

Integrirani geografski informacijski sistem

*Boris Vakanjac
Miloš Ninković*

Proučavanje životne sredine i njena zaštita postaju sve neophodniji. Istraživanja životne sredine nije više stvar geografije, biologije ili uopšte nauka o Zemlji, već ono predstavlja predmet interesovanja niza fundamentalnih i primenjenih nauka, ali i praksa svakodnevnice.

Kada govorimo o problemima zaštite životne sredine srećemo se i sa drugim izrazima: čovekova sredina, okolina, prirodna sredina, radna sredina. Svaki od njih odnosi se na određeni deo prostora na planeti Zemlji, ne zavise od njegove veličine. U ovim podelama ključnu ulogu su imali sociološki, urbanistički, medicinski i ekonomski prilazi, koji su doveli do nastanka niza užih lokalnih sredina.

Pod pojmom "životna sredina" podrazumevamo prostor i okolinu u kojoj živa bića provode svoj život u stalnim međusobnim odnosima, sa svim unutrašnjim i spoljašnjim faktorima i uslovima koji daju i održavaju život (Đukanović, 1991).

Radom i drugim aktivnostima čovek i ljudsko društvo menjaju životnu sredinu. Nekoliko miliona godina unazad naša planeta predstavlja arenu života, ali i svih drugih proizvodnih i kulturnih aktivnosti ljudi. Svojim radnim aktivnostima ljudi su u prirodi ostavili tragove. Ti tragovi sa razvojem ljudskog društva postaju sve značajniji i obimniji. Izmene koje ljudi čine u svom okruženju nisu značajne samo po obimu i intenzitetu, već se bitno menja i kvalitet sredine u kojoj ljudi žive. Naročito su se desile velike promene sredinom 20-og veka, jer sa izgradnjom složenog i snažnog tehničko-tehnološkog sistema u ljudskim rukama su se našle snaga i energija neslućenog intenziteta tako da je čovek postao nezaobilazan menjajući faktor prirode. To je posebno izraženo u poslednjih 50 godina od početka primene nuklearne energije i sintetizovanih materijala (Lješević i Živkoivć, 2001).

Problem životne sredine, njen značaj i aktuelnost dobili su odavno i međunarodnu verifikaciju. Tako, od 1913 godine, kada je održana prva međunarodna konferencija o zaštiti prirode pa do Stokholmske konferencije 1972., konferencije UN o životnoj sredini (UNCED) u Rio de Žaneiru 1992. god. i Helsinške konferencije KEBS-a koja se u posebnom poglavlju završnog dokumenta bavi problematikom životne sredine. Tada je konstatovano da "zaštita i poboljšanje životne sredine, takođe i zaštita prirode i racionalno iskoršćavanje njenih rezervi, u interesu sadašnjeg i budućih pokolenja, predstavlja jedan od zadataka, koji imaju veliki značaj za blagostanje naroda i ekonomski razvitak svih država i da mnogi problemi životne sredine, naročito u Evropi, mogu da budu rešeni efikasno, samo putem tesne međunarodne saradnje.

Izučavanje uzajamnih veza i odnosa između prirode i društva predstavlja složen teorijski i metodološki zadatak koji podrazumeva determinisanje uzročno-posledičnih veza u uzajamnom delovanju između

prirodne sredine i društvenih potreba i aktivnosti. Odrediti najbolje mere za otklanjanje uzroka i negativnih posledica tehnološke aktivnosti je složen zadatak.

Destruktivno delovanje savremenog načina življenja sada već više milijardi ljudi na Zemlji, dovodi u pitanje opstanak globalnog geoeosistema, u kome mogu da nastupe takve promene koje će neumitno ugroziti opstanak čoveka na Zemlji. Prirodni sistemi na Zemlji će se, iako za izvesno vreme poremećeni, docnije bez čoveka i dalje uspešno razvijati. Jedini gubitnik će biti čovek.

1. Metode istraživanja životne sredine

Životna sredina predstavlja kompleks prirodnih i društvenih pojava i odnosa. To znači da istraživanje životne sredine nameće potrebu uključivanja niza prirodnih i društvenih nauka, a za rešavanje određenih problema na relaciji odnosa prirode i društva i ljudskog mišljenja i filozofije.

Životna sredina, kao univerzalni kompleks procesa i pojava zahteva primenu raznih metoda istraživanja. Da bi istraživali pojedine elemente životne sredine kao što su voda, vazduh, tlo i sl., neophodno je da koristimo metode hemije, fizike, pedologije, biologije i drugih elementarnih nauka. Ako želimo da istražujemo komponente životne sredine (klimu, reljef, ekosisteme, ljudsko društvo) moramo se poslužiti kompleksnijim metodama ekologije, geografije, sociologije i sličnih nauka.

Nauku o životnoj sredini je moguće razmatrati kao opštu metodološku osnovu koja objedinjava različite specijaliste koji se bave istraživanjem međuodnosa sredine i ljudi. Drugim rečima, sinteza znanja mora biti usredsređena na kompleks izučavanja svih odnosa i pojava usmerenih na razvoj čoveka, a na prirodno-istorijskom planu otkrivanja njegovih stvaralačkih potencijala i psihofizičkih mogućnosti. (Čekerevac i dr. 2010)

U klasifikaciji metoda koje se koriste pri istraživanju životne sredine pošli smo od klasične podele metoda na opšte i posebne.

Opšte metode se koriste u velikom broju nauka (ako ne i u svim naukama) i pomoću njih razvijamo samu tehnologiju istraživačkog rada. One su te koje se bave opštim pitanjima saznanja, a u saznanjima o životnoj sredini nalaze punu primenu, pogotovu što je sredina veoma kompleksan predmet ljudskog interesovanja.

Posebne metode služe za istraživanje konkretne problematike životne sredine. Napomenimo da treba razlikovati razne tehnološke metode koje se koriste u zaštiti, prečišćavanju i unapređivanju životne sredine od metoda istraživanja same životne sredine. One treba da daju odgovore kako, zašto i koliko se nešto dešava u našem okruženju, odnosno životnoj sredini.

U okviru posebnih metoda istraživanja životne sredine izdvojili smo dve grupe: *metode neposrednih istraživanja i metode saopštavanja istraženih rezultata*. Prva grupa pripada pravoj metodologiji nauke o životnoj sredini, a druga bi se pre mogla svrstati u metodiku nauke o životnoj sredini.

Metode u istraživanju životne sredine se dele u 4 velike grupe metoda i to:

- Teorijske metode i postupci izučavanja životne sredine,
- Posebne metode istraživanja životne sredine,
- Metode evaluacije životne sredine,
- Kartografski metod istraživanja životne sredine.

Sa stanovišta primene geografskih informacionih sistema (GIS) u postupku istraživanja životne sredine, može se zaključiti da GIS sistemi u metodološkom smislu pripadaju svakoj od gore navedenih grupa metoda. Ovakav zaključak se nameće kao posledica kompleksnosti pri uspostavljanju, funkcionisanju i korišćenju GIS sistema u postupcima proučavanja životne sredine. GIS sistem je sposoban da pri uspostavi baze podataka vrši analizu, sintezu i klasifikaciju prostornih podataka i vrši njihovo modelovanje, što predstavlja osnovne teorijske metodološke pristupe. Sistem pomoću osnovnih alata za obradu i manipulaciju podataka, kao i dodatnim paketima alata posebne namene (alati za različite tipove modelovanja na primer: pojave i stepen razvoja erozije zemljišta, otapanje glečera, modelovanje hazardnih situacija i akcidenata, predviđanja i praćenja raznih pojava i procesa iz prirodne sredine itd.) obuhvataju aspekte posebnih metoda i metoda evaluacije životne sredine. Na kraju, kao izlazni podaci, dobijaju se informacije za upotrebu o ispitivanoj pojavi ili procesu iz životne sredine. Takve informacije mogu biti u vidu različitih tematskih karata, na osnovu kojih se GIS sistemi mogu svrstati u kartografske metode istraživanja životne sredine.

1.1. Značaj primene tehnologija GIS-a

Nije lako precizno definisati geografske informacione sisteme, jer će odgovora biti onoliko koliko ima i korisnika. Zbog toga je jednostavnije krenuti od tradicionalne definicije, ali uz stalno podsećanje na to da se uloga GIS-a tokom poslednjih godina neprestano menja.

Geografski informacioni sistem (GIS) je kompjuterski sistem za prikupljanje, obradu, prenos, arhiviranje i analizu podataka koji imaju i geografske reference. To je tehnička definicija, koja naglašava istorijski razvoj GIS-a kao kombinaciju projektovanja uz pomoć računara i mogućnosti rukovanja digitalnom kartografijom spojenom sa atributnim bazama podataka. Odnosno, može se reći da je GIS sistem za upravljanje prostornim podacima i njima pridruženim osobinama. U širem smislu GIS je oruđe „pametne karte“ koje ostavlja mogućnost korisnicima da postavljaju interaktivne upite (istraživanja koja stvara korisnik), analiziraju prostorne informacije i uređuju podatke.

GIS je integrisani sistem koji ima višestruku ulogu u geoprostornim naukama, tehničkim naukama, ali i proučavanju i upravljanju životnom sredinom, pre svega:

- Predstavlja skup digitalnih i interaktivnih karata;
- Kompjuterski alat za rešavanje geoprostornih problema;
- Sistem za distribuciju geoprostornih informacija;
- Alat za analiziranje veza i odnosa među geoprostornim informacijama, koje se inače ne bi mogle lako uočiti.

GIS se sastoji od četiri interaktivna podsistema:

- Podsistem za unos koji vrši konverziju karata (mapa) i drugih prostornih podataka u digitalni;
- Podsistem za skladištenje i pozivanje podataka;
- Podsistem za analizu;
- Izlazni podsistem za izradu mapa, tabela i za pružanje odgovora na postavljene upite.

