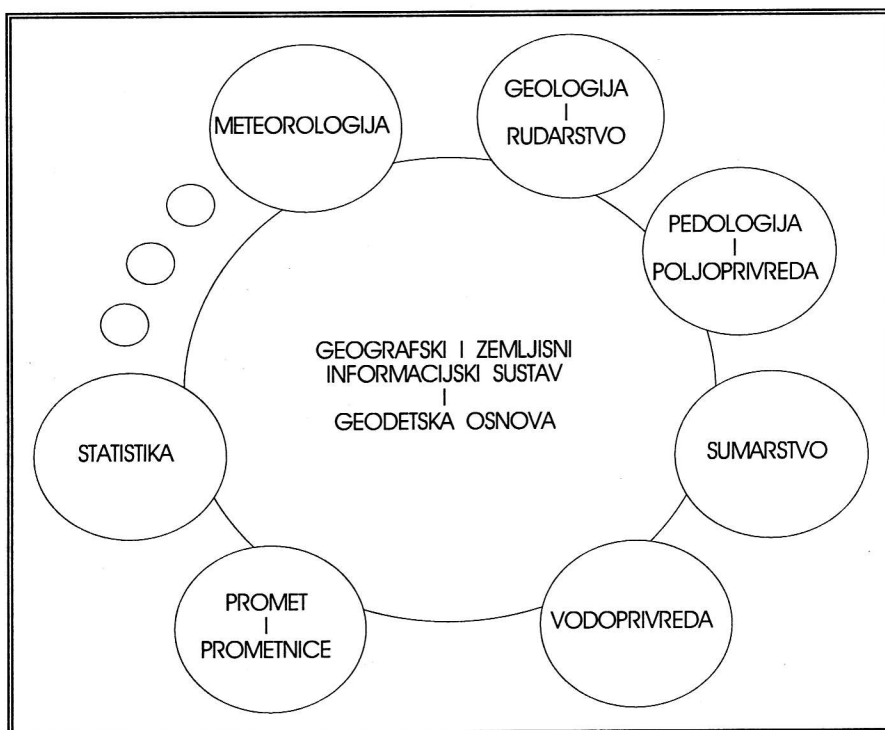


2.

GIZIS kao suvremena tehnologija

2.1. Što je to GIZIS?

Geografski i zemljišni informacijski sustav (GIZIS) informatički je sustav o cjelokupnom zemljinom prostoru i namijenjen je njegovom uspješnom gospodarenju. On obuhvaća litosferu, hidrosferu, biosferu i atmosferu. Zbog toga su u ovaj informacijski sustav (IS) uključena razna stručna područja i djelatnosti. On zadire u geodeziju, geologiju, poljoprivredu, šumarstvo, vodoprivredu, planiranje i uređenje prostora, promet i prometnice, ekologiju, oceanografiju, meteorologiju, itd. Općenito gledano uključuje niz stručnih informacijskih podsustava (IPS-ova). Dio informacija o prostoru su od zajedničkog ili višestranog interesa, pri čemu su ti interesi međusobno isprepleteni. Dakako, pri tome postoje podaci i informacije koje su internog karaktera za određenu struku, djelatnost ili instituciju. Geodetska, odnosno zemljovidna podloga u manjoj je ili većoj mjeri zajednička za sve stručne prostorne podsustave (Slika 1).



Slika 1: Koncept GIZIS-a s prikazom povezanosti i preklapanja podsustava

GIZIS je kratica za Geografski i zemljišni informacijski sustav (engl. *Geographic and Land Information System*).

On se može razložiti u dva dijela i to:

GIS - geografski informacijski sustav (engl. **GIS** - *Geographic Information System*) i
ZIS - zemljišni informacijski sustav (engl. **LIS** - *Land Information System*).

