

# PRIMJENA DIGITALNE KARTOGRAFIJE U POLJOPRIVREDI

---

**Radočaj, Zlatko**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2011**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:240819>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-19**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



## 1. UVOD

Baš kao što izgovorena i pisana riječ pomaže da se izrazi ili razumije sugovornika, tako i karta pomaže da se prikažu ili predoče odnosi u prostoru. Ono što prikazuje karta nije umanjena idealna slika Svijeta, već apstraktna predodžba nečega što je pristupačnije i razumljivije nego Svijet (Jurišić M., 2009).

Čovjekova želja i potreba da bolje vidi i razumije Svijet oko sebe koji je suviše velik i složen stara je nekoliko tisuća godina. Kroz povijest, mnogi znanstvenici i moreplovci dali su svoj izniman doprinos u izradi karata i razvoju kartografije kao znanstvene discipline. Neki od njih su između ostalog, smatrali da je izrada karata značajan korak unaprijed u intelektualnom razvoju čovječanstva i kulture čovjeka uopće. Otkrivajući nove kontinente i velika morska prostranstva izrađivali su nove karte i nadopunjavali već postojeće, stvarajući tako realniju i potpuniju sliku Svijeta. Sam proces izrade karata bio je vrlo složen, dugotrajan i skup, a njihova uporaba ograničena na državne vladare, vojsku te pomorce i trgovce.

Usljed tehnoloških promjena, kartografija se prilagođavala i kontinuirano mijenjala zadovoljavajući tako potrebe nove generacije izrađivača i korisnika karata. Prve karte konstruirane su ručno pomoću kistova i pergamenta, pa su stoga varirale po kvaliteti, te su bile ograničene u raspodjeli. Otkriće kompasa, tiskarskog stroja, teleskopa, sekstanta, kvadranta i drugih instrumenata omogućilo je izradu sve pouzdanijih i kvalitetnijih karata.

Napredak u fotokemijskoj tehnologiji, kao što su litografski i fotokemijski procesi, omogućili su izradu karata s finim detaljima koje ne iskrivljuju oblik, a odupiru se vlazi i trošnosti što je dodatno skratilo vrijeme potrebno za njihovu izradu i reprodukciju.

Tijekom 20. stoljeća, osobito uporabom zrakoplova za fotografiranje velikih područja, karte su postajale bogatije sadržajem, a poboljšanjem tiska i fotografije njihova proizvodnja postala je jeftinija i jednostavnija.

Od sredine do kraja 20. stoljeća napredak u elektroničkoj i informatičkoj tehnologiji doveo je do nove revolucije i u kartografiji. Sredinom 1990.-ih uporaba računala znatno je pomogla u pohrani, sortiranju i organiziranju podataka za izradu karata te brzu i točnu transformaciju koordinata između kartografskih projekcija.

Računalni hardverski uređaji poput računalnih zaslona, plotera, printera, skenera (daljinskih i dokumentnih) te analitičkih stereoplotera uz vizualizaciju, procesiranje slika, prostornu analizu i softver za baze podataka specifično su demokratizirali, pojednostavili i uvelike proširili izradu karata.

Korištenjem navedenih uređaja počeo je i proces digitalizacije postojećih karata i razvoj digitalne kartografije koja je stekla široku primjenu u svim oblastima ljudskog društva.

Razvijene tehnološke mogućnosti dovele su do toga da digitalnu kartu zadovoljavajuće kvalitete može „proizvesti“ svaki korisnik računala i interneta, bilo kada i bilo gdje u vrlo kratkom vremenu sukladno potrebi i namjeni. Temeljem toga, karte su postale znatno snažnije sredstvo za prezentaciju podataka jer se sada pri oblikovanju karata najveća pozornost može obratiti korisniku karte, a sve ono što je za korisnika nebitno može se izostaviti.

Želja čovjeka da „vidi“ udaljene prostore i Svijet oko sebe ispunjena je 50.-ih godina 20. stoljeća kada je počela era lansiranja satelita u Zemljinu orbitu.

Snimanjem Zemlje iz zraka i Svemira počela su daljinska istraživanja (Remote Sensing) koja su doživjela značajan napredak posebno u preciznosti i mogućnosti točnog identificiranja objekata i pojava na Zemlji i u atmosferi.

S obzirom da je osnovni oblik satelitski obuhvaćenih podataka digitalni zapis može se izraditi digitalna karta željenog područja bilo kojeg dijela Zemlje sa uvijek „svježim“ podacima, jer ponavljanim snimanjem moguće je pratiti i registrirati dnevne, sezonske i godišnje promjene.

Razvoj digitalne kartografije potpomaže i unapređivanju GIS-a kao njegova značajna komponenta, a samim tim i proces donošenja odluka koje su u bilo kakvoj vezi s prostorom.

Tempo i način života današnjice od nas zahtijevaju da odluke koje se svakodnevno donose budu brze, ispravne i učinkovite. Sukladno tome i digitalna kartografija je našla svoje mjesto i primjenu u poljoprivredi i ekologiji, omogućavajući racionalno donošenje odluka oko eksploatacije zemljišta i prirodnih resursa te očuvanja prirode. Osnovna svrha primjene digitalne kartografije i GIS-a u procesima poljoprivredne proizvodnje je optimizacija iste stvarajući tako maksimalnu dobit uz što veću potrajnost prirodnih resursa provodeći tako i ekonomski i ekološki model gospodarenja prirodom (održiva tehnologija).

Cilj diplomskog rada je da se navedu i utvrde svi važniji i relevantni čimbenici vezani za digitalnu kartografiju, kao i svi važniji aspekti primjene suvremene i sofisticirane tehnologije u poljoprivrednoj praksi. Pri izradi korištena je dostupna literatura i drugi izvori uz praćenje i analizu primjene GIS-a u praksi, a dijelom vezano i za primjenu u vojnoj tehnologiji, jer je raščlamba zemljišta sa svim svojim značajkama vrlo važan čimbenik u procesu vojnog odlučivanja.

## 2. KARTOGRAFIJA I KARTOGRAFSKE PROJEKCIJE

### 2.1. Kartografija i povijesni razvoj

Prije nego što se detaljnije predstavi kartografija kao iznimno važna znanstvena disciplina treba naglasiti i njeno šire okruženje u kojem se ona nalazi, a to je geodezija. Geodezija je znanost koja se bavi izmjerom i kartiranjem Zemljine površine te promatranjem njenog gravitacijskog polja i geodinamičkih pojava. Može se reći da je geodezija znanost koja se bavi izmjerom Zemljine površine i prikazivanjem te površine izradom planova i karata. Ona je jedna od tehničkih znanosti, a čini je pet grana:

- **kartografija;**
- fotogrametrija i daljinska istraživanja;
- pomorska, satelitska i fizikalna geodezija;
- primijenjena geodezija;
- geomatika.

Iako su navedene grane geodezije relativno dobro raspoznatljive, svaka od njih ima i nešto zajedničko što je svojstveno svim njezinim granama tako da ih je nemoguće u potpunosti razdvojiti.

Kartografija se od geografije i geodezije razlikuje po objektu istraživanja. Objekt istraživanja geografije je izgled, sadržaj i značenje pojedinih dijelova površine Zemlje. Objekt istraživanja geodezije je izmjera Zemlje. Objekt istraživanja kartografije je pretvorba prostorne stvarnosti u grafički prikaz u ravnini. To znači da su objekti istraživanja kartografije pronalaženje najprikladnije kartografike i vrste kartografskog prikaza, kako bi taj prikaz ili znakovni model određenih vanjskih i unutrašnjih obilježja prostorno vezanih i položajno određenih objekata bio takav da kod korisnika može izazvati što bolju predodžbu prostorne stvarnosti (Frangeš S., 2003).

Definicija kartografije, karte i kartografa nije jednostavna, stoga su nakon održane 17. Međunarodne kartografske konferencije i 10. Generalne skupštine Međunarodnog kartografskog društva 1995. godine u Barceloni između ostalog doneseni sljedeći zaključci i definicije:

**Karta** je kodirana slika geografske stvarnosti koja prikazuje odabrane objekte ili svojstva, nastaje stvaralačkim autorskim izborom, a upotrebljava se onda kada su prostorni odnosi najvažniji.

**Kartografija** je disciplina koja se bavi zasnivanjem, izradom, promicanjem i proučavanjem karata.

**Kartograf** je osoba koja se bavi kartografijom.

Navedene definicije rezultat su dugogodišnjeg rada Radne skupine za kartografske definicije kartografskog društva.

Ono što je za Republiku Hrvatsku izuzetno značajno je njezino učlanjivanje u Međunarodno kartografsko društvo upravo 1995. godine u Barceloni na 10. Generalnoj skupštini Međunarodnog kartografskog društva kada su donešeni navedeni zaključci i definicije. Skupštine se održavaju svake četvrte godine, a otkako je RH članica Međunarodnog kartografskog društva, održane su skupštine u Ottawi 1999. godine, zatim u Durbanu (Južnoafrička Republika) 2003. godine, te u Moskvi 2007. godine. Slijedeća će se održati u Parizu 2011. godine.

Riječ **kartografija** je složenica i sastoji se od dviju grčkih riječi:  $\kappa\alpha\rho\chi\eta$  - list papira, povelja, karta i  $\gamma\rho\alpha\phi\omega$  - pišem, crtam. Prvi put se spominje 1839. Manuel Francisco de Barros e Sousa, Viscount of Santarém, portugalski učenjak, a tijekom proučavanja starih karata. Riječ je uskoro primijenjena na kartografiju općenito, a pojavljuje se u mnogim europskim jezicima u drugoj polovini 19. stoljeća.

Gotovo dva tisućljeća kartografija se razvijala u sklopu geografije kao njezin sastavni dio, a koncepcija kartografije kao znanosti prvi put je bila izložena pod nazivom *geografija* u drugom stoljeću naše ere u poznatom Ptolemejevu djelu *Uvod u geografiju*. Njegove ideje koje su u srednjem vijeku činile regionalni smjer u geografiji, našle su svoje mjesto u najvažnijim geografskim djelima epohe, u velikim atlasima iz 16. i 17. stoljeća, koji su u suštini bile zbirke karata i opsežni tekstovi.

Razvoj kartografije kao samostalne znanstvene discipline vezan je s razvojem i proširenjem visokoškolske kartografske izobrazbe. Primjena računala u kartografiji rezultirala je time da mnoge države posjeduju svoje kartografske podatke u digitalnom obliku. Stoga je normizacija prijenosa prostornih baza podataka jedan od najznačajnijih zadataka za kartografiju kao struku. Iz razvitka analitičke kartografije, kao glavnog pokretača razvoja teorijskih i matematičkih osnova kartografije proizašli su pojmovi: *realne* i *virtualne* karte, *dubinske* i *plošne kartografske strukture* te *slojevi kartografskih podataka*. Kartografski proizvodi koji imaju čvrstu opipljivu realnost i izravno su vidljivi kao kartografske slike

(listovi karata), atlasi i globusi nazivaju se *realnim kartama*. Ostale tri klase kojima nedostaje jedno ili oba svojstva nazivaju se *virtualnim kartama*. Te tri klase omogućuju proširenje definicije karte, što odražava razvoj suvremene kartografije. Odatle proizlazi da virtualne karte mogu sadržavati iste informacije kao realne karte, a u slučaju kartografskih baza podataka vjerojatno i više.

Karta je medij za pohranu i prijenos informacija te se na njoj mogu na najbolji način prikazati prostorni odnosi objekata, izvesti potrebna mjerenja položaja, duljina, površina objekata te stvoriti predodžba o prostoru na temelju znakovnog modela.

Da bi karte mogle zadovoljiti navedene parametre moraju se zadovoljiti i određena svojstva karata:

- **Prostornost** (kartografskom projekcijom ili načinom preslikavanja osigurava se jednoznačna određenost položaja, oblika i veličine pojedinog prostornog objekta).
- **Mjerljivost** (mjerilo karte omogućava mjerenje na karti i to je odnos elemenata duljine luka u projekciji prema podudarnoj duljini na elipsoidu (ili kugli) i odnos duljina na karti prema odgovarajućim duljinama u prirodi).
- **Modelnost** (tlocrtno vjerodostojan prikaz, tlocrtno sličan prikaz, položajno vjerodostojan prikaz, te prostorno vjerodostojan prikaz).
- **Točnost** (značenjska točnost postoji na karti ako je uspostavljeno suglasje između značenja objekta na karti iskazanog određenim kartografskim znakom i stvarnog značenja objekta. Geometrijska točnost postoji na karti ako je uspostavljena podudarnost položaja neke određene točke s karte prema stvarnom položaju te točke u prostoru, koja ne smije prijeći određenu vrijednost).
- **Cjelovitost** (sadržajna cjelovitost ili potpunost karte znači da ona sadrži sve objekte koji se u danom mjerilu mogu i moraju prikazati. Stalnim promjenama na objektima, do kojih dolazi zbog ljudske djelatnosti i prirodnih utjecaja, karta gubi na cjelovitosti).
- **Estetičnost** (estetske komponente povećavaju uporabnu vrijednost karte kroz usklađen vanjski i unutarnji sadržaj karte, lijepo oblikovan čitljiv crtež, harmoničnost boja, usklađeno pismo i ostalo).

### 2.1.1. Podjela kartografije

Kartografija se može podijeliti u tri osnovne skupine:

- Prema objektu prikaza:
  - **topografska** kartografija, koja proučava načine zasnivanja, izrade, uporabe i održavanja topografskih karata;
  - **tematska** kartografija, koja se bavi zasnivanjem, izradom, uporabom i održavanjem tematskih karata i sadržaja vezanih uz njih.
- Prema metodama izrade:
  - **klasična** (konvencionalna) kartografija;
  - **digitalna** kartografija.
- Prema namjeni:
  - **vojna;**
  - **civilna**, koja se dalje dijeli na katastarsku, planersku, školsku, atlasnu kartografiju i ostale.

Pored navedene podjele postoje i još neke vrste kartografija, a to su:

**Opća kartografija** koja proučava povijest kartografije, elemente geografskih karata i način njihova prikazivanja na kartama, podjele karata i atlasa te srodne kartografske probleme.

**Teorija kartografskih projekcija** ili **matematička kartografija** koja je dio kartografije i proučava način preslikavanja zakrivljene Zemljine plohe i drugih nebeskih tijela u ravninu.

**Geodetska kartografija** koja se bavi preslikavanjem dijelova Zemljine plohe za potrebe državne i detaljne izmjere.

**Praktična kartografija** koja proučava način izradbe, uporabe i održavanja karata, a dio kartografije koji se bavi umnožavanjem karata naziva se reprodukcijom karata.

Ono što je posebno važno to je **digitalna kartografija** koja primjenjuje računalne tehnologije u kartografiji, te je osobito važna jer skraćuje vrlo dug i složen proces izrade

karata. Osim toga danas postoji potreba za sve većim brojem raznovrsnih karata, koju klasičnim metodama izrade ne bi bilo moguće zadovoljiti.

Osim brzine pri izradi karata, digitalna kartografija ima i druge prednosti kao što su primjerice mogućnost brzog osuvremenjivanja i nadopunjavanja, manja cijene izrade, poboljšanje uvjeta i kvalitete rada te rješavanje zadataka koje do sada nije bilo moguće riješiti.



## 2.2. Kartografske projekcije

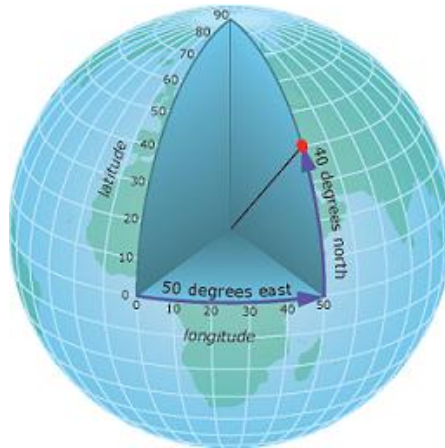
Karta nije samo jednostavan crtež Zemljine površine, već znakovni model koji se izrađuje na temelju određenih matematičkih zakona koji predstavljaju posredan i postupan prijelaz s fizičke Zemljine površine na njen grafički prikaz u ravnini.

Prvo se fizička Zemljina površina transformira na matematičku plohu – rotacijski elipsoid ili sferu ortogonalnim proiciranjem pomoću mreže točaka geodetske osnove koja omogućava pravilan geografski smještaj i orijentaciju sadržaja karte u okviru neke koordinatne mreže. Nakon toga se vrši prijelaz s plohe rotacijskog elipsoida ili sfere u ravninu. Ta se preslikavanja nazivaju kartografske projekcije. Ukratko, **kartografske projekcije** su matematički postupci koji omogućuju preslikavanje zakrivljene plohe (sfere ili rotacijskog elipsoida) Zemlje i drugih nebeskih tijela u ravninu. Teorija kartografskih projekcija često se naziva i matematičkom kartografijom, a cilj izučavanja kartografskih projekcija je stvaranje matematičke osnove za izradu karata i rješavanje teorijskih i praktičnih zadataka u kartografiji, geodeziji, geografiji, astronomiji, navigaciji i ostalim srodnim znanostima.

Kartografska projekcija utvrđuje odnos između koordinata na karti koje su predstavljene u prostornom (trodimenzionalnom) Kartezijevom koordinatnom sustavu koordinatama (apscisa  $X$ , oordinata  $Y$  i aplikata  $Z$ ) i geografskih koordinata odnosno geografske širine ( $\varphi$ ) i geografske dužine ( $\lambda$ ).

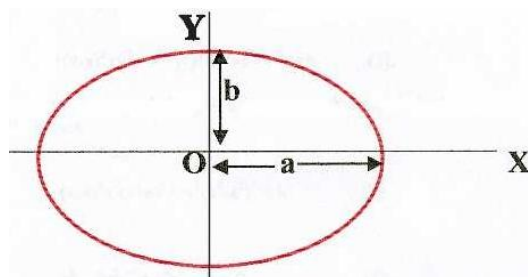
Svaka kartografska projekcija ima jedinstvenu jednadžbu za transformaciju koordinata iz geografskih u pravokutne i obrnuto.

Na plohi elipsoida ili sfere točke se određuju presjekom meridijana i paralela koje predstavljaju geografski koordinatni sustav (slika 1.). Nulti meridijan prolazi kroz opservatorij Greenwich kraj Londona, a ekvator je centralna paralela na jednakoj udaljenosti od polova. Slika mreže meridijana i paralela u ravnini projekcije naziva se osnovnom kartografskom mrežom, a normalna mreža naziva se ona čiji je oblik u promatranoj kartografskoj projekciji najjednostavniji.



Slika 1.: Geografski koordinatni sustav

Budući da oblik Zemlje nije savršena kugla (zbog njene rotacije), već je spljoštena prema polovima (slika 2.), za određivanje osobina rotacijskog elipsoida dovoljno je poznavati elemente jedne meridijanske elipse gdje se velika ili ekvatorijalna poluos označava se sa „**a**“, a mala ili polarna poluos sa „**b**“.



Slika 2.: Rotacijski elipsoid

Sukladno tome spljoštenost je definirana formulom  $f = \frac{a-b}{a}$ , a ekscentričnost  $e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}$ .

Zadatak kartografskog preslikavanja je ustanoviti ovisnost između koordinata točaka na Zemljinom elipsoidu ili sferi i koordinata njihovih slika u projekciji. Ta se ovisnost najčešće prikazuje jednadžbama  $x = f_1(\varphi, \lambda)$ ,  $y = f_2(\varphi, \lambda)$ , a koje omogućavaju izračunavanje i proučavanje deformacija u kartografskim projekcijama.

Kod preslikavanja plohe elipsoida ili sfere u ravninu nastaju deformacije dužina, površina i kutova. U ovisnosti od veličine i rasporeda deformacija na kartama potrebno je usporediti projekcije i odabrati najpovoljniju.

Na izbor projekcije ne utječu samo deformacije, nego i veći broj drugih čimbenika. Nakon odabira najpovoljnije projekcije, potrebno je konstruirati mrežu meridijana i paralela koje služe kao kostur za unošenje ostalih sadržaja. Grafički način konstrukcije tih kartografskih mreža u početku je potpuno zadovoljavao zahtjeve geografije i kartografije. S vremenom, pošto su se osnovne točke određivale triangulacijom, a izvorne karte nastajale na osnovi topografskih izmjera, bilo je potrebno točnije sastavljanje kartografskih mreža, što se moglo postići izračunavanjem numeričkih vrijednosti koordinata točaka uzduž meridijana i paralela u projekciji. U svrhu toga danas se izrađuju računalni programi za računanje i crtanje kartografskih mreža za bilo koji dio Zemljine sfere, u bilo kojoj projekciji i bilo kojem mjerilu. Razvoj informatičke tehnologije te uporaba iste u kartografiji, znatno je olakšala traženje i dobivanje novih inačica već postojećih projekcija.

Dio teorije kartografskih projekcija koja proučava načine preslikavanja točaka s površine Zemljina elipsoida određenih geodetskim metodama, naziva se geodetskom kartografijom, a ista proučava probleme koji se javljaju pri prijelazu s elipsoida na ravninu. To podrazumijeva računanje konvergencije meridijana, računanje mjerila, računanje redukcija duljina i pravaca, prvi i drugi geodetski zadatak, te preračunavanje koordinata točaka pri prijelazu iz jednog koordinatnog sustava u drugi.

Zakrivljene plohe elipsoida i sfere ne mogu se preslikati u ravninu bez deformacija. Stoga primjena dobro odabrane kartografske projekcije omogućava numeričko određivanje tih deformacija i njihovo uklanjanje iz podataka koji su preuzeti s karata. Loše odabrana kartografska projekcija može prouzrokovati i velike posljedice koje se manifestiraju kroz deformacije oblika, veličina i smjerova objekata prikazanih na karti.

Mnoge kartografske projekcije koriste se za izradu karata Svijeta, ali samo mali broj njih dobro čuva Zemljin okrugli oblik. Od njih se posebno ističe Gilbertova projekcija (slika 3.). Ona predstavlja Svijet kakvog ga ljudi najčešće vide, iz svemira i okruglog. Svojim okruglim oblikom podsjeća nas na globus, te istovremeno prikazuje cijelu površinu Zemlje.

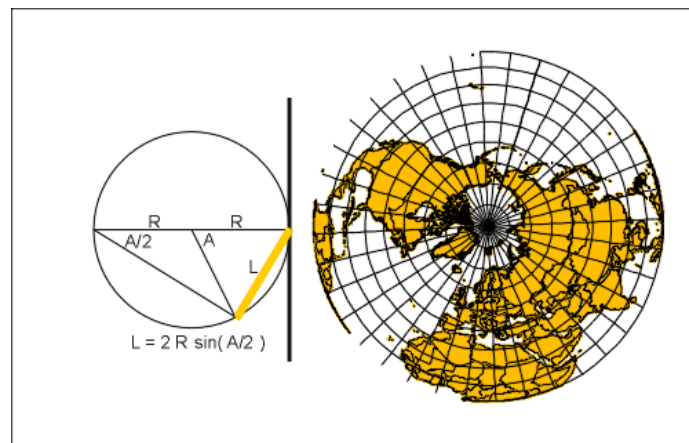


Slika 3.: Gilbertova projekcija Zemlje

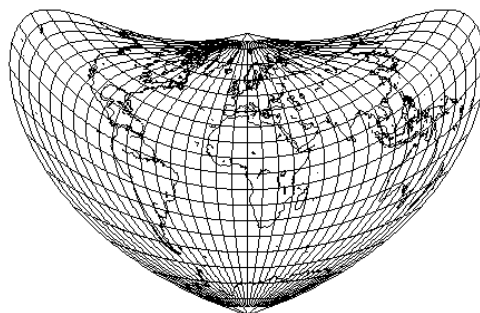
S obzirom da je svaka geografska karta izrađena u određenoj kartografskoj projekciji, može se zaključiti da su kartografske projekcije osobito važne i pri stvaranju geoinformacijskih sustava te nacionalnih digitalnih baza geodetskih, topografskih i kartografskih podataka, koje čine temelj svakoga GIS-a, odnosno suvremene kartografije.

