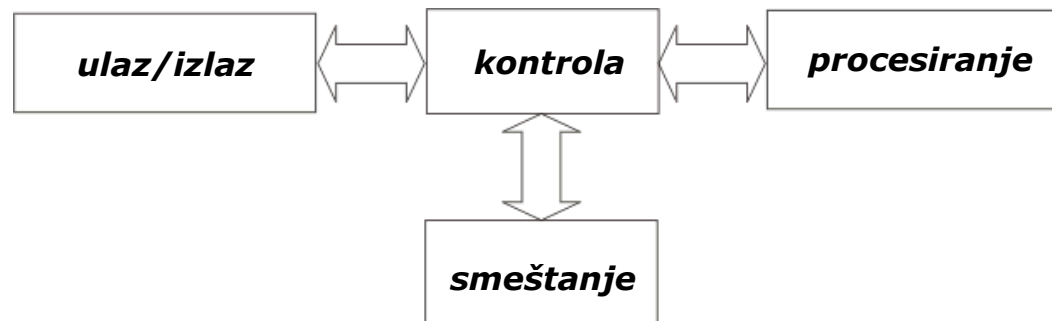


- **Hardver** : fizičke komponente računarskog sistema (čip, memorija, kućište, disk, tastatura, štampač).
- **Softver** : instrukcije ili programi koji se izvršavaju na računarskom sistemu (BIOS, OS - operativni sistem, aplikativni programi).

## Arhitektura računara

- **Von Nojmanova arhitektura**

- Računar se sastoji od sledećih podsistema:
  - Procesiranje podataka (operacije kojima se podaci kombinuju i transformišu - CPU)
  - Smeštanje podataka (čuvanje podataka do i nakon obrade – memorijski uređaji)
  - Kontrola (kontrolisanje funkcija za procesiranje i smeštanje - CPU)
  - Ulaz/izlaz (prihvatanje ulaznih podataka i izlaz rezultata – tastatura, ekran, računarska mreža)



## **Uređaji za smeštanje podataka (memorijski uređaji)**

- **Primarna memorija**: memorija kojom direktno upravlja CPU

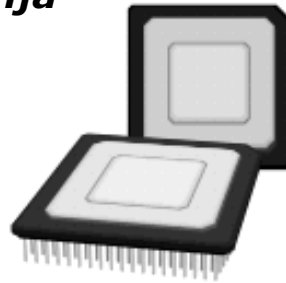
- Bazirana na **poluprovodničkoj tehnologiji** (čip), **skupa, brza**.
- Memorisani podaci se **najčešće gube** kada se isključi napajanje.
- CPU i kontrolna jedinica zahtevaju svoju sopstvenu memoriju (**registri**) koja je najbrži i najskuplji tip memorije.
- Ostali tipovi primarne memorije
  - **RAM** (Memorija sa slučajnim pristupom, Random Access Memory) – podaci se gube sa gubitkom napajanja.
  - **ROM** (samo za čitanje podataka, Read-only Memory) – podaci su upisani u čip i ne gube se sa gubitkom napajanja, postoje različiti tipovi (PROM, EPROM, EEPROM) u zavisnosti od toga da li se upisani podaci mogu naknadno menjati.
  - **Fleš memorija** (flash) – memorija velike brzine za čitanje i pisanje.

- **Sekundarna memorija**: memorija kojoj CPU pristupa indirektno

- Bazira se na **magnetnoj** (hard disk) ili **optičkoj** tehnologiji (CD, DVD) .
  - Ova memorije je **jeftinija** od primarne memorije.
  - Podaci se **ne gube** nakon prekida napajanja.
  - Osnovna karakteristika ovih uređaja je da glava za čitanje pristupa podacima koji se nalaze na medijumu u vidu diska koji rotira.
  - Ključni faktor brzine kod ovih uređaja je **vreme pristupa** (seek time) potrebno da se glava uređaja pozicionira na mestu gde se nalazi traženi podatak nalazi.
    - Blok podataka gde se traženi podatak nalazi određuje se preko fizičke adrese bloka podataka primenom **direktnog pristupa**.
    - Konkretni traženi podaci unutar bloka nalaze se korišćenjem **sekvencijalnog pristupa**.
-