Pri tome se **GIS**, u užem smislu, odnosi na geografske objekte (entitete), koji po svojem sadržaju i točnosti odgovaraju zemljovidima s mjerilom sitnijim od 1:10.000

ZIS, pak, obuhvaća zemljišta (katastarske čestice), građevine i druge komunalne i slične objekte, koji su definirani sa znatno većom točnošću, pa su primjereni prikazu na planovima i zemljovida krupnih mjerila od 1:500, 1:1.000 pa do 1:10.000.

Ovdje treba naglasiti da je uobičajeno, kod nas i u svijetu, da se termin i kratica **GIS** koristi kao sveobuhvatni termin za informacijski sustav o prostoru, koji uključuje i **ZIS** i ranije definirani **GIS**.

Glavni predmet promatranja u **GIZIS**-u je geografski, odnosno prostorni objekt ili entitet.

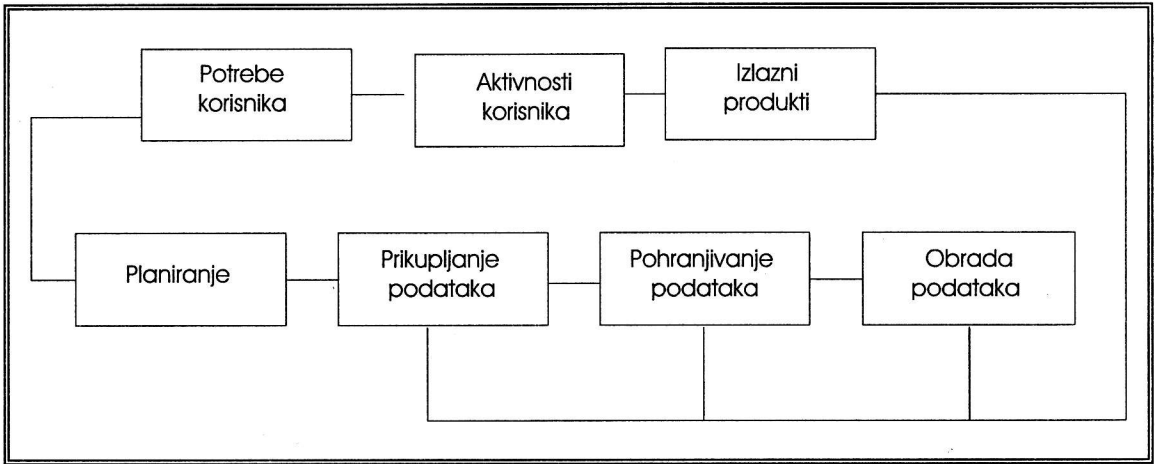
Geografski objekt je vrlo širok pojam, pa se tu ubrajaju: jezera, rijeke, ceste, željezničke pruge, razni vodovi (vodovodi, kanalizacija, dalekovodi, ...) naselja i objekti u njima, šume, poljoprivredne površine, teritorij općina, i sl.

Suština je da su svi ti objekti po koordinatama smješteni (definirani) u prostoru, s tim da su im pridruženi različiti opisni podaci, te zajedno čine geokodiranu bazu podataka.

2.2. GIZIS kao jedinstveni informacijski sustav

Zadatak je svakog informacijskog sustava (engl. **IS** - *Information System*) osiguravanje korisnicima podloge za pravodobno donošenje određenih odluka. Stoga je informacijski sustav niz operacija, koje polaze od planiranja operacija, prikupljanja podataka do pohranjivanja i analize tih podataka, te konačno pripreme valjanih informacija za donošenje stručnih, pouzdanih i pravovremenih odluka (Slika 2).

Geografski i zemljišni informacijski sustav u suštini se ne razlikuje od ostalih informacijskih sustava. **GIZIS** je **IS** zamišljen da radi s podacima koji su prostorno definirani koordinatama. On je specifičan u pogledu kompleksnosti, obujma i značaja.