Neke od kartografskih projekcija dobile su imena po svojim pronalazačima. To su primjerice Mercatorova - obično uspravna ili poprečna cilindrična konformna, Lambertova - azimutalna ekvivalentna, ali i konusna konformna (slika 4.), Bonneova - pseudokonusna ekvivalentna (slika 5.), Mollweideova - pseudocilindrična ekvivalentna (slika 6.), zatim niz pseudocilindričnih projekcija Eckerta, Kavrajskoga i drugih. Mješovite projekcije dobivaju se kombinacijom dviju ili više projekcija. Najpoznatija u toj skupini je Winkelova (trostruka) projekcija (slika 7.).

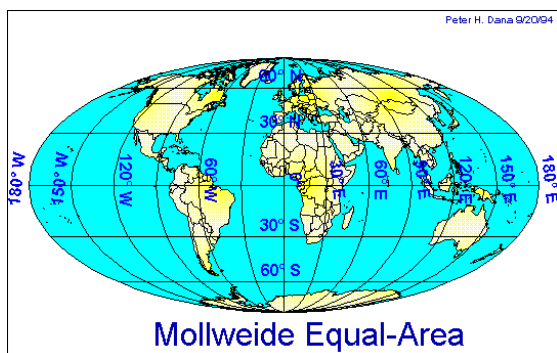
Posebnu skupinu projekcija čine geodetske projekcije, a to su projekcije za potrebe državne izmjere i izradu službenih topografskih karata. U tu svrhu najrasprostranjenije su univerzalna poprečna Mercatorova projekcija (UTM), poprečna Mercatorova ili Gauß-Krügerova projekcija, polikonusna i Lambertova konformna konusna projekcija.



Slika 4.: Lambertova - azimutalna ekvivalentna projekcija



Slika 5.: Bonneova – pseudokonusna ekvivalentna projekcija



Slika 6.: Mollweideova - pseudocilindrična ekvivalentna projekcija

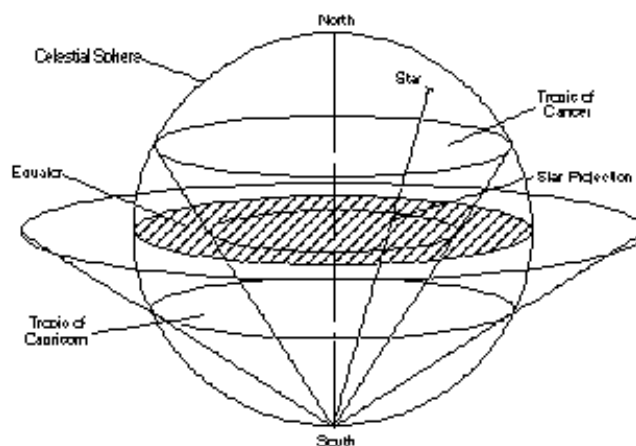


Slika 7.: Winkleova projekcija

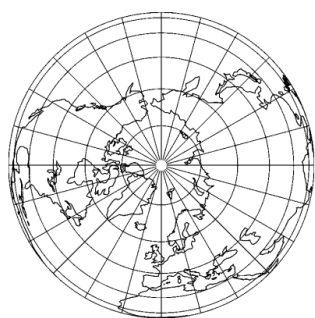
### 2.2.1. Povijest kartografskih projekcija

Počeci kartografskih projekcija stari su oko dvije tisuće godina, kada su grčki znanstvenici prvi uveli matematičke principe u temelje preslikavanja Zemlje i zvjezdanog neba te počeli primjenjivati mrežu meridijana i paralela. Veliku ulogu u razvitku kartografije odigrali su radovi Anaksimandara, Eratostena, Apolonija i Hiparha. Smatra se da je prvu kartu u nekoj projekciji izradio Tales iz Mileta 600. godine prije Krista. Bila je to karta nebeske sfere u gnomonskoj projekciji.

Među najstarije projekcije ubrajaju se stereografska (slika 8.) te ortografska projekcija (slike 9.) koje je upotrijebio poznati grčki astronom i matematičar Hiparh, također za izradu karata nebeske sfere oko 150. godine prije Krista. Od toga vremena do danas izumljeno je nekoliko stotina kartografskih projekcija.



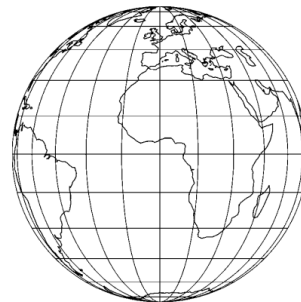
Slika 8.: Stereografska projekcija Zemlje



uspravna ortografska projekcija



kosa ortografska projekcija



poprečna ortografska projekcija

Slike 9.: Ortografska projekcija Zemlje (uspravna, kosa i poprečna)

Daljnji razvoj kartografskih projekcija obilježilo je Ptolomejevo kapitalno djelo „Geografija“ (2. stoljeće) u kojem je autor opisao proces sastavljanja karata, određivanje Zemljinih dimenzija te konstrukciju kartografskih projekcija.

Razvoj kartografije osobito je započeo za vrijeme renesanse, odnosno razdoblja kada su se događala velika geografska otkrića. Karte su se tada izrađivale isključivo primjenom matematičkih metoda i izmjerom zemljišta, a koristili su ih uglavnom vladari za upravljanje zemljama i u vojne svrhe te za razvoj trgovine i pomorstva.

Kraj 16. i početak 17. stoljeća obilježila je izrada i izdavanje geografskih atlasa poznatih nizozemskih kartografa Orteliusa i Mercatora, što je bio značajan događaj u razvoju i promoviranju kartografije. Između ostalog, Mercator je i prvi primjenio konformnu cilindričnu projekciju koja se i danas vrlo uspješno koristi za pomorsku navigaciju i u vojne svrhe.

U 18. stoljeću pojavilo se niz novih kartografskih projekcija čiji su autori R. Bonne, J. H. Lambert, J. L. Lagrange, L. Euler i drugi.

Nakon završetka renesanse i uvođenja elementarne analize, kartografske projekcije postaju složenije jer su se iste izrađivale pomoću tablica trigonometrijskih funkcija.

Mnoge kartografske projekcije nastale su u 19. i 20. stoljeću, ali su osnovni principi postavljeni 1772. kada je Lambert izvršio prvo namjerno očuvanje površinske vjernosti u svakoj točki pri svojem izumu cilindričnih, azimutalnih i konusnih ekvivalentnih projekcija.

Pored Lamberta i Langrangea vrlo velik doprinos u razvoju teorije kartografskih projekcija dali su Gauß i Tissot u 19. stoljeću uspostavljanjem čvrstih matematičkih principa.

U 20. stoljeću izdan je velik broj monografija poznatih europskih kartografa, geodeta i matematičara prevedenih na desetak europskih jezika uključujući i monografije znanstvenika iz bivšeg Sovjetskog Saveza.

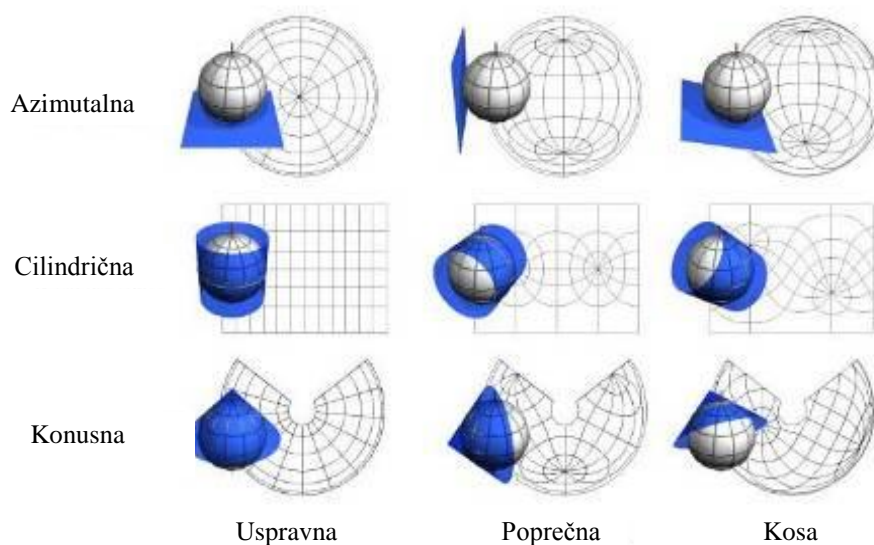
Povijest primjene kartografskih projekcija je dosta duga, osobito s razvojem radionavigacije i tehnologije radio postavljanja. Primjena satelita (Landsat) unijela je nove koncepte u razvoju kartografskih projekcija, jer su iste suočene s potpuno novom temom istraživanja i proučavanja. Zadnjih nekoliko godina, računala su promijenila izgled znanosti kartografskih projekcija, a posebno u računanju koordinata i automatskom crtanju tematskih matematičkih elemenata na karti.

Transformacija kartografskih projekcija potpomognuta računalom je još veći napredak za kartografiju, jer se time zadovoljila potreba za proučavanjem obrade topografskih podataka, postavljanjem prostornih informacija i transformacijom u informacijskim sustavima.

### 2.2.2. Podjela kartografskih projekcija

Radi lakšeg izučavanja velikog broja kartografskih projekcija potrebno je izraditi njihovu klasifikaciju. Kartografske se projekcije mogu podijeliti:

- S obzirom na plohu preslikavanja (slika 10.), odnosno oblik kartografske mreže na:
  - azimutalne ili perspektivne;
  - cilindrične;
  - konusne.

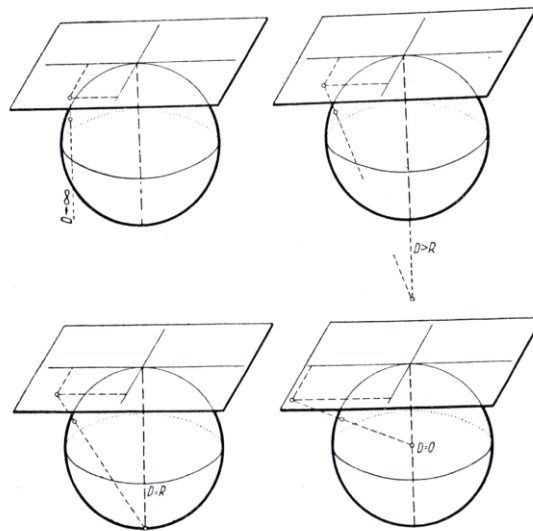


Slika 10.: Kartografske projekcije s obzirom na plohu preslikavanja, odnosno oblik kartografske mreže

Kod **azimutalnih ili perspektivnih** projekcija preslikavanja na ravninu vrše se sukladno zakonima centralne projekcije (slika 11.). Centar projekcije nalazi se na dijametru koji je okomit na ravninu preslikavanja.

Obzirom na položaj centra projekcije razlikuju se:

- ortografske projekcije, gdje je centar projiciranih zraka u beskonačnosti ( $D=\infty$ );
- vanjske projekcije, kod kojih je centar projiciranih zraka na proizvoljnoj udaljenosti od centra Zemlje, ali izvan nje ( $D>R$ );
- stereografske projekcije, kod kojih je centar projiciranih zraka na samoj površini Zemlje ( $D=R$ );
- centralne projekcije, kod kojih je centar projiciranih zraka u centru Zemlje ( $D=0$ ).

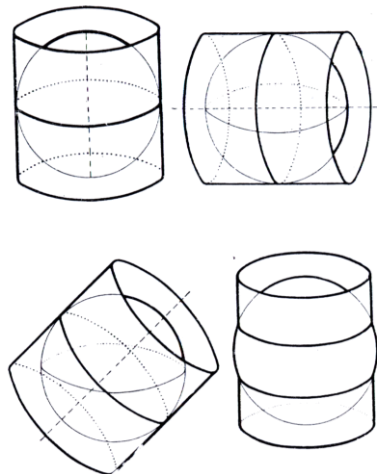


Slika 11.: Preslikavanje azimutalnih ili perspektivnih projekcija

Kod **cilindričnih** projekcija Zemlja se preslikava na plašt cilindra (slika 12.). Ove projekcije mogu biti:

- polarne ili uspravne, gdje je vrh cilindra u produženju polarne osi Zemlje;
- poprečne, gdje je vrh cilindra u ekvatorskoj ravnini;
- kose, gdje vrh cilindra leži proizvoljno obzirom na os Zemlje.

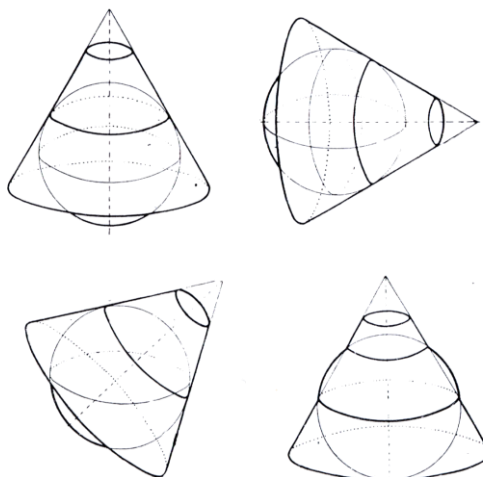




Slika 12.: Preslikavanje cilindričnih projekcija

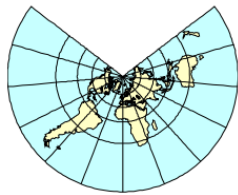
Kod **konusnih** projekcija Zemlja se preslikava na konus (slika 13.). Ove projekcije, kao i cilindrične mogu biti:

- polarne ili uspravne, gdje je vrh konusa u produženju polarne osi Zemlje;
- poprečne, gdje je vrh konusa u ekvatorskoj ravnini;
- kose, gdje vrh konusa leži proizvoljno obzirom na os Zemlje.

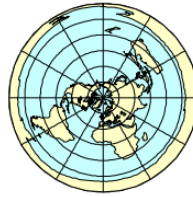


Slika 13.: Preslikavanje konusnih projekcija

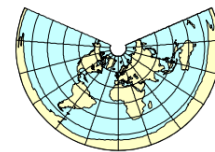
- S obzirom na karakter deformacija kartografske mreže (slika 14.), odnosno elementa koji su preslikani bez deformacija na:
  - konformne (sačuvana je jednakost kutova);
  - ekvivalentne (sačuvana je jednakost površina);
  - ekvidistantne (sačuvana je jednakost dužina).



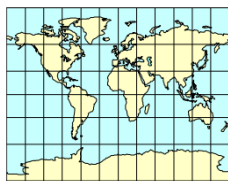
konformna konusna



ekvivalentna konusna



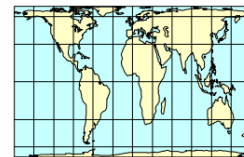
ekvidistantna konusna



konformna cilindrična



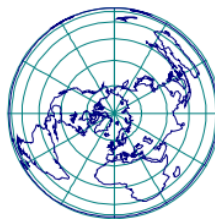
ekvivalentna cilindrična



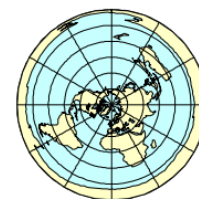
ekvidistantna cilindrična



konformna azimutalna



ekvivalentna azimutalna



ekvidistantna azimutalna

Slika 14.: Kartografske projekcije s obzirom na karakter deformacija kartografske mreže

### 2.3. Kartografske projekcije u RH

Posebnu skupinu projekcija čine geodetske projekcije, a to su projekcije za potrebe državne izmjere i izradu službenih topografskih karata. Te projekcije služe kao matematička osnova za sva računanja u ravnini te za izradu planova i karata najkрупnijih mjerila. U tu svrhu najrasprostranjenije su univerzalna poprečna Mercatorova projekcija (UTM), poprečna Mercatorova ili Gauß-Krügerova projekcija, polikonusna i Lambertova konformna konusna projekcija.

U Hrvatskoj je u službenoj uporabi bila Gauß-Krügerova (poprečna cilindrična konformna) projekcija rotacijskog elipsoida, a Odlukom Vlade RH iz 2004. godine uvela se nova projekcija HTRS96/TM koja je postala službena od 2010. godine i temelji se na elipsoidu GRS 80.

#### 2.3.1. Gauß-Krügerova projekcija

Za potrebe državne izmjere, danas se u većini zemalja upotrebljava Gauß-Krügerova projekcija. To je konformna poprečna cilindrična projekcija elipsoida u ravninu.

Austrija je bila prva država koja je uvela Gauß-Krügerovu projekciju za potrebe državne izmjere. Bilo je to 1917. godine. Njemačka je to isto učinila 1923., a bivša Jugoslavija uvela je Gauß-Krügerovu projekciju 1924. godine. Projekciju je izabralo povjerenstvo u kojem su bili najpoznatiji geodetski stručnjaci toga vremena.

Projekcija je dobila ime po velikom njemačkom znanstveniku Carlu Friedrichu Gaußu (slika 15.) - (1777. – 1855.) koji je geodeziju zadužio mnogim otkrićima. L. Krüger objavio je 1912. knjigu o toj projekciji, a 1919. Zbirku formula za praktičnu primjenu. Od tada se ta projekcija naziva Gauß-Krügerova. U literaturi engleskog jezičnog područja ta se projekcija susreće pod nazivom Transverse Mercator Projection.



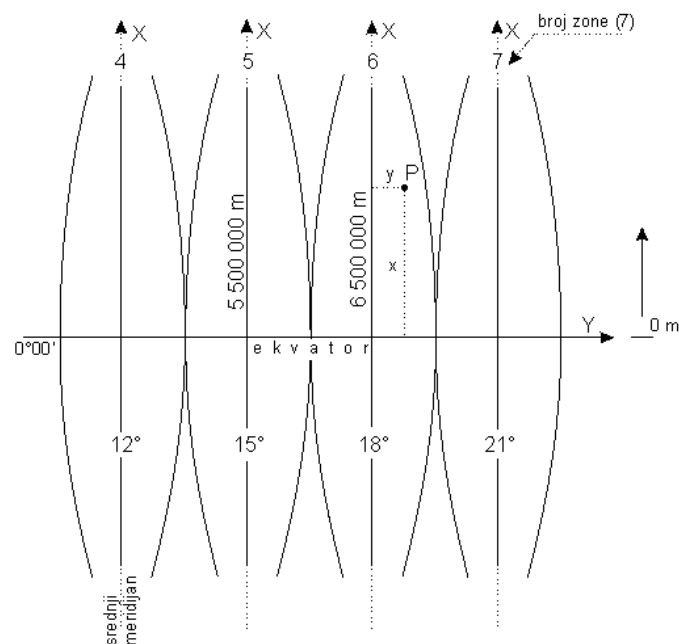
Slika 15.: C. F. Gauss (1777. – 1855.)

Gauß-Krügerova projekcija određena je sljedećim uvjetima:

- projekcija je konformna;
- srednji meridijan preslikava se u pravu veličini ili je mjerilo uzduž njega konstantno;
- os x pravokutnog koordinatnog sustava poklapa se sa slikom srednjeg meridijana područja koje se preslikava. Ishodište se može postaviti u bilo kojoj točki, a obično se uzima u presjecištu slike srednjeg meridijana i ekvatora.

Značajke Gauß-Krügerove projekcije (slika 16.):

- Dijeli se na meridijanske zone široke  $3^\circ$  unutar kojih su deformacije male;
- Svaka zona ima drugi dodirni meridijan;
  - $15^\circ =$  zona 5
  - $18^\circ =$  zona 6
- U svakoj zoni središnji je meridijan os x koordinatnog sustava, a os y je ekvator;
- X koordinata se mjeri u metrima od ekvatora s pozitivnim smjerom prema sjeveru;
- Y koordinata se uvećava za  $z + 500.000$  m ( $z =$  broj zone) kako bi se izbjegle negativne vrijednosti.
  - 5 zona  $y = 5.500.000 \pm$  udaljenost prema istoku (+) ili zapadu (-) od središnjeg meridijana;
  - 6 zona  $y = 6.500.000 \pm$  udaljenost prema istoku (+) ili zapadu (-) od središnjeg meridijana;



Slika 16.: Prikaz 3-stupanjskih meridijanskih zona i Gauß-Krügerovog koordinatnog sustava

Kako projekcija ekvatora predstavlja os  $y$ , tako apscise  $x$  računamo od ekvatora. Prednost takvog računanja za područja sjeverno od ekvatora je u tome što su apscise uvijek pozitivne i što se prema veličini apscise može približno zaključivati o položaju točke na Zemljinoj površini.

Da bi se izbjegle negativne oordinate, svim oordinatama dodaje se 500.000 m, odnosno os  $y$  ima koordinatu  $y = 500.000$  m. Tako točke koje leže istočno od apscisne osi, odnosno od srednjeg meridijana, imaju oordinate veće od 500.000 m, a točke koje se nalaze zapadno od srednjeg meridijana imaju oordinate manje od 500.000 m, ali uvijek pozitivne. Broj koordinatnog sustava u kojem se dotična točka nalazi stavlja se ispred iznosa oordinate.

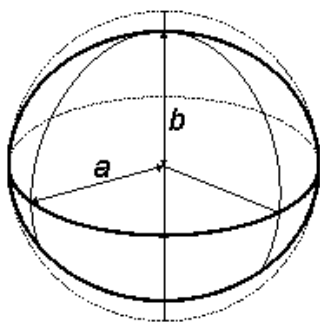
Tako primjerice, točka s koordinatama  $y = 5\ 550\ 635.17$  i  $x = 5\ 050\ 127.18$  nalazi se u 5. sustavu i to 50.635,17 m istočno od srednjeg 15° meridijana.

Točka s koordinatama  $y = 6\ 451\ 832.54$  i  $x = 5\ 060\ 382.44$  nalazi se u 6. sustavu i to 48.167,46 m zapadno od srednjeg 18° meridijana.

Da bi se dobila stvarna udaljenost točke od srednjeg meridijana, odnosno od osi  $x$ , treba se od oordinate  $y$  oduzeti za 5. sustav:  $K = 5\ 500.000$  i 6. sustav:  $K = 6\ 500.000$ .

Kod uporabe koordinata treba znati razlikovati nereducirane koordinate izvedene uz pretpostavku da je mjerilo na srednjem meridijanu jednako jedinici ( $m_0 = 1$ ) i reducirane koordinate dobivene uz pretpostavku da je mjerilo na srednjem meridijanu izabrano po volji. Mjerilo je na srednjem meridijanu svake zone  $m_0 = 0,9999$ .

U RH se kao temeljna ploha za geodetska računanja upotrebljavao Besselov elipsoid (slika 17.), pa je on također bio polazna ploha Gauß-Krügerove projekcije. Navedeni elipsoid se jako dobro poklapa sa zakrivljenosti geoida na području Europe i Euroazije, te je pogodan za lokalne nacionalne geodetske primjene (rabi ga Njemačka, Austrija, Češka i neke Azijske i Afričke države), iako su njegove osi kraće za čak 700 m od danas precizno poznatih mjera.