## Uređaji za smeštanje podataka (memorijski uređaji)

### Primarna memorija



**ROM i CPU keš memorija**  
(CPU matične ploče)



**RAM**

### Sekundarna memorija



**CD uređaj**  
(optički disk)



**Zip drajv**  
(magnetski disk)



**Hard disk**  
(magnetski disk)

---

## Uređaji za korisnički unos podataka

- **Tastatura**

- **Uređaji za pokazivanje**

- Miš
- Tačped (*touchpad*)
- Džojstik

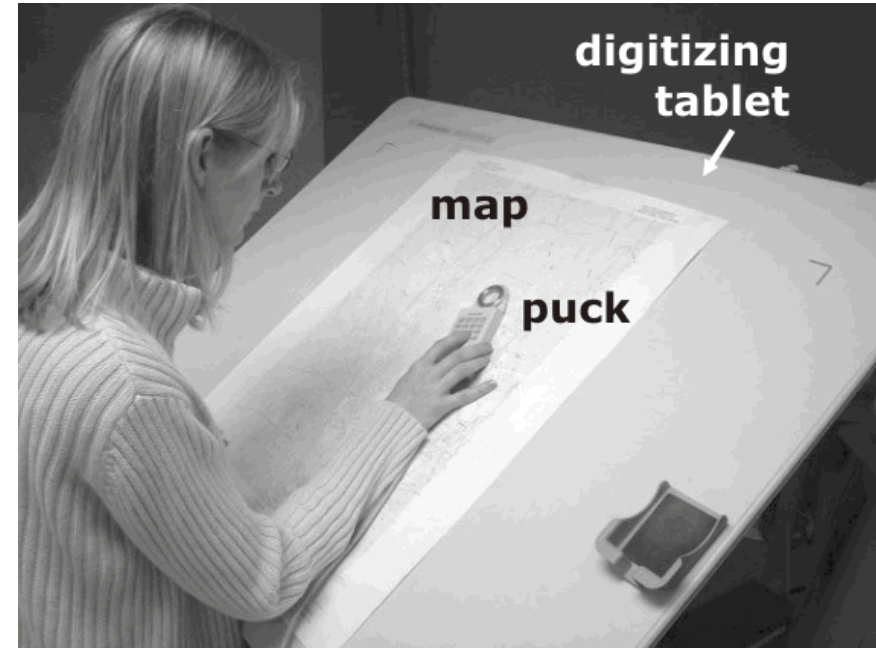
- **Digitajzer**

- Koristi se za manuelnu digitalizaciju postojećih podloga

- **Skener**

- Koristi se za prevođenje postojećih podloga u digitalni oblik (skeniranjem se dobija rasterska slika)