Tehnologija geografskog informacionog sistema može se koristiti za naučna istraživanja, upravljanje resursima, imovinsko upravljanje, planiranje razvoja, prostorno planiranje, kartografiju i planiranje infrastrukture. Mogu da ga koriste sve institucije i preduzeća koja se na bilo koji način bave prostorom, odnosno upravljanjem i eksploatacijom prostornih objekata.

2. GIS kao metoda istraživanja životne sredine

Ustanovljenje informacionih sistema životne sredine je jedan od osnovnih ulaza za rešavanje adekvatnog upravljanja životnom sredinom. Primena informacione tehnologije je postala neophodna u domenu zaštite životne sredine, jer obezbeđuje neophodne informacije o životnoj sredini koje su odgovarajućeg nivoa detaljnosti, potpunosti, tačnosti i brzine. Ove informacije su podjednako značajne kao baza za odlučivanje o akcijama zaštite životne sredine kao i za sticanje znanja u istraživanju životne sredine. To uključuje opise trenutnog stanja životne sredine, prognoze budućeg razvoja životne sredine kao i ocenu trenutnog i budućeg stanja.

U obradi informacija životne sredine prisutni su sledeći ulazni i izlazni sadržaji: (Hilty, 1995):

- monitoring životne sredine sredstvima daljinske detekcije i kombinacijom podataka koji potiču sa svih strana sveta;
- deljenja i integracije informacija životne sredine duž političkih i administrativnih granica;
- napredne tehnike analize podataka bazirane na modelima se karakterišu prebacivanjem fokusa sa baza podataka na dinamičku strukturu sistema;
- način obrade informacija o životnoj sredini je sve detaljniji i obimniji, sa ciljem postizanja veće ekološke efikasnosti i ekonomskih sistema.

Postoji veliki spektar sistema obrade informacija životne sredine koje se koriste u izučavanju, koji se mogu klasifikovati na osnovu prirode tih informacija i na osnovu tipa obrade i to su:

Računske procene i analiza realnog sistema obuhvataju obradu podataka o životnoj sredini korišćenjem numeričko/statističkih metoda i tehnika modelovanja. Ovo uključuje simulaciju različitih scenarija životne sredine.

Konvencionalni informacioni sistemi se koriste za unos, skladištenje, sistematizaciju, integraciju, pretraživanje i prezentaciju različitih vrsta informacija o životnoj sredini kao što su podaci o merenjima, opisi objekata životne i dr. Prostorni i vremenski aspekti često igraju značajnu ulogu u upravljanju ovim vrstama informacija.

Informacije Sistema monitoringa životne sredine se bave merenjima (uključujući daljinsku detekciju) pri kontroli vode, vazduha, zemljišta, buke, jonizujućeg i nejonizujućeg zračenja i otpadom. Oni takođe uključuju osnovne analize podataka kao što su: sakupljanje vremenskih serija podataka, klasifikacija objekata životne sredine (npr. na satelitskim snimcima), ili identifikaciju hazardnih supstanci baziranih na registrovanim podacima.

Tehnike modelovanja i simulacije se koriste u oblasti životne sredine već više od tri decenije. Prve primene su se pojavile kao posledica upravljanja vodnih resursa. Danas se za napredne zadatke analize podataka, za podršku odlučivanju, planiranju ili za kontrolu pojava i procesa iz prirode koriste sledeći tipovi simulacionih modela:

- Disperzivni modeli procene stanja zagađenosti vazduha, vode i zemljišta ili disperzije energija, jonizujućeg i nejonizujućeg zračenja i buke;
- Modeli ekosistema za simulaciju izmena i uticaja;
- Ekonomsko-ekološki modeli;
- Modeli tehnoloških procesa kao segmenti procene uticaja na životnu sredinu;
- Simulacioni modeli za procenu iznosa emisija zagađujućih materija i energija iz mobilnih izvora;
- Plansko-programski modeli stanja životne sredine za podršku prostornog planiranja i programiranja razvoja.

Baze podataka i geografski informacioni sistemi pripadaju najznačajnijim alatkama obrade informacija pri proučavanju životne sredine (Page, 1995). Mnogi informacioni sistemi životne sredine (EIS – *Environmental Information System*, LIS – *Land Information System* itd.) se mogu smatrati proširenim i dopunjenim Geografskim informacionim sistemima (GIS) zbog sličnih prostornih referenci većine uskladištenih podataka. Ta proširenost se odnosi na dinamiku događanja promena u životnoj sredini (distribucija zagađujućih materija, podaci o regulativi, standardima i sl.). Sa druge strane, GIS sistemi su specijalizovani sistemi baza podataka za prostorno strukturirane podatke (Bill, 1995). Pošto se većina podataka životne sredine odnose na prostor (tj. geografski kontekst), GIS sistemi se na široko koriste kao osnova za Informacione sisteme životne sredine.

3. Oblasti koje se proučavaju

3.1. Nastanak i osnove GIS-a

Geografski informacijski sistem (GIS) predstavlja skup baza podataka, softvera i hardvera koji pruža mogućnost upravljanja prostornim podacima. Može se objasniti u užem i širem smislu.

U užem smislu to je računarski sistem sposoban za integrisanje, skladištenje, uređivanje, analizu i prikaz informacija na karti.

U širem smislu GIS je oruđe „pametne karte“ koje ostavlja mogućnost korisnicima da postavljaju interaktivne upite, analiziraju prostorne informacije i uređuju podatke. GIS mora da zadovolji i sledeće faktore:

- Informacioni sistem mora zadovoljiti potrebe davanja odgovora na pitanja, interaktivno - u realnom vremenu.
- Informacioni sistem mora imati sposobnost razvoja i nadgradnje.
- Pravovremenost i relevantnost (osnovni zadaci svakog informacionog sistema).
- Jednostavnost i pristupačnost koncepcije (informacioni sistem mora omogućiti svim njegovim korisnicima da ga brzo savladaju i prihvate).

GIS je velika baza podataka. Geografske lokacije su snimljene kao setovi matematičkih koordinata. Informacije o lokaciji su takođe snimljene u tabele koje su povezane sa lokacijom. Različiti tipovi informacija nalaze se u različitim bazama podataka ili slojevima. Tako, na primer, jedan sloj sadrži podatke o karakteristikama puteva, drugi podatke o opterećenju svake saobraćajnice, treći podatke o gustini stanovanja itd. Ove slojeve moguće je videti samostalno ili u kombinaciji sa drugim bazama o čemu odlučuje korisnik. Jedna od važnijih osobina GIS-a je pravljenje mapa (ulične mreže, mreža železničkih linija...) i to ne samo statičkih mapa, već mapa koje je moguće obnavljati iz dana u dan ili čak i više (mape sa trenutnom pozicijom vozila).

Tehnologija geografskog informacionog sistema može se koristiti za naučna istraživanja, upravljanje resursima, imovinsko upravljanje, planiranje razvoja, prostorno planiranje, kartografiju i planiranje infrastrukture. GIS se često koristi i za potrebe marketinškog istraživanja, u geologiji, građevinarstvu, ali i **u svim oblastima koje koriste podatke vezane za karte.**

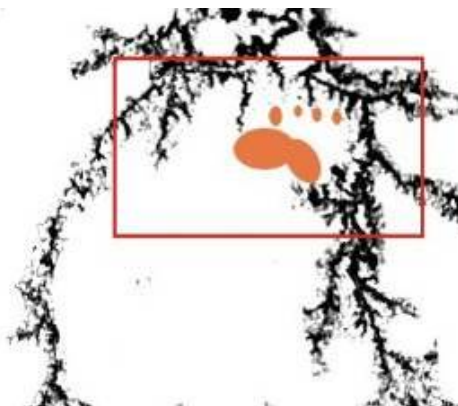
Zahvaljujući GIS-u prostorni podaci se mogu:

- snimati i editovati,
- arhivirati i čuvati,
- analizirati i pretraživati,
- staviti u željeni oblik prikaz.

Početak GIS-a kao "načina mišljenja": Pre 35,000 godina na zidovima u pećinama Laska u Francuskoj kromanjonski lovci su nacrtali slike životinja koje su lovili. Crtežima životinja dodati su elementi za koje se može reći da su geografski podaci (slike 1 i 2). Ti rani zapisi imaju dvoelementnu strukturu modernog geografskog informacionog sistema - grafičku datoteku sa atributnom bazom podataka, tj. objekta koji ne prestavlja samo simbol nečega u prirodi nego ima i značenje.



Slika 1. Zarotiran crtež iz pećine Lasko tako da je okrenut prema "severu" i u tom slučaju naslikani događaj se dešava u prostoru ovičenom pravougaonikom (vidi sliku 2) (http://25.media.tumblr.com/tumblr_m2w490LmBy1qhzeh7o1_400.jpg)



Slika 2. U ovičenom pravougaoniku elipsama je prikazana divljač i lovci, drenažni sistem je sa slike 2. "očišćen i šematizovan"

3.2. GIS - istorijski razvoj

U 18. veku počinju da se primenjuju savremene geodetske tehnike za topografsko kartiranje uz ranije verzije tematskog kartiranja, npr. za naučne podatke ili podatke popisa stanovništva. Rani 20. vek doživeo je razvoj „fotografske litografije“ u kojoj su karte bile odvojene u slojeve. Razvoj računarskog hardvera podstaknutog istraživanjem nuklearnog oružja vodio je primenama računarskog „kartiranja“ opšte namene u ranim 1960-im. Godine 1967. razvoj prvog pravog svetskog operacionog GISa u Otavi (Ontario) iniciran je od strane federalnog Ministarstva energije, rudarstva i resursa. Razvio ga je Rodžer Tomlinson, a nazvan je „Kanadskim GIS-om“ (Canadian GIS; CGIS) i koristio se za skladištenje, analiziranje i rukovanje podacima prikupljenim za Kanadski zemljišni inventar (Canadian Land Inventory; CLI) - inicijativa za određivanje sposobnosti zemlje u ruralnoj Kanadi kartiranjem informacija o tlu, poljoprivredi, rekreaciji, divljini, vodenim pticama, šumarstvu i upotrebi zemljišta u razmeri 1:250,000.