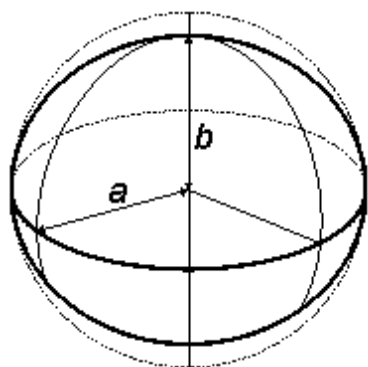
$a = 6\ 377\ 397.155\ 00\ \text{m}$ $b = 6\ 356\ 078.963\ 25\ \text{m}$
--

Slika 17.: Besselov elipsoid

### 2.3.2. HTRS 96/TM projekcija

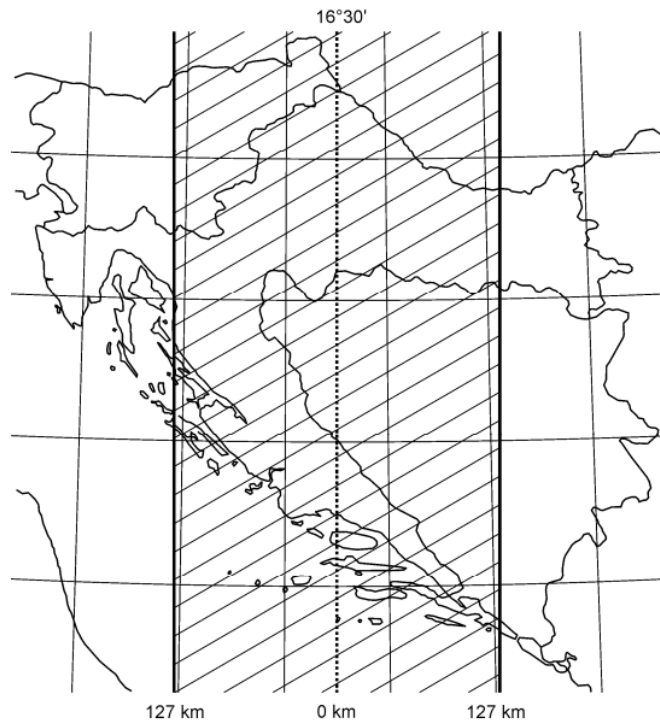
Na sjednici održanoj 4. kolovoza 2004. godine, Vlada Republike Hrvatske donijela je Odluku o utvrđivanju službenih geodetskih datuma i ravninskih kartografskih projekcija Republike Hrvatske (NN 2004/110 i NN 2004/117). Tom Odlukom koordinatni sustav poprečne Mercatorove (Gauss-Krügerove) projekcije – skraćeno HTRS96/TM, sa srednjim meridijanom 16°30' i linearnim mjerilom na srednjem meridijanu 0,9999 određuje se projekcijskim koordinatnim sustavom Republike Hrvatske za potrebe katastra i detaljne državne topografske kartografije.

Navedenim koordinatnim sustavom (HTRS96/TM) obuhvaćeno je cijelo područje Republike Hrvatske bez podjela na zone. Posljedica toga je da su linearne deformacije u područjima udaljenim manje od 127 km od srednjeg meridijana manje od 1 dm na 1 km što se smatra prihvatljivim za radove katastra, inženjerske geodezije i topografije (slika 19.). Kao referentna ploha usvojen je projekcijski elipsoid Geodetic Reference System 1980. (GRS80) (slika 18.).



$a = 6\,378\,137 \text{ m}$ $b = 6\,356\,752.3141 \text{ m}$
---

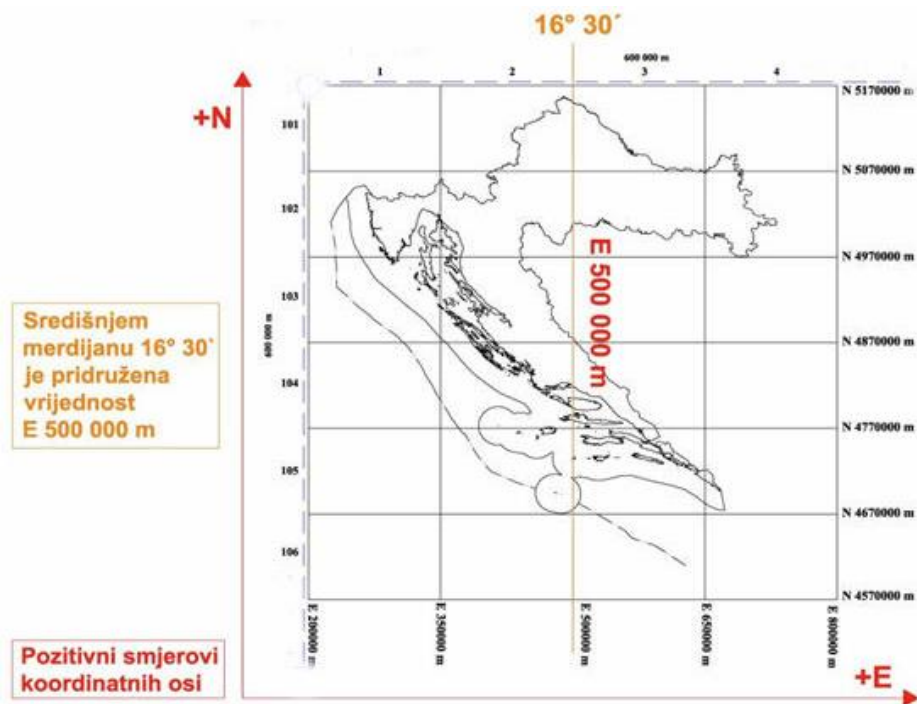
Slika 18.: GRS80 elipsoid



Slika 19.: Područje koje se preslikava s apsolutnim linearnim deformacijama manjim od  $1 \text{ dm km}^{-1}$

U projekcijskom sustavu HTRS96/TM projekcija ekvatora predstavlja oordinatnu os E (istočno), a projekcija srednjeg meridijana apscisnu os N (sjeverno).

Da bi se izbjegle negativne oordinate dodaje se svim oordinatama 500.000 m, odnosno os E ima koordinatu  $E = 500.000 \text{ m}$  (slika 20.). Tako točke koje leže istočno od apscisne osi, odnosno od srednjeg meridijana ( $16^\circ 30'$ ), imaju oordinate veće od 500.000 m, a točke koje se nalaze zapadno od srednjeg meridijana imaju oordinate manje od 500.000 m, ali uvijek pozitivne. Da bi se dobila stvarna udaljenost točke od srednjeg meridijana, odnosno od osi N treba se od oordinate E oduzeti vrijednost 500.000 m.



Slika 20.: HTRS96/TM projekcija RH

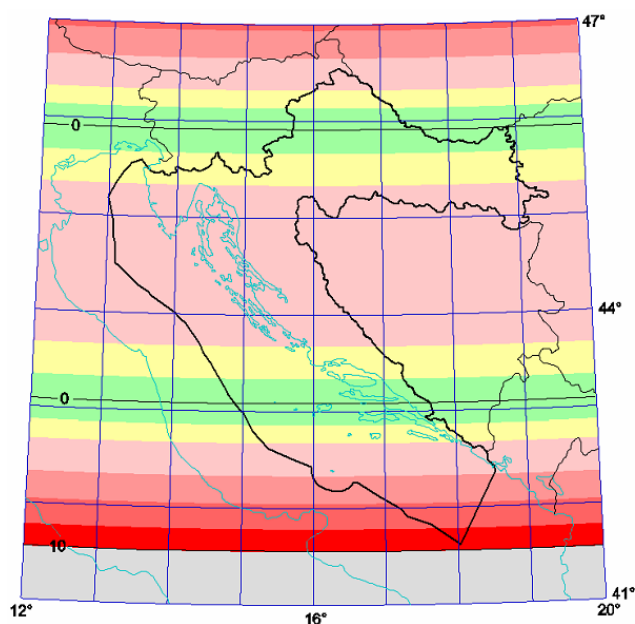
Glavni parametri kartografske projekcije HTRS96/TM:

- Oznaka elipsoida je GRS80 (Geodetic Reference System 1980.);
- Poprečna konformna Mercatorova projekcija (Gauss-Krügerova) bez podjela na zone;
- Srednji meridijan je  $16^{\circ} 30'$  istočno od Greenwicha;
- Koordinate su određene prema E (istok) i N (sjever) u metrima;
- Vrijednost parametra projekcije je 0,9999;
- Projekcija se primjenjuje za katastarsku i topografsku izmjeru te u kartografiji za mjerila krupnija od 1:500.000.



### 2.3.3. Lambertova konformna konusna projekcija (HTRS96/LCC)

Lambertova konformna konusna projekcija (slika 21.) sa standardnim paralelama  $43^{\circ} 05'$  i  $45^{\circ} 55'$  koristi se kao projekcijski koordinatni sustav Republike Hrvatske za područje pregledne državne kartografije.

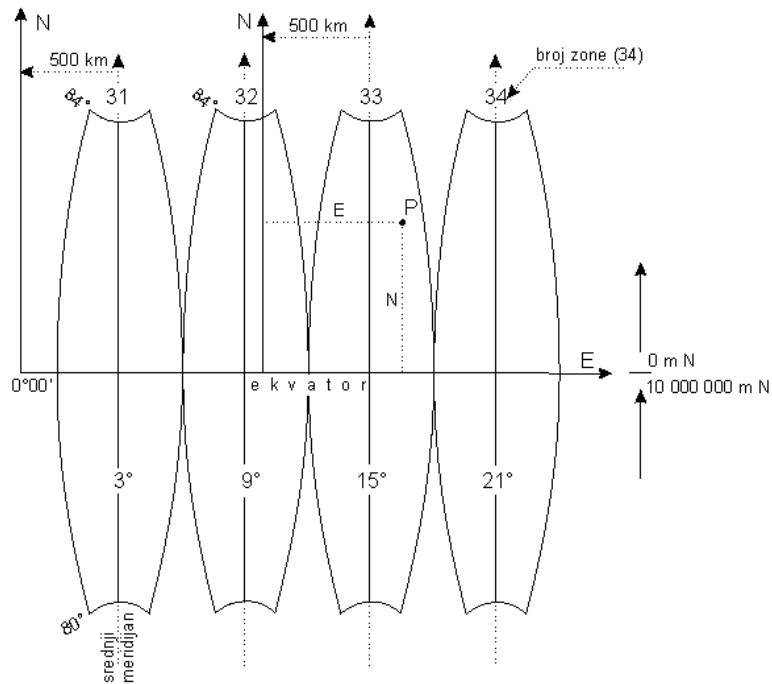


Slika 21.: Lambertova konformna konusna projekcija RH (HTRS96/LCC)

### 2.3.4. Univerzalna poprečna Mercatorova projekcija (UTM)

Konstrukcija koordinatne UTM mreže temelji se na Mercatorovom konformnom poprečnom cilindričnom preslikavanju 6-stupanjskih meridijanskih zona (slika 22.) koja je slična Gauß-Krügerovoj projekciji upotrijebljenoj pri konstrukciji topografskih karata koje su ulaskom RH u NATO savez u uporabi u OS RH.

Univerzalna poprečna Mercatorova projekcija (Universal Transverse Mercator – UTM) temelji se na preslikavanju s općeg Zemljina elipsoida, a u današnje vrijeme to je elipsoid poznat pod nazivom WGS 84. Mjerilo uzduž srednjeg meridijana svake zone je  $m_0=0,9996$ .

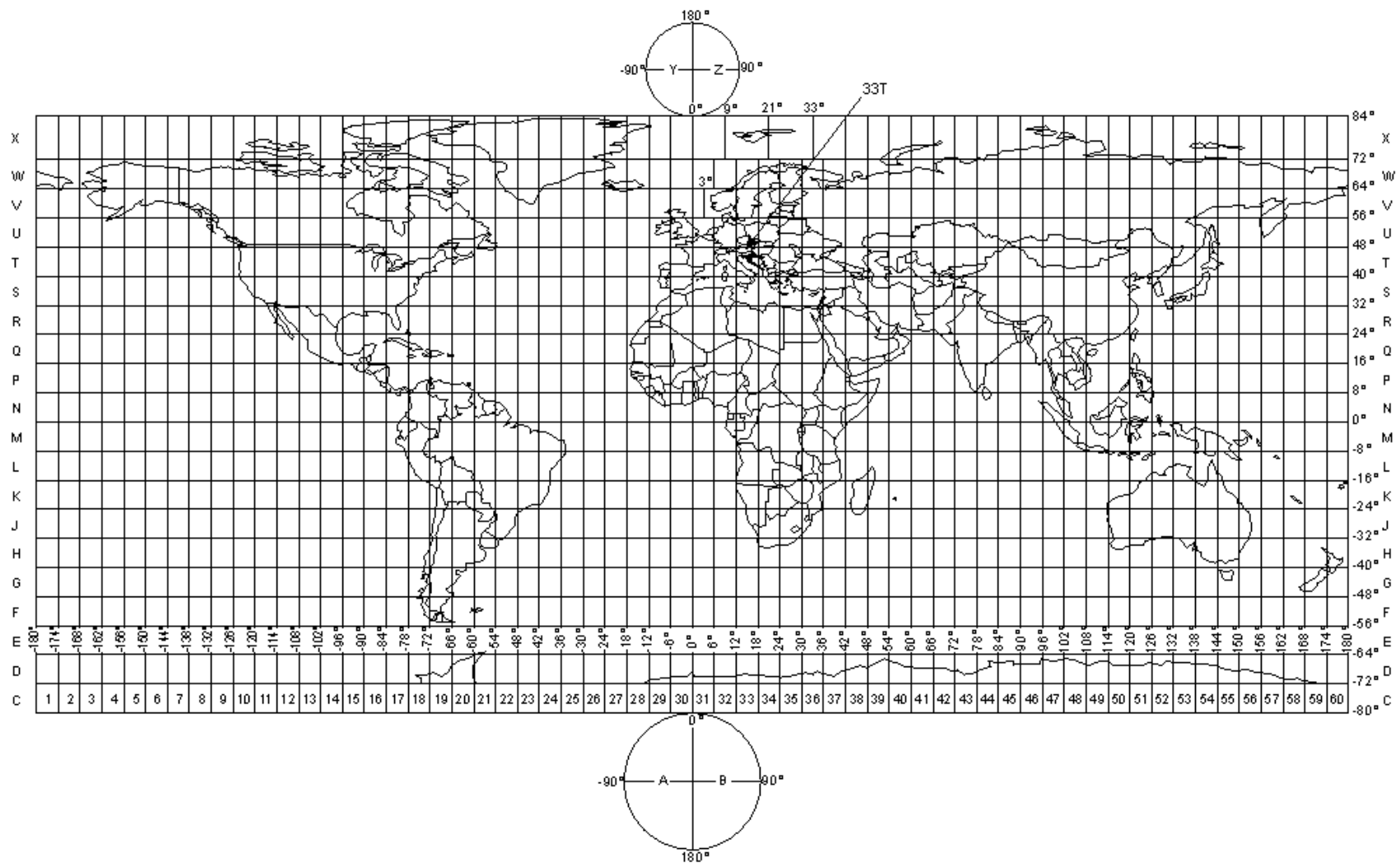


Slika 22.: Prikaz 6-stupanjskih meridijanskih zona i definicija UTM koordinatnih sustava

Za UTM projekciju se kaže da je poprečna cilindrična projekcija elipsoida na ravninu, jer se karta napravljena u toj projekciji može smotati u plašt cilindra (valjka). Formule za računanja u toj projekciji dosta su složene, a mogu se naći u odgovarajućoj literaturi.

Vodoravna koordinatna os označena je slovom E (East = istok), a okomita koordinatna os označena je slovom N (North = sjever). Da bi se spriječila pojava negativnih vrijednosti koordinata E, pribraja im se konstanta od 500 km. Za točke koje se nalaze južno od ekvatora još se koordinati N pribraja konstanta od 10.000 km. U navedenom načinu prikazivanja položaja svaki koordinatni sustav imat će ishodište za sjevernu hemisferu (u metrima) 500.000 m E, 0 m N. Svaka meridijanska zona ima svoj samostalni sustav pravokutnih ravninskih koordinata s ishodištem u sjecištu ekvatora sa srednjim meridijanom te zone. Koordinate rastu u smjeru istoka i sjevera (slika 22.).

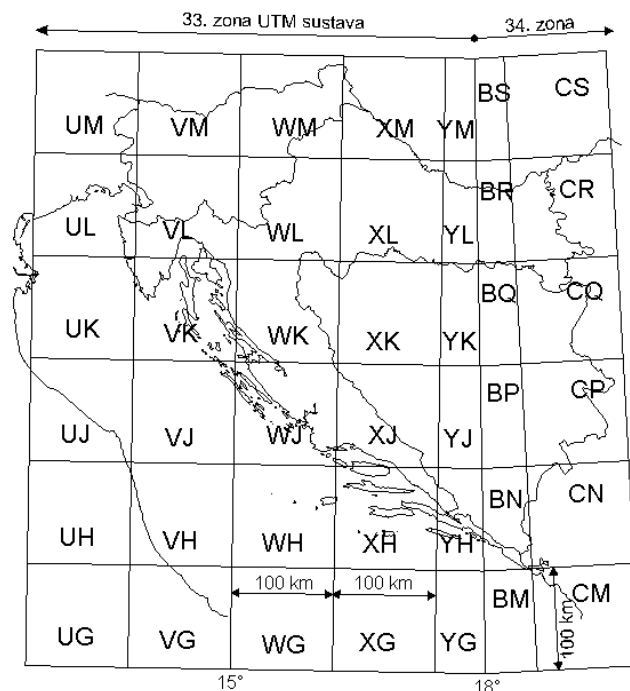
Koordinatna UTM mreža pokriva područje Zemlje između 80° južne geografske širine i 84° sjeverne geografske širine. Razdijeljena je na 60 meridijanskih 6-stupanjskih zona koje su počevši od meridijana 180° smjerom na istok označene brojkama od 1 do 60. Svaka zona je u smjeru paralela razdijeljena na 19 redaka visine 8°, a najsjeverniji 20-ti redak je širine 12° (slika 23.).



Slika 23.: UTM projekcija Zemlje

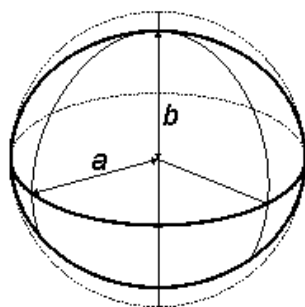
U polarnim područjima (sjevernije od 84° s.š. i južnije od 80° j.š.) upotrebljava se polarna stereografska projekcija (Universal Polar Stereographic – UPS). Tu je ishodište u sjevernom (južnom) polu, a os u smjeru jug-sjever tvore meridijani 0° i 180°, te u smjeru istok-zapad meridijan 90°. I jednoj i drugoj koordinati pribraja se konstanta od 200 km.

Vojnu UTM mrežu tvore kvadrati stranica 100 km. Počevši od ekvatora u smjeru sjevera i juga i od srednjeg meridijana na zapad i istok definiran je sustav kvadrata 100×100 km čije su stranice u ravnini projekcije paralelne s projekcijom ekvatora i srednjeg meridijana pripadajuće zone. Navedena vojna UTM mreža koristi se u OS RH (slika 24.).



Slika 24.: Označavanje kvadrata 100×100 km vojne UTM mreže na području RH

Kao temeljna ploha za geodetska računanja UTM projekcije koristi se elipsoid World Geodetic System 1984 (WGS84) razvijen u SAD (slika 25.).



$a = 6\,378\,137 \text{ m}$ $b = 6\,356\,752.314\,25 \text{ m}$
--

Slika 25.: WGS 84 elipsoid

Ukoliko se želi izraditi GIS čiji podatci obuhvaćaju područje nekoliko država, a koji ne koriste isti elipsoid, isti će se trebati transformirati sa jednog elipsoida na drugi. Primjerice, izračunate su formule za transformaciju između koordinata na Besselovom elipsoidu i WGS84 elipsoidu:

- $\varphi$  i  $\lambda$  zadaju se u stupnjevima, a korekcije se dobivaju u sekundama
  - za južnu Hrvatsku  $\Delta\varphi'' = 0.5789\varphi - 25.325$   
 $\Delta\lambda'' = 0.3174\lambda + 12.154$
  - za sjevernu Hrvatsku  $\Delta\varphi'' = 0.3316\varphi - 14.282$   
 $\Delta\lambda'' = -0.023\lambda^2 + 1.1996\lambda + 4.388$

Na (slici 26.) prikazano je područje s različitim parametrima transformacije između Besselovog i WGS84 elipsoida.



Slika 26.: Područje s različitim parametrima transformacije između Besselovog i WGS84 elipsoida

### 3. DIGITALNA KARTOGRAFIJA I GIS

#### 3.1. Digitalna kartografija

Primjena računala i ostalih elektroničkih uređaja donijela je niz pozitivnih rješenja koja su unaprijedila proces izrade karata. Korištenje računalne tehnologije u kartografiji naziva se **digitalna kartografija**.

Začetak digitalne kartografije datira iz ranih pedesetih godina 20. stoljeća pojavom računalne grafike. Tada je osnovna namjera bila racionalizacija procesa izrade karata i u tu svrhu zamjena konvencionalnih metoda koje su se do tada koristile. Primjena računalne tehnologije u kartografiji u početku je bila osobito važna jer je znatno skraćen proces izrade karata koji je do tada bio složen i vrlo dug pa su mnoge karte u trenutku izdavanja već zastarjele.

Ta prvotna namjera tijekom posljednjih četrdesetak godina je jednostavno prevladana, a osobito onda kada su se masovno počela koristiti osobna računala. Naime, osim što je unaprijedila tehničko polje kartografije, primjena računalne tehnologije utjecala je i na stvaranje novog odnosa između procesa izrade karata i društva u cjelini.

S obzirom da su dotadašnji kartografski prikazi (analogne karte) definirani kao grafičke predodžbe geografskog prostora, **digitalnu kartu** mogli bi definirati kao svaku kartografsku vizualizaciju u digitalnom formatu koju je moguće prikazati na zaslonu računala ili ju otisnuti. Neki autori s obzirom na složenost ove definicije razlikuju digitalne i elektroničke karte.

- **Digitalna karta** je karta u vektorskom i/ili rasterskom formatu pohranjena na nositelje pogodne za računalnu obradu. Sadrži softver i sve attribute za prikaz na ekranu monitora ili crtanje ploterom uključujući potpunu signaturizaciju, nazive i opis karte.
- **Elektronička karta** je interaktivni kartografski sustav za pretraživanje i pokazivanje informacija koji se sastoji od jedne ili više karata pohranjenih u rasterskom ili vektorskom formatu i baze podataka s opisnim podacima o pojedinim objektima. Sadrži i softver za pretraživanje i pokazivanje karata te opisnih podataka na ekranu osobnog računala ili radne stanice. Osim karata i teksta elektronička karta sadrži zvuk te pokretne i nepokretne slike (Jurišić M., 2009).

Prve digitalne karte nastajale su metodom digitalizacije, odnosno pretvorbom analognih karata u digitalne vodeći računa o njihovoj transformaciji u odgovarajući koordinatni sustav.

Uređaji pomoću kojih se provodi proces digitalizacije karata zovu se digitalizatori, a isti se dijele na:

- Vektorske digitalizatore i
- Rasterske digitalizatore (skener).

Vektorski digitalizator (slika 27.) je grafički tablet sa slobodno vođenom markicom koji radi na induktivnom principu. Koordinate može očitavati statički – točku po točku i dinamički – kao niz koordinata.

Rasterski digitalizator (slika 28.) ili skener je uređaj koji automatski digitalizira cijelu kartu te funkcionira poput telefaks uređaja. Skener transformira analognu kartu u rasterski format kojeg karakterizira križaljka stupaca i redova (piksela) koja čini lokalni koordinatni sustav rastera. Piksel zaslona je najmanje područje koje računalo može kontrolirati.

Prema namjeni skeneri se dijele na: uredske, kartografske i specijalne. Ono što je posebno bitno za izbor skenera je njegova rezolucija, odnosno broj koji određuje točnost skenera. Kartografski skener ima visoku hardversku rezoluciju od 800 dpi (eng. Dots Per Inch) i više te ga karakterizira visoka razlučivost boja.



