



FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA
DEPARTMAN ZA GRAĐEVINARSTVO I GEODEZIJU
UPRAVLJANJE RIZIKOM OD KATASTROFALNIH
DOGAĐAJA I POŽARA



MAPIRANJE HAZARDA I PROCENA RIZIKA

GEOGRAFSKI INFORMACIONI SISTEMI (GIS)

Vanr. prof. Marko Marković, master inž. geodez.

Novi Sad, 2023/2024

1

Istorijat GIS

Početak razvoja modernog GIS-a se vezuje za pojavu CGIS (Canada Geographic Information System) sredinom šezdesetih godina 20. veka. CGIS je oformljen za čuvanje, obradu i analizu podataka prikupljenih za Canada Land Inventory.

Roger Tomlinson koji je osnovao CGIS se smatra "ocem" GIS-a. On je prvi upotrebio termin Geographic Information System 1968. godine u naslovu svog rada: A Geographic Information System for Regional Planning.

3

Geografija



+

Informacije



+

Sistem



2

Šta je GIS?

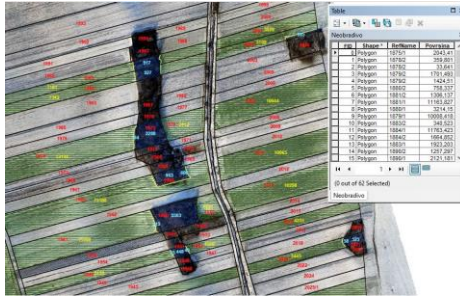
GIS je računarski sistem napravljen za:

- Prikupljanje,
- Čuvanje,
- Obradu,
- Analiziranje,
- Upravljanje i
- Prikaz prostornih podataka.

4

Šta je GIS?

Geografski informacijski sistemi omogućavaju digitalnu prezentaciju prostornih entiteta i istovremeno čuvanje podataka o njihovoj poziciji, geometriji, međusobnim prostornim odnosima i brojnim drugim tematskim atributima koji nisu u vezi sa prostorom.



5

Šta je GIS?

GIS sistem se može publikovati na web-u i učiniti dostupnim širokoj populaciji.

GIS podaci se skladište u bazi podataka koja se može pretraživati postavljanjem upita prema željenim kriterijumima i omogućava korisnicima da pravljemem prostih upita rade kompleksne analize, kreiraju planove ili karte sa statističkim podacima i prezentuju rezultate svojih istraživanja, generisanjem grafičkih i numeričkih izveštaja u integrisanom okruženju.



6

Prostorna definicija

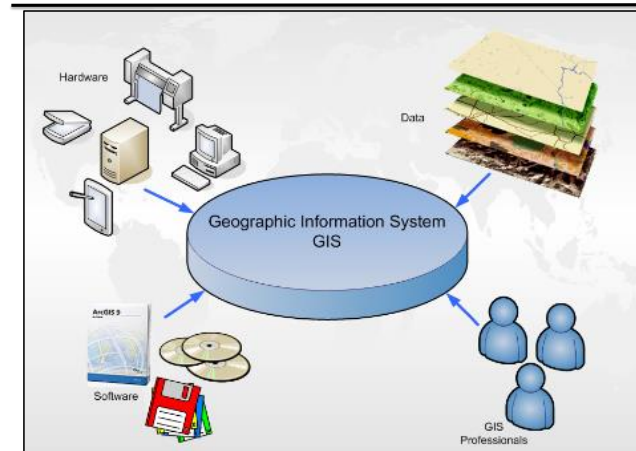
Prostorna definicija (georeferenciranje) je dodeljivanje pozicije za svaku informaciju. U suštini GIS-a je da su svi podaci vezani za Zemljinu površ.

Prostorna definicija treba da bude:

- **Jedinstvena** – informacija se odnosi samo na jednu lokaciju
- **Deljiva** – različiti korisnici treba razumeju gde se lokacija nalazi
- **Vremenski trajna** – prostorna definicija koja važi danas, treba da važi i u budućnosti

7

Komponente GIS-a



8

Hardver (Hardware)

Hardver je računarski sistem na kojem GIS radi. Njega čine:

- Radne stanice
- Serveri
- Skeneri
- Digitajzeri
- Ploteri
- Štampači



Uloga računarskih komponenti jeste da one, uz pomoć instaliranog softvera GIS-a, omogućuju prihvatanje podataka koji se prikupljaju, njihovo čuvanje, razmenu sa drugim sistemima, obradu i izradu izlaznih dokumenata.

9

9

Hardver (Hardware)

Danas GIS može da se koristi na različitim platformama, od malih mobilnih uređaja, personalnih računara pa sve do velikih centralizovanih sistema.

GIS može da se koristi na samostalnim računarima ili na računarima umreženim u velike mreže (sve češće je ovaj drugi slučaj).

10

10

Softver (Software)

Korisnički programi, odnosno softver jednog GIS-a, omogućuje komunikaciju između korisnika i pohranjenih podataka u bazama podataka, unos podataka, obradu i analizu podataka, izradu izlaznih dokumenata (karata, tabela, grafikona itd)

- Komercijalni programi: ArcGIS, MapInfo, WinGIS, IDRISI
- Programi otvorenog koda: QuantumGIS, SAGA, GRASS GIS. Standardi su definisani u okviru OGC (Open GIS Consortium).

11

11

Podaci

Podaci su najvažnija komponenta jednog GIS. Takođe podaci su najčešće i najskuplja komponenta GIS.

Generalno, podaci jednog GIS-a mogu da se podele u dve grupe:

- Prostorni podaci,
- Tabelarni podaci (atributi).