CGIS je bio prvi svetski „sistem“ kao i poboljšanje nad primenama „kartiranja“ pošto je dozvoljavao mogućnosti preklapanja, merenja, digitalizovanja/skeniranja, a podržavao je nacionalni koordinatni sistem koji se proširio kontinentom, kodirane linije poput „lukova“ imale su pravu ugrađenu topologiju,

te je pamtio osobine i lokacijske informacije u odvojenim datotekama. Njegov osnivač, geograf Rodžer Tomlinson, postao je poznat kao „otac GIS-a“. Zanimljiva je sličnost Rodžera Tomlinsona (slika 3) sa Feodosijem Krasovskim (slika 4), autorom poznatog referentnog elipsoida koji je bio standard u bivšem SSSR-u i Varšavskom paktu.

CGIS, koji je trajao do 1990-ih, **izgradio je najveću digitalnu bazu podataka o zemljišnim resursima u Kanadi. Razvio se kao glavni bazni sistem za podršku federalnog i provincijskog planiranja i upravljanja resursima.** Njegova snaga je bila u analizi kompleksnih skupova podataka širom kontinenta. CGIS nikad nije bio dostupan u komercijalnom obliku. Njegov početni razvoj i uspeh podstakao je različite komercijalne primene kartiranja koje su prodavale firme kao na primer **Intergraph**.



Slika 3. Rodžer Tomlinson
<http://www.urisa.org/clientuploads/directory/Photos/tomlinson.jpg>
g



Slika 4. Feodosij Krasovski
<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/ru/f/f7/Krasovskiy.jpg>

Razvoj mikroračunarskog hardvera usloveli su programi tipa **ESRI**-ja, **MapInfo**-a i **CARIS**-a kako bi se na što lakši način unele velike količine podataka CGIS-a, povezujući odvojene prostorne i atributne informacije sa organizovanjem atributnih podataka u strukture baza podataka.

3.3. Rasterski i vektorski podaci

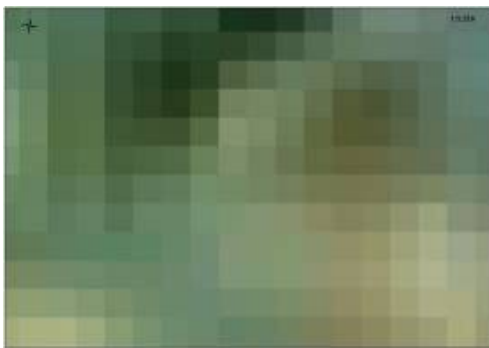
Raster se sastoji od redova i kolona ćelija, koje se nazivaju **pikseli**, pri čemu svaka od tih ćelija ima jednu, **određenu, brojnu vrednost. U slučaju slike, ta brojna vrednost, predstavlja broj boje (boje su kodirane brojevima).** Rasteri se mogu prikazivati po kanalima, RGB kanali, odnosno, u crvenom, zelenom i plavom delu spektra vidljive svetlosti. Preklapanjem tako pripremljenih rastera,

njihovim različitim kombinovanjem, može se dobiti znatno veći broj informacija o nekom području. **Rasterski podatak je skenirana karta u JPG-u TIF-u (i slično) ili tzv. layout koji se štampa.**

Rasterska grafika ili bitmap je podatak koji predstavlja pravougaonu mrežu piksela ili obojenih tačaka, na nekom grafičkom izlaznom objektu kao što je monitor ili papir (slike 5 i 6). Svaka boja pojedinog piksela je posebno definisana tako da (kao primer) RGB slike sadrže tri bajta po svakom pikselu, svaki bajt sadrži jednu posebno definisanu boju.



Slika 5 Pikseli - satelitski snimak 1 : 5000



Slika 6. Pikseli - satelitski snimak 1 : 1250

Prikaz informacija u **vektorskom** obliku odnosi se na geometriju oblika (dužina, visina, oblik), bilo da su u pitanju linijski ili poligoni entiteti kao i na njihov prostorni položaj (položaj u koordinatnom sistemu).

Tačka je entitet koji se nalazi u prostoru bez dužine, površine i zapremine. U geometriji jedina informacija koju poseduje tačka je lokacija. Tačke se koriste kao jedan od osnovnih pojmova u geometriji, fizici, vektorskoj grafici i u mnogim drugim poljima. U matematici uopšteno, se smatra da se bilo koja forma prostora sastoji od tačaka kao osnovnih elemenata. **Teorijski tačka u GIS-u može da nosi n-količinu pridodatih atributa.**

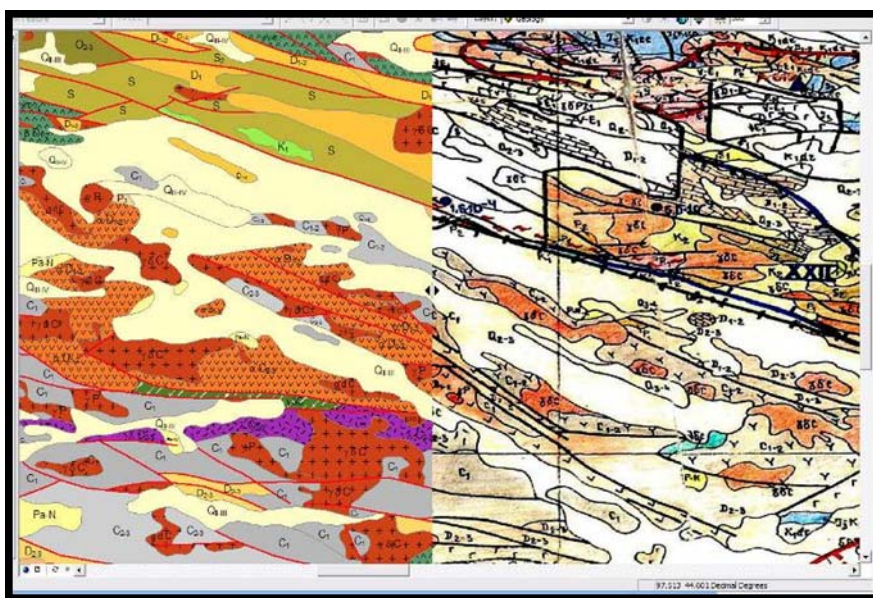
Prava linija (ili *prava*) je jedan od osnovnih geometrijskih pojmova, čija se indirektna (posredna) definicija daje u aksiomatskoj izgradnji kursa geometrije. Prava linija Euklidove ravni se može definisati kao geometrijsko mesto tačaka čije Dekartove koordinate (ili afine) zadovoljavaju jednačinu: $ax + by + c = 0$, gde brojevi a , b , c nisu svi istovremeno jednaki nuli.

G. Lajbnic je pravu liniju definisao kao liniju koja deli ravan na dva kongruentna dela. Međutim, pod ovu definiciju potpadaju i druge linije - na primer, sinusoida i svaka pravilna izlomljena linija čija su svaka dva segmenta na preskok - paralelna.

Poligon je pravim linijama zatvoren deo ravni. **Ravan** je jedan od osnovnih pojmova geometrije kojim se označava ravna površina koja se u svakom smeru širi do beskonačnosti. Da je ravna, znači da kroz

svaku njenu tačku može biti povučeno beskonačno mnogo različitih pravih koje ona u potpunosti sadrži. Iz ovoga sledi i da svaka ravan pripada prostoru koji ona razgraničava na dva jednaka dela.

GIS "digitalizacija" - savremene GIS-tehnologije koriste informacije u digitalnom obliku, za čije pravljenje se koriste različite metode. U najširoj upotrebi je digitalizacija, kojom se štampana karta ili plan prevode u digitalni oblik upotrebom CAD (computer-aided design) programa, i mogućnosti georeferenciranja (slika 7). Velika dostupnost ortorektifikovanih snimaka (satelitskih i aerosnimaka).



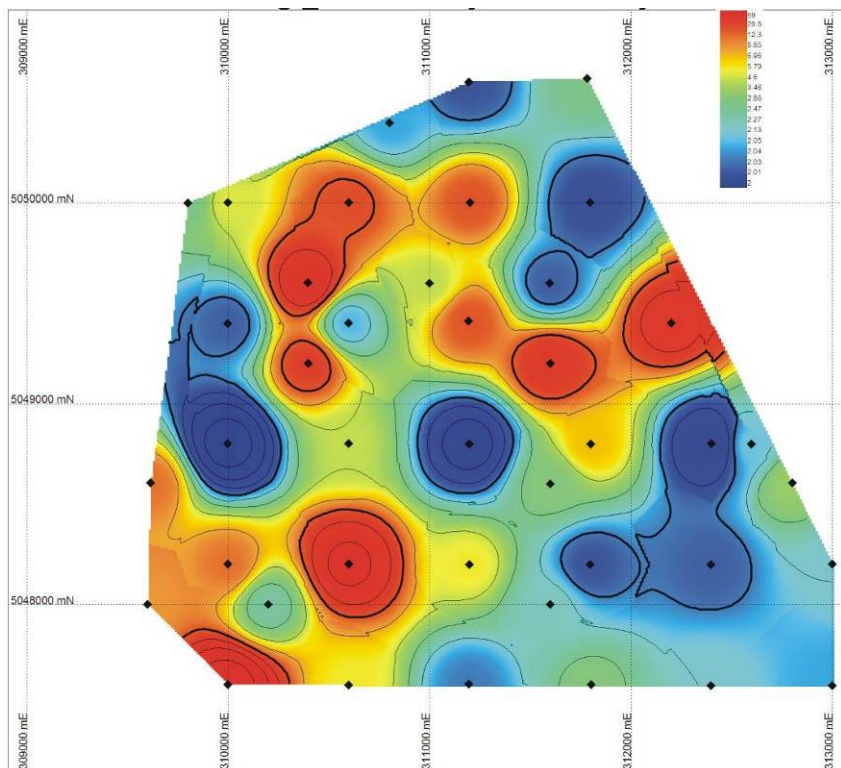
Slika 7. Levo "digitalizovana" karta, desno "raster" skenirana karta, izvor MRAM izveštaj 2426, obrađeno, (Vakanjac, 2007)

3.4. Kartiranje

Kartiranje je postupak nanošenja različitih trodimenzionalnih orijentisanih prostornih podataka u koordinatnom sistemu na dvodimanzionalnu ravan (papir, ekran, itd). U GIS-u ovim prostornim podacima su pomoću baza podataka pridruženi atributi. Kartiranje predstavlja proceduru koja se bavi izučavanjem i izradom karata i globusa. Termin **karta** je nastao od grčkih reči: *Χάρτης* - karta i *graphein* - pisati. Karte su tradicionalno rađene pomoću olovke i papira. Napredak i rasprostranjenost računara je revolucionizovao kartografiju. Većina karata se danas prave pomoću nekog od programa za izradu karata koji spada u jedan od ovih osnovnih tipova; CAD, GIS, ili specijalizovani programi za ilustraciju karata. Prostorni podatak se prikuplja merenjem i može biti čuvan u bazi podataka, iz koje se može izvući za različite potrebe.