Slika 27.: Vektorski digitalizator

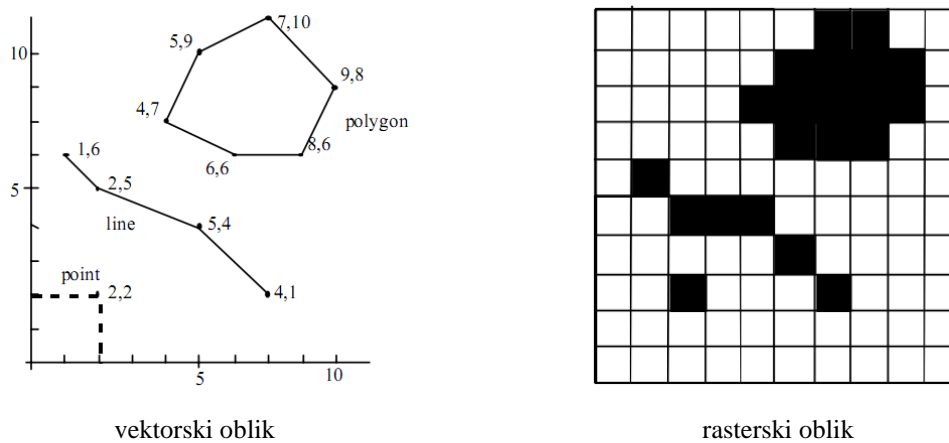


Slika 28.: Rasterski digitalizator

Razlikuje se hardverska i softverska rezolucija. Hardverska rezolucija se opravdano smatra stvarnim dometom skenera i granicom u proračunu mogućnosti uvećanja. Softverska rezolucija je ta pri kojoj skener, nakon što je predložak skeniran najvećom rezolucijom, softverski interpolacijom između susjednih točaka izračunava zacrnjenje međutočaka (Frangješ S., 2003).

Ako se žele usporediti ove dvije vrste digitalizatora, onda se može reći da je vektorski digitalizator prikladan za digitalizaciju manjih područja ili dijelova plana te je sam proces digitalizacije opterećen s osobnim pogreškama. Rasterski digitalizator je suvremeniji, pouzdaniji i proces digitalizacije je moguć na velikim područjima te je uveliko manje opterećen osobnim pogreškama. Tendencija je vektorski digitalizator istisnuti iz uporabe, a maksimalno primjenjivati rasterski digitalizator, odnosno skener.

Digitalizirani podatci mogu biti alfanumerički i grafički, a karta je između ostalog skup grafičkih podataka. Grafički podatci mogu biti pohranjeni u vektorskom i rasterskom obliku sukladno potrebi i namjeni (slika 29.), a glavna razlika između njih je način na koji su interpretirani.



Slika 29.: Interpretacija kao vektor i raster

Vektorski podatci (točka, crta, poligon) čuvaju se i spremaju kao parovi koordinata u pravokutnom koordinatnom sustavu (X, Y) i kao takvi predstavljaju naše okruženje. Najviše se koriste u CAD aplikacijama u svrhu tehničkog crtanja i projektiranja na računalima.

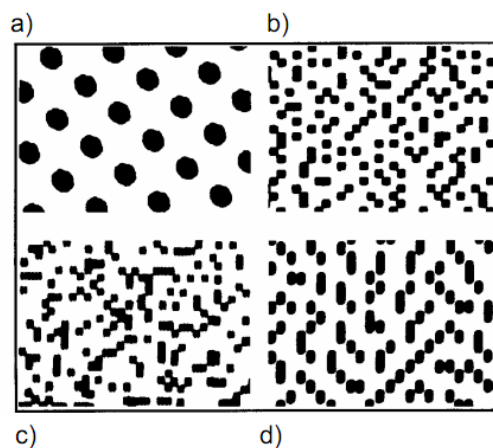
Rasterski podatci koji su nastali skeniranjem karte, fotografije ili aerofoto snimke raspoređeni su u rasterske datoteke i sastoje se od pravokutnih križaljki malih ćelija (piksela) koje su uglavnom iste veličine i kvadratnog oblika. Veoma bitna značajka rasterskih podataka je to što zauzimaju jako puno memorije u računalima, ali isto tako i brza obrada podataka po jedinici zauzetog memorijskog prostora. Veliku prednost podataka u rasterskom obliku daje prikladnost za oblikovanje slike u boji na temelju piksela te što se uređaji za reprodukciju, kao što su fotoploteri, također temelje na rasterskoj tehnologiji.



U pogledu rasterizacije postoje dva osnovna postupka. To su amplitudno i frekvencijski modulirani rasteri.

Kod amplitudno moduliranog rastera (AM), koji se danas u tisku najčešće upotrebljava, razmak između središta rasterskih točaka je uvijek stalan, a dojam različitih polutonova postiže se promjenom veličine točaka. Mogućnost ispisa, te potpunu kontrolu nad amplitudno moduliranim rasterom nude samo pisači s PostScriptom. Naše oči ne vide pojedinačne rasterske točke s učestalošću (linijaturom) većom od 40 toč/cm. Za kvalitetan otisak danas se upotrebljava najčešće 60 lin/cm. Novinski papir ne podnosi raster s frekvencijom većom od 30 lin/cm.

Frekvencijski moduliran raster (FM) obilježava stalna veličina rasterske točke, a dojam polutonova dobiva se različitom gustoćom točaka. Budući da nema pravilnog razmještaja točaka, kod tog rastera nema govora o učestalosti. Umjesto toga određuje se veličina točkice, a za zadano zacrnjenje izračunava se prosječna frekvencija. FM točkice otiskuju se u praksi različitim frekvencijama od 10 do 200 toč/cm. Tu se još treba voditi računa o tehničkoj granici kontrole razvijanja ploče, koja za ofsetni tisak dozvoljava veličinu točke od 0,04 mm. Prednost FM rastera pred AM rasterom je u slučajnom razmještaju točaka. FM raster je u prednosti kod separacije s većim brojem boja. Na slici 30.b, 30.c i 30.d prikazani su uvećani primjeri frekvencijski moduliranih rastera nasuprot amplitudno moduliranog rastera na slici 30.a (Frangeš S., 2003).



Slika 30.: Uvećani prikaz digitalnog rastera: a) amplitudno moduliranog; b), c) i d) frekvencijski moduliranog

Pored digitalizacije postojećih karata, digitalne karte također se mogu izraditi na temelju **snimanja** (aerofotosnimke i satelitske snimke), **mjerenja** (pomoću podataka suvremenih geodetskih instrumenata koji se u računalo učitavaju uz pomoć posebnog softvera i terenskog računala) i **provedbom uzorkovanja** (izrada tematskih karata tala, vegetacije i ostalo).

### 3.1.1. Georeferenciranje

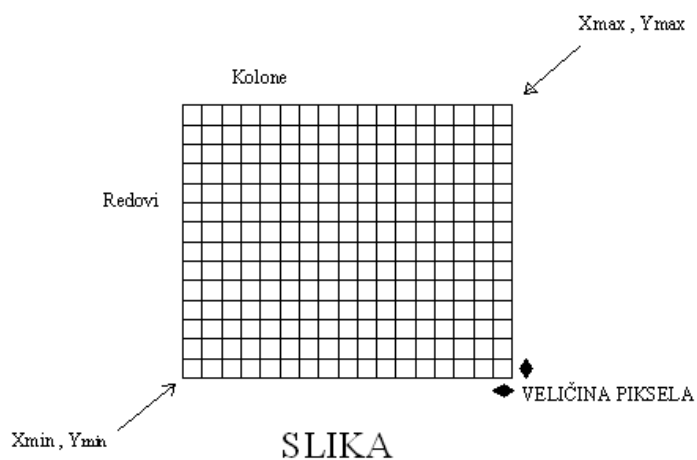
Ako se želi digitalnu kartu iz vektorskog formata pretvoriti u rasterski, treba se unaprijed definirati veličine ćelija (piksela) položenih preko karte.

Rasterska datoteka skeniranog područja prije same uporabe mora biti obrađena, odnosno potrebno je ukloniti deformacije i prilagoditi ju koordinatnom sustavu karte koja je skenirana. Postupak pri kojem se određuje odnos između položaja piksela u rasterskom prikazu karte (položaj između redaka i stupaca) i pravokutnih koordinata u odabranom koordinatnom sustavu zove se **georeferenciranje**.

Općenito postoji pet oblika georeferenciranja:

- georeferenciranje pomoću ugla koordinata;
- georeferenciranje pomoću referentnih točaka;
- direktno linearno georeferenciranje;
- ortofoto georeferenciranje;
- 3D georeferenciranje.

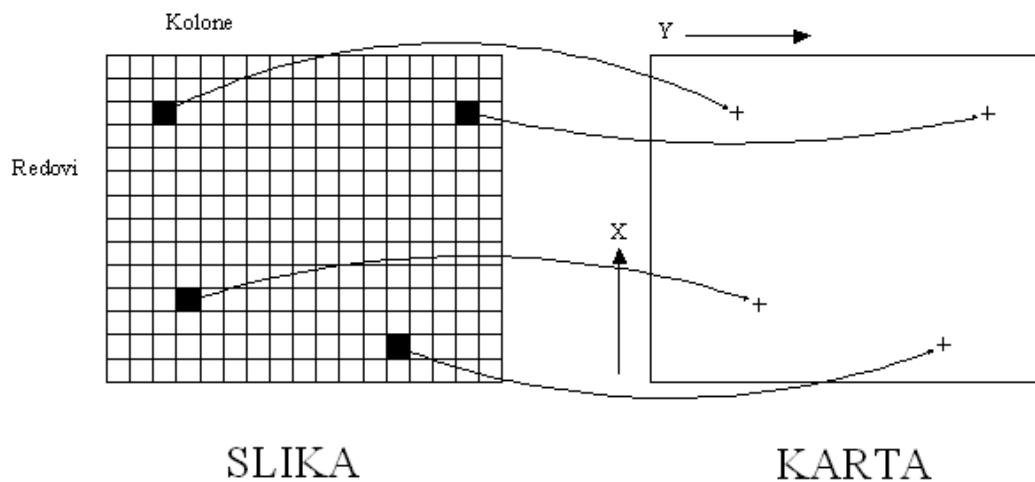
**Georeferenciranje pomoću ugla koordinata** (slika 31.) podrazumjeva postupak određivanja  $X_{min}$  i  $Y_{min}$  u donjem lijevom kutu te  $X_{max}$  i  $Y_{max}$  u gornjem desnom kutu skenirane karte ili foto snimke. Prilikom uporabe ovog oblika georeferenciranja potrebno je voditi računa o orijentiranosti karte (u pravcu sjevera).



Slika 31.: Georeferenciranje pomoću ugla koordinata

**Georeferenciranje pomoću referentnih točaka** (slika 32.) je metoda koja obuhvaća određivanje nekoliko referentnih točaka sa karte ili slike koje imaju poznate i točne koordinate te njihovo preslikavanje (transformaciju) na rastersku kartu pri tome određujući točno mjesto (piksel).

Referentne točke moraju biti pažljivo odabrane kako bi njihova transformacija bila što točnija. Za navedene točke najčešće se biraju raskrižja, fiksni prelasci rijeka te drugi dobro uočljivi objekti na karti. Ovaj oblik georeferenciranja također se koristi kada se ne znaju X i Y koordinate kuteva karte ili slike koje se koriste.



Slika 32.: Georeferenciranje pomoću referentnih točaka

Pored navedenog, oblici georeferenciranja koji se još mogu sresti u praksi su:

- **direktno linearno georeferenciranje** koje se koristi za dodavanje koordinata na skenirane fotografije;
- **ortofoto georeferenciranje** koje se odnosi na dodavanje koordinata na skenirane zračne fotografije dobivene uporabom fotogrametrijskih kamera sa poznatim udaljenostima;
- **3D georeferenciranje** koje se koristi za dobivanje trodimenzionalnih slika rasterskih karata preslojenih vektorima.

Za 3D georeferenciranje potrebit je digitalni model terena (DTM-DMR) koji se može uporabiti i u ostale dvije navedene metode dobivajući potrebite podatke o nagibu te za dodavanje koordinata na vertikalne aerofotografije.

### 3.1.2. Podjela digitalnih karata

Digitalne karte mogu se podijeliti u dvije osnovne skupine i to:

- statične (prikaz na zaslonu nije u pokretu) i
- dinamične (prikaz na zaslonu je u pokretu).

U obje skupine mogu se izdvojiti one kod kojih postoji samo mogućnost gledanja karte ili one kod kojih je moguć neki oblik interakcije s kartom.

*Statične karte s mogućnošću gledanja* (slika 33.) su najčešće od svih digitalnih karata i vrlo su često zapravo analogne karte pretvorene skeniranjem u digitalni oblik. To je ujedno i njihov najveći nedostatak, jer zbog gustoće informacija koja je vrlo velika mogu biti nečitke.



Slika 33.: Statična karta s mogućnošću gledanja

*Statične interaktivne karte* (slika 34.) su za razliku od prethodnih potpuno drugačije jer kod interaktivnih statičnih karata korisnik ima mogućnost pokretanja svojevrsnih radnji pritiskom na kartu (ili neki njezin dio) ili pak prelaskom pokazivačem (mišem) preko karte. Ta aktivnost u pravilu donosi neke nove informacije.



Slika 34.: Statična interaktivna tematska karta

Interaktivnost se može podrazumijevati kao: pristup nekim novim sadržajima (klikom na dio karte »otvara« se nova internetska stranica ili dokument), slika, zvuk, video na CD-ROM-u, mogućnost približavanja (zumiranja) ili pomicanja karte, mogućnost odabira određenih slojeva na karti i prikaza željenog sadržaja, te mogućnost odabira boja ili simbola na karti.

*Dinamične karte s mogućnošću gledanja* su digitalne karte koje svoj sadržaj vizualiziraju putem animacija. Najčešće se koriste za prikazivanje određenog tematskog sadržaja i procesa koji imaju vremensko obilježje pa su primjenjive za izradu karata u meteorologiji, primjerice, karte naoblake i kretanja zračnih masa.

*Dinamične interaktivne karte* ne susreću se često na Internetu ili u drugim medijima. Za njihovu izradu koriste se tehnologije Java, JavaScript ili pak »virtual environments« u VRML-u ili QuickTimeVR-u. Posebno su pogodne za vizualizaciju trodimenzionalnih podataka jer nude mogućnost definiranja putanje, kao i odluku o smjeru i visinama.

### 3.1.3. Prednosti i nedostaci digitalne kartografije

Danas se javlja potreba za sve većim brojem raznovrsnih karata koju klasičnim metodama izrade nije moguće zadovoljiti. Sukladno tome, računalna tehnologija je u kartografiji našla i još uvijek nalazi zahvalno područje kroz višestruke prednosti pod kojima se podrazumijeva:

- ubrzanje izrade i osuvremenjivanja karata;
- pojeftinjenje procesa izrade karata;
- decentralizacija izrade karata;
- veća usmjerenost na potrebe korisnika digitalnih karata;
- olakšana izrada i korištenje tematskih karata s mogućnošću odabira slojeva na karti i određenih sadržaja (podatci o temperaturi, oborinama, sastavu stanovništva, gustoći stanovništva, BDP-a po stanovniku i ostalo);
- povećanje kvalitete izrađenih tematskih karata za rad u GIS sustavu;
- rješavanje zadataka koje do sada uopće nije bilo moguće riješiti ili je njihovo rješavanje bilo povezano s velikim teškoćama, primjerice prenošenje sadržaja karte iz jedne kartografske projekcije u drugu;
- naprednije prostorne analize, sinteze i modeliranja GIS-om;

- lakše razumijevanje apstraktnih predodžbi o geografskom prostoru;
- olakšano pronalaženje podataka s prostornom dimenzijom na karti ako je vizualizacija povezana s bazom podataka;
- mogućnost interakcije s kartom, odnosno povećavanje i smanjivanje dijelova karte (zumiranje);
- mogućnost pomicanja karte i prikaza prema želji korisnika (pan);
- korištenje funkcija hiperveza i integriranih multimedijalnih sadržaja povezanih s podacima na karti (slika, zvuk, video, animacija);
- digitalna karta na Internetu dostupna je velikom (i rastućem) broju korisnika;
- digitalna karta na Internetu, pod uvjetom redovitog obnavljanja, trenutno je najaktualniji mogući oblik kartografske vizualizacije;
- digitalna karta na Internetu, povezana s bazom podataka, pruža mogućnost sinkronih i asinkronih kolaborativnih projekata (prostorno planiranje);
- poboljšanje kvalitete uvjeta rada pri izradi karata;
- mogućnost primjene u svim oblastima ljudskog društva;
- brža i točnija transformacija podataka između kartografskih projekcija;
- prikazivanje trodimenzionalnih objekata na dvodimenzionalnom zaslonu;
- izradu detaljnih trodimenzionalnih prikaza krajolika, posebno gradova što omogućava bolji pregled.

Pored navedenih prednosti razvoja digitalne kartografije i procesa izrade karata mogu se istaći i neki nedostaci i ograničenja korištenja digitalnih karata:

- otežano manipuliranje kartom, posebno na terenu (savijanje, preklapanje, crtanje, mjerenje na karti);
- veličina prikaza je limitirana veličinom zaslona;
- rezolucija zaslona i boje ograničavaju prikazivanje detalja, jer analogna karta (na papiru) ima veću rezoluciju i vjerojatno veću gustoću detalja i informacija od digitalne karte u istom mjerilu;
- kartografi (stručnjaci) gube kontrolu nad izradom karata;
- potreba za edukacijom korisnika i stvaratelja (digitalnih) karata.

### 3.2. Geografski informacijski sustav (GIS)

**Geoinformacijski sustavi** su jedni od najperspektivnijih informacijskih tehnologija današnjice. Njihovu primjenu treba očekivati tamo gdje je prostorne geometrijske podatke potrebno povezati s tekstualnim, odnosno atributnim podacima (podatci o vlasniku katastarske čestice, ime ulice i dozvoljena brzina kretanja i ostalo) i na temelju toga izvoditi potrebne analize (<http://www.geodetskiured.com>).

**Geografski informacijski sustav (GIS)** je sustav za upravljanje prostornim podacima i svojstvima pridruženih njima. U najstrožem smislu to je računalni sustav sposoban za integriranje, spremanje, uređivanje, analiziranje i prikazivanje geografskih informacija. U općenitijem smislu GIS je oruđe "pametne karte" koje dopušta korisnicima stvaranje interaktivnih upitnika (istraživanja koja stvara korisnik), analiziranje prostornih informacija i uređivanje podataka ([http://hr.wikipedia.org/wiki/Geografski\\_informacijski\\_sustav](http://hr.wikipedia.org/wiki/Geografski_informacijski_sustav)).

**Geografski informacijski sustav** je integrirani sustav sklopovlja, računalnih alata i korisničke programske podrške, a u svrhu sakupljanja, organiziranja, rukovanja, analize, modeliranja i prilaza prostornih podataka s ciljem rješavanja složenih problema analize i planiranja (Jurišić M., 2009).

**Geografski informacijski sustav**, skraćeno GIS (eng. Geographical Information System) u najužem je smislu računalni alat za kreiranje i analiziranje geografskih objekata, odnosno pojava i događaja u prostoru. Tehnologija GIS-a integrira zajedničke operacije baze podataka, kao što su pretraživanja i statističke analize, s vizualnim geografskim analizama temeljene na kartografskim prikazima (Pahernik M., 2006).

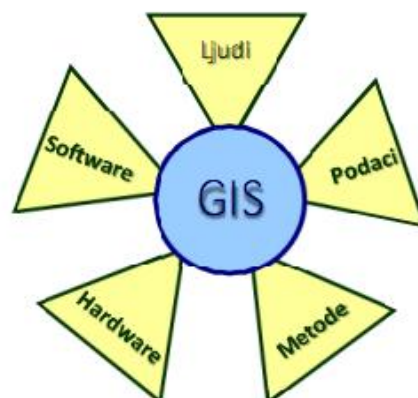
GIS je dakle „moderan alat“ koji modelira prostorne podatke i čija je svrha i prioritarna zadaća unapređivanje procesa donošenja odluka koje su u bilo kakvoj vezi s prostorom.

Prvi GIS pojavio se u Ottawi, Ontario 1967. godine na poticaj federalnog Ministarstva energije, rudarstva i resursa. Razvio ga je Roger Tomlinson, a nazvan je "Kanadskim GIS-om". Koristio se za spremanje, analiziranje i rukovanje podacima prikupljenima za Kanadski zemljišni inventar (Canadian Land Inventory; CLI). Projekt je okupio velik broj stručnjaka iz oblasti poljoprivrede i IBM-a koji su radili na njegovoj operacionalizaciji u praksi.

GIS čine slijedeće komponente (slika 35.):

- **hardver** (osobna računala, razni uređaji za prikupljanje podataka na terenu, uređaji za provedbu digitalizacije podataka, uređaji i mediji za spremanje podataka te uređaji za prikaz i ispis podataka);
- **softver** (operativni sustavi za računala i namjenski programi – aplikacijski softver za obradu karata, slika, teksta, zvuka, tablično računanje te obradu baze podataka);
- **podatci** (podatci o prostoru koji čine bazu podataka i digitalne karte koje čine vizualizacijsku komponentu GIS-a);
- **metode** (planovi i pravila poslovanja korisnika GIS-a specifičnih za različite oblasti primjene);
- **korisnici** (stručnjaci koji se bave izradom baza podataka, mjerenjima na terenu, digitalizacijom različitih vrsta podataka pa sve do onih korisnika koji izvršavaju svakodnevne poslove koristeći se GIS tehnologijom).

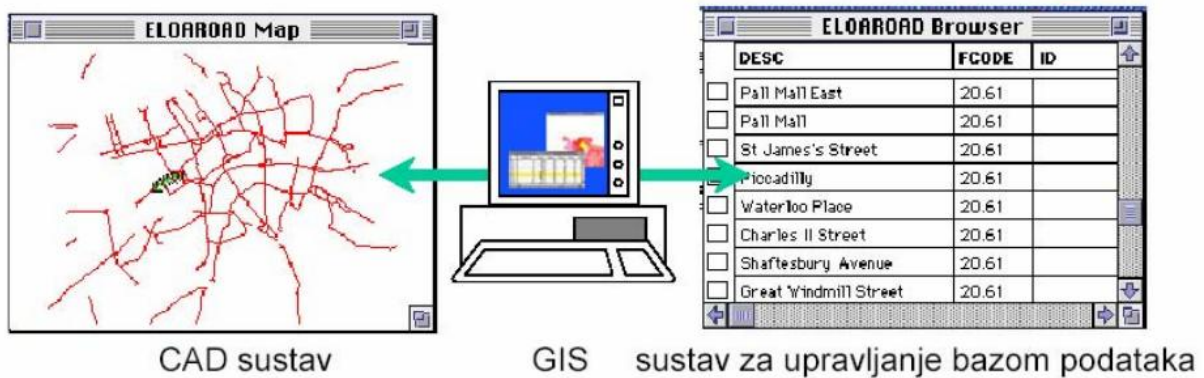
Svaka od navedenih komponenti je vrlo značajna, jer funkcioniranje GIS-a znatno ovisi o usklađenosti i kompatibilnosti svih navedenih čimbenika sustava.



Slika 35.: Komponente GIS-a



Tehnologija za GIS razvila se iz digitalne kartografije i CAD-a te sustava za upravljanje bazama podataka (slika 36.), a njegovo funkcioniranje temelji se na dva potpuno različita digitalna modela prikazivanja realnog svijeta (vektor i raster) što je navedeno u poglavlju 3.1.



Slika 36.: Integracija baze podataka i CAD sustava u GIS

Kada se govori o GIS-u kao suvremenom i vrlo primjenjivom alatu za obradu i prikazivanje prostornih podataka treba navesti i njegovu klasifikaciju, odnosno polja uporabe. Sukladno tome GIS se može klasificirati prema namjeni i prema razmjeri (mjerilu).