12

12

Podaci

U jedan GIS mogu biti uključeni prostorni i atributni podaci iz različitih izvora.

Integracija prostornih podataka i atributnih podataka složenih u relacione baze podataka je jedna od ključnih osobina geografskog informacionog sistema.

13

13

Procedure

Kroz procedure se utvrđuju metode koje će se koristiti pri radu sa prostornim podacima i u njihovoj analizi. Poštovanjem procedura iz analiza se dobijaju tačni podaci.

Procedure obuhvataju protokole pristupa bazama GIS, standarde i razna uputstva.

14

14

Korisnici

GIS korisnici pomoću utvrđenih procedura i metoda upravljaju procesom prikupljanja, čuvanja, obrade i prezentacije rezultata

- GIS eksperti vode računa o nesmetanom radu sistema, utvrđuju standarde prikupljanja i čuvanja podataka, metode obrade podataka i druge parametre koji omogućuju nesmetan rad sistema.
- GIS korisnici mogu učestovati u prikupljanju podataka, da pretražuju podatke i da koriste obrađene podatke u obliku karata, tabela, grafikona. Mogu da izrađuju neke izveštaje koristeći podatke pohranjene u GIS-u.

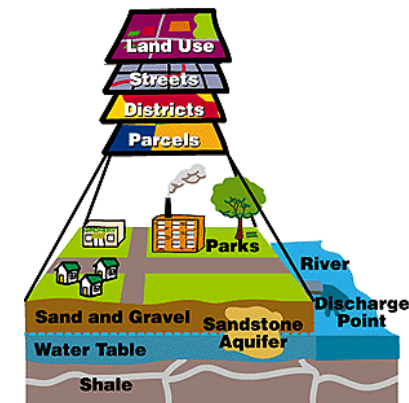
15

15

GIS model podataka

Modeliranje je postupak izrade umanjene kopije realnog sistema i kreiranje njegove logičke zamene.

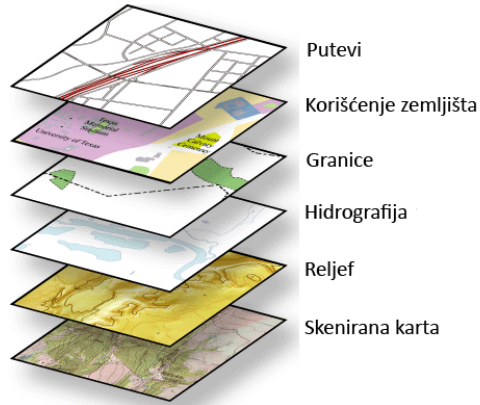
Putem modela podataka se u GIS-u pokušava predstaviti realan svet.



16

Slojevi - Layers

Podaci pohranjeni u GIS-u se razdvajaju u slojeve, prema vrsti podataka koji su prikazani.



17

Tipovi podataka

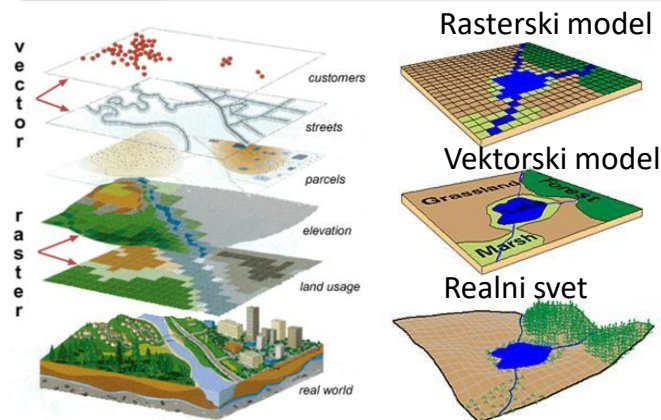
U GIS mogu biti pohranjeni podaci u sledećim oblicima:

- Vektorski podaci
- Rasterski podaci
- Tekstualni/Alfa-numerički podaci

Za razliku od tradicionalnog GIS-a, u modernom GIS-u je moguće pohraniti i multimedijalne podatke (zvučni zapis, animacija, video zapis ...).

18

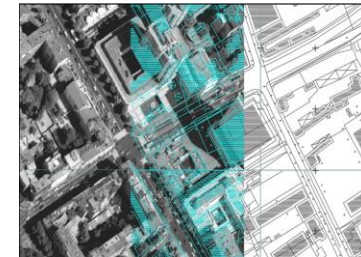
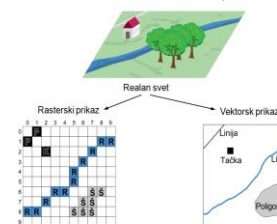
Rasterski i vektorski model podataka



19

Rasterski i vektorski model podataka

Rasterski i vektorski model podataka



20

Rasterski model podataka

Svaka ćelija (piksel) ima određenu vrednost i veličinu

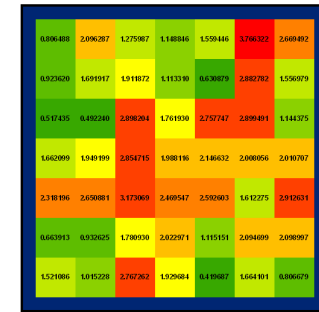
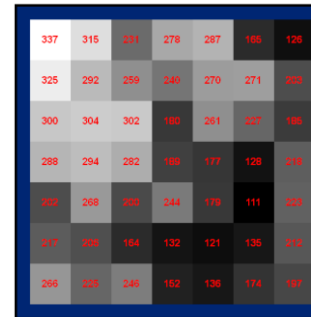
Vrednost ćelije se može definisati:

- Na osnovu tipa podataka
 - Celobrojne vrednosti
 - Decimalne vrednosti
- Na osnovu broja kanala (bandova)
 - Single band
 - Multi-band → Remotely sensed data (daljinska detekcija)

21

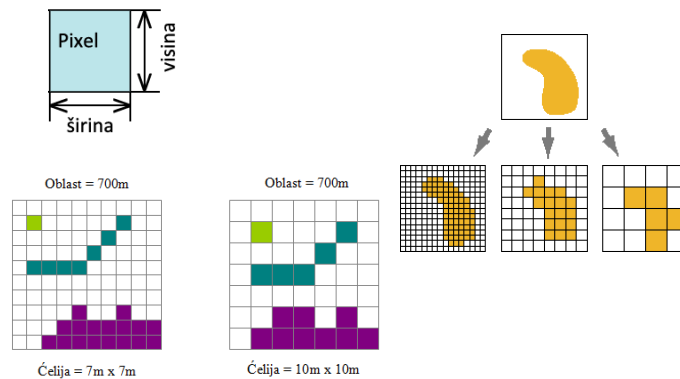
Prikaz rasterskih podataka

Radi se vizualizacije vrednosti, vrednost piksela se može prikazati putem boje ili nijanse sive.



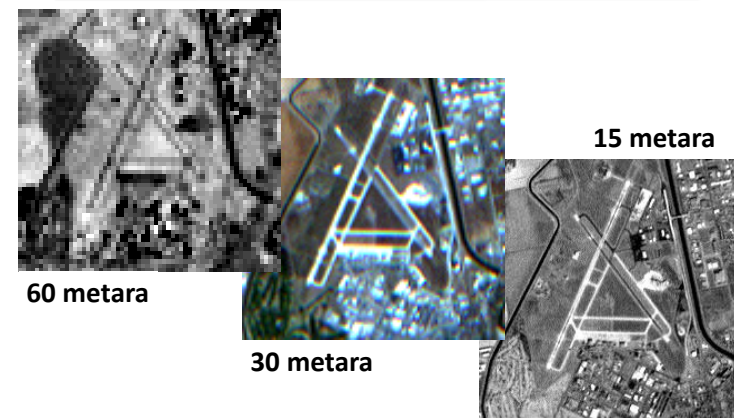
22

Veličina piksela



23

Veličina piksela



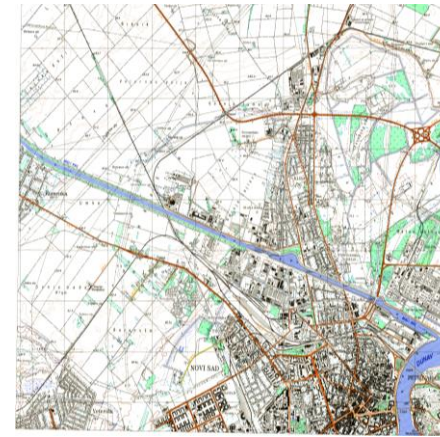
24

Rasterski model podataka Satelitski ili avionski snimci



25

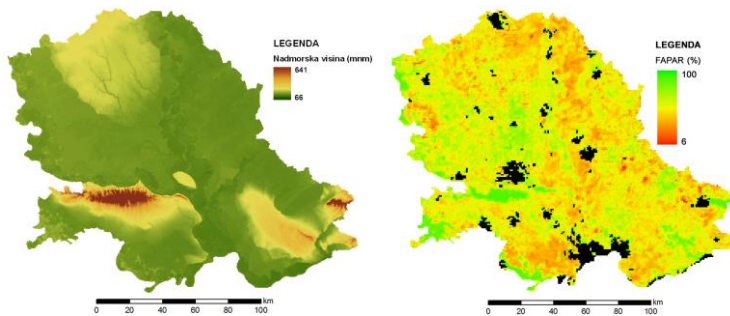
Rasterski model podataka Skenirane karte



26

Korišćenje rastera u GIS-u

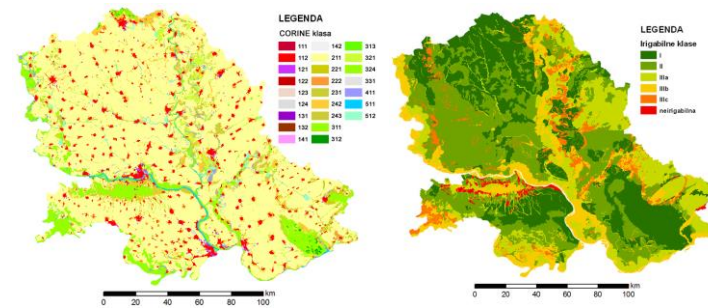
Kontinualne površine



27

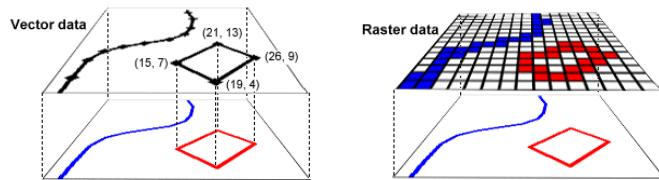
Korišćenje rastera u GIS-u

Tematske mape



28

Rasterski i vektorski model



29

Vektorski model podataka

- Vektorski prikaz je najpogodniji za prikaz nekih diskretnih pojava na zemljinoj površi, odnosno **Entiteta** (eng. **Feature**).
- Vektorski prikaz omogućava korisniku da tačno specificira poziciju u kontinualnom prostoru putem parova koordinata (X, Y)

30

Vektorski model podataka

- U vektorskom prikazu se realan svet prikazuje putem osnovnih vektorskih entiteta, koji se unose u GIS, zajedno sa podacima koji su vezani za te entitete.