Karte mogu biti različite sadržine. Najčešće korišćene su karte puteva. Za potrebe ekologije od velikog su značaja karte raspodela npr. teških elemenata (u ekologiji su to uglavnom polutanti). Ovdje je dat

prikaz karte raspodele cinka na nekom prostoru, a na osnovu uzoraka uzetih na terenu i hemijskih analiza (slika 8).



Slika 8. Karta distribucije cinka u zemljištu, oblast Zeg-ta, Istočni Gobi (Vakanjac 2009)

Proces kartiranja se odvija generalno u tri faze:

I faza – kabinetski rad:

- Prikupljanje postojeće dokumentacije (karata, izveštaja, radova, fotografija, knjiga itd.)
- Obrada prikupljenog materijala
- Formiranje baze podataka i prenošenje pojedinih prostornih podataka u GIS sistem

II faza – terenski rad:

- Prikupljanje materijala sa odabranih lokacija na terenu
- Obrada prikupljenog materijala
- Donošenje zaključaka na osnovu dobijenih podataka.

III faza - formiranje baze podataka

- Stavljanje rezultata kabinetskog i terenskog rada u uniforman sistem
- Koristiti neki od GIS programa (ne može drugačije)
- Sastavljanje izveštaja i štampanje karata (layout)

Finalni produkt je karta i tumač (izveštaj koji prati kartu), sa današnjim tehnološkim mogućnostima moguće je postavljati različite upite i vršiti praćune na područjima od interesa.

4.5. Topografska karta

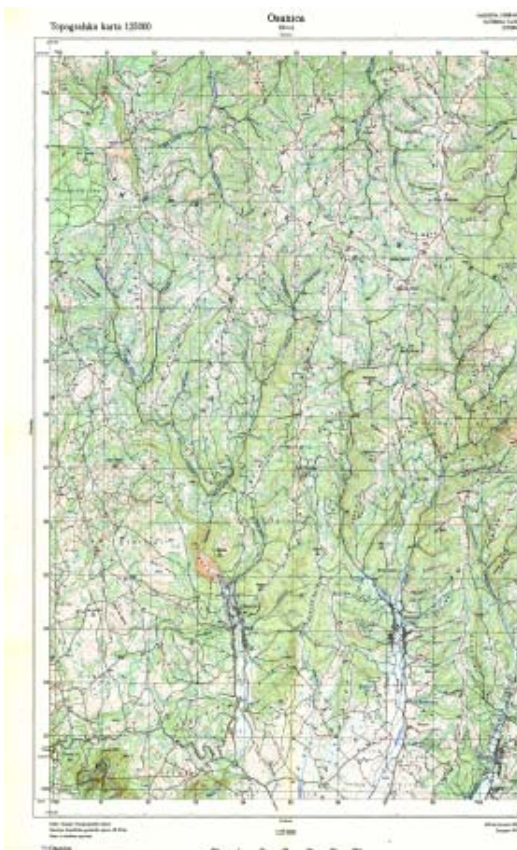
Topografska karta je grafički prikaz nekog dela Zemljine površi, koji je proporcionalno umanjen i ortogonalno projektovan na horizontalnu ravan na kojoj su utvrđenim znacima prikazani važni prirodni i veštački objekti. Po svom cilju se razlikuju od katastarskih kojima je cilj istraživanja bio vezan samo za prikaz granica imanja i državnih granica (<http://sr.wikipedia.org/sr/Топографска-карта>).

Topografija se bavi opisivanjem i proučavanjem Zemljine površine - reljefa, odnosno fizičko-geografskim karakteristikama, visinom i nagibom terena. Ima višestruku primenu. Tako na primer, u hidrologiji je potrebna radi određivanja vododelnica, označavanje vodenih tokova i vodenih površina. Topografska istraživanja se koriste kao podloge za potrebe geoloških, hidrogeoloških, morfoloških, ekoloških, ... istraživanja, zatim u arhitekturi a ima izuzetnu važnost u arheološkim istraživanjima, od trenutka određivanja mesta sonažnih kopova, do određivanja visine pojedinih slojeva.

Dogovoreni simboli za pojedine objekte i društveni inventar nazivaju se kartografski ili topografski znaci.

Sadržaj topografske karte

Svaka topografska karta sadži: razmeru i sadržaj karte (slike 9 i 10). **Razmera** (iznos proporcionalnog smanjenja) je odnos duži na karti i u prirodi. Na karti je ona predstavljena kao grafički razmernik ili u vidu brojčanog odnosa. **Sadržaj topografske karte** čine reljef obeležen braon bojom (izohipse i šrafe), hidrografija obeležena plavom bojom, veštački objekti obeleženi crnom i crvenom bojom. **Izohipse** su linije koje spajaju tačke sa istim nadmorskim visinama. Njihovo vertikalno odstojanje se naziva ekvidistanca. **Legenda** kartiranih jedinica (standardizovani simboli za kartirane objekte).



Slika 9. List Osnica 1:25000, VGI 1979



Slika 10. List Kikinda 1:25000, VGI 1970

4.6. Kartografske mreže i projekcije

Kartografska mreža je grafički prikaz meridijana i paralela ili nekih drugih linija projektovanih sa Zemljinog **elipsoida** na ravan karte. Služi za nanošenje tačaka na kartu na osnovu njihovih geografskih ili pravougljih koordinata, odnosno za određivanje koordinata tačka ucrtanih na karti.

Na slikama 11 i 12 su dati idealizovani elipsoid i shematizovani geoid kao primeri matematičkih trodimenzionalnih tela koja se mere i čije se dimenzije koriste u GIS procedurama.

Na kartama se, uglavnom, daju dve vrste kartografskih mreža - geografska i pravougla.

[illegible]

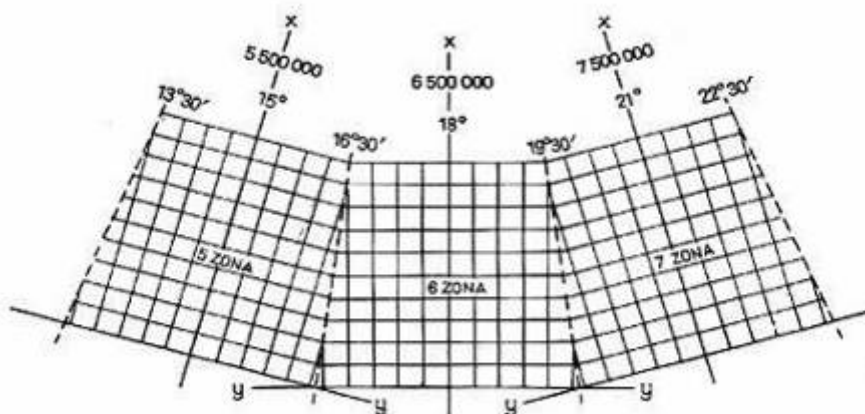
318

Pravougla kartografska mreža

Pravougla kartografska mreža se sastoji od dva međusobno upravna sistema paralelnih pravih linija izvučenih na jednakom linijskom rastojanju, tako da obrazuju kvadrate jednakih dimenzija koji u prirodnoj veličini **odgovaraju celom broju kilometara**. Zbog toga je vrlo pogodna za rešavanje raznih praktičnih zadataka pomoću karte, ali joj je nedostatak što ne može da pokrije celu Zemljinu površinu koja se zbog toga mora da deli na veće ili manje delove (zone), zavisno od tačnosti koja se kartom želi postići, i da za svaku takvu zonu koristi poseban sistem navedenih linija.

Pravougla kartografska mreža kao u ostalom i geografska, **zavisí od projekcije karte** i s njom stoji u određenom matematičkom odnosu. U slučaju konformne poprečne cilindrične projekcije (Gaus-Krigerove ili poprečne Merkatorove, kako se naziva u Velikoj Britaniji i SAD) Zemljina površina se deli na zone ograničene meridijanima, koji se protežu od jednog do drugog pola i po geografskoj dužini najčešće iznose 3° i 6° , zavisno od razmera, namene i tačnosti koja se zahteva od karte (slika 15).

Pravougla kartografska mreža se u ovom slučaju dobija kad se u okviru jedne zone Zemljin sferoid iseče ravnima koje su na međusobno jednakom rastojanju i paralelne su ravni srednjeg meridijana; linije tih preseka projektovane na ravan karte daju vertikalne linije pravouglo K.