Slika 2: Shematski prikaz toka informacija i postupaka u IS-u

GIZIS poput ostalih IS-a sastoji se od:

- ◇ djelatnika vezanih uz rad s računalom, tj. programiraju ga, unose podatke, operiraju s njim, održavaju ga, i dr. (engl. *Lifeware* - LW),
- ◇ programske potpore, koja omogućava funkcioniranje IS-a (engl. *Software* - SW),
- ◇ tehničke (sklopovske) osnovice, koja obuhvaća elektronička računala, terminale, periferne uređaje, komunikacijske vodove, i dr. (engl. *Hardware* - HW),
- ◇ modela podataka i odgovarajućih baza podataka (engl. *Database* - DB), koja je u GIZIS-u geokodirana, tj. prostorno definirana i sastoji se od prostornih podataka (koordinata) i pripadajućih opisnih podataka, te
- ◇ organizacijskih rješenja, postupaka, i dr. (engl. *Orgware* - OW).

GIZIS i njegova izgradnja ipak se ponešto razlikuju od općenitog IS-a. Projektiranje je vrlo specifično. Programiranje je ograničeno na izradu specifičnih aplikacija. Za projektiranje, razvoj i kasnije korištenje GIZIS-a potrebni su po specijalnostima posebno izučeni djelatnici. U GIZIS-u se koriste i posebno razvijeni programski proizvodi, tzv. GIS-programi. Oni su razvijeni prvenstveno zbog specifičnosti modela prostornih (geografskih) podataka. Ovi se podaci ne mogu organizirati i koristiti na uobičajeni način. Oni se, naime, pojavljuju kao nizovi (lanci) točaka sa zadanim koordinatama i eventualno visinama.

U GIZIS-u se koristi i specifična tehnička oprema. Osobna računala moraju biti opremljena grafičkim karticama, i dr. Kod većih zahtjeva koriste se grafičke radne stanice. Memorijski dijelovi računala moraju biti velikih kapaciteta. Također su potrebni specifični periferni uređaji, kao što su digitalizatori, crtala, i dr.

4.

GEOGRAFSKI OBJEKTI

4.1. Pojavni oblici geografskih objekata

Prostorni ili geografski objekti (entiteti) pojavljuju se u tri osnovna oblika i to kao:

- ◇ **točka** (eng. *Point*),
- ◇ **linija** (engl. *Arc, Line*) ili
- ◇ **površina** odnosno zatvoreni poligon ili kraće poligon (engl. *Polygon*) (Brukner, 1978).

Pojavni oblik objekta neposredno ovisi o točnosti kojom ga se želi definirati, a to je ovisno o mjerilu zemljovida s koje je eventualno preuzet ili na kojoj ga se želi prikazati.

Točkom se definiraju objekti koji nemaju dimenzija ili su po svojoj dimenziji tako mali da ih se ne može prikazati na drugi način. Geodetske i druge točke, u kojima je obavljeno neko mjerenje ili ispitivanje, nemaju dimenzija. Točkama s pripadajućim topografskim znakovima se inače prikazuju: stupovi, tornjevi, okna, bunari, bušotine, itd. Na zemljovidima mjerila 1:25.000 do 1:100.000 točkama se prikazuju zgrade, a u još sitnijim mjerilima cijela naselja.

Linijom se definiraju objekti koji su u prirodi zaista linijskog karaktera ili se zbog svoje male širine ne mogu drukčije prikazati. To su npr.: administrativno-upravne granice, razni vodovi, obala mora, i dr. Ovisno o mjerilu zemljovida linijama se definiraju prometnice, vodotoci, i sl.

Poligonom, odnosno zatvorenim linijama su omeđeni objekti površinskog karaktera kao što su: zgrade, katastarske čestice, različite površine u naseljima i izvan njih (na planovima krupnih mjerila), a šume, jezera, naftna ležišta, i dr. na zemljovidima sitnih mjerila). Njima se dodjeljuje jedna referentna točka, odnosno centroid (engl. *Label*) sa zadanim koordinatama.