31

Osnovni entiteti

Realan svet se nastoji prikazati putem tri osnovna prostorna entiteta:

- Tačka (Point)
- Linija (Polyline)
- Površina (Polygon)

32

32

Osnovni entiteti

- Osnova vektorskog prikaza su tačke koje su memorisane sa njihovim koordinatama
- Linija spaja dve tačke
- Polilinija je niz linija
- Poligon je definisan za zatvorenom polilinijom

33

33

Tačka

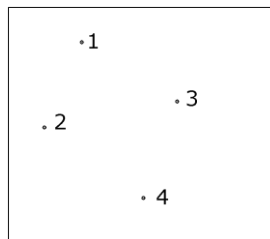
- Tačka – geometrijski objekt bez dimenzija. U praksi je to objekt koji je jako malih dimenzija, s obzirom na razmeru prikaza.
- Za tačku se može vezati lokacija
- Tačkasti objekti u prostoru se mogu prikazati skupom odvojenih tačaka.
- Primeri: mesto uzorkovanja zemljišta ili vode, bunar, saobraćajni znak

34

34

Tačka

- Tačka se definiše parom koordinata



Tačka	Koordinate (X, Y)
1	(48, 133)
2	(23, 77)
3	(88,30)
4	(110,95)

35

35

Linija (eng. Polyline)

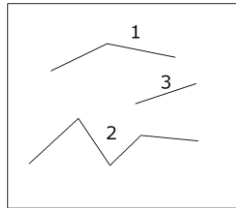
- Linija – jednodimenzionalni geometrijski objekt.
- Linija povezuje dve ili više tačaka u ravni.
- Osobine linije su lokacija i dužina.
- Tačke između početne i krajnje tačke definišu oblik linije.
- Niz pravih linija koje se nastavljaju čini poliliniju
- Primeri: saobraćajnice, razni vodovi, žičare ...

36

36

Linija (eng. Polyline)

- Linija se definiše sa koordinatama niza tačaka



Linija	Koordinate (X, Y)
1	(33, 105) (75, 126) (127, 115)
2	(16, 34) (54, 69) (77, 33) (101, 56) (143, 95)
3	(97, 80) (143, 95)

37

37

Površina (eng. Polygon)

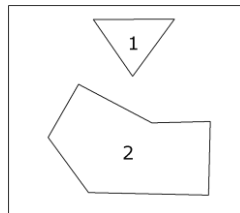
- Površina – dvodimenzionalni objekat u ravni
- Površinu opisuje zatvorena polilinija, odnosno niz linija koje se nigde ne presecaju
- Osobine poligona su lokacija, površina i obim
- Poligon (površina) može se pojavljivati samostalno ili da se graniči sa drugim površinama.
- Pogodna za prikaz poljoprivrednih parcela, tipova zemljišta, vodenih površina ...

38

38

Poligon

- Poligon se definiše sa koordinatama niza tačaka

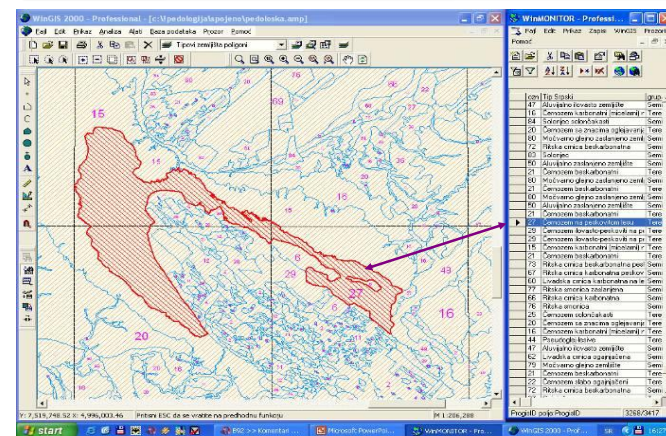


Poligon	Koordinate (X, Y)
1	(63, 146) (123, 146) (92, 103)
2	(30, 58) (52, 98) (107, 69) (150, 70) (150, 15) (60, 17)

39

39

Atributni podaci



40

Atributna tabela

Vrste podataka koji mogu biti pohranjeni u atributnu tabelu:

- **Logički** (tačno/netačno odnosno 1/0)
- **Celobrojni** (celi brojevi od $-\infty$ do $+\infty$)
- **Realni** (realni brojevi od $-\infty$ do $+\infty$)
- **Tekstualni**
- **Datumski** – poseban oblik celobrojnih podataka
- **BLOB** – veliki binarni objekti

41

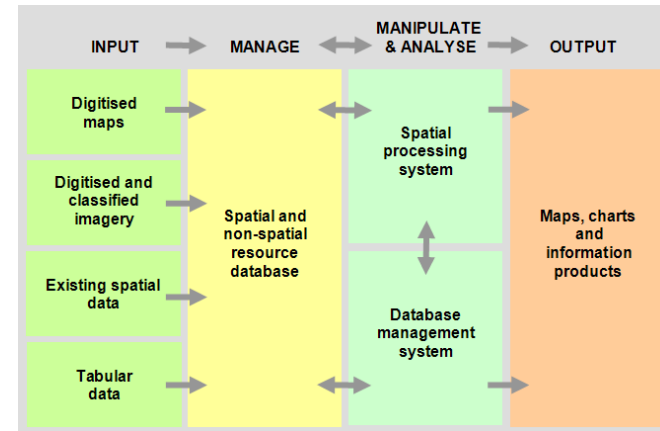
Unos podataka

Podsistem za unos podataka omogućuje prihvatanje podataka iz različitih izvora i njihovu transformaciju u digitalni format.