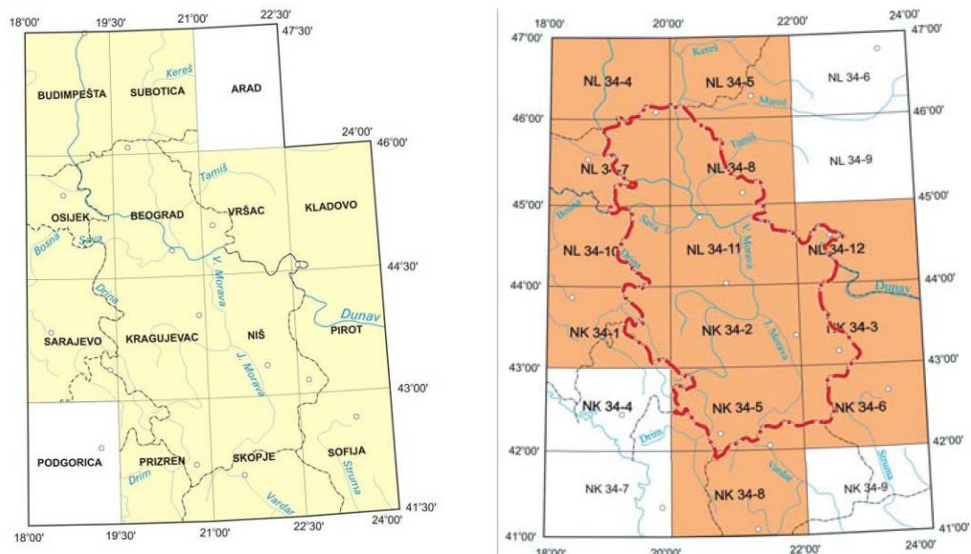


Slika 15. Izgled pravougla kartografske mreže (Gauss-Kruger 5, 6 i 7) na prostoru bivše SFRJ. (Grupa autora, 1972)

Srbija i bivša SFRJ

Na kartama SFRJ koje izdaje Vojnogeografski institut JNA kartografska mreža se bazira na Gaus-Krigerovoj projekciji, Bazelovom (Bessel) elipsoidu, početnoj tački Hermanskogel (Hermanskogel) u Austriji i jedinstvenoj triangulaciji. Zone su širine 3° po geografskoj dužini; ima ih tri - sa srednjim meridijanima 15° , 18° i 21° istočne geografske dužine (za SFRJ) (slika 15 i 16). Razmera duž srednjeg meridijana je ravan 0,9999. Vrednosti linija se beleže sa 4 cifre.

Sistem UTM se bazira na poprečnoj Merkatorovoj projekciji, Hejfordovom elipsoidu, početnoj tački Potsdam u Nemačkoj i objedinjenoj triangulaciji svih zemalja učesnica (uglavnom zemlje NATO pakta u tom trenutku). Zone su, takođe, širine 6° po geografskoj dužini i prostiru se na sever do paralele 84° severne geografske širine, a na jug do paralele 80° južne geografske širine. One se numerišu od 1 do 60, i to od meridijana 180° geografske dužine u odnosu na grinički početni meridijan, te se tako i po protezanju i po numerisanju potpuno podudaraju sa kolonama Međunarodne karte sveta razmera 1 : 1.000.000. Razmera duž srednjeg meridijana je ravan 0,9996. Sistem je namenjen za celu Zemlju.



Slika 16. Stara i nova nomenktura karata na prostoru Republike Srbije,
<http://www.vgi.mod.gov.rs/english/downloads/downloads.html>

Danas je na prostoru Srbije često potrebno preračunavati vrednosti koordinata iz sistema Gauss-Kruger 7 (stari sistem ili stara nomenklatura) u UTM 34N (novi sistem ili nova nomenklatura) iz razloga što postoji veliki broj podataka kartiranih po staroj nomenklaturi a potrebno ih je upotrebiti i prikazati po takozvanoj "novoj" nomenklaturi. Ovi postupci se uče i primenjuju na Fakultetu za primenjenu ekologiju Futura.

3.7. Daljinska detekcija

Daljinska detekcija je mlad istraživački metod (nauka) za masovno prikupljanje prostornih podataka. Njen nagli razvoj i sinteza sa informacionim tehnologijama omogućavaju da se dobiju novi podaci o stanju i kvalitetu prostora, a osmatranja i izučavanja da budu objektivnija i obuhvatnija od dosadašnjih sinteza. Zbog ovoga su daljinska istraživanja opšteprihvaćena u brojnim naukama i strukama, prvenstveno onima koje proučavaju površinu Zemlje (geologija, geomorfologija, hidrogeologija, geografija, šumarstvo, poljoprivreda, građevinarstvo, geodezija), među kojima se u novije vreme ističe i zaštita životne sredine. Daljinska detekcija se zasniva na prikupljanju informacija o nekom procesu, objektu ili pojavi na površini Zemlje putem sistema koji nisu u fizičkom kontaktu sa njima. Informacija o datom predmetu istraživanja sadržana je u njegovoj emitovanoj ili reflektovanoj elektromagnetnoj energiji. Ova energija registruje se pomoću senzora sa platformom, a njen zapis se predstavlja u vidu snimka. Analizom, obradom i interpretacijom daljinskih snimaka dobija se konačan proizvod daljinske detekcije – kvalitativno i kvantitativno nov podatak o predmetu istraživanja. Snimanja se mogu vršiti sa površine Zemlje, iz vazduha ili kosmosa, što omogućava prikaz izuzetno velikih površina i nepristupačnih područja. Dobijeni podaci se digitalno prikazuju, čime se stvara osnova za kreiranje baza podataka. Daljinsku detekciju karakteriše visoka ekonomičnost, efikasnost i racionalnost u radu.

Primena daljinske detekcije

Daljinska detekcija je svojim široko prihvaćenim postupcima našla veliku primenu u brojnim naukama i strukama, pre svega onima koje se bave površinom Zemlje (Pavlović i dr. 2004).

U geodeziji i kartografiji daljinska detekcija se koristi kao važan izvor za kartiranje. Savremena kartografija koristi daljinsku detekciju kao izvor podataka za ažuriranje i dopunu topografskih i ostalih vrsta karata (Regodić, 2008).

U najvećem broju geoloških disciplina (izuzev paleontoloških i mineraloških ispitivanja) postupci daljinske detekcije se mogu vrlo korisno primeniti, i to za: izradu opštih geoloških karata, ispitivanje sklopa – tektonska, neotektonska i seizmotektonska istraživanja, utvrđivanje magmatske aktivnosti, inženjersko-geološka i hidrogeološka istraživanja, kao i u proučavanju ležišta mineralnih sirovina. U oblasti šumarstva primena digitalnog modela terena (DMT) omogućava prikupljanje geoprostornih podataka za planiranje gazdovanja šumama. Ova tehnika daljinske detekcije daje informacije o stanišnim karakteristikama i klasi nagiba terena, a koristi se i u pripremi karata ekspozicije. Satelitski i avio-snimci su dobra podloga za prostornu podelu šumskog kompleksa na odeljenja i odseke i digitalizaciju puteva. Daljinska istraživanja daju značajne informacije za zaštitu šuma - sa snimaka se mogu uočiti oštećenja, tipovi oštećenja i zdravstveno stanje šuma. Detekcija, kartiranje i ocena šteta koje nanose razni agensi (insekti, gljive, aerozagađenje, olujni vetrovi, snegovi) najvažnija je namena

daljinske detekcije za potrebe zaštite šuma (Borota, 2011). U oblasti inventure šuma, daljinska istraživanja pružaju informacije o pojedinačnim stablima i šumskim sastojinama.

Daljinska detekcija u poljoprivredi predstavlja dijagnostički alat čije su važnije funkcije (Vasić, 2010): pružanje podataka o tipu, kvalitetu, sastavu i lokaciji posmatranog zemljišta i različitih kultura; dobijanje informacije o refleksiji elektromagnetnih talasa iz useva, koja je korisna u otkrivanju bolesti biljaka; omogućuje pravovremeno donošenje upravljačkih odluka i ispravljanje nedostataka trenutnog stanja useva; uvid u efekte uloženi inputa (veštačkog hraniva) i načina obrade zemljišta (npr. oranje); detekcija količine hlorofila u usevima, nedostatka azota, korova i štetočina; klasifikacija zemljišta; izrada mapa za selektivno prskanje, prihranjivanje, itd.

U hidrologiji daljinska istraživanja omogućavaju monitoring stanja i kretanja voda, analizu rečne mreže i svih fluvijalnih procesa, obalskih linija, kartiranje hidroloških parametara (slika 17). Sistem daljinske detekcije ima dugu tradiciju u vojnim primenama, pre svega za izviđačke svrhe (Regodić, 2008).



Slika 17. Lokacija napuštene eksploatacije pozicionirana na SASPlanet-Google satelitskom snimku - jasno se vidi devastacija zemljišta zapunjena vodom (žuta linija označava deo puta kroz devastirano zemljište nastalo nekontrolisanom eksploatacijom šljunka) (Grupa autora, 2014)

Na terenu je, kada je to moguće, objekte koji su prethodno locirani daljinskom detekcijom, proveriti i dokumentovati postupcima kartiranja.

Snimci daljinske detekcije nalaze primenu i u: prostornom planiranju regionalnih objekata, poput putnih pravaca i železničkih pruga, dalekovoda, gasovoda i dr. (Borota, 2011), monitoringu priobalja i

morskog područja (podaci o morskoj struji, temperaturi vode, abraziji), kartiranju mora, monitoringu meteoroloških uslova, osmatranju i kartiranju vegetacije u biogeografiji, u klimatologiji za kartiranje tipova oblaka i pomeranja vazдушnih masa (Milanović i Lješević 2009), praćenju i predviđanju elementarnih nepogoda, itd.

Daljinska detekcija se koristi i kod izrade različitih vrsta geografskih informacionih sistema (GIS-a). Stalni razvoj informacionih tehnologija omogućio je da daljinska detekcija u kombinaciji sa GIS-om i njegovim aplikacijama pruža korisne informacije širokom krugu korisnika. Na kraju treba napomenuti da je uz pomoć pojedinih slobodnih programa kao što su Google Earth i SASPlanet, moguće doći do snimaka visoke rezolucije kao što je to dato na primeru dela rudnika Majdanpek (slika 18).