Prema namjeni GIS se dijeli na:

- **Zemljišni informacijski sustav** (ZIS – LIS eng. Land information System) koji je uglavnom geodetski sustav zasnovan na parceli kao elementarnoj prostornoj jedinici. Primjenjuje se u premjeru i katastru zemljišta.
- **Prostorni informacijski sustav** (AIS) se najčešće koristi kod prostornog uređenja, komunalnog razvoja, u službenoj statistici te pri izradi, donošenju i provedbi regionalnih prostornih planova.
- **Informacijski sustav u ekologiji** (EIS) služi za integriranje prostornih informacija oko praćenja stanja u prirodi, zaštitu šuma, voda, klasifikaciju zemljišta prema uporabi, te određivanje tipova poljoprivrednih kultura koje će se upotrebljavati. Sadrži u sebi dva temeljna sustava: ekološki (biljka – tlo – klima) i ekonomski (dobit – tehnologija – uporaba).
- **Mrežni informacijski sustav** (NES) čija je svrha prikupljanje, obrada, analiza i prikaz podataka o infrastrukturnoj mreži. Najčešće ga upotrebljavaju gospodarski subjekti, komunalne službe, prostorni planeri i veliki infrastrukturni sustavi.

- **Specijalizirani informacijski sustav (SIS)** ne obuhvaća nijednu do sada navedenu vrstu GIS-a, već se odnosi na aero i putnu navigaciju te prostorne informacijske sustave industrije i nekih složenih objekata.

Prema razmjeri (mjerilu) GIS se dijeli na:

- Sitnorazmjerne informacijske sustave izrađene na bazi rastera i oslonjene na daljinska istraživanja kao izvor informacija.
- Krupnorazmjerne informacijske sustave koji u svojoj osnovi imaju vektorsku tehnologiju i značajni su po relacijskom organizacijom podataka koji u svojoj osnovi imaju parcelu.

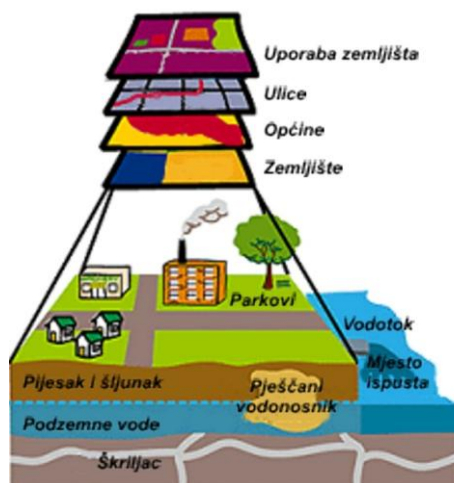
### 3.2.1. Geokodiranje i prikaz tematskih karata

Analogni prikaz geografskih objekata su karte na papiru. Njihov digitalni prikaz sastoji se od koordinata, grafičkih elemenata i atributa. GIS zahtijeva da i karte i podatci budu prikazani kao brojevi.

Značaj GIS-a leži upravo u mogućnosti povezivanja različitih informacija o prostoru i donošenja konkretnog zaključka o njihovoj vezi. Da bi se podatci (alfanumerički i/ili grafički) mogli koristiti u GIS-u potrebno je provesti njihovo geokodiranje. **Geokodiranje** podataka predstavlja ključnu operaciju za prikazivanje informacija u prostoru, a podrazumijeva postupak određivanja položaja na osnovi adresa ili nekih drugih sličnih informacija. Jednostavnije rečeno, geokodiranje je postupak transformacije i prilagođavanja digitalnih podataka za rad u GIS sustavu, jer svaki digitalni podatak nije „spreman“ svoju funkciju „odraditi“ u GIS sustavu ako nije geokodiran.

Proces geokodiranja digitalnih karata može početi tek nakon što je na njima provedeno georeferenciranje (poglavlje 3.1.1.). Digitalne karte u GIS-u mogu se koristiti u obliku GIS podloge (vektorske ili rasterske) i u obliku tematskih karata koje se preklapaju preko podloge (slika 37.).

Vektorske podloge služe za vizualizaciju globalnih prostornih odnosa i većeg geografskog područja (radi svoje jednostavnosti), a rasterska podloga (koja se sastoji od više pojedinosti) koristi se za prikaz manjih područja i analizu lokalnih prostornih odnosa.



Slika 37.: Tematski slojevi pri izradi GIS-a

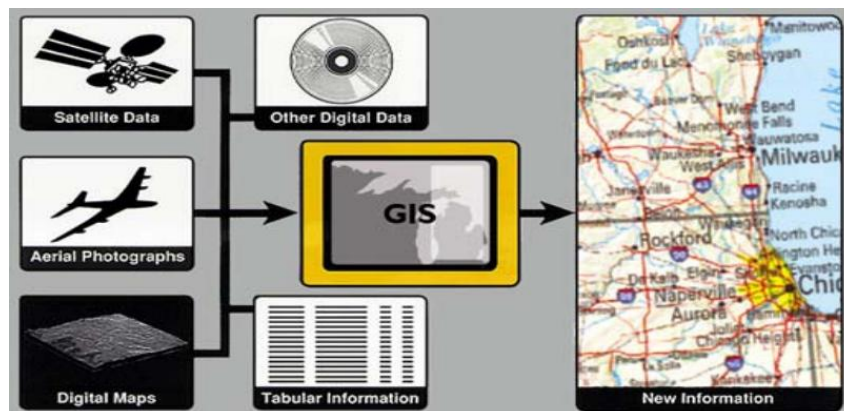
Svaki od prikazanih slojeva sadrži prostorne (geometrijske) i atributne podatke o određenim objektima ili nekom dijelu geografskog područja. Ovo se može približno predstaviti kao klasični planovi nacrtani na prozirnim folijama, pri čemu svaka folija sadrži samo određene vrste informacija (primjerice putevi, vode, zgrade i ostalo). Ovaj jednostavan, ali vrlo moćan koncept pokazao se od neprocjenjive vrijednosti u rješavanju raznih svakodnevnih problema (Jurišić M., 2009).

### 3.2.2. Kratak prikaz GIS aktivnosti

Aktivnosti koje se provode u sklopu GIS sustava mogu se predstaviti kao slijedeći postupci:

- **Unos podataka** (prikupljanje podataka i pretvaranje u digitalni oblik te unos podataka izravno ili preko geodetskih instrumenata).
- **Spremanje i obrada podataka** (podatci se općenito spremaju u vektorskom i rasterskom obliku. Oblik podataka je vrlo važan i određuje moguće primjene tih podataka unutar sustava).
- **Upravljanje podacima** (GIS omogućuje integraciju podataka koje je nemoguće povezati na neki drugi način te se stoga temeljem različitih tipova podataka mogu kreirati i analizirati potpuno novi podatci (slika 38.).

- **Analiza podataka** (GIS mora biti u mogućnosti provoditi široki raspon funkcija za upravljanje i analizu različitih tipova podataka, jer u njihovoj integraciji leži njegova snaga).
- **Ispis i vizualizacija rezultata** (visokokvalitetni ispis podataka u različitim oblicima ostaje vrlo važan za većinu korisnika. Ispis može biti u obliku novih skupova digitalnih prostornih podataka, karata, tablica, izvješća, 3D modela terena, multimedijalnih prikaza, a kao odgovor na većinu upita dobiva se u formi tematske karte).



Slika 38.: Povezivanje različitih tipova podataka GIS-om

Uporabom GIS-a i prostornih podataka dolazi do boljeg upravljanja informacijama, kvalitetnijih analiza, te mogućnosti izrade scenarija i povećanja efikasnosti određenih projekata s ciljem stvaranja nove prostorne informacije koja nam je neophodna za donošenje pravilnih odluka. Mnoge discipline mogu izvući korist iz GIS tehnika, jer aktivno GIS tržište smanjuje cijene i neprestano poboljšava hardverske i softverske komponente GIS-a. Isto rezultira širom uporabom GIS tehnologije u znanosti, upravi, trgovini, industriji, javnom zdravstvu, nacionalnoj obrani, održivom razvoju, poljoprivredi te ostalim društvenim oblastima.

Dostupnost GIS podataka ovisi o jednostavnosti uporabe programa za GIS, razumijevanju problema kojeg treba riješiti, vremenskim rokovima, količini financijskih sredstava namijenjenih za neki projekt te educiranosti i stručnosti osoblja koji se primarno bave GIS-om.

### 3.3. Odnos digitalne kartografije i GIS-a

Karte su se tradicionalno koristile za istraživanje Zemlje i iskorištavanje njezinih prirodnih bogatstava. GIS tehnologija, kao proširenje kartografske znanosti, unaprijedila je učinkovitost i analitičku snagu tradicionalnog kartiranja. Danas, kada znanstvena zajednica prepoznaje posljedice ljudske aktivnosti na okolinu, GIS tehnologija postaje značajni alat u nastojanju razumijevanja procesa globalnih promjena.

Najatraktivniji dio GIS-a je njegov vizualni aspekt, odnosno digitalne karte koje se pojavljuju na zaslonima računala i gdje korisnici njima jednostavno rukuju s pomoću miša. GIS komunicira primarno kanalima vizualnih osjetila, posebice kada se žele prikazati sve važne i relevantne činjenice koje su bitne za donošenje neke odluke. Karte su za GIS glavni izvor podataka i jedan od načina vizualizacije prostornih informacija. Da jedna slika vrijedi više nego tisuću riječi najjednostavniji je odgovor zašto je potrebna vizualizacija jer ista stvara mentalne slike prostora koji se trenutačno ne vide. Kroz vizualizaciju, GIS se može koristiti ne samo za izradu karata, nego i za izradu crteža, animacija i ostalih kartografskih proizvoda. Pomoću njih mogu se vidjeti predmeti na načine koji doslovno nikad prije nisu viđeni, jer se digitalni alati neprekidno razvijaju te se očekuje i uvjerljiviji vizualizacijski alati za oblikovanje kartografike.

U uporabi GIS-a veoma važnu ulogu imaju kartografi, osobito u oblikovanju potrebitih baza podataka iz područja kartografije, u određivanju modela podataka, sadržaja baze podataka, tipova podataka, odabiranja hardvera i softvera za potporu GIS-a, u odabiranju izvora i metoda za uzimanje prostornih podataka s karata te odabiranju, razvoju i primjeni metoda za vizualizaciju generiranih informacija na različitim izlaznim uređajima podržanima GIS-om.

O odnosu kartografije i GIS-a postoje različita mišljenja. Za neke je kartografija podsustav GIS-a koji služi za vizualizaciju podataka, a za kartografe je GIS tehničko-analitički podsustav kartografije. Očito je da su GIS i kartografija dva neodvojiva pojma. Karta je istodobno ulazni podatak i jedan od rezultata svake analize provedene s pomoću GIS-a. Naime, koncepcija GIS-a je stvaranje baze geografskih podataka, a upravo se na tom konceptu razvija i već spomenuta kartografija iz baze podataka. Nedjeljivost GIS-a i kartografije očita je i po tome što većina alata za GIS ima i mnogobrojne funkcije za brzu i visokoprofesionalnu izradu karata, a razvijaju se i programi specijalizirani za izradu karata temeljenih na atributnoj bazi podataka.

Uloga GIS-a u razvoju kartografije nije samo u njejoj popularizaciji, već služi kao poticaj za ostvarenje novih mogućnosti u inovaciji i njenom daljnjem razvitku.

### 3.4. Geomarketing i Management u GIS okruženju

Računalna tehnologija iz dana u dan sve više napreduje te postaje prihvatljivija i dostupnija. Profesionalci koji se bave marketingom prepoznali su velike analitičke sposobnosti GIS alata te ih upotrijebili za ostvarenje svojih ciljeva, odnosno pružanja bolje usluge korisnicima i povećanja profita. Pomoću GIS alata, odabirom nekog objekta na karti odabiru se i njegovi atributi koji su smješteni u bazi podataka u obliku tablice. Pri tome se dobivaju sve potrebne informacije o tom objektu (primjerice ulicu sa najvećim brojem bankomata, s najvećim prometom ili prodajna mjesta s najvećim ostvarenim profitom), što je pomoć u daljnjem planiranju i provedbi marketinga.

Geomarketing podrazumijeva geografske analize i vizualizaciju internih podataka tvrtki s ciljem identificiranja trendova i odnosa na tržištu koji bi inače ostali nezamijećeni te je ključan za uspješno poslovanje u vremenu digitalizacije i dinamičnog tržišta.

Korištenje digitalnih karata za prikazivanje tržišta, klijenata i baza podataka omogućuje efikasnije donošenje odluka, optimiziranje tržišta, smanjivanje rizika i otkrivanje skrivenih potencijala. Geomarketing koristi GIS za prikupljanje, pohranjivanje, analizu i upravljanje prostornim podacima (slika 39.) te povezivanje s podacima klijenta. Svaka tvrtka koja želi biti uspješna mora znati gdje su locirani njeni klijenti, s kolikim prihodom raspolažu njihove ciljane grupe, koliko je udaljen klijent od najbliže poslovnice i slično.



Slika 39.: Prostorni podatci geomarketinga

Geomarketing je disciplina u okviru marketing analize koja koristi geografske informacije u procesu planiranja i provedbe marketinških aktivnosti te ima izravan utjecaj na razvoj moderne trgovine. Nudi odgovore na pitanja „gdje“ s kojima je moderno poslovanje suočeno (gdje se nalaze moji kupci?, gdje je moj prihod najviši?, gdje su moje ciljne skupine?, gdje su moje prednosti i nedostaci?, i ostalo).

Elementi geomarketinga su:

- Digitalizirane karte ciljanog područja;
- GIS (geoinformacijski softver);
- Podatci (interni podatci tvrtke ili podatci javnih servisa - popis stanovništva).

Temeljem postavljenih kriterija GIS može selektivno prikazivati pojedine objekte u prostoru te provoditi neke od analitičkih funkcija u kontekstu geomarketinga:

- Buffer (određivanje imena i adresa osoba koje žive u krugu 10 km od planiranog prodajnog mjesta);
- Overlay (pronalazi socioekonomske i demografske podatke za sve gradske četvrti koje se nalaze unutar područja marketinškog djelovanja);
- Mrežne analize i rutiranje (uz podatke o brzini vožnje na pojedinim ulicama koje se nalaze unutar područja marketinškog djelovanja, može se odrediti broj stanovnika unutar pola sata vožnje od planiranog prodajnog mjesta radi izračuna optimalnog puta dostave proizvoda iz distributivnog centra do maloprodaje);
- Mjerenje udaljenosti (koja je prosječna udaljenost distributivnih centara od primjerice pruge).

Na tržištu već preko deset godina postoji cijeli niz digitalnih prostornih podataka koji se koriste u komercijalne svrhe, a velik broj podataka uključuje razne socioekonomske i demografske podatke kao što su broj stanovnika, starost, broj ukućana, stručna sprema, podatci o općinama, gradovima i ostalo.

Uloga geomarketinga u uspješnom poslovanju i Managamentu je izuzetno velika jer na temelju njegovih analiza voditelji mogu donositi strateške odluke i razvijati šire strategije temeljene na zadaćama, misiji i ciljevima tvrtke.

Također mogu odrediti tržište koje će opsluživati, razvijati proizvode i cijene te planirati i provoditi promotivne aktivnosti sukladno socioekonomskim značajkama stanovništva.

Dijelovi marketinškog plana koji se odnose na prostorne ili geografske komponente i koji se mogu obrađivati koristeći GIS alate su: istraživanje tržišta, segmentacija tržišta, proizvod, cijena, lokacija, promocija te evaluacija.

Imajući u vidu misiju tvrtke, važno je analizirati, pratiti te predviđati promjene u internom i eksternom okruženju te na vrijeme poduzimati određene korake oko prilagođavanja novim situacijama.

Marketing je sustavan proces i provedba uspješne analize, koristeći se modernim GIS alatima, osigurava važne informacije o tome koji su proizvodi i usluge najpogodniji za određene ciljane skupine kupaca na određenom području.

GIS je vrlo snažan računalni alat koji omogućava provođenje marketinških analiza, a istovremeno podupire zadaće i ciljeve tvrtki pomažući managerima da donose valjane i pravovremene odluke.



## 4. PRIMJENA DIGITALNE KARTOGRAFIJE

### 4.1. Primjena digitalne kartografije u vojnim operacijama i geoznanostima

Kao što je u uvodu napomenuto jedan od ciljeva ovog diplomskog rada je i ukratko prikazati kako se digitalna kartografija (GIS) koristi u vojnim organizacijama i borbenim djelovanjima.

Glavna zadaća digitalne kartografije i GIS-a je dobivanje informacija koje su potrebite za donošenje brzih i učinkovitih odluka. Najvažnije odluke upravo se donose u vojnim organizacijama i strukturama. Ono što je zajedničko poljoprivrednoj proizvodnji i procesu donošenja vojnih odluka je procjena i analiza zemljišta.

Proces vojnog odlučivanja sastoji se iz sedam koraka:

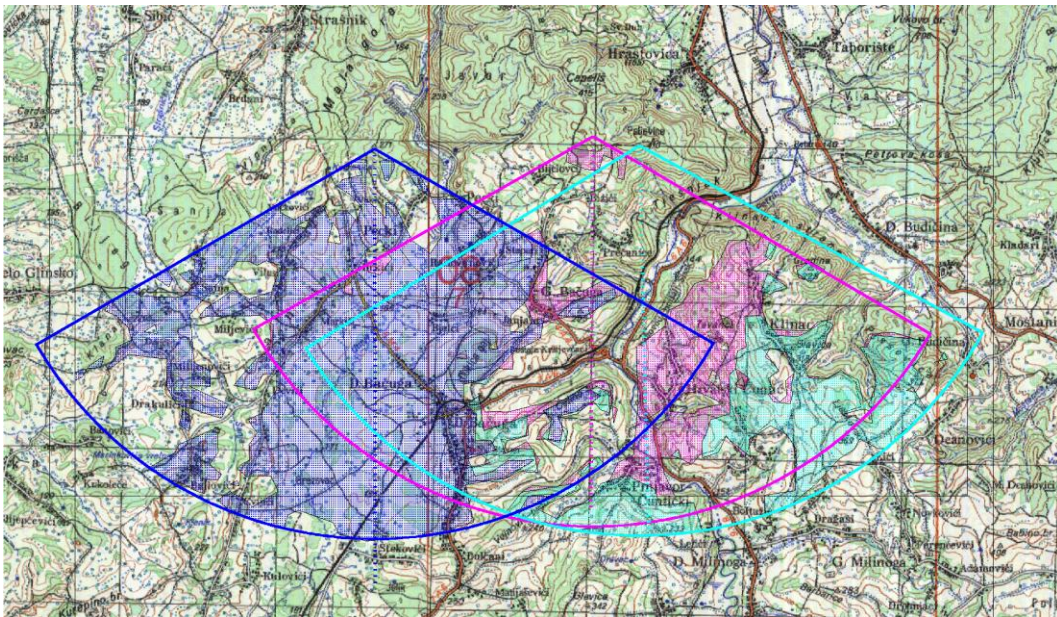
- Prijem i razumijevanje zadaće;
- **Raščlamba zadaće;**
- Razvoj inačica djelovanja;
- Raščlamba inačica djelovanja;
- Usporedba inačica djelovanja;
- Odobrenje inačice djelovanja (donošenje odluke);
- Izrada i izdavanje zapovijedi.

U sklopu raščlambe zadaće provodi se raščlamba zemljišta sa sljedećim značajkama:

- Motrenje i polja vatre;
- Zakloni i zaštita od promatranja protivnika;
- Zapreke;
- Ključni teren;
- Avenije prilaza.

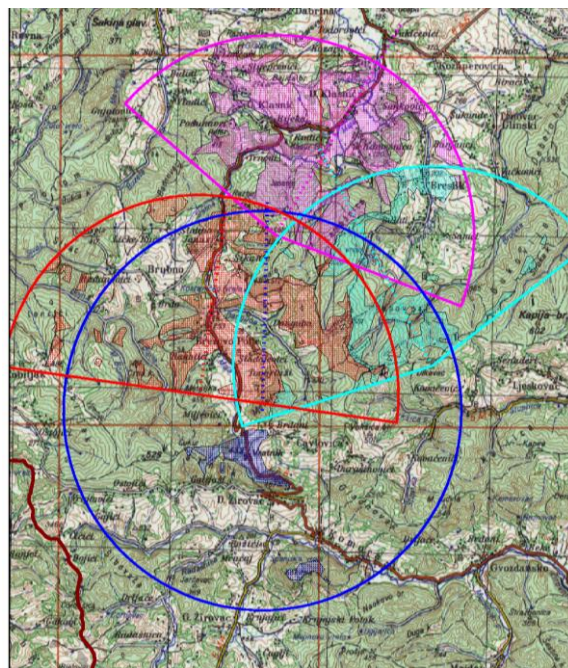
Motrenja i polja vatre (slika 40.) odnose se na značajke zemljišta s kojeg se može promatrati protivnika i prikupljati potrebite informacije o njegovoj jačini, manevru, mogućnostima prilaza, komunikacijama, strukturi reljefa unutar njegovog borbenog rasporeda, vegetaciji i mogućnošću prikrivanja. Navedena svojstva zemljišta se pomoću GIS

alata analiziraju te nakon toga se dobivaju informacije o tome koji je dio područja operacije povoljan, a koji nije i zašto.



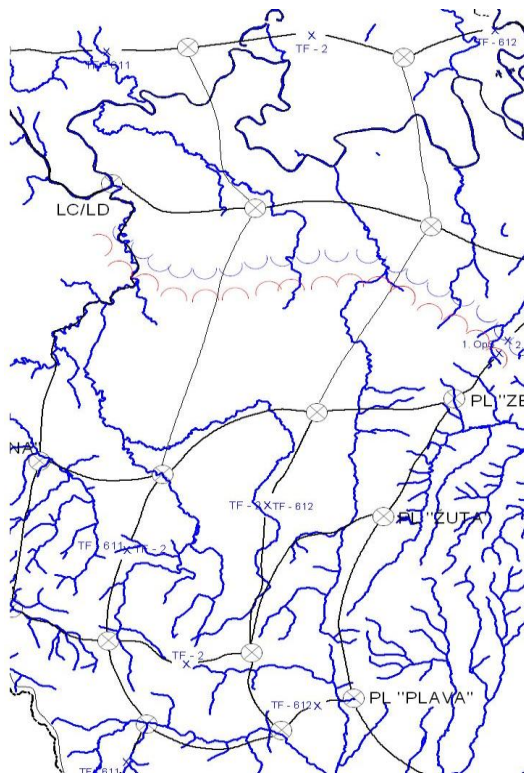
Slika 40.: Motrenje i polja vatre

Zakloni i zaštita od promatranja protivnika (slika 41.) podrazumijeva značajke terena u području operacije koje pružaju povoljne uvjete za zaklon od protivnikove vatre i promatranja te prikrivanje manevra do početka operacije.



Slika 41.: Zakloni i zaštita od promatranja protivnika

Zapreke mogu biti teško prohodan teren, vodene prepreke (slika 42.), zemljišne prepreke - šume (slika 43.), te veća naselja (slika 44.).