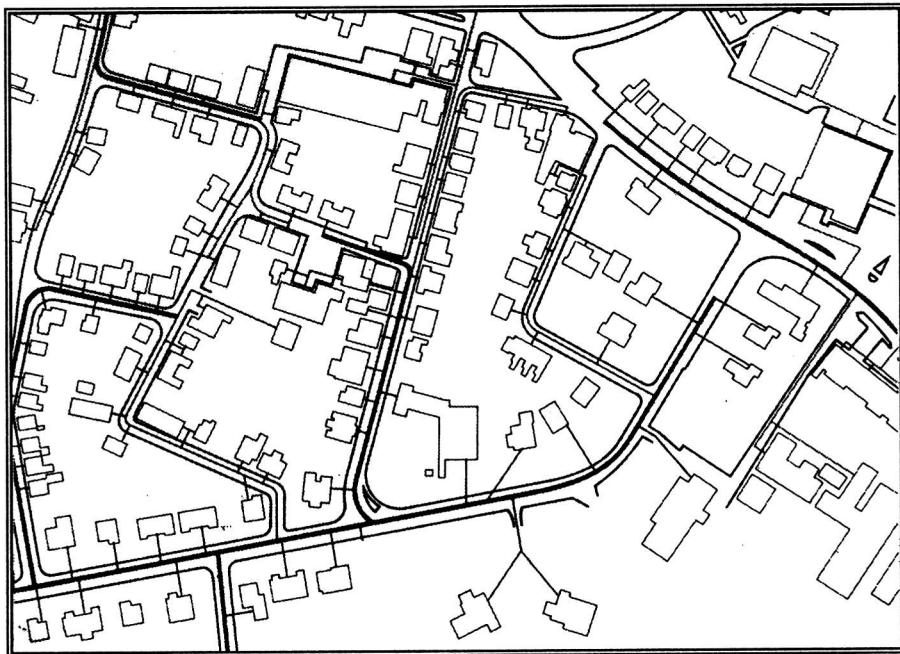
Iz osnovnih prostornih oblika (točaka, linija i poligona) izvode se **složene topološke strukture**:

- ◇ **mreže**:
 - linijske, kao što su mreže vodotoka, prometnica, dalekovoda, telefona (Slika 10), i sl.,
 - poligonalne, npr. mreže granica općina, različitih vegetacija, i sl.,

- ◇ plohe, kao što su reljef terena, podmorja, dna jezera, podzemnog sloja, i sl., a ovdje se mogu ubrojiti prikazi nekih fizičkih svojstava tla definiranog izolinijama,
- ◇ prostorna tijela omeđena ploham (npr. akumulacijska jezera, rudna nalazišta, i sl.).

Time je definiran digitalni model terena (engl. *Digital Terrain Model* - DTM).

Na slici 10 vidi se dio naselja s ulicama i građevinama (kućama). Po ulicama su položeni magistralni telefonski vodovi, a do građevina su položeni priključni vodovi koji zajedno čine mrežu telefonskih vodova.



Slika 10: Primjer mreže telefonskih linija (Unisys, ARGIS 4GE 1990)

4.2. Vektorski model geografskih podataka

Vektorski model geografskih podataka polazi od toga da su geografski objekti definirani koordinatama, a to su u pravilu koordinate usvojenog sustava države. Pri tome se mogu koristiti koordinate u ravnini, tj. parovi koordinata (Y,X) ili sve tri koordinate Y, X i visina Z (ili h), tj. (Y, X, Z).

Ovisno o obliku, geografski je objekt definiran jednom ili više točaka i njima pripadajućim koordinatama.