Slika 18. Deo rudnika Majdanpek, Bing maps satellite, SASPlanet

3.8. Geodezija

Geodezija je jedna od tehničkih nauka koja se bavi stručnim i naučnim problemima, te se po svom karakteru deli na višu i nižu (Kontić 1971, Geodezija).

Viša geodezija

Viša geodezija bavi se izučavanjem oblika i dimenzija Zemlje kao nebeskog tela i uzimanjem u obzir zakrivljenosti Zemljine površi prilikom izravnjanja geodetskih mreža.

U današnjem vremenu, čitave države prekrivene su geodetskim mrežama visoke tačnosti. Viša geodezija, koristeći satelite, treba da uspostavlja vezu između geodetskih mreža raznih država, pa i kontinenta. Na taj način doći će se do jedinstvene svetske geodetske mreže.

Od svojih početaka viša geodezija se bavi problemima na državnom i regionalnom nivou, a razvijala se u dva smera. Kao matematička ili geometrijska geodezija pokušava pronaći pravi oblik i veličinu Zemlje, i geometrijsko telo koje će biti najbližije Zemljinom. Pritom se sve neravnine Zemljine kore, brda i doline, zamišljaju projektovanim vertikalno na površinu mora, produženu ispod kopna. Smer vertikalne uzrokovane je privlačnošću Zemlje i pojedinih planinskih masiva, a to istražuje fizička geodezija. Obe grane, iako različite po metodama rada, međusobno su povezane jer je za određivanje privlačnog delovanja Zemlje na pojedinim tačkama potrebno poznavati spljoštenost Zemljinog elipsoida, dakle dimenzije Zemlje. Kako bi se što tačnije odredili geometrijski i fizički parametri Zemljinog tela - geoida, geodeti se služe znanjima srodnih područja nauke, kao što su astronomija, geofizika, gravimetrija i dr. Poznavanje tačnog geoida vrlo je važno, jer se pomoću njega s elipsoidnih visina dobijenih GPS-om prelazi na nadmorske (ortometrijske) visine, koje se upotrebljavaju u vodoprivredi, građevinarstvu i mnogim drugim delatnostima.

Niža geodezija

Niža geodezija, praktična geodezija, ima vrlo široku primenu u praksi prilikom rešavanja različitih zadataka. Osnovni zadatak niže geodezije jeste premer zemljišta na osnovu kojeg se dolazi do situacionih planova, odnosno planova koji pored horizontalne imaju i vertikalnu predstavu terena <http://sr.wikipedia.org/wiki/Geodezija>.

Situacioni planovi, numerički i ostali podaci premera zemljišta koriste se u razne svrhe privredne i društvene delatnosti, na primer u: građevinarstvu, hidrotehnici, urbanizmu, industriji, geologiji, hidrogeologiji, rudarstvu, poljoprivredi, šumarstvu, finansijama i ekonomiji, statistici, u oblasti državne uprave i pravosuđa itd.

Osim ove osnovne podele, geodeziju čine i druge grane:

- kartografija (dato u poglavlju o kartiranju),
- fotogrametrija i daljinsko istraživanje (dato u poglavlju o daljinskoj detekciji),
- pomorska i satelitska geodezija,
- primenjena geodezija,
- geomatika.

Primenjena geodezija

Primenjena geodezija se bavi praktičnim merenjima manjih delova Zemljine površine zbog izrade karata krupnih dimenzija. Pritom se upotrebljavaju posebne geodetske metode kao što su na primer: triangulacija, poligonometrija, nivelman, trigonometrijsko merenje visina, detaljno nivelanje, horizontalna i visinska iskolčenja (slike 19 i 20). Te metode zahtevaju veštinu rukovanja geodetskim instrumentima, među kojima treba istaći: teodolit, nivelir, tahimetar i daljinomer. Inženjerska geodezija je deo geodezije koji se bavi primenom geodezije u inženjerskim projektovanjima i izgradnji objekata. Obuhvata geodetske mreže kao osnove za projektovanje, iskolčenje i izradu geodetskih podloga za projektovanje, geotopografske radove, geodetske radove pri projektovanju, građenju i kontroli autoputeva, mostova, tunela, dalekovoda i hidrotehničkih objekata.

Osnove ove oblasti imaju veliki značaj kod shvatanja prostora.



Slika 19. Sovjetska trigonometrijska tačka u pustinji Gobi, fotografija B. Vakanjac 2006



Slika 20. Orijentir (trigulacioni) za postavljanje istražnih bušotina po traversama u pustinji Gobi, oblast Narsta (istočna Mongolija), fotografija B. Vakanjac 2006

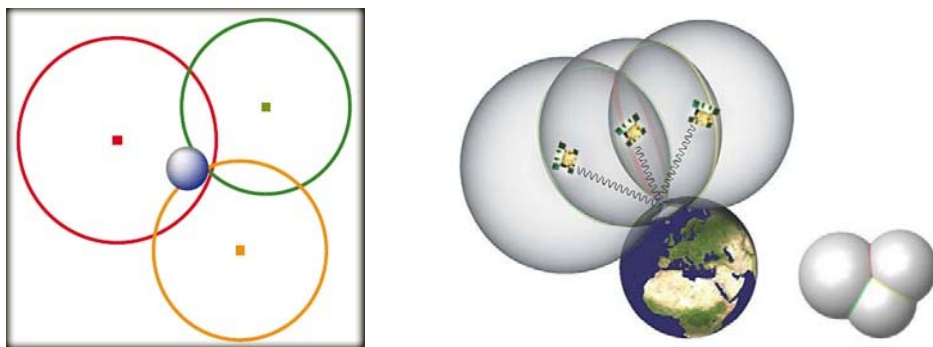
3.9. Global positioning sistem

Ideja GPS-a u današnjem smislu te reči nastaje 1973. godine kada se tražio neki nepogrešivi način navigacije. Tvorac ideje i realizacije bilo je ministarstvo odbrane Sjedinjenih američkih država. Brzo se započelo sa operacionalizacijom te ideje i već je 1978. godine lansiran prvi od 24 satelita ovog navigacionog sistema. Poslednji satelit postavljen je u orbitu 26. juna 1993. godine, čime je kompletiran satelitski prsten oko naše planete, koji se sastoji od šest slojeva po četiri satelita, tako da je na bilo kojoj tački na svetu moguće videti najmanje 4, a maksimalno 12 satelita. Treba istaći da ovo nije jedini satelitski sistem za navigaciju – Evropa (Galileo) i Rusija (Glonass) imaju svoje, od kojih je ovaj potonji spreman i za civilnu upotrebu (http://sr.wikipedia.org/wiki/Globalni_pozicioni_sistem).

GPS Prijemnik je uređaj koji proračunava svoju poziciju na osnovu merenja udaljenosti od tri ili više GPS satelita. Svaki satelit emituje mikrotalasnu sekvencu radio signala koja je poznata prijemniku. Dok prijemnik prima taj signal, u stanju je da odredi vreme koje protekne od emitovanja radio signala sa satelita do prijema na svojoj poziciji. Udaljenost prijemnika od satelita se proračunava na osnovu tog vremena, pošto radio signal putuje poznatom brzinom Parkinson, B.W. (1996).

Signal takođe nosi informaciju o trenutnom položaju satelita sa kog se emituje. Ako se zna udaljenost prijemnika od satelita i pozicija satelita, poznato je da se prijemnik nalazi negde na sferi određene dimenzije u čijem je centru satelit. Pošto su poznate pozicije tri satelita i udaljenost prijemnika od svakog od njih, postupkom trilateracije se može odrediti pozicija prijemnika (slika 21 i 22).

Osnova rada GPS sistema je trilateracija koja se bazira na činjenici da se tri sfere seku u najviše dve tačke (od kojih se jedna ne koristi). Ovaj princip rada podrazumeva sa su časovnici na svim satelitima, kao i na prijemniku potpuno sinhronizovani, da bi se vremenski razmak između poznate sekvence signala sa satelita i na prijemniku tačno izmerio. Na satelitima se nalaze atomski časovnici, veoma precizni i skupi. Međutim, prijemnik ima daleko manje precizan časovnik, kristalni oscilator. Nedostatak preciznosti se rešava uvođenjem merenja udaljenosti od još jednog satelita. Sat na prijemniku uvodi istu vremensku i prostornu grešku kada proračunava udaljenost od sva četiri satelita. Može se izračunati za koliko treba korigovati sat da bi se četiri sfere sekle u jednoj istoj tački. Na taj način se sat na prijemniku neprekidno koriguje. Jedna od primena GPS-a je veoma precizno računanje vremena i sinhronizacija časovnika.