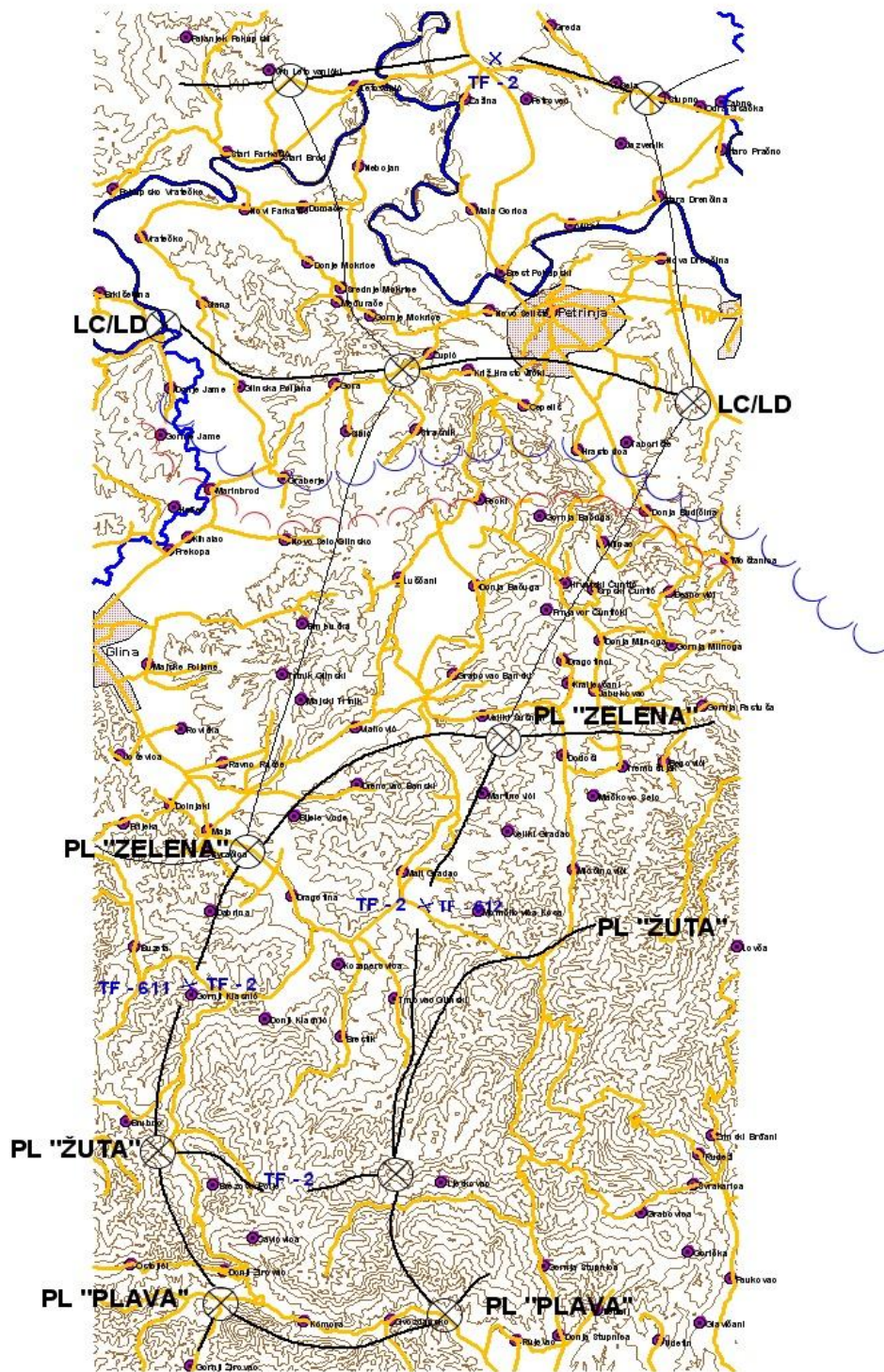


Slika 42.: Vodene prepreke



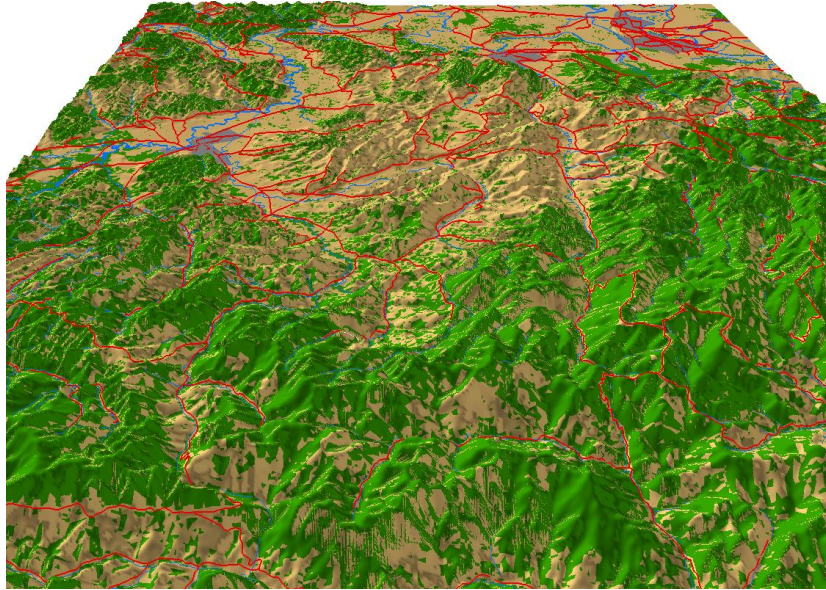
Slika 43.: Šume u području operacije





Slika 44.: Naselja sa reljefom

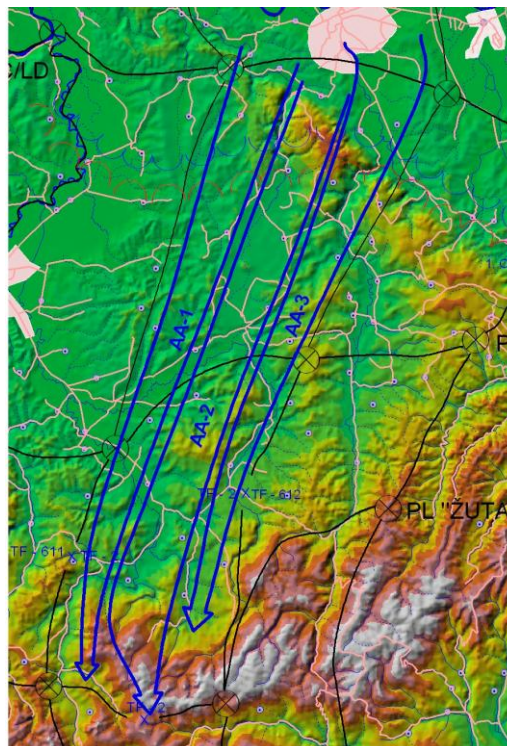
Radi bolje vizualizacije terena i omogućavanja donošenja boljih odluka, pomoću GIS-a izrađuju se digitalne karte u 3D formatu (slika 45.).



Slika 45.: Šume i reljef u 3D

Ključni teren je dio zemljišta u području operacije koji je značajan po tome što se ovladavanjem istim stječe prednost u odnosu na protivnika.

Avenije prilaza (slika 46.) su smjerovi koji pokazuju, sukladno značajkama terena, gdje je najbolje provoditi manevar vodeći računa o tenkoprohodnosti. Svaka avenija prilaza ima koridore mobilnosti koji se dodjeljuju različitim postrojbama.



Slika 46.: Avenije prilaza



Početak komercijalne uporabe satelita i izrada prvih satelitskih snimki obilježili su novu eru i razvojnu fazu kartografije. Pojava digitalnih karata i njihova primjena u geoznanostima od velike je važnosti, osobito u razvoju i usavršavanju geodezije i geografije. Nakon uspoređivanja dotadašnjih karata i satelitskih snimaka zamijećeno je da nedostaje nekih dijelova terena ili su isti imali drugačiji oblik. Satelitske karte snimane satelitskim sensorima (3. i 4. generacije) omogućuju dobivanje snimki visoke rezolucije na kojima se pojedini detalji i linijske strukture mogu registrirati i identificirati u kartografskoj točnosti.

Najnovija generacija satelitskih snimki (iz satelita IKONS) ima rezoluciju samo 1 m (pankromatske snimke) i 4 m (multispektralne snimke). Temeljem takvih snimki mogu se izraditi karte u krupnim mjerilima (1:12.000, 1:5.000, 1:2.000) koje omogućavaju primjenu u izmjeri zemljišta (u katastru), odnosno funkcioniranju ZIS-a.

Od izuzetno je velike važnosti uporaba digitalnih karata u vojne svrhe dobivenih preko satelitskih snimki, jer iste sadrže „najsvežije“ informacije o određenom području koje je od posebnog interesa za provedbu borbenih operacija.

Snimanjem Zemlje novijim i usavršenijim sensorima postignuta je puno bolja prostorna rezolucija i mogućnost stereoskopskog snimanja s izvanrednim stereoeftom te mogućnošću dobivanja prostornih modela reljefa na kojima se mogu provoditi prostorna zapažanja i mjerenja. Sateliti i senzori čije su snimke prikladne za korištenje u kartografiji prikazani su u tablici 1. (Jurišić M., 2009).

Tablica 1.: Sateliti i senzori čije su snimke prikladne za korištenje u kartografiji.

Satelit	Senzor	Broj kanala	Spektralno područje	Rezolucija (m)	Mjerilo karata
LANDSAT 7	ETM +	8	VID/BIC, SIC/TIC	15, 30, TIC 60	1:100.000 1:200.000
SPOT	HRV-P HRV-XS	1 3	Pan (VID), VID, BIC	10 20	1:50.000 1:100.000
IRS-IC IRS-ID	LIS-III WiFS	1;4,2	Pan, VID, BIC, SWIR, VID, BIC	5,8; 23; 70; 188	1:25.000 1:50.000
COSMOS	KVR-1000 TK-350	1 1	Pan Pan	2-3; 10	1:10.000 1:25.000
MIR	KFA-1000	1;2	Pan, BIC	6-7; 10	1:25.000
ERS-1; ERS-2	AMI (SAR)	1	C-Band (3,5GHz)	10, 30, 50	1:25.000 1:50.000 1:100.000
SPACELAB	MOMS-02	7	Pan, BIC	4,5; 13,5	1:10.000 1:25.000
JERS-1	OPS, SAR	7 1	VID/BIC, L-Band (1,275 GHz)	8x24 18	1:50.000 1:100.000
IKONS	CARTER RA/MHR	1;4	Pan, Pan/BIC	1; 4	1:2.500 1:5.000 1:25.000 1:50.000

#### 4.2. Primjena digitalne kartografije u poljoprivredi

Razvoj informacijske tehnologije koji znatno utječe na razvoj cjelokupnog čovječanstva u svim oblastima života, našao je svoju primjenu i u poljoprivredi.

Svaki dio Zemljine površine ima svoju optimalnu namjenu te s obzirom na postojeću tehnologiju potrebno je zadovoljiti ljudske potrebe, ekonomsku isplativost, ali i prirodne zakone kako bi se smanjili nepotrebni troškovi u poljoprivrednoj proizvodnji i optimalno rabili prirodni resursi.

Cijene goriva, sjemena, gnojiva i ostalih proizvodnih inputa konstantno rastu te da bi proizvodnju hrane učinili racionalnijom, uz što manje troškove, potrebno je i donošenje odluka i sustav poljoprivredne proizvodnje prilagoditi novim uvjetima koji omogućavaju primjenu Zakona o održivosti gospodarenja. Prekomjerna i nekontrolirana uporaba mineralnih gnojiva i zaštitnih sredstava može prouzrokovati nesagledive posljedice glede zagađenja prirode i eko-sustava.

Uporaba digitalne kartografije u poljoprivredi između ostalog omogućava:

- Primjenu „Precizne poljoprivrede“ te mogućnost ekonomičnijeg gospodarenja i racionalnije eksploatacije prirode vodeći računa, prije svega, o zaštiti prirode.
- Kvalitetniju i bržu provedbu pregovora RH za ulazak u EU uvođenjem i funkcioniranjem sustava ARKOD koji služi za identifikaciju zemljišnih parcela sukladno zahtjevima EU.
- Provedbu procjene ili vrednovanja zemljišta pogodnog za različite oblike poljoprivredne proizvodnje.
- Sređivanje i ažuriranje katastra kao osnove za funkcioniranje Zemljišnog informacijskog sustava (ZIS-a).
- Prostorno planiranje poljoprivredne proizvodnje.
- Pripremu tematskih slojeva za GIS aplikacije.

Korištenjem suvremene tehnologije i digitalne kartografije poljoprivrednici mogu izraditi karte svojih polja u puno većoj rezoluciji nego što je bila ona kod tradicionalnih karata tala. Nadalje, mogu prikupiti i sastaviti detaljne prostorne informacije o unosima i prinosima pomoću uređaja priključenih na poljoprivredne strojeve te mogu dobiti informacije o sastavu i značajkama tla koje su potrebite za kvalitetnu pripremu i provedbu poljoprivrednih radova.

#### 4.2.1. Zemljišni informacijski sustav (ZIS - LIS)

Kako je u poglavlju 3.2. samo napomenuta klasifikacija GIS-a prema namjeni, tako će se u ovom dijelu malo detaljnije obraditi Zemljišni informacijski sustav (ZIS) ili (LIS – eng. Land Information System) i njegova veza s primjenom digitalne kartografije u poljoprivredi. Definicija ZIS-a utvrđena je 1982. godine kada je održan 16. kongres geografa svijeta, a ista glasi: „Zemljišni informacijski sustav je instrument odlučivanja u pravu, društvu i ekonomiji, kao i pomoćno sredstvo u planiranju i razvoju. On se sastoji s jedne strane iz baze podataka koja se odnosi na zemljište i teren jedne određene regije, a s druge strane iz postupaka i metoda za sistematsko obuhvaćanje, ažuriranje i obradu ovih podataka“ (Jurišić M., 2009).

Temelj funkcioniranja ZIS-a čini katastar zemljišta zasnovan na parceli kao elementarnoj prostornoj jedinici te jedinstveni prostorni koordinatni sustav.

Budući da se ZIS koristi digitalnim prikazom za analizu geografskih objekata i događaja, isti je posebno pogodan i za kontrolu zemljišta.

Razvoj ZIS-a omogućava izradu karata i baza podataka o zemljištu te ažuriranje katastra što omogućuje i provedbu sustava ARKOD koji je od iznimne važnosti za budućnost poljoprivrede RH (slika 47.).



Slika 47.: Prikaz parcela u ARKOD-u prema metodi s katastrom



U stvaranju ZIS-a brinu se stručnjaci koji se bave inventarizacijom i opažanjem (poput pedologa, kartografa, ekologa i GIS stručnjaka) te stručnjaci – korisnici, koji se bave samim gospodarstvom (agronomi, šumari, mehanizatori, ekonomisti i ostali).

Prije odabira zemljišta za poljoprivrednu proizvodnju potrebno je provesti procjenu ili vrednovanje istog. Proces procjene zemljišta provodi 5 sudionika i to :

- Stručnjak za procjenu zemljišta;
- Stručnjak za uporabu zemljišta;
- Središnji sudionik (GIS analitičar);
- Stručnjak za inventarizaciju;
- Korisnik.

Navedeni stručnjaci koristeći sve raspoložive metode i potrebite GIS alate stvaraju informaciju kako bi korisnik pri donošenju odluke istu pretvorio u realizaciju.

Osnovna polja primjene ZIS-a u poljoprivredi su premjer i katastar zemljišta:

- Premjer obuhvaća katastarski premjer i premjer zemljišta;
- Katastar zemljišta obuhvaća podatke o vlasništvu zemljišta, kvaliteti, ograničenjima i teretovnici te o financijskim i poreznim obvezama.

ZIS je izrađen prije svega za potrebe razvoja poljoprivrede te predstavlja takav izvor informacija koje su neophodne i u mnogim drugim djelatnostima. Stoga ga se s pravom može smatrati jednom od osnovnih pretpostavki daljnjeg gospodarskog razvitka.

Pored dobrih strana uporabe ZIS-a treba spomenuti i neke manjkavosti sustava koje su se pojavile u njegovoj praktičnoj primjeni. S obzirom da je od 2010. godine službeno na snazi nova kartografska projekcija za potrebe državne izmjere i funkcioniranja katastra (HTRS 96/TM), problemi koji su se pojavili odnose se na točnost izrade digitalnih katastarskih planova. Točnost navedene kartografske projekcije uvjetovana je blizinom središnjeg meridijanu prema kojem je izrađena ( $16^{\circ} 30'$ ), odnosno istočno i zapadno 127 km (slika 19.), a u slučaju veće udaljenosti pogreške su puno veće.

U razgovoru sa stručnjacima (geodetama) razlika između dosadašnjih podataka na katastarskim planovima i podataka u digitalnim katastarskim planovima na području Slavonije je oko jednog metra i više što je za takvu vrstu izmjere puno.

#### 4.2.2. Precizna poljoprivreda

Povećanje ulaznih troškova i stanje na tržištu znatno utječe na poljoprivrednu industriju te je samim time potrebno maksimalizirati brz povrat ulaganja u obliku novca, vremena i uroda.

U cilju stvaranja profita te povećanja prinosa i kvalitete proizvoda prilikom sjetve treba voditi računa o raspodjeli gnojiva, aplikaciji zaštitnim sredstvima i o tome koliko je repromaterijala potrebno na točno određenom mjestu na površini koja se obrađuje. Tim problemima bavi se novija grana poljoprivrede pod nazivom precizna poljoprivreda.

Za takav način poljoprivredne proizvodnje potrebite su točne (precizne) karte o svojstvima tala kako bi se izbjegao konvencionalni način tretiranja (tala i biljaka) te izbjegle negativne ekonomske i ekološke posljedice. Navedeni način tretiranja temeljio se na prosječnim podacima na parceli kao homogenoj površini.

**Precizna poljoprivreda** je kompleksan pojam koji podrazumijeva obavljanje poljoprivrednih radova u pravo vrijeme i na pravom mjestu s ciljem postizanja visoke produktivnosti, odnosno ostvarenja visokih prinosa visoke kvalitete, uz najnižu cijenu rada, uz maksimalnu uštedu radnih sredstava te uz smanjenje štetnih utjecaja na okoliš.

Ekonomski gledano cilj preciznog gospodarenja je optimizacija prinosa odnosno postizanje najveće moguće dobiti uz što niža ulaganja. S ekološkog aspekta cilj je proizvodnja zdrave hrane pri čemu se vodi računa o zaštiti prirode kroz ciljanu i minimalnu uporabu kemijskih sredstava (zaštitnih sredstava, mineralnih gnojiva i ostalog).

Pojam „Precizna poljoprivreda“ počeo se upotrebljavati nedavno, kada je tehnološki i informatički razvoj omogućio primjenu GIS-a, digitalne kartografije i novorazvijenih sofisticiranih poljoprivrednih strojeva velike pouzdanosti i visokih tehnoloških mogućnosti u planiranju i provedbi poljoprivredne proizvodnje.

Navedene mogućnosti ne samo da su pomogle u razvoju poljoprivrednog managementa koji se manifestira kroz donošenje pravovremenih odluka što, gdje, kada, kako i zašto raditi nego i konkretno s čime to raditi.

Precizna poljoprivreda također uključuje i razne kontrolne aplikacije koje djeluju u suradnji sa GPS tehnologijom. Tako se mogu regulirati usjevi, sjetva, prihrana tla, prskanje i primjena gnojiva koristeći najmoderniju tehnologiju za praćenje svih operacija od sjetve do žetve.

Prava informacija i u pravo vrijeme uvijek je predstavljala ključ uspjeha pri donošenju ispravne i pravovremene odluke. Primjenom digitalne kartografije i GIS-a u poljoprivredi

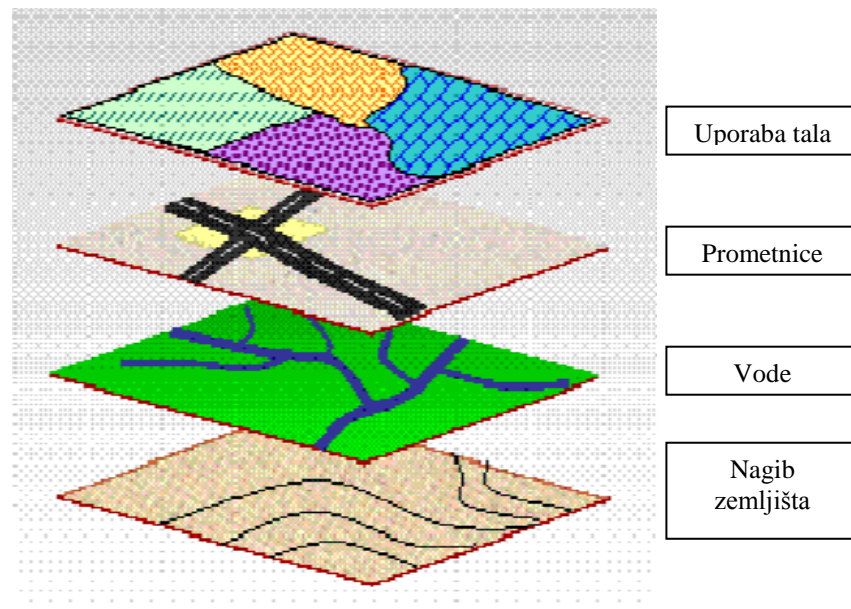
moгу se pravovremeno dobiti informacije o optimalnom načinu korištenja poljoprivrednog zemljišta s obzirom na granu poljoprivredne proizvodnje. Nadalje, informacije o pedološkim svojstvima tala, potrebnim agrotehničkim zahvatima u smislu popravka tala za intenzivno korištenje poljoprivrednog zemljišta, preporukama koje kulture uzgajati na kojem tlu i slično.

Navedene informacije iziskuju izradu GIS baze podataka koja se sastoji od slijedećih slojeva:

- Fizički sloj (međe parcela, nagib, sadržaj vode);
- Kemijski sloj (pH, sadržaj hraniva, postojanje teških metala);
- Biološki sloj (prinos, kvaliteta prinosa, sadržaj organske tvari, pojava bolesti, rasprostranjenost korova, pojava štetnih nametnika).

Tlo predstavlja kompleksnu smjesu minerala, organskih spojeva i živih organizama koji se nalaze u međusobnoj interakciji, a interakcija je odgovor na biološke, kemijske i fizičke utjecaje prirodnog i umjetnog porijekla.

Uporabom digitalne kartografije stvaraju se tematske karte za GIS kojima se vizualiziraju navedeni slojevi (slika 48.) gdje se između ostalog posebno može prikazati nagib poljoprivrednog zemljišta, prometnice oko njega, rasprostranjenost vode, te na koji način je tlo upotrijebljeno, odnosno koje su kulture na njemu zasijane.



Slika 48.: Tematske digitalne karte kao GIS slojevi

Informacije iz prikazanih slojeva mogu se koristiti posebno sukladno potrebi, a mogu se dobiti informacije o njihovoj međuovisnosti i kako njihova sinergija utječe na proces poljoprivredne proizvodnje.

- Analiza tala

Racionalna, ekonomski isplativa primarna organska proizvodnja podrazumijeva primjenu gnojiva u količinama koje odgovaraju potrebama i stanju biljaka (usjeva, povrća, nasada), plodnosti tla, profitabilnosti rada i uloženi sredstava te istovremeno vodi računa o vremenskim uvjetima, okolišu i mogućem prinosu ([http://ishranabilja.com.hr/Analiza\\_tla/analiza\\_tla.htm](http://ishranabilja.com.hr/Analiza_tla/analiza_tla.htm)).

Kvaliteta ili «zdravlje» tla je njegovo najvažnije svojstvo kojeg određuju brojni biološki, klimatski i zemljišni činitelji, a isti utječu na visinu prinosa i njegovu kakvoću. Bez adekvatne gnojidbe nema visokih i stabilnih prinosa, potrebite kvalitete proizvoda, niti profitabilnosti pa se gnojidba opravdano smatra najvažnijom agrotehničkom mjerom u primarnoj organskoj produkciji.