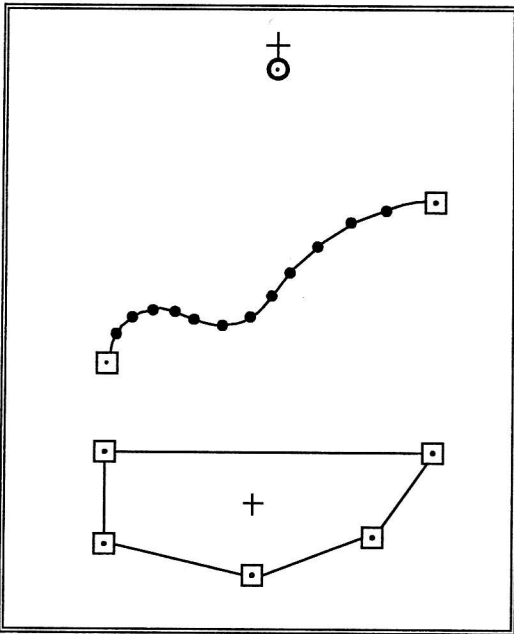
Geografski objekt u obliku točke definiran je, dakako, jednom točkom i njenim koordinatama.

Kod geografskog objekta u obliku **linije** mogu nastupiti dva slučaja:

- ◊ **linija je ravna** crta, pa se definira s dvije krajnje točke (i njihovim koordinatama) i
- ◊ **linija je zakrivljena** crta, pa se definira nizom točaka (i njihovim koordinatama).

Na krajevima linija su čvorne točke ili **čvorovi** (engl. *Node*).

Površinski geografski objekti u obliku **poligona** ograničeni su jednom ili više linija i prema tome, nizom točaka sa zadanim koordinatama. Već je bilo rečeno da se poligonima pridružuje jedna **referentna točka (centroid)** (engl. *Label*) određena svojim koordinatama (Slika 11).



Točkasti objekt (crkva) s pridruženim topografskim znakom.

Linijski element kao zakrivljena linija, aproksimirana nizom točaka s koordinatama i čvorovima na kraju.

Površinski (poligonalni) objekt (katastarska čestica) s pridruženim centroidom.

Slika 11: Shematski prikaz geografskih objekata u vektorskom obliku

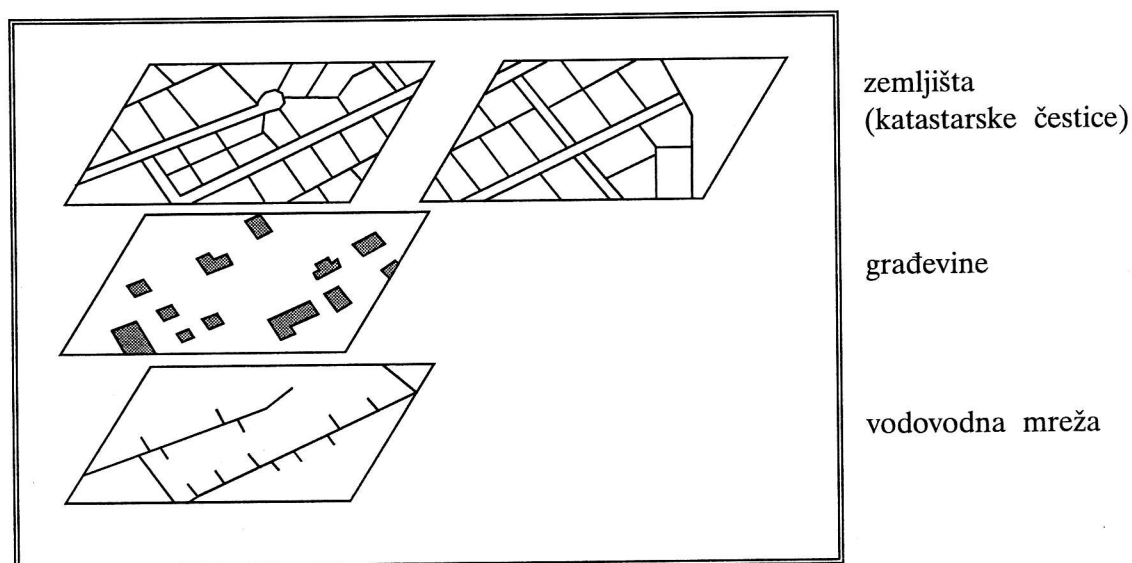
Svi geografski objekti ili njihovi dijelovi, tzv. **elementi** (engl. *Feature*), dobivaju automatski internu identifikaciju, kojoj korisnik može pridružiti svoju eksternu korisničku identifikaciju ili drugu oznaku. Na taj se način stvara imenik svih elemenata koji, osim identifikacije, sadrži podatke o duljini linije, površini poligona, i dr. Kod toga treba imati na umu, da se složeni linijski objekti (engl. *Poeyline*) obično razdjeljuju u više segmenata, odnosno linijskih elemenata.