Slika 21 i 22. Presek sfera u dve tačke (od kojih jedna nema smisla, potrebna nam je jedna)

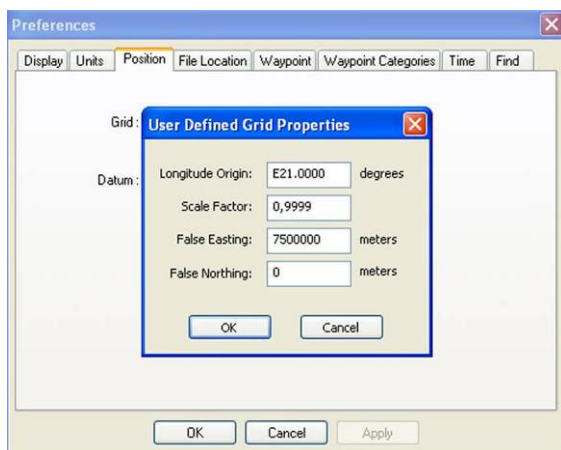
http://www.kartografija.hr/old_hkd/obrazovanje/prirucnici/gpspoc/gpspoc.htm

GPS sistem se sastoji od tri komponente, komponente u vasioni, kontrolne komponente i korisničke komponente

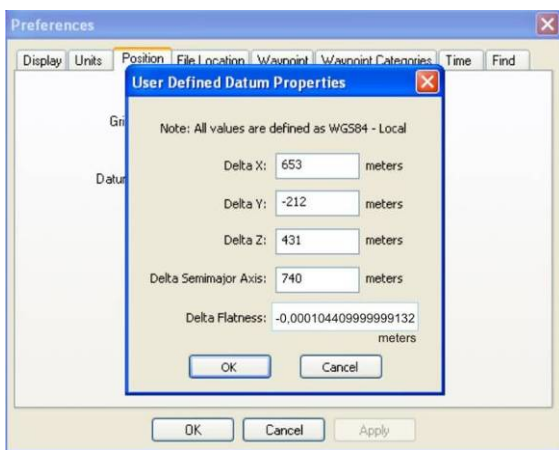
.Primena GPS sistema u danšnje vreme je jako široka. Od navigacije kod bilo koje vrste saobraćaja, lociranja bilo koje tačke na planeti Zemlji do kartiranja koja se obavljaju za potrebe raznih nauka, naveli bi samo geografiju, geologiju, ekologiju, poljoprivredu, meteorologiju, okeanologiju, u suštini primenjuje se u svim naukama gde je potrebno definisati i izmeriti prostorni podatak (slika 23). Prikaz podešavanja koordinatnog sistema u GPS uređajima i pratećim programima (slike 24 i 25).



Slika 23. Dva geologa na terenu sa GPS uređajima u plavom krugu
(foto V. Ristić Vakanjac 2009)



Slika 24. User defined grid parametri u Garmin GPS-u i MapSource programu (parametri za mrežu Gauss-Kruger Srbija 7)



Slika 25. User defined datum parametri u Garmin GPS-u i MapSource programu (parametri za elipsoid Bessel 1841 datum VGI)

3.10. Georeferenciranje karte

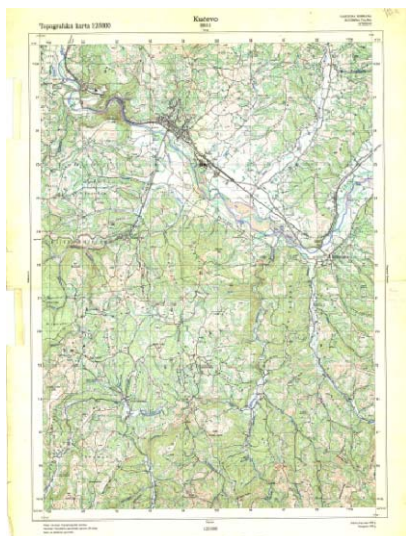
Georeferenciranje karte je u suštini postavljanje rastera (skenirane karte ili satelitskog snimka...) na neku od projekcija Zemljinog elipsoida ili prostije rečeno ali ne sasvim tačno, postavljanje ratsera na matematički model globusa. U ovom slučaju možemo da zamislimo modele globusa koji na sebi imaju nacrtane različite mreže tj. koordinatne sisteme. Svaka karta se dakle može smestiti u neku od ćelija pomenutih nacrtanih mreža i tada vizuelno iste karte mogu imati drugačije oblike (u nekom slučaju

više će oblik karte težiti kvadratu, a u drugom pravougaoniku) (slike 26 i 27). Pomenuti postupak se odvija putem tehnika u nekom od GIS programa npr. ARCMaP-u, MapInfo-u ili nekom drugom.

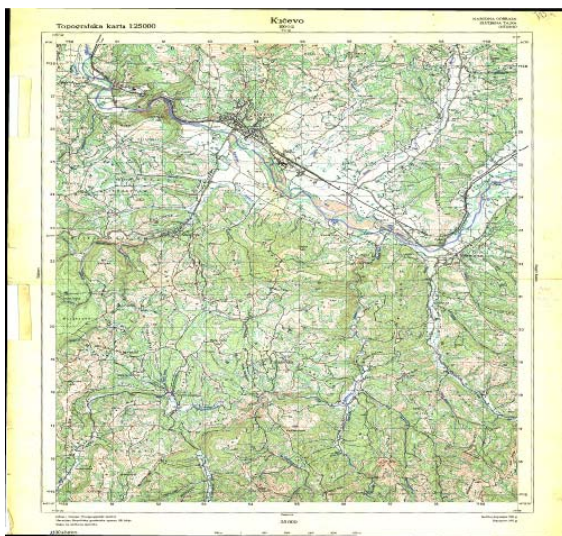
Proces georeferenciranja ima četiri faze:

1. Prva faza je fiksiranje odabranih tačaka rastera na odabranu projekciju planete Zemlje;
2. Druga faza je transformacija rastera - pomeranja svih piksela i formiranje nove „referencirane karte“;
3. Treća faza je smeštanje (pamćenje) nove referencirane karte u odabrani folder;
4. Četvrta je klipovanje (clip) karte – odsecanje okvira karte.

Na kraju procesa georeferenciranja nastaju dve nove karte jedna georeferencirana sa okvirom kakav je imala pre georeferenciranja i jedna bez okvira. U GIS-programima mogu se kod georeferenciranih karata očitavati razdaljine, koordinate pojedinih tačaka, nanositi na kartu različiti vektorski podaci (tačke linije i poligoni) i drugo.



Slika 26. Topografska karta Kučevo 100-1-2, 1:25000 skenirana (raster) štampana u Gauss-Kruger 7 projekciji, VGI 1979



Slika 27. Topografska karta Kučevo 100-1-2, 1:25000 georeferencirana u CGS_WGS 1984 „latitude-longitude“

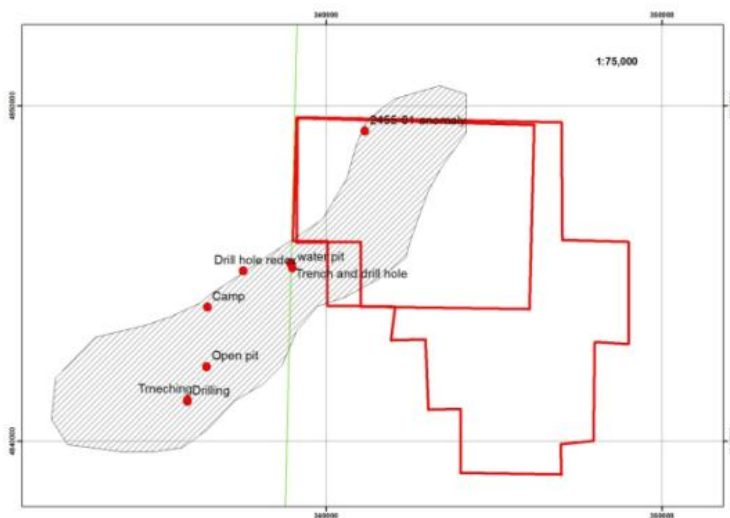
3.11. Iscrtavanje „šejp“ fajla (shape file)

„Šejp fajl“ (eng. *shape file*) predstavlja jednu od osnovnih opcija GIS-a koja se koristi prilikom izrade karata ili prostorne analize. Veliki broj geografskih podataka se danas nalazi u obliku šejp fajlova. Svaki šejp fajl vezuje se za određenu klasu prostornih elementa, definiše njihovu poziciju u prostoru (npr. na karti) i može sadržati različite podatke o samom elementu u obliku tabele atributa. U

zavisnosti od karakteristika elementa koji treba da prikazemo, možemo izdvojiti sledeće vrste šejp fajlova:

- Tačke (Points) – koriste se za označavanje prostornog elementa koji zbog relativno malih dimenzija i/ili prostornog obuhvata može se predstaviti samo jednom tačkom, na primer bunar, izvor, stablo ili lokacija na kojoj je izmerena određena koncentracija polutanta. Više-tačaka (Multipoints) je posebna varijanta ove vrste šejp fajla i koristi se za prikaz skupa tačaka koje se odnose na isti prostorni element. Grupa malih ostrva može biti prikazana kao Multi-tačke.
- Linije (Lines) – predstavljaju prostorne elemente izduženog oblika i relativno male širine, kao što su na primer rasedi, rečni tokovi, putevi.... Za prikazivanje prostornih elementa sa oblikom linije koji imaju grananje, na primer kod rečnog sliva, koristi se polilinija (Polylines).
- Poligoni (Polygon) – predstavljaju prostorne elemente koji obuhvataju određenu površinu koja je uokvirena sa najmanje tri tačke i linijama koje spajaju te tačke, na primer jezero ili površina pod šumom. Kada se neka površina želi razdvojiti na više delova (npr. obradivo zemljište na kome se gaje različiti usevi) ili u njoj postoje otvori (npr. posečeni deo oko koga se nalazi šuma) može se koristiti druga verzija šejp fajla za poligone koja se označava kao Multi-površina (MultiPatch).

Pri izradi karata različitih namena najčešći je slučaj kombinacije različitih tipova šejp fajlova (slika 28).



Slika 28. Vektori – šejp fajlovi u radnom prostoru (work space) sa koordinatnom mrežom bez rasterskih podloga, crno-šrafirano je oblast gde je nađen uglj a crveno su istražna prava (Vakanjac 2011).

8. Baza podataka

Baza (banka) podataka je kolekcija podataka organizovanih za brzo pretraživanje i pristup, koja zajedno sa sistemom za administraciju, organizovanje i memorisanje tih podataka, čini sistem baze

podataka. Iz ugla korisnika, podaci su na neki logički način povezani. Oni predstavljaju neke aspekte realnog sveta (npr. korisnici i članci u Wikipediji).