Izvori podataka mogu biti: papirne karte, satelitski i aerofotogrametrijski snimci, zapisnici detaljnog snimanja sa terena, različiti tabelarni podaci itd.

43

GIS podsistemi



42

Čuvanje podataka

Podsistem za čuvanje podataka omogućuje pohranjivanje kako prostornih, tako i atributnih podataka, njihovu organizaciju radi brzog pronalaženja i analize od strane korisnika. Omogućuje brzo i tačno ažuriranje podataka.

Kako bi se postigli traženi zahtevi, podaci su pohranjeni u odgovarajuće baze podataka.

44

Rukovanje podacima i analize

Podsistem za rukovanje podacima i njihovu analizu se smatra za "srce" svakog GIS-a, i predstavlja razliku između GIS-a i drugih informacionih sistema odnosno CAD sistema.

On omogućuje korisnik definiše i izvršava odgovarajuće procedure, kojima se iz pohranjenih prostornih i atributnih podataka dobiju izvedeni podaci.

45

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 podela na:

- Primarno prikupljanje podataka
- Sekundarno prikupljanje podataka

47

47

Izlaz podataka

Putem ovog podsistema se izvedeni podaci mogu prezentovati kao ekranski prikazi, štampane karte, tabelarni prikazi, grafikoni i izveštaji u drugim oblicima.

46

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.

48

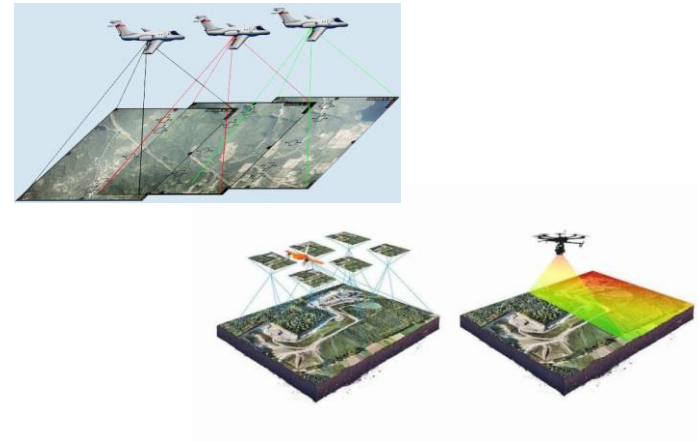
48

Geodetsko snimanje



49

Aerofotogrametrijsko snimanje



50

Digitalizacija analognih podatka

- Podaci u analognom obliku: štampane karte, geodetski planovi i druge topografske podloge se moraju prevesti u digitalni oblik, kako bi mogli biti korišćeni u okviru GIS.
- Postupak prevođenja analognih podataka u digitalni oblik se naziva **digitalizacija**.

51

51

Tabla za digitalizaciju



52

52

Tabla za digitalizaciju



53

53

Digitalizacija sa skenirane topografske podloge

- Umesto korišćenja digitajzerske table, digitalizacija može da se vrši na monitoru računara. Kod ovog načina digitalizacije je položaj tela osobe koji vrši digitalizaciju je sedeći i uspravan. Zbog toga je ovaj postupak digitalizacije manje naporan.
- Za primenu ovog postupka digitalizacije, prvi korak je skeniranje topografske podloge (karte ili plana odštampanih na papiru) u analognom formatu.

54

54

Georeferenciranje rastera

- U postupku georeferenciranja se utvrđuju parametri transformacije pomoću kojih se pozicija svakog piksela skenirane karte transformiše na odgovarajuće mesto u državnom koordinatnom sistemu.
- Za utvrđivanje ovih parametara potrebno je, za određen broj karakterističnih tačaka, prikazanih na skeniranoj podlozi poznavati i njihove koordinate u koordinatnom sistemu u koji se vrši transformacija.

55

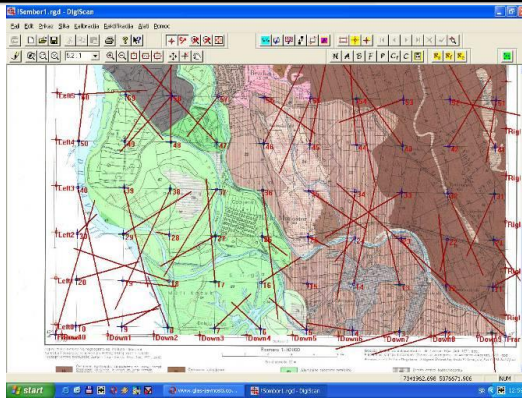
55

Georeferenciranje rastera

- Transformacija rastera putem rotacije i promene razmere
- Postavljanje rastera na odgovarajuće mesto u koordinatnom sistemu
- Afina transformacija: neophodno 3 tačke
- Veći broj merenih tačaka na rasteru u postupku georeferenciranja - bolje određivanje parametara za georeferenciranje

56

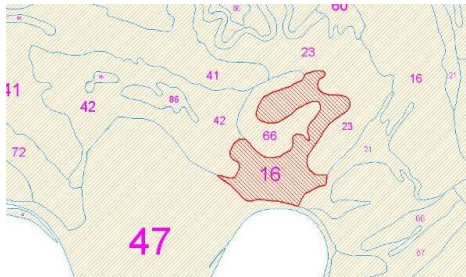
Georeferenciranje rastera – pre transformacije