Element je prema tome osnovna informatička jedinica, koja na svojim krajevima ima čvorove. Čvorovi su obično točke u kojima se spaja više linija. Tako su, npr., kod cesta čvorovi: križanja cesta, mostovi, izlazi s autoceste, i sl. Dodjelom korisničke identifikacije mogu se spojiti svi elementi jednog objekta (npr. ceste, rijeke, i sl).

Linijski element može, osim toga, biti zajednički segment od više prostornih entiteta, što može biti jedan od razloga segmentacije linijskog objekta. Tako npr. jedan potok može biti rub šume s jedne strane i rub pašnjaka s druge strane, te ujedno općinska granica, i sl., a da bi u bazi podataka trebao biti pohranjen samo na jednom mjestu (bez redundancije), što nije slučaj kod svih programskih proizvoda.

Prostorni se objekti obično dijele u **slojeve** (engl. *Layer*), koji se pri projektiranju baze podataka definiraju kao i njihov sadržaj. Tako se npr. formira posebni sloj za naselja, ceste, vodotoke, vrste vegetacije, izohipse, i dr.

Osim ove vertikalne podjele, postoji i podjela na **listove**, tj. **područja** koja pokrivaju određeni sloj na određenoj površini (engl. *Coverage*), čije se granice obično podudaraju s granicama lista zemljovida (Slika 12).



Slika 12: Shematski prikaz slojeva i područja

Programski paketi, dakako, omogućavaju spajanje listova i spajanje slojeva.

Ova su objašnjenja preuzeta od tvrtke ESRI, *Understanding GIS* (1990), kao što je prikazano na slici 12.

Postoje, međutim, i druga programska rješenja, kod kojih ne postoji podjela na područja (listove) ili čak i podjele na slojeve.

Iz svega prethodnog proizlazi da su u GIZIS-u u organizacijskom smislu prvenstveno zastupljene **linije** (*linijski i površinski objekti*), a da su **točke** (*točkasti objekti*) na neki način iznimni oblik. Koordinate točaka, koje definiraju linije, pohranjene su u obliku nizova (popisa). Ti nizovi koordinata čine neku vrstu datoteke ili tablice, a pridodano im je zaglavlje s identifikacijskim podacima.

U informatičkom se smislu pak točke i poligoni tretiraju na sličan način, jer je poligonu pridružena **referentna točka** (*centroid*) sa svojim koordinatama, pa su sve informacije prostorno vezane uz tu točku.

4.3. Rasterski model geografskih podataka

Kod rasterskog modela podataka cijela je površina promatranja prekrivena nizom redaka i stupaca, koji određuju mrežu točaka (engl. *Dot*) ili preciznije, određuju jedan raster (mozaik) malih površina ili ćelija, tzv. osnovnih elemenata slike (engl. *Picture Element*, skraćeno **PEL** ili **Pixel**), po čemu se i u nas koristi termin "piksel". Ovakva je mreža točaka prisutna na ekranima (zaslonima) računala, na kojima ih prekrivaju s određenom razlučivošću, odnosno gustoćom, tzv. rezolucijom.