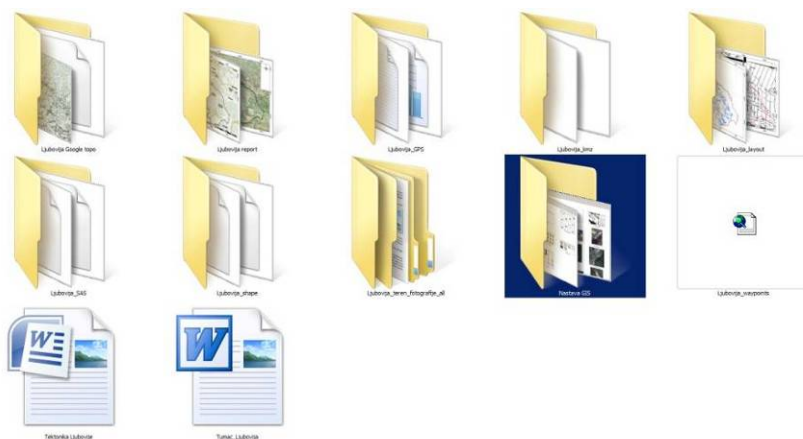
Korisnici pristupaju bazi podataka prvenstveno preko upitnika. Korišćenjem ključnih reči i svrstavanjem komandi korisnici mogu brzo da pronađu, preurede, grupišu i odaberu oblast u mnogim zapisima koje treba vratiti ili pomoću kojih treba sastaviti izveštaje o naročitoj skupini podataka u skladu s pravilima dotičnog sistema vođenja baze podataka.

Postoje različite vrste baza podataka, zavisno od toga, na koji način su podaci interno organizovani. Tako se razlikuju hijerarhijske, mrežne (CODASYL), relacionalne, objektno-orijentisane, objektno-relacione, prilagođene za WEB, XML i multimedijске baze podataka.

Podaci su predstavljeni na uniformni način (npr. u relacionim bazama podataka podaci su organizovani u tabelama), što olakšava pristup i korišćenje od strane eksternih programa. Tako jednu bazu podataka može koristiti niz različitih programa, pisanih u različitim programskim jezicima.

Skladištenje

Računari se koriste za skladištenje i obradu podataka još od 1950-ih godina. Bitna stvar koju treba pomenuti je da primarna (glavna) memorija računara omogućava samo privremeno skladištenje podataka (kada se računar isključi svi podaci iz primarne memorije se gube). Iz tog razloga potrebno je koristiti neki tip sekundarne memorije za trajno skladištenje podataka, (među koje spadaju magnetni i optički mediji, odnosno magnetne trake, čvrsti diskovi, eksterni hard diskovi, CD ili DVD).



Slika 29. Primer - folderi sa podacima kartiranih objekata sa područja Ljubovije koji se koriste u GIS sistemu i sačuvani su kao baza podataka, od gornjeg levo: Ljubovija topografseke osnove, Ljubovija report, Ljubovija_GPS, Ljubovija_kmz, Ljubovija_layout, Ljubovija_SAS, Ljubovija_shape, Ljubovija_fotografije, Nastava GIS, Ljubovija_waypoints i tekstovi Tektonika Ljubovije i Tumac_Ljubovija (Grupa autora 2014).

Glavni zadatak prvih dizajnera informacionih sistema, bio je razvijanje tipa softvera koji bi omogućio lociranje specifičnih podataka uskladištenih u sekundarnoj memoriji i njihovo efikasno učitavanje u glavnu memoriju kako bi se mogli obrađivati. Osnovnu strukturu jednog informacionog sistema čine skupovi datoteka koji su permanentno uskladišteni u nekom sekundarnom uređaju za skladištenje podataka. Softver koji čini sistem za upravljanje datotekama podržava logičko razdvajanje datoteka u zapise. Svaki zapis opisuje neku stvar (ili jedinicu) i sastoji se od određenog broja polja, gde svako polje daje vrednost određenoj osobini (ili atributu) date jedinice (slika 29).

Zaključak

U cilju optimalnog korišćenja GIS-a, nije dovoljno da korisnik samo nabavi odgovarajući hardver, softver i ljude koji će raditi na sistemu, već i da sistem bude adekvatno organizaciono postavljen, a ljudi koji rade na sistemu da poseduju osnovna geografska i kartografska znanja. Danas, posle nekoliko decenija razvoja, GIS je dokazao svoje prednosti u svim oblastima gde se zahteva vizuelizacija prostornih podataka i manipulisanje velikim brojem podataka, koji su opisani vrlo složenim konceptima i imaju veliki broj korisnika raznih struka. GIS tehnologija omogućava veliki napredak u svim oblastima i procesima upravljanja, praćenja, organizacije i odlučivanja u odnosu na konvencionalne metode rada.

Razvoj GIS-alata i njihova implementacija na serverske stanice i umrežavanje na Internet-mrežu, doprinosi vrtoglavom rastu informacija i podataka o planeti Zemlji. Glavna prednost GIS-internet servisa je brza i jednostavna dostupnost ovih podataka, koja može biti na globalnom nivou cele Zemlje ili na nivou neke lokalne regije, u zavisnosti od potreba korisnika. Neki od servisa su besplatni i bez ograničenja na pristup informacijama, dok neki uz određenu novčanu nadoknadu obezbeđuju čitave projekte sortirane u raznim setovima podataka. Dalji razvoj GIS sistema prebaciće težište na ujedinjenje svih GIS serverskih stanica i objedinjavanje svih prostornih podataka na jednom mestu. Ovakav postupak će znatno uštedeti vreme pretrage neophodnih informacija i podataka korisnicima. Takođe sve više će se ostvarivati otvorene baze podataka gde će svako moći da doprinese u daljem razvoju i širenju GIS baza (slično kao Vikipedija gde svako može da uređuje članke). Iz ovoga se zaključuje da će GIS tehnologije postati javno dobro, koje će omogućiti brži i bolji rad sa prostornim podacima, njihovo skladištenje i čuvanje i delovanje u donošenju bitnih odluka vezanih za prostor i životnu sredinu.

U cilju upravljanja prirodnim resursima na održiv način, potrebna je tačna i pravovremena informacija da bi se blagovremeno odregovalo na promene u prostoru. Iz tog razloga, potrebno je formirati sistem koji će objediniti sve relevantne podatke radi postizanja zadatog cilja. Neophodno je izvršiti konverziju i modifikaciju postojećih podataka, izvršiti digitalizaciju i integrisati ih u jedinstvenu bazu podataka. Radi postizanja navedenih zahteva nameće se jednostavan odgovor – primena geografskog informacionog sistema.

Literatura

- Bill, R., (1995): Spatial Data Processing in environmental Information Systems, in: *Environmental Informatics – Methodology and Applications of Environmental Processing*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Borota D. (2011): Daljinska detekcija i aerofotogrametrija – osnovni principi i mogućnosti primene u inventuri šuma Srbije. Master rad, Šumarski fakultet, Beograd.
- Đukanović M. (1991): *Ekološki izazov*, Elit, Beograd.
- Čekerevac Z., Anđelić S., Glumac S., Dragović N. (2010): Savremene tendencije primene GIS tehnologija, Međunarodna naučna konferencija, *Menadžment 2010*, Kruševac, s. 531–537.
- Grupa autora (1972): Vojna Enciklopedija, II Izdanje, kniga 4, Jakac-Lafet, strane 263–273, Izdanje redakcije Vojne Enciklopedije.
- Grupa autora (2014): *Studija o održivom korišćenju i zaštiti prirodnih resursa u prekograničnom području Srbija – Bosna i Hercegovina*.
- Hilty L. M., Page B., Rademacher F. J., Riekert W. F. (1995): Environmental Informatics as a new Discipline of Applied Computer Science, in: *Environmental Informatics – Methodology and Applications of Environmental Processing*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Lješević M., Živković D. (2001): *Kartografija*, Magic Map, Smederevska Palanka.
- Kontić S., 1971, *Geodezija*, Privredni pregled, Beograd.
- Milanović M, Lješević M, 2009: *Teledetekcione metode istraživanja životne sredine*, Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet, 1–274
- Page B. (1995): Environmental Informatics Towards a new Discipline in Applied Computer Science for Environmental Protection and Research, *Environmental Software Systems*, Chapman & Hall, London.
- Parkinson, B.W. (1996), *Global Positioning System: Theory and Applications*, chap. 1: Introduction and Heritage of NAVSTAR, the Global Positioning System. pp. 3–28, American Institute of Aeronautics and Astronautics, Washington, D.C.
- Pavlović R, Čupković T., Marković M. (2004): *Daljinska detekcija*, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 1–356.
- Regodić M. (2008): Daljinska detekcija kao metod prikupljanja podataka o prostoru, VOJNOTEHNIČKI GLASNIK 1/2008. str. 91–123.
- Vakanjac B. (2007): Uranium anomalies and zones, data base, ZHL LLC, Belgrade.
- Vakanjac B. (2009): Geochemical distribution of base metals at Zeegt area, Gobi Coal and Energy LLC, Mongolia.
- Vakanjac B. (2011): Exploration of coal bearing layers at Hovsgool area, Gobi Coal and Energy LLC.
- Vasić Đ. (2010): Daljinska detekcija i njena primena u savremenoj poljoprivrednoj proizvodnji, Završni rad, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, katedra za poljoprivredno mašinstvo, str 1–25.

Internet-linkovi :

- http://25.media.tumblr.com/tumblr_m2w490LmBy1qhzeh7o1_400.jpg
- <http://www.urisa.org/clientuploads/directory/Photos/tomlinson.jpg>
- <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/ru/f/f7/Krasovskiy.jpg>
- <http://www.esri.com/news/arcuser/0703/geoid1of3.html>
- [Thrawn562, Ellipsoid 321.png](#)
- http://www.kartografija.hr/old_hkd/obrazovanje/prirucnici/gpspoc/gpspoc.htm
- <http://pedja.supurovic.net/osnovni-geografski-kartografski-pojmovi>
- http://www.engineeringtoolbox.com/latitude-longitude-d_1371.html
- <http://www.vgi.mod.gov.rs/english/downloads/downloads.html>
- http://sr.wikipedia.org/wiki/Globalni_pozicioni_sistem
- <http://sr.wikipedia.org/sr/Топографска-карта>
- <http://sr.wikipedia.org/wiki/Геодезија>