- **Mikrofon u kombinaciji sa sistemom za prepoznavanje govora**



## **Uređaji za izlaz podataka**

- **Hard copy (fizički trajni izlaz)**

- Printeri
- Ploteri

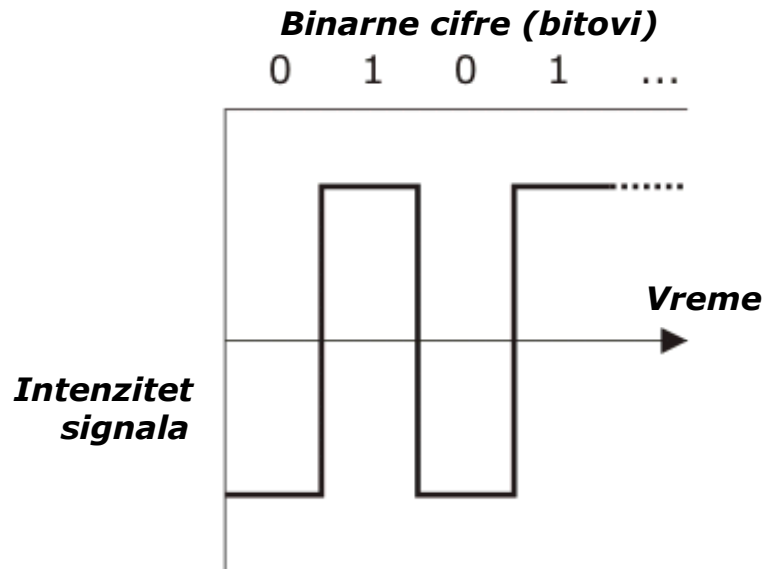
- **Soft copy (prolazni izlaz)**

- Ekran monitora
- Zvuk iz audio uređaja

## **Računarske mreže**

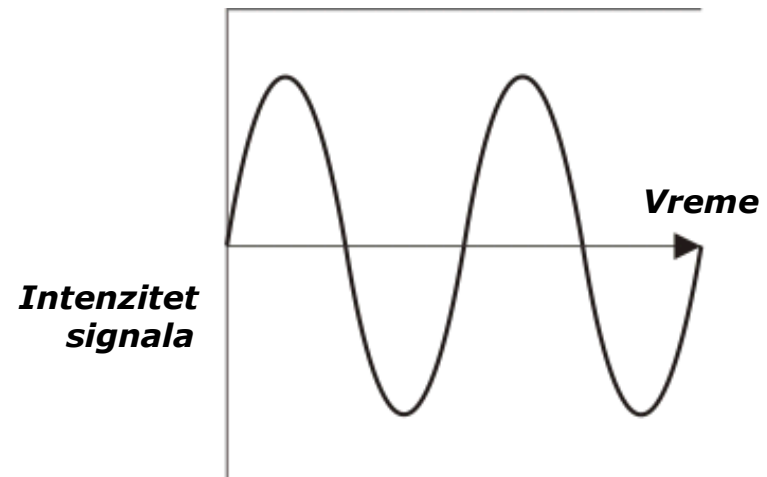
- Obezbeđuju komunikaciju između računara i računarskih uređaja povezanih u računarsku mrežu
  - Tipovi komunikacionih mreža
    - **Digitalne** (uglavnom se one danas koriste)
    - **Analogne**
-

**Računarske mreže**



**DIGITALNA MREŽA**

*Podaci se prenose preko  
serije bitova (0 ili 1)*



**ANALOGNA MREŽA**

*Snaga signala kontinualno  
varira u vidu sunosnog  
talasa*

---

## Računarske mreže

- Sve komunikacione mreže koriste **elektromagnetsku radijaciju (EM)** da proslede signale (koriste se radio talasi, mikrotalasi, infracrvena i vidljiva svetlost, a ne koriste ultraljubičasti, rendgen i radioaktivni zraci)
  - **Frekvencija i talasna dužina** elektromagnetske radijacije uslovljava svojstva prenosa
    - Veća talasna dužina, niža frekvencija – manja energija, signal manje degradira, može da nosi manje informacija
    - Manja talasna dužina, viša frekvencija – veća energija, signal više degradira, može da nosi više informacija
  - Raspon talasnih dužina i frekvencija koje stoje na raspolaganju za prenos naziva se **propusna moć (bandwidth)**
  - Veća propusna moć znači i veći kapacitet za prenos podataka
  - Mediji koji se koriste za prenos
    - **Bakar** (konvencionalne telefonske linije, koaksijalni kablovi)
    - **Optički kablovi** – vidljiva svetlost, pouzdaniji i otporniji na spoljne uticaje, veća propusna moć
    - **Atmosfera** (bežični prenos) – radio talasi i mikrotalasi, vidljiva i IC svetlost nisu najpogodnije za bežičnu mrežnu komunikaciju, jer uglavnom treba obezbediti dogledanje
  - U zavisnosti od teritorije koju pokrivaju mreže se dele na
    - **Lokalna mreža** (LAN – Local-area Network) – računarska mreža koja pokriva manji geografski prostor (preduzeće, zgrada ili više bliskih zgrada)
    - **WAN** (WAN – Wide-area Network) povezuje više LAN mreža
-