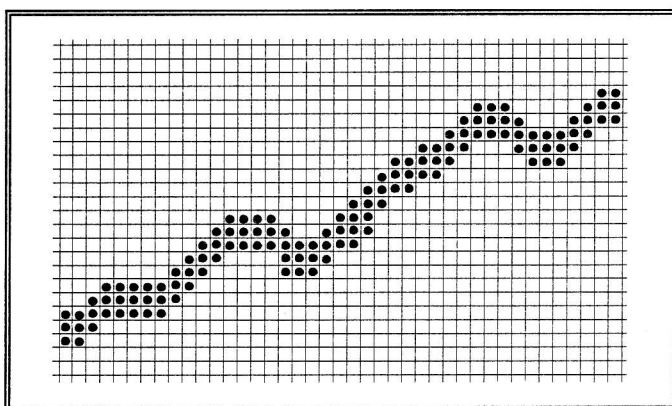
Mreža točaka (piksela) definirana redcima i stupcima predstavlja u stvari jednu matricu, odnosno jedan svojevrsni koordinatni sustav.

U računalu, odnosno bazi podataka, svaki je piksel definiran jednim bit-om (s vrijednošću 0 ili 1) kod crno-bijelih snimaka, jednim bajtom (= 8 bit-a) ili s više njih kod višebojnih snimaka.

Rasterski prikaz nekog područja najčešće je rezultat daljinske detekcije (satelitskih i avionskih snimaka) ili rezultat rasterske (točkaste) digitalizacije (skaniranja) zemljovida.

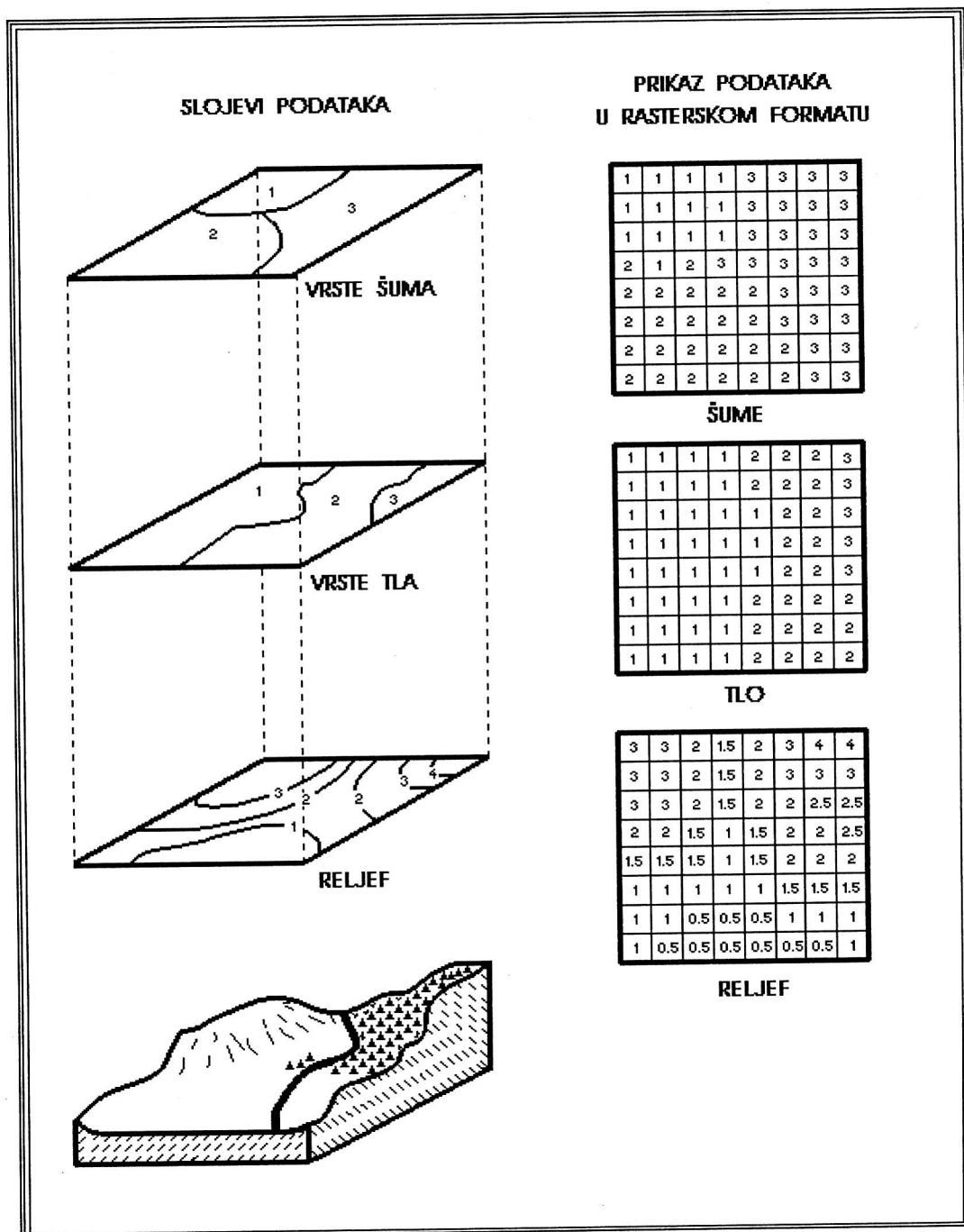
Geografski objekti u rasterskom konceptu imaju površinski karakter. Tako točkasti objekti često nisu prikazani s jednim pikselom, već redovito s jednom njihovom skupinom. Isto su tako linije predstavljene određenom širinom tj. određenim poprečnim brojem piksela uzduž linije (Slika 13).