57

Digitalizacija sa georeferencirane podloge

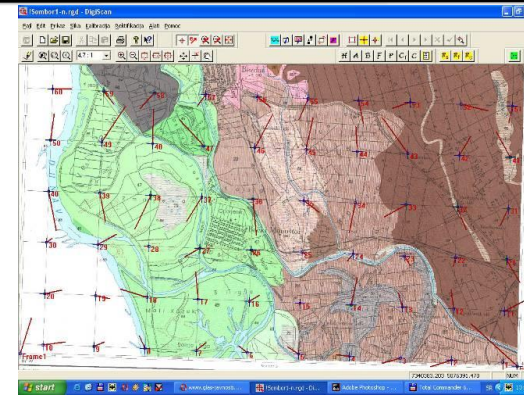
- Nakon završene digitalizacije se skenirana podloga može ukloniti iz projekta i dalje se mogu koristiti dobijeni vektorski podaci.



59

59

Georeferenciranje rastera – posle transformacije



58

Vizuelizacija prostornih podataka

Kao jedan od najsvikovitijih načina vizuelizacije podataka pohranjenih u bazama podataka jednog GIS-a je izrada kartografskog prikaza nekog područja na kojem će pomoću raznih tehnika biti prikazani neki podaci sadržani u bazi podataka.

Za razliku od neke karte, napravljene u grafičkom programu, kod karata izrađene u GIS aplikacijama, svaka promena u sadržaju baze podataka će se prikazati i na formiranom kartografskom prikazu.

60

Elemeti karte

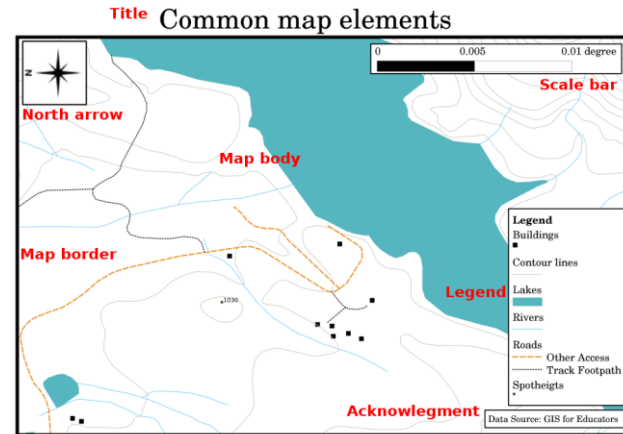
Osnovni elemeti karte su:

- Naziv karte
- Koristan prostor karte sa kartografskim prikazom
- Legenda
- Znak severa
- Razmernik
- Dodatne informacije kao što su: Izvor podataka, koordinatni sistem, projekcija itd.

61

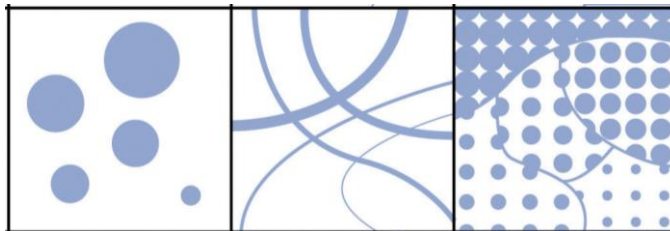
61

Elementi karte



62

Veličina simbola

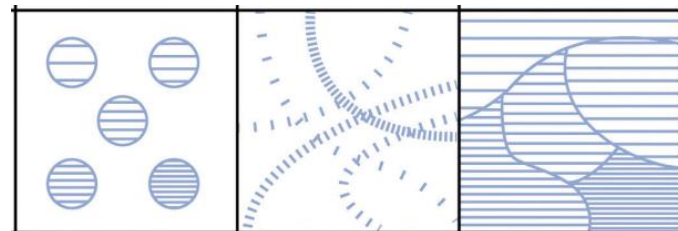


Korišćenje promene veličine simbola kod tačkastih, linijskih i površinskih objekata

63

63

Korišćenje teksture

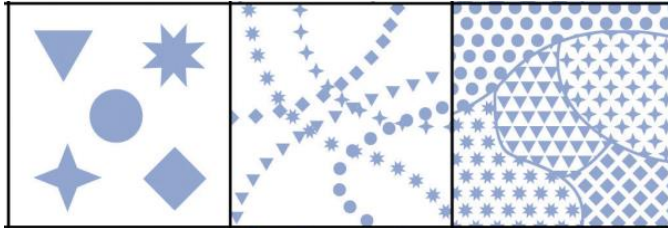


Korišćenje promene gustine teksture kod tačkastih, linijskih i površinskih objekata

64

64

Korišćenje šare



Korišćenje promene šare kod tačkastih, linijskih i površinskih objekata

65

65

Klasiranje podataka

- Klasiranje podataka je razvrstavanje podataka u nekoliko klasa – grupa, kako bi se za svaki podatak koji će biti prikazan na karti dodelio odgovarajući, simbol, boja ili nijansa neke boje.
- U postupku klasifikacije se definiše broj grupa i granice između grupa
- Postoji više metoda klasifikacije. U zavisnosti od primenjen metode klasifikacije se mogu dobiti različiti efekti u prikazu određenih podataka.