Postoje različita mišljenja o kvaliteti tala. Za ljude koji se bave poljoprivrednom proizvodnjom kvaliteta tla ima značenje visoke produktivnosti, očuvanje ili poboljšanje produktivnosti te održanje resursa zemljišta za buduće generacije. Za krajnje konzumente kvaliteta tla znači obilnu, zdravu i jeftinu hranu za postojeće i buduće generacije. Kvaliteta tala se stoga odnosi na to koliko tlo ima dobrih svojstava.

Nakon što se donese odluka o primjeni precizne poljoprivrede i smanjenju troškova proizvodnje hrane uz ekološki utjecaj na prirodu i okoliš, prioritetna zadaća koja se nameće je provedba analize tla. Time se dobivaju korisne informacije o značajkama i najboljim svojstvima tla za proizvodnju te koliko se repromaterijala treba uložiti kako bi isto dalo najbolje rezultate.

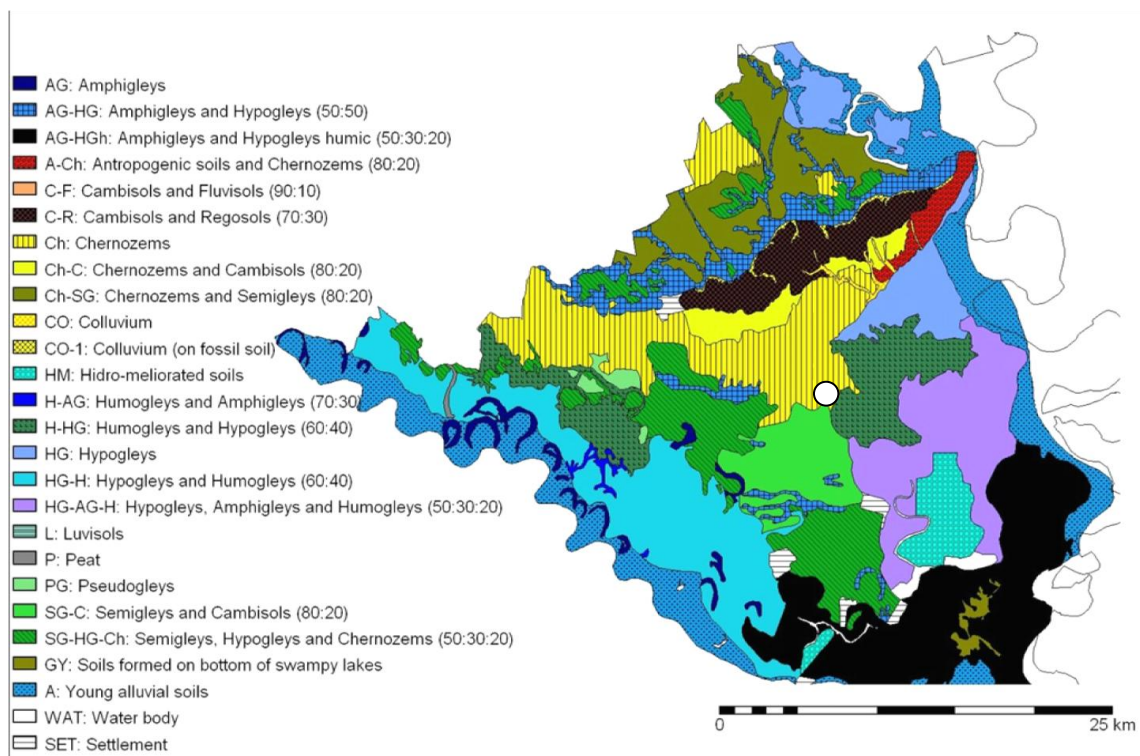
Detaljna analiza tla obuhvaća niz parametara koji se upotrebljavaju radi smanjivanja rizika od mogućih pogreški koje mogu nastati prilikom gnojidbe. Određivanje optimalne dozacije gnojiva, njegove vrste, vremena i načina primjene (gnojidbe) mora se temeljiti na znanstvenostručnim spoznajama o raspoloživosti i odnosima hraniva u tlu, fiziološkim potrebama biljke, ekonomičnosti proizvodnje te intenzitetu i smjeru utjecaja pojedinog agroekološkog činitelja. Pod analizom tla podrazumijevaju se postupci uzorkovanja tala, njihova laboratorijska analiza te interpretacija rezultata. Točnije rečeno, analiza tala je skup više različitih kemijskih

postupaka pomoću kojih se utvrđuje kolika je važnost razine elemenata u tlu i koja su njihova kemijska, fizikalna, i biološka svojstva značajna za ishranu bilja, odnosno njegovo zdravlje.

Prema riječima Vukadinovića i suradnika poljoprivredni proizvođači trebali bi provoditi analizu tla svake četvrte godine. U članicama Europske unije poljoprivredni proizvođači bez potvrde o redovitoj analizi tla ne mogu ostvariti pravo na poljoprivredne potpore. Stoga, i naši poljoprivrednici trebaju intenzivirati navedenu aktivnost radi usklađivanja s novim standardima kako bi spremniji dočekali ulazak RH u EU.

Za primjer određivanja vrste tala, provedbe uzorkovanja, izrade digitalnih karata raspodjele hraniva, prinosa te zaštite od bolesti i drugih pojava na polju uzeta je za primjer parcela koja se u sustavu ARKOD vodi pod brojem 2264137, a ista se nalazi u Baranji nedaleko sela Grabovac.

Pored toga što se primjenom digitalne kartografije dobije vizualni efekt, stvaranjem baze podataka u svakom trenutku mogu se dobiti informacije o svim značajkama tala koja se obrađuju.

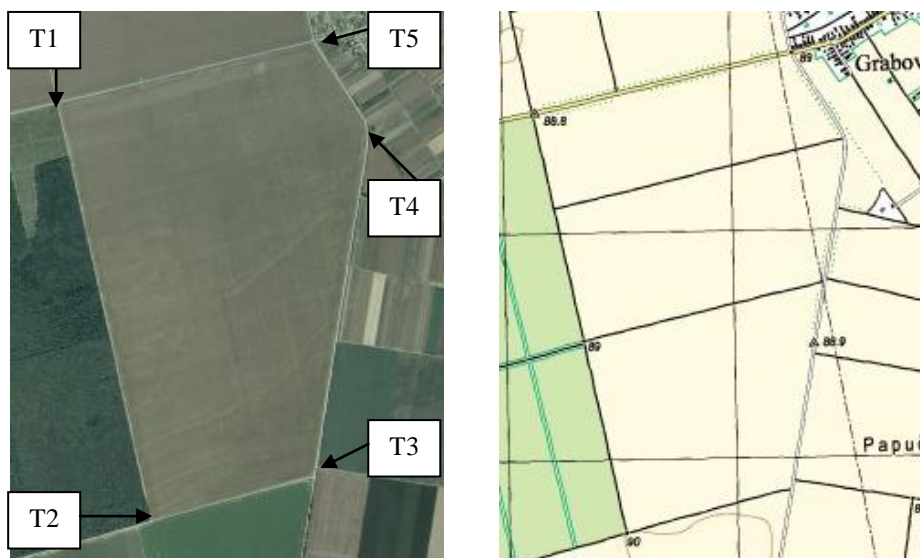


Slika 49.: Pedološka karta Baranje (osnovni tipovi tala)

Koristeći se podacima koji su izrađeni 2001. godine u svrhu izgradnje i integracije geoinformacija za potrebe planiranja i uporabe prirodnih resursa, a temeljem slike 49. vidljivo je da se parcela koju se promatra nalazi u samom središtu Baranje gdje prevladava černoziem koji je najpogodniji za ratarsku proizvodnju.

Parcela 2264137 (slika 50.) je veličine 197,6 ha, a omeđena je točkama i sljedećim koordinatama koje su izmjerene na temelju elipsoida GRS80 i kartografske projekcije HTRS96/TM, koja je u službenoj uporabi u RH od 2010. godine (poglavlje 3.3.2.).

- Točka 1 ( $\varphi= 45^{\circ} 41' 44,76''$ ,  $\lambda= 18^{\circ} 42' 56,27''$ , E= 672 550,125, N= 5 064 152,875)
- Točka 2 ( $\varphi= 45^{\circ} 40' 45,15''$ ,  $\lambda= 18^{\circ} 43' 13,27''$ , E= 672 968,875, N= 5 062 323,000)
- Točka 3 ( $\varphi= 45^{\circ} 40' 50,94''$ ,  $\lambda= 18^{\circ} 43' 45,91''$ , E= 673 670,250, N= 5 062 521,375)
- Točka 4 ( $\varphi= 45^{\circ} 41' 39,81''$ ,  $\lambda= 18^{\circ} 43' 58,89''$ , E= 673 909,000, N= 5 064 037,750)
- Točka 5 ( $\varphi= 45^{\circ} 41' 52,55''$ ,  $\lambda= 18^{\circ} 43' 48,62''$ , E= 673 675,750, N= 5 064 424,875)



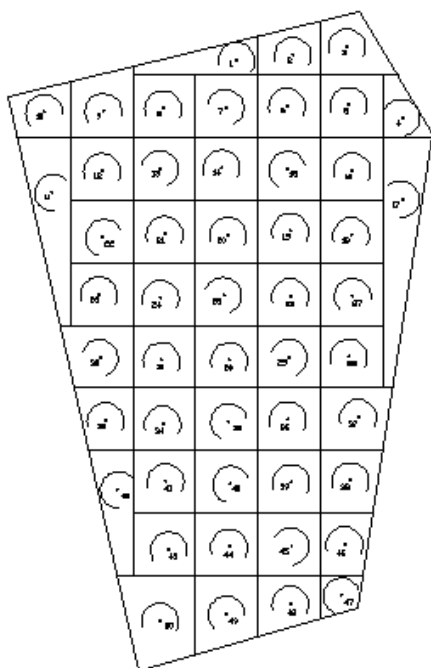
Slika 50.: Parcela 2264137

- Uzorkovanje tala

Da bi se provela kvalitetna analiza tala potrebno je izvršiti njihovo uzorkovanje, a s obzirom da se radi o većoj zemljišnoj površini (197,6 ha), isto je provedeno 2011. godine sukladno shemi (slika 51.) mješavinom uzoraka (raster 200 m) uz uporabu GPS-a.

Analiza tala se zasniva na tome kako pojedini usjev reagira na gnojidbu sukladno količini raspoloživih hraniva u tlu pa dobra analiza tala između ostalog ovisi o dobrom reprezentativnom uzorku.

Uzimanje reprezentativnih uzoraka tala je naročito osjetljiva faza analize tala. Uzorkovanje se mora temeljiti na poljskim varijacijama, topografiji parcele i tipu tala. Uzorci se za usjeve uzimaju do dubine 30 cm, trajne nasade 0-30 i 30- 60 cm, a u zatvorenim prostorima (povrće) 0-15 cm. Prosječan uzorak čini ~25 uboda sondom, odnosno ~1-2 kg nativnog tla ([http://ishranabilja.com.hr/Analiza\\_tla/analiza\\_tla.htm](http://ishranabilja.com.hr/Analiza_tla/analiza_tla.htm)).



Slika 51.: Shema uzorkovanja tla na parceli 2264137

U navedenoj tablici (za primjer) dani su podatci o sadržaju K<sub>2</sub>O u tlu nakon provedene analize;

Tablica 2.: Sadržaj K<sub>2</sub>O na parceli 2264137.

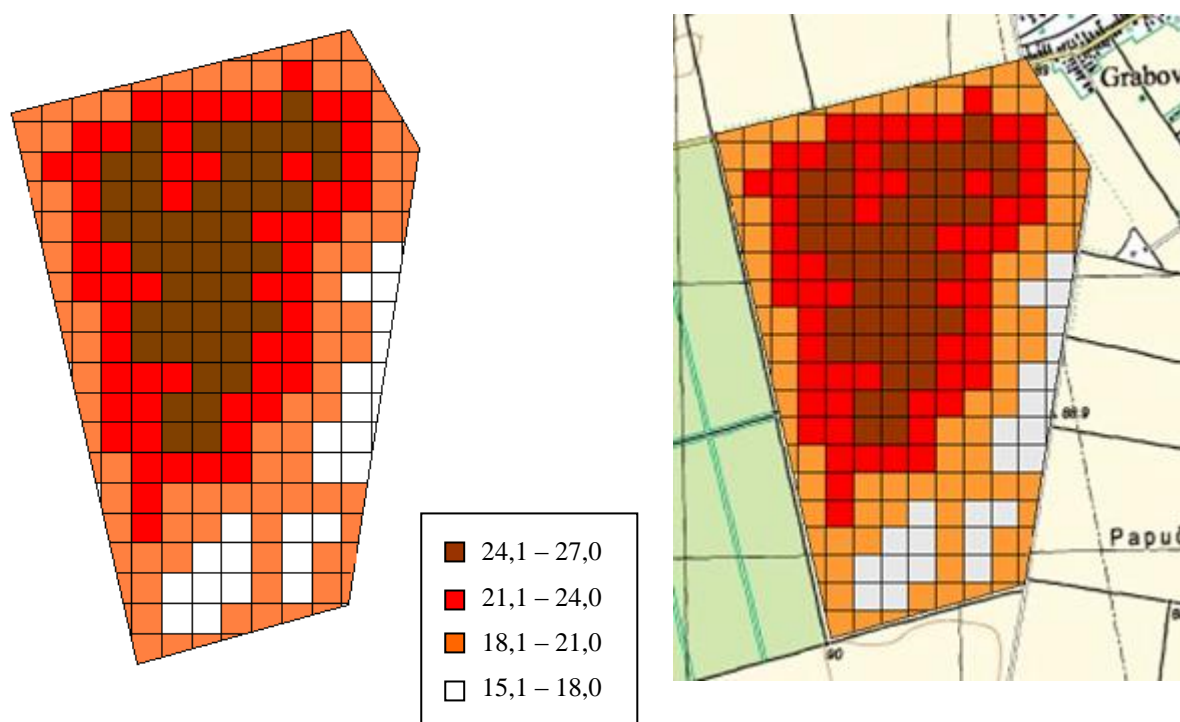
Točka br.	Koordinate	pH	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	Humus
1	N= 5 064 272 E= 673 282			21,0		
2	N= 5 064 289 E= 673 461			21,3		
3	N= 5 064 316 E= 673 634			20,4		
4	N= 5 064 088 E= 673 810			19,3		
5	N= 5 064 129 E= 673 640			24,0		
6	N= 5 064 126 E= 673 442			24,2		
7	N= 5 064 120 E= 673 248			24,1		
8	N= 5 064 118 E= 673 047			24,0		
9	N= 5 064 110 E= 672 855			20,9		
10	N= 5 064 107 E= 672 666			16,3		
11	N= 5 063 850 E= 672 691			19,3		
12	N= 5 063 918 E= 672 852			23,9		
13	N= 5 063 925 E= 673 038			24,1		
14	N= 5 063 929 E= 673 234			24,2		
15	N= 5 063 924 E= 673 442			24,0		
16	N= 5 063 920 E= 673 651			24,0		
17	N= 5 063 827 E= 673 810			18,1		
18	N= 5 063 713 E= 673 647			17,9		
19	N= 5 063 727 E= 673 452			23,8		
20	N= 5 063 715 E= 673 254			26,8		
21	N= 5 063 718 E= 673 052			26,9		
22	N= 5 063 707 E= 672 854			23,9		
23	N= 5 063 525 E= 672 842			21,2		
24	N= 5 063 513 E= 673 039			24,0		
25	N= 5 063 521 E= 673 240			26,9		
26	N= 5 063 519 E= 673 452			23,8		
27	N= 5 063 519 E= 673 651			18,3		
28	N= 5 063 325 E= 673 640			18,2		
29	N= 5 063 323 E= 673 450			22,4		
30	N= 5 063 314 E= 673 258			26,6		
31	N= 5 063 314 E= 673 042			24,2		
32	N= 5 063 322 E= 672 847			21,1		
33	N= 5 063 122 E= 672 863			20,9		
34	N= 5 063 111 E= 673 045			24,1		
35	N= 5 063 118 E= 673 255			24,3		
36	N= 5 063 125 E= 673 445			20,9		
37	N= 5 063 133 E= 673 670			18,0		
38	N= 5 062 930 E= 673 645			18,2		
39	N= 5 062 924 E= 673 455			20,7		
40	N= 5 062 920 E= 673 261			21,0		
41	N= 5 062 928 E= 673 055			21,2		
42	N= 5 062 902 E= 672 901			20,8		
43	N= 5 062 710 E= 673 064			20,9		
44	N= 5 062 719 E= 673 257			18,1		
45	N= 5 062 719 E= 673 456			18,2		
46	N= 5 062 727 E= 673 626			18,3		
47	N= 5 062 563 E= 673 614			19,4		
48	N= 5 062 538 E= 673 453			18,2		
49	N= 5 062 505 E= 673 247			18,0		
50	N= 5 062 483 E= 673 037			18,1		



- Karte raspodjele hraniva

S obzirom na dobivene vrijednosti nakon provedene laboratorijske analize tala izrađena je karta raspodjele hraniva (slika 52., raster 100 m) temeljem koje će se provesti gnojidba navedene parcele. Kao podloga karte raspodjele hraniva koriste se topografske karte krupnog mjerila (1:25.000) koje su bogate grafičkim elementima i daju dobar uvid u prostor, a mogu se koristiti i digitalni ortofoto snimak mjerila 1:10.000 koji se koristi i u sustavu ARKOD.

Svaka improvizacija, uključujući subjektivnu vizualnu procjenu, najčešće rezultira smanjivanjem prinosa i kvalitete usjeva te je stoga uporaba digitalne kartografije i sustava baze podataka o značajkama tala vrlo važna.



Slika 52.: Karta raspodjele hraniva ( $K_2O$ ) na parceli 2264137

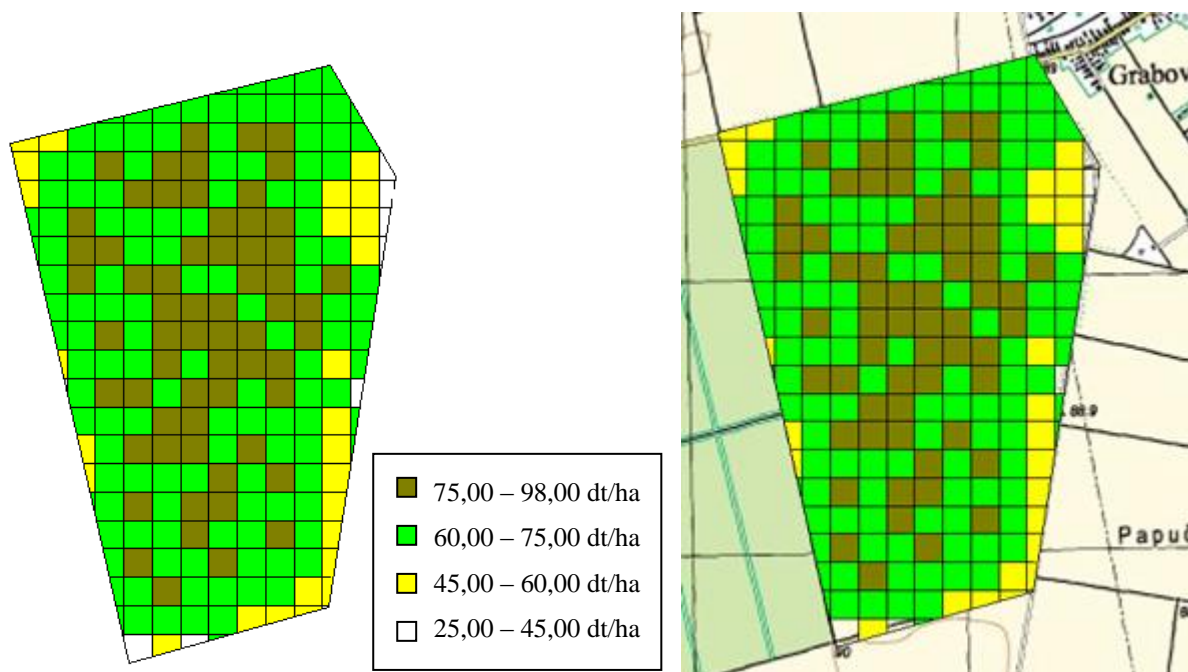
Pored standardnih laboratorijskih metoda koje se koriste za analizu tala, razvijeni su i posebni “kit-ovi” (brzi testovi) koji omogućuju brzo, polukvantitativno utvrđivanje fizikalnih, kemijskih i bioloških svojstava tala (quick and dirty). Navedena prijenosna oprema omogućuje analitiku i interpretaciju rezultata analize tala na licu mjesta, a preciznost iste zadovoljava potrebe interventnih agrotehničkih zahvata.

- Karte prinosa

Izračunavanje prinosa po pojedinim parcelama veoma je značajno. Na tome se zasniva izrada karata prinosa koja površinski prikazuje kako su različiti postupci kod uzgoja bilja ili različiti uvjeti uzgoja utjecali na prinos (Jurišić M., 2009).

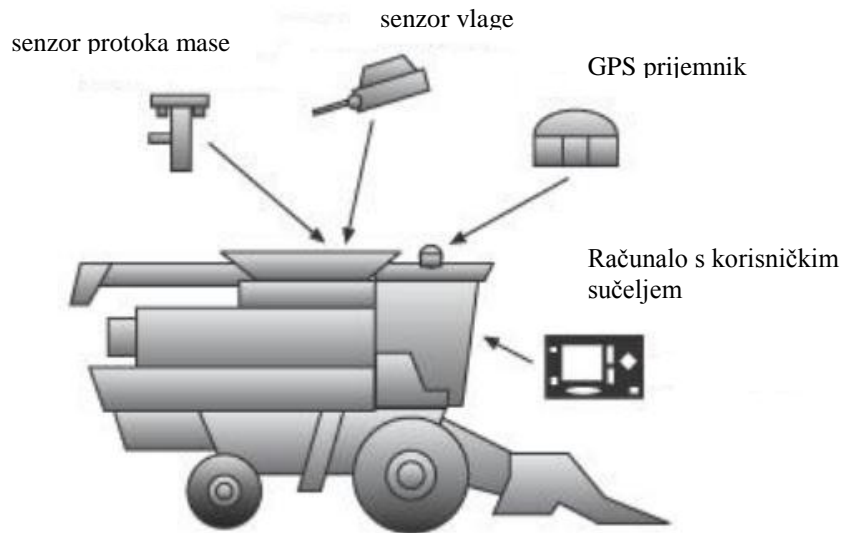
Karta prinosa (slika 53. raster 100 m) izrađuje se interpolacijom iz provedenih mjerenja prinosa. Ista se provode pomoću modernih poljoprivrednih strojeva koji posjeduju računalo u kabini sa odgovarajućim softverom za unos prinosa, senzore prinosa te GPS koji mjeri i označava točnu lokaciju stroja na parceli (slika 54.).

Senzori prinosa i GPS bilježe prinose i kreiraju karte koje pokazuju varijabilnost prinosa unutar proizvodne parcele.



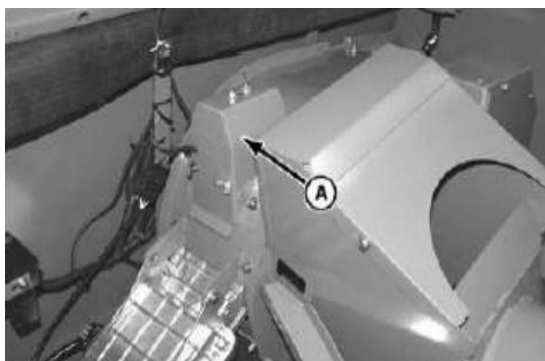
Slika 53.: Karta prinosa na parceli 2264137 (suho zrno)

Karte prinosa izuzetno su važne pri planiranju iduće sjetve jer se tada na temelju prinosa mogu vidjeti i ustanoviti razlozi zbog kojih je isti na nekim dijelovima polja manji te se na vrijeme mogu poduzeti određene radnje i postupci kako bi se uočeni nedostatci otklonili. Informacije o raspodjeli hraniva i prinosu na parceli su od temeljnog značaja jer iste bitno određuju ekonomski i ekološki uspjeh uzgoja bilja.