Vrlo su često rasterske snimke podloga na kojoj se obavlja **vektORIZACIJA** geografskih objekata.



Slika 13: Shematski prikaz linije u rasterskom obliku

Rasterski podaci također se često pojavljuju u slojevima, bilo da su rezultat višekanalnih satelitskih snimaka ili su rezultat skaniranja odvojenim bojama (Slika 14). Na lijevoj strani slike prikazano je nekoliko slojeva s odgovarajućim sadržajem. Na desnoj strani slike su odgovarajući pikseli (s karikiranom veličinom), koji odgovaraju lijevim površinama, a označeni su brojevima.



Slika 14: Shematski prikaz slojeva u rasterskom modelu podataka (Aronoff, 1991)

Za usporedbu rasterskog i vektorskog modela podataka, njihovih prednosti i nedostataka može poslužiti tablica (Aronoff, 1991) na slikama 15 i 16.

RASTERSKI MODEL

Prednosti	Nedostaci
Jednostavna struktura podataka	Struktura rasterskih podataka je manje kompaktna, ali se to može često riješiti komprimiranjem podataka.
Operacije slojevitog prikazivanja su jednostavne i efikasne.	Topološka srodstva se mnogo teže prikazuju.
Važnije prostorne razlike uspješno se prikazuju u rasterskom obliku.	Grafički izlazi su estetski manje dopadljivi, jer npr. granice često imaju uglasti oblik u odnosu prema ravnim linijama ručno crtanim. Ta se pojava može prevladati velikim brojem piksela što opet iziskuje povećan broj datoteka.
Rasterski model je pogodan za efikasno rukovanje i povećavanje digitalnih snimaka.	

Slika 15: Prednosti i nedostaci rasterskog modela podataka

VEKTORSKI MODEL

Prednosti	Nedostaci
Kompaktnija struktura podataka nego u rasterskom modelu.	Mnogo je kompleksnija struktura podataka nego kod rasterskog modela.
Efikasnija topologija rezultira efikasnijem izvođenju operacija koje zahtijevaju topološke informacije kao što su mrežne analize.	Slojevita obrada podataka je znatno teža.
Vektorski model je bolje prilagođen za podržavanje grafike, poput klasičnih zemljovida.	Prikaz čestih prostornih promjena nije efikasan.
	Obrada digitalnih snimaka može biti manje efikasna.

Slika 16: Prednosti i nedostaci vektorskog modela podataka