67

67

Piktogrami



66

66

Tipovi GIS-a

Geobaze podataka

GIS je sveobuhvatna baza podataka koja sadrži skupove podataka koje predstavljaju geografske informacije u smislu generičkog GIS modela podataka (vektorski objekti, tačke, linije), rasteri, topologije, mreže, itd.

Geovizualizacija

GIS je skup integrisanih mapa i drugih prikaza koji pokazuju karakteristike zemljine površine i njihove odnose. Mogu se konstruisati mape koje prikazuju različite slojeve geografskih informacija i iste se mogu koristiti kao prozori u bazi podataka da bi se podržala ispitivanja, analize i uređivanje informacija

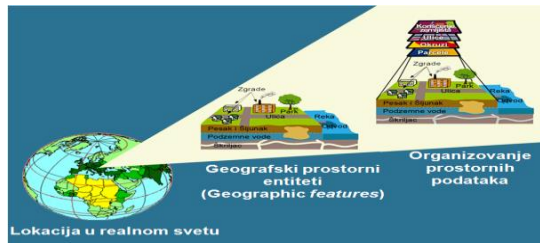
Geoprociranje

GIS je skup alata za transformaciju informacija koji iz postojećih skupova podataka izvodi nove. Ove funkcije geoprociranja primaju analitičke funkcije postojećih skupova podataka i rezultate zapisuju u novoizvedene skupove podataka

68

Tematski slojevi i skupovi podataka GIS-a

GIS organizuje geografske podatke u tematske slojeve i tabele. Kako su geografski skupovi podataka u GIS-u georeferencirani, oni imaju realne lokacije i međusobno se preklapaju. Homogeni skupovi prostornih objekata su organizovani u slojeve kao što su parcele, izvori, zgrade, ortofoto snimci i raster digitalni modeli. Precizno definisani skupovi prostornih podataka su od presudnog značaja za praktičnu upotrebu geografskih informacionih sistema, dok je princip tematskih slojeva od velikog značaja za GIS skupove podataka.



69

Primena GIS-a

- **Šumarstvo** – upravljanje i planiranje i optimizacija seče i sadnje.
- **Hitne službe** – optimizacija puta za intervencije hitnih službi, prostorne analize incidenata
- **Navigacija** – kopnena, vazдушna, morska.
- **Marketing** – položaj ciljnih grupa, dostava
- **Osiguranje** – vrednost imovine u odnosu na lokaciju

71

71

Primena GIS-a

- **Poljoprivreda** – praćenje i upravljanje procesima u poljoprivredi od nivoa poljoprivrednog gazdinstva do nivoa države
- **Arheologija** – Opis radilišta i procena kontura
- **Životna sredina** – praćenje, modeliranje i upravljanje zemljištem, vodom, vazduhom i ostalim komponentama životne sredine
- **Epidemiologija i zdravstvo** – praćenje i analiza pojave bolesti u prostoru.

70

70

Primena GIS-a

- **Regionalno i lokalno planiranje** – izrada prostornih planova
- **Putevi i železnice** – upravljanje, održavanje i planiranje mreže saobraćajnica
- **Projektovanje** – računanje količina zemljanih radova i potrebnog materijala
- **Društvene nauke** – praćenje stanja i promene demografije

72

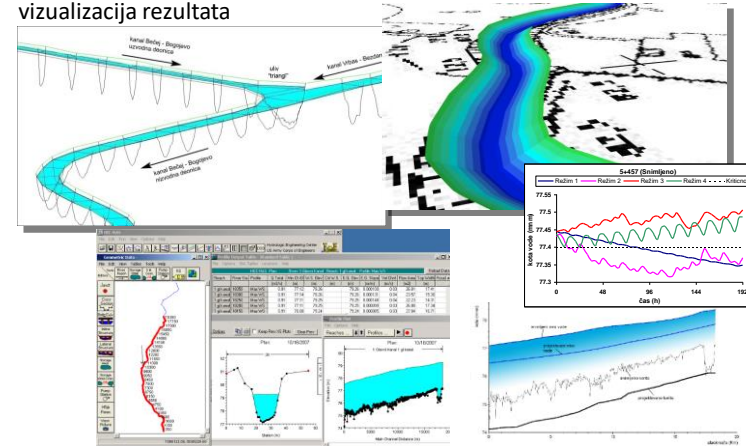
72

Primena GIS-a

- **Turizam** – evidentiranje turističkih lokacija, analiza i upravljanje turističkim kapacitetima prema lokaciji
- **Vodovi** – planiranje, upravljanje, održavanje i analiza rada različitih vodova: vodovod, gasovod, naftovod, električni vodovi, telekomunikacije ...

73

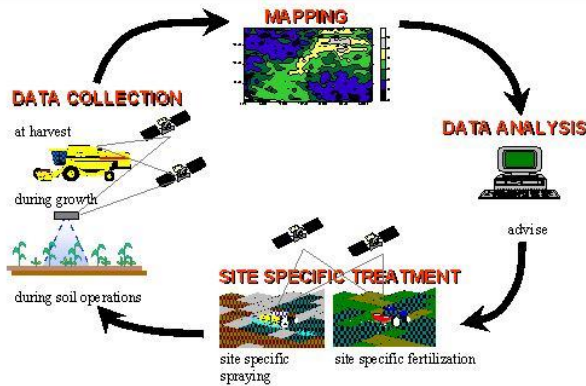
Priprema ulaznih podataka za potrebe hidrauličkih modela i vizualizacija rezultata



74

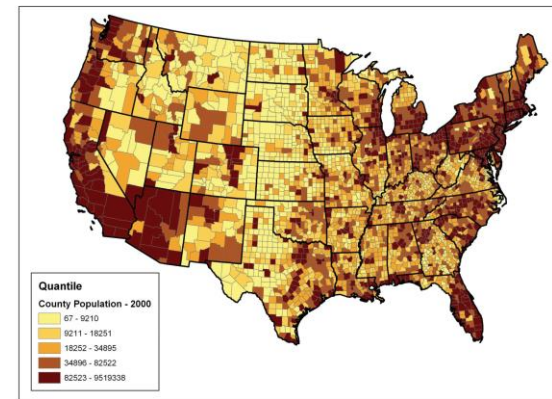
GIS u preciznoj poljoprivredi

Precision Agriculture Cycle



75

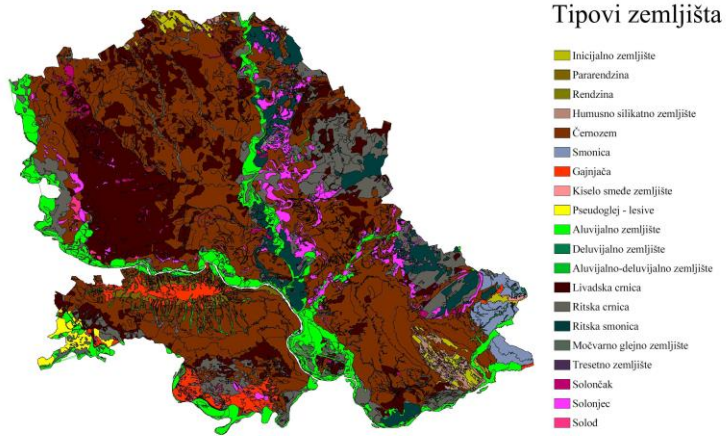
Jednak broj podataka - Quantile



76

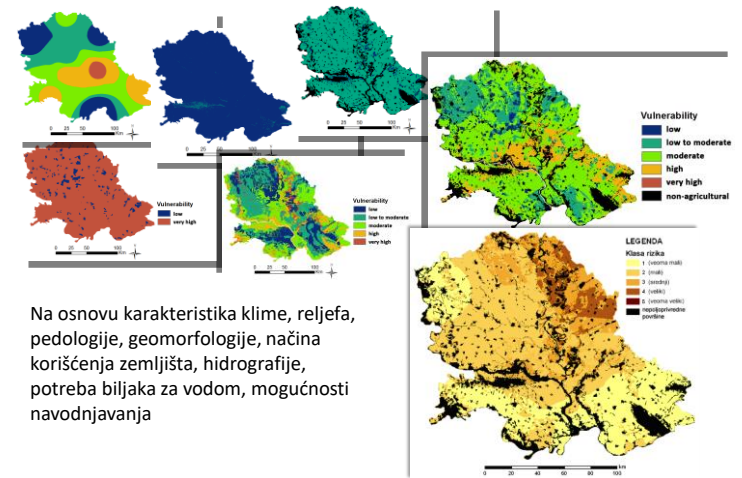
76

Pedološka karta Vojvodine



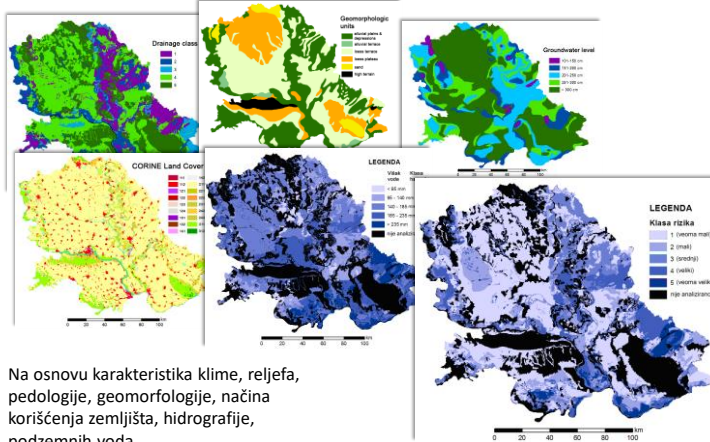
77

Procena rizika od suše



78

Procena rizika od suvišnih unutrašnjih voda

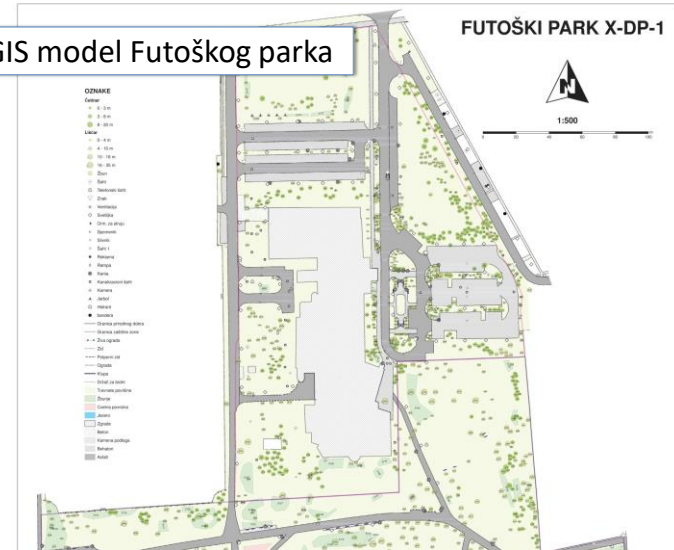


Na osnovu karakteristika klime, reljefa, pedologije, geomorfologije, načina korišćenja zemljišta, hidrografije, podzemnih voda

79

79

GIS model Futoškog parka



80