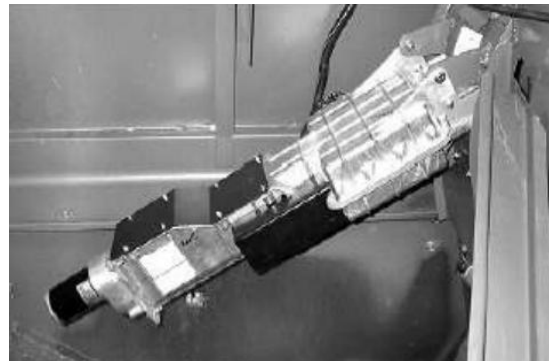


Slika 54.: Komponente sustava za nadzor prinosa

Najznačajniji i najzastupljeniji senzori prinosa koji se upotrebljavaju u poljoprivrednim strojevima novije generacije su senzori protoka mase i senzori za mjerenje vlage (slika 55.). Senzori protoka mase funkcioniraju na principu mjerenja obujma zrna ili gomolja koji prolaze pokraj senzora i mjerenja snage (impulsa) koja se utvrđuje masom zrna ili gomolja u jedinici vremena. Senzori vlage mjere i detektiraju postotak vlage u prinosu te time daju informaciju o stanju vlažnosti prinosa na točno određenim lokacijama polja.



senzor protoka mase



senzor za mjerenje vlage

Slika 55.: Senzori prinosa

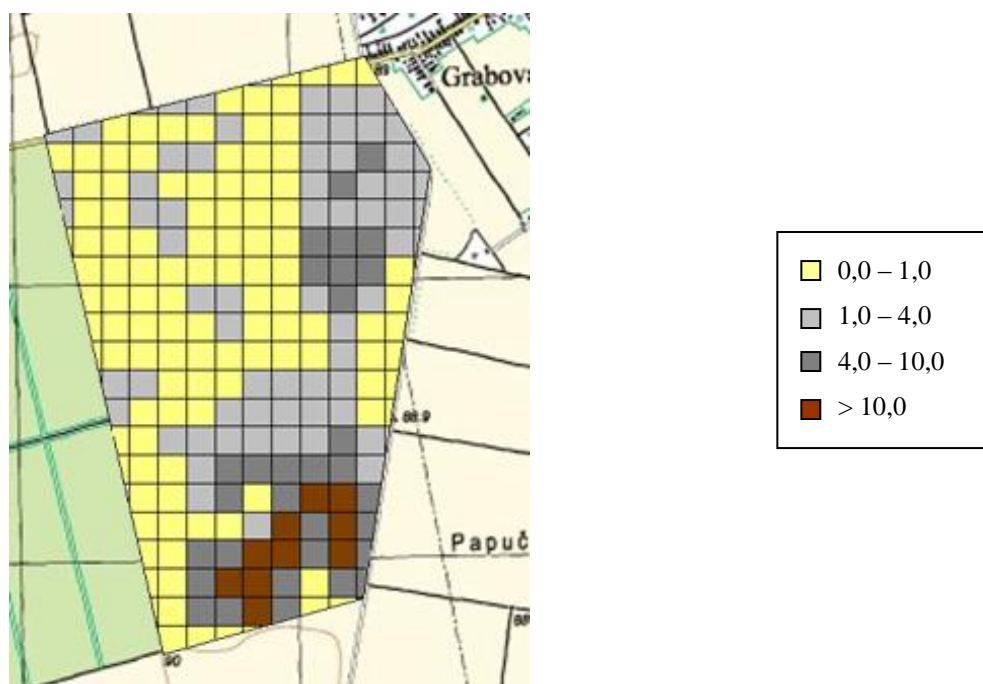
- Karte zaštite od bolesti, suše i drugih pojava na polju

Pored do sada prikazanih vrsta digitalnih karata koje se upotrebljavaju u poljoprivrednoj proizvodnji izrađuju se i karte rasprostranjenosti korova i bolesti koje zahvaćaju poljoprivredne kulture (slika 56.).

Brojna istraživanja su pokazala veliku raznolikost svakog polja u pogledu sadržaja hraniva i teksturi tala, zakorovljenosti, mikroklimi, i ostalo, pa prinosi na pojedinim dijelovima istog polja mogu biti dvostruko viši nego na drugim dijelovima.

Istovremeno, sadašnja sofisticirana mehanizacija omogućuje selektivnu obradu, njegu i tretiranje pojedinih dijelova istog polja podešenu potrebi.

Primjenom načina rada na kojem se temelji precizna poljoprivreda, odnosno primjenom digitalne kartografije i GIS sustava, važno mjesto zauzima precizna zaštita bilja pri kojoj se želi postići točno određeni cilj bez negativnih posljedica na prirodu.



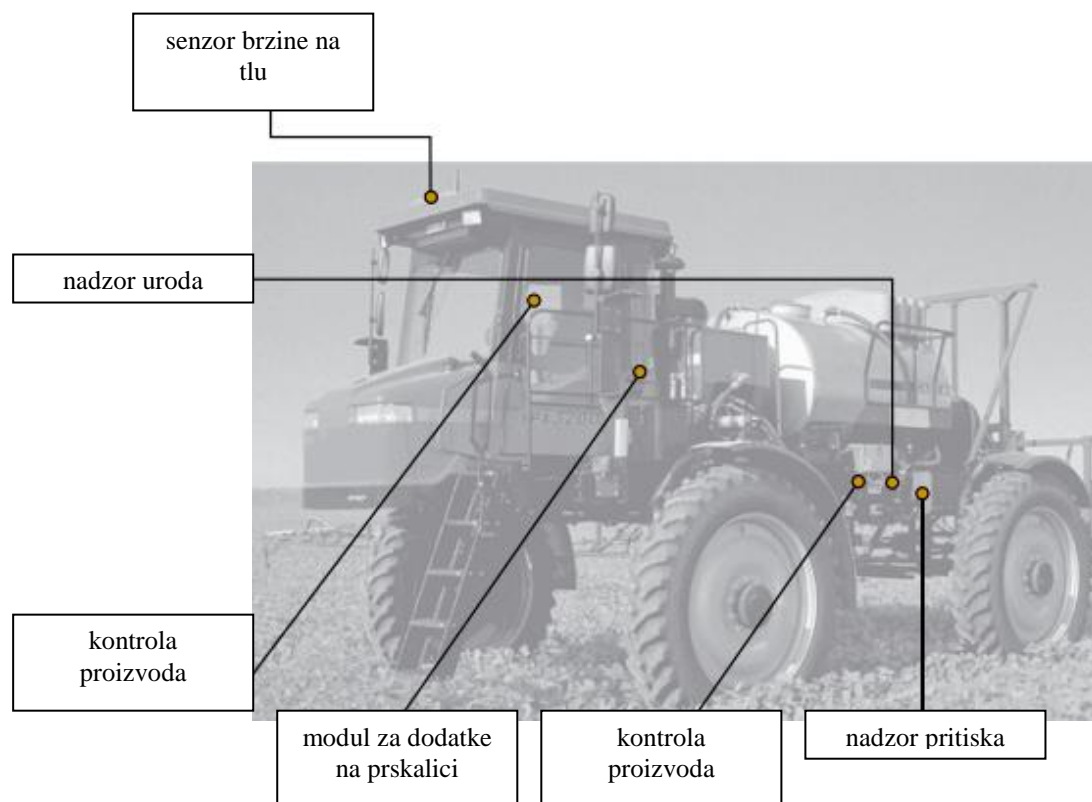
Slika 56.: Karta rasprostranjenosti korova

Procjenu zaraslosti korovom poljoprivrednik provodi neposrednim opažanjem koristeći računalo s odgovarajućim softverom i uporabom GPS-a. Pri tome se određuju granice različitih dijelova polja koje je zaraslo određenom vrstom korova, a na temelju zabilježenih podataka koje je računalo obradilo izrađuju se karte tretiranja polja.

Na izrađenim kartama vidljive su granice gdje je potrebit visok stupanj aplikacije, a gdje nizak što ovisi o količini sredstava za zaštitu bilja koja se treba utrošiti da bi se zadovoljili ekonomski i ekološki zahtjevi.

S obzirom da biljke mogu tolerirati određeni stupanj zakorovljenosti koji znatno ne utječe na prinos, tretiranje herbicidima treba provoditi na dijelovima polja sa visokim stupnjem zakorovljenosti vodeći računa o pragu štetnosti.

Preciznom zaštitom bilja treba osigurati da mjere koje se poduzimaju budu optimalne za svaku biljku, a ne samo prosjeku svih biljaka u jednom polju. Treba se težiti izbjegavanju primjene nekog zaštitnog sredstva tamo gdje nije potrebno, radi smanjenja troškova i onečišćenja okoliša. Brži razvitak precizne zaštite bilja na velikim površinama ogleda se u primjeni suvremenih poljoprivrednih strojeva koji se baziraju na sofisticiranim uređajima i GPS-u (slika 57.).



Slika 57.: Suvremena prskalica za preciznu poljoprivredu

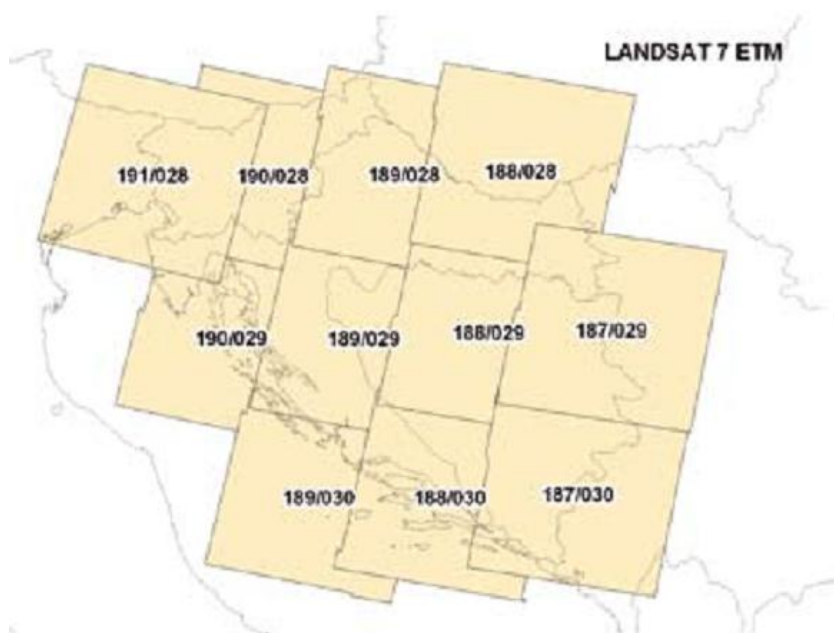
Primjena digitalnih karata u poljoprivredi koje daju potrebite informacije računalima na poljoprivrednim strojevima svakim je danom sve veća i može se konstatirati da je precizna poljoprivreda sadašnjost i budućnost kvalitetne i pouzdane proizvodnje zdrave hrane „Od sjemena do stola“.

#### 4.2.3. Program CORINE (CORINE LAND COVER 2000)

Osnovni preduvjet za donošenje odluka usmjerenih na održivo upravljanje okolišem i prirodnim bogatstvima je poznavanje točnih i kvalitetnih informacija o postojećoj biosferi i promjenama koje se na njoj dešavaju. Iz tog razloga od strane Europske zajednice prihvaćen je program za koordinaciju informacija o okolišu i prirodnim resursima pod nazivom CORINE (COoRdination of INformation on the Environment).

Svrha tog programa je identifikacija i smisljena kategorizacija pokrova zemljišta, koja uključuje definiranu nomenklaturu kodiranja i stvaranja kvalitetne baze podataka potrebne za nadgledanje, organiziranje i upravljanje prirodnim resursima na regionalnoj i nacionalnoj razini.

Podatci o stanju pokrova zemljišta, u kombinaciji s drugim tematskim podacima, daju novi uvid u stanje i promjene prirodnih resursa na različitim poljima poput poljoprivrede, šumarstva, regionalnog prostornog planiranja, inventarizacije prirodnih resursa i praćenja okoliša.



Slika 58.: Prikaz scena Landsat snimaka područja RH

CORINE Land Cover Hrvatske (CLC Hrvatske) je projekt koji kao rezultat ima digitalnu bazu podataka pokrova zemljišta prema CORINE nomenklaturi (slika 58.), a koja je konzistentna i homogenizirana sa podacima cijele Europske zajednice.



Dobivena baza podataka CLC Hrvatske prosljeđena je Europskoj agenciji za okoliš (EEA - European Environment Agency) koja je izvršila objedinjavanje iste s podacima cijele Europske zajednice. Nositelj projekta za vrijeme njegova trajanja bilo je Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva, koje ga je ujedno i sufinanciralo, zajedno sa tvrtkama partnerima GISDATA i OIKON, u okvirima projekta LIFE III – Treće zemlje.

Korištenje i održavanje baze na nacionalnoj razini povjereno je nacionalnoj organizaciji, odnosno Agenciji za zaštitu okoliša.

Tehnologija za izradu baze podataka CORINE Land Cover temeljena je na fotointerpretaciji satelitskih snimaka koje su izradili nacionalni timovi zemalja sudionica.

U Mađarskom Institutu za geodeziju, kartografiju i daljinska istraživanja (Földmérési és ávérzékélesi Intézet - FÖMI) razvijena su programska rješenja zasnovana na ESRI ArcView platformi. To su Inter-View, korišten za interpretaciju referentne CLC2000 i InterChange, korišten za detekciju promjena. Ova računalno potpomognuta tehnologija prihvaćena je od strane Europske unije i EEA za izradu CLC baze i detekcije promjena za područje cijele Europe.

Novonastale baze usklađene su u svojoj geometrijskoj i atributnoj informaciji zahvaljujući novim tehnologijama i metodama prikupljanja podataka o promjeni stanja pokrova zemljišta, koje omogućavaju digitalnu obradu satelitskih snimaka, digitalno prikupljanje vektorske baze podataka u GIS okruženju s mogućnošću stvaranja kontrolnih potprograma.

Navedeni programski GIS paketi omogućavaju automatski izračun površina poligona, automatsko otkrivanje poligona manjih od 25 ha (odnosno 5 ha za praćenje promjena), otkrivanje susjednih poligona sa istim kodom i poligona bez koda (sa kodom 0), čime je olakšano pronalaženje i ispravljanje grešaka. Nastale baze temelje se na standardnoj metodologiji i nomenklaturi, a podatci moraju biti međusobno usporedivi i ponovljivi u vremenskom slijedu. Kako bi se bilježile promjene kroz vremensko razdoblje korištene su 44 klase, od kojih svaka opisuje različit pokrov zemljišta.

Republika Hrvatska je započela rad na CORINE projektu 2002. godine, kada su se za interpretaciju zemljišta koristile ortorektificirane satelitske snimke Landsat 5 TM i Landsat 7 ETM. Osnova za ortorektifikaciju bili su 100 m DTM za IMAGE2000 i 25 m DTM za IMAGE1990 i IMAGE1980, te topografske karte mjerila 1:50.000. Interpretacija je rađena na digitalnim satelitskim snimkama u kombinaciji kanala 4-5-3.

Osnovne karakteristike baze podataka pokrova zemljišta 2000 su:

- Izlazno kartografsko mjerilo je 1:100.000;
- Kartografska točnost 100 m;
- Minimalno područje kartiranja je 25 ha;
- Minimalna širina poligona je 100 m;
- CLC nomenklatura uključuje 44 klase u trećem nivou, 15 klasa u drugom nivou i 5 klasa u prvom nivou;
- Ne postoji neklasificirana kategorija.

Prilikom izrade baze na području Republike Hrvatske detektirano je 38 od 44 klasa definiranih unutar CORINE standarda (slika 59.).





Slika 59.: Pokrov zemljišta u RH prema CORINE metodologiji

Osnovne karakteristike baze promjena pokrova zemljišta:

- Najmanja jedinica kartiranja u bazi promjena je 5 ha;
- Najmanja širina poligona je 100 m.

Izlazni proizvod baze je rezultat CORINE Land Covera, odnosno nacionalni pokrov zemljišta koji se uklopio u jedinstvenu kartu pokrova zemljišta Europe.

Izlazni proizvodi CORINE Land Cover baze za Hrvatsku su 5 digitalnih baza podataka s pripadajućim meta podacima:

- CLC2000 - referentna baza koja predstavlja pokrov zemljišta za 2000.-tu godinu (CLC00\_CRO);
- CLC90 - baza koja predstavlja pokrov zemljišta za 1990. godinu, nastala spajanjem baze promjena i baze pokrova zemljišta referentne 2000.-te (CLC90\_CRO);
- CLCchange - baza koja sadrži promjene u pokrovu zemljišta između 1990. godine i 2000. godine (CHANG\_CRO);
- CLC80 - baza koja predstavlja pokrov zemljišta za 1980. godinu, nastala spajanjem baze promjena i baze pokrova zemljišta referentne 2000.-te;
- Baze promjena pokrova zemljišta za 1980./2000. i 1980./1990.

CORINE Land Cover baze se mogu upotrebljavati u različitim područjima primjene na Europskoj i nacionalnoj razini kao što su:

- KLIMATSKE PROMJENE - promjene površina šuma i vlažnih područja, ponor plinova staklenika, rizici erozije zbog klimatskih promjena;
- ONEČIŠĆENJE ZRAKA - Oblikovanje i bilježenje kritičnih dijelova, lokacije i opisi ekosustava;
- VODE – Karakterizacija utjecajnog sliva rijeka;
- TLO – Karte erozija, korištenja i oštećenja tala;
- OČUVANJE BIOLOŠKE RAZNOVRSNOSTI – opis ekosustava i označavanje ekološki osjetljivih područja;
- POLJOPRIVREDA – održivo obrađivanje zemlje, očuvanje vrijednosti krajolika, promjene na zemljištu povezane sa poljoprivredom.

Promjenu baze u RH provodi Agencija za zaštitu okoliša koja prepoznaje CLC kao jedan od važnih izvora podataka za obradu pojedinih indikatora praćenja stanja okoliša kao što su:

- Udjel poljoprivrednih područja u područjima pod zaštitom prirode;
- Vrsta poljoprivredne proizvodnje (voćnjaci, ratarske površine, vinogradi, maslinici...);
- Promjena korištenja poljoprivrednog zemljišta;
- Promjena pokrova poljoprivrednog zemljišta (prenamjena poljoprivrednog zemljišta u poluprirodna i prirodna područja i obrnuto);
- Prenamjena šumskog zemljišta;
- Trajna prenamjena tla (izgradnja, površinski iskopi i ostalo);
- Proračun ponora plinova staklenika za potrebe izvješćivanja prema UNCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change);
- Praćenje promjena krajobrazne raznolikosti, šuma i ostalog;
- Promjena potencijalne erozije obalnih područja;
- Korištenje okolnog zemljišta slivova, jezera i ostalih vodenih površina;
- Korištenje zemljišta uzvodno od mjernih postaja kakvoće vode.

Pored navedenog, CLC predstavlja jednu od podloga za prikaz i obradu ostalih georeferenciranih podataka poput onečišćenih površina, odlagališta otpada, rizičnih postrojenja i slično.

Prema podacima CORINE Land Cover 2000 za Hrvatsku može se zaključiti kako u sve tri godine najveći udjel kopnene površine Hrvatske zauzimaju slijedeće klase:

- Klasa 311 - Bjelogorična šuma – 29.8%, 29.9% i 30.1% za godine 2000.-tu, 1990.-tu i 1980.-tu;
- Klasa 242 - Kompleks kultiviranih parcela - 17.7%, 17.9% i 18.3% za godine 2000.-tu, 1990.-tu i 1980.-tu;
- Klasa 324 - Prijelazno područje šume - 10.6%, 10.5% i 10.0% za godine 2000.-tu, 1990.-tu i 1980.-tu.

Sve ostale klase zauzimaju manje od 10% ukupne kopnene površine.

Slijedeći trend koji je prepoznat odnosi se na napuštanje intenzivne poljoprivrede i rast ekstenzivne poljoprivrede što je potvrđeno interpretacijama baza promjena.

Izradom CORINE Land Cover dobiveni su podatci o stanju stvarnog pokrova zemljišta za Hrvatsku koji se temelje na standardima primijenjenim u Europi.

CORINE Land Cover je temeljen na standardnoj klasifikaciji i metodologiji izrade što omogućava izradu studija pokrova zemljišta u Europi, te pojednostavljuje usporedbu podataka i rezultata među pojedinim zemljama.

CLC Hrvatska (slika 60.) prepoznata je kao vrijedan alat znanstvenim i stručnim institucijama. Upotrebna vrijednost vladinim tijelima očituje se kroz kvalitetno praćenje stanja i promjena pokrova zemljišta kao nužne informacije za donošenje odluka usmjerenih na razvijanje politike održivog razvoja.



Slika 60.: CLC 2000 Hrvatska

#### 4.2.4. ARKOD (LPIS)

Jedna od strategijskih zadaća RH je ulazak u Europsku Uniju. Da bi se to postiglo potrebno je završiti pregovore koji se sastoje od 35 poglavlja. Poglavlje 11. „Poljoprivreda i ruralni razvitak“ je nedavno zaključeno i od RH se zahtjeva implementacija Zajedničke poljoprivredne politike EU.

Zajednička poljoprivredna politika (ZPP) je skup pravila i mehanizama koji reguliraju proizvodnju, prodaju i plasiranje poljoprivrednih proizvoda u Uniji, s posebnim naglaskom na razvoj seoskih područja.

Najvažniji ciljevi ZPP su: povećanje poljoprivredne proizvodnje, podizanje produktivnosti, stabilnost unutarnjeg tržišta, osiguranje distribucije poljoprivrednih proizvoda do potrošača te bolja zaštita proizvođača od nepravilnosti na svjetskom tržištu.

Prednosti koje ZPP donosi su korištenje potpora iz EU fondova, bolji plasman proizvoda na cjelokupnom području EU te izravna plaćanja, odnosno potpore vezane uz površinu.

Zahtjevi koji se postavljaju pred RH su: jačanje institucionalnih i administrativnih kapaciteta za praćenje stanja reformi i trendova ZPP (Agencija za plaćanja; IACS); privatizacija poljoprivrednog zemljišta u vlasništvu države; razvoj tehničke i tržišne infrastrukture; prilagodba sustava potpora. Sukladno tome od RH se traži da uredi pitanje katastra i točnog uvida u stanje poljoprivrednog zemljišta kako bi poljoprivrednici mogli ostvariti pravo na poticaje nakon ulaska u Europsku Uniju.

Temeljem navedenog RH je u srpnju 2009. godine uvela sustav ARKOD (LPIS) kako bi ažurirala stanje zemljišnih parcela.

**ARKOD** je nacionalni sustav za identifikaciju zemljišnih parcela (eng. Land Parcel Identification System - LPIS), odnosno evidencija uporabe poljoprivrednog zemljišta u Republici Hrvatskoj. Cilj ARKOD-a je dobiti jasnu sliku koliko se zemljišta u Hrvatskoj koristi za poljoprivrednu proizvodnju, bez obzira na kulture koje se na njima uzgajaju te omogućiti poljoprivrednicima lakši i jednostavniji način podnošenja zahtjeva za poticaje kao i njihovo transparentno korištenje. Njime se također uspostavlja baza podataka koja evidentira stvarno korištenje poljoprivrednog zemljišta. Projekt je pokrenulo Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja u suradnji s Državnom geodetskom upravom, Hrvatskim geodetskim institutom te Središnjim državnim uredom za upravu.

Za provedbu ARKOD-a na terenu zaduženo je oko 240 djelatnika u Uredima državne uprave u županijama, te grada Zagreba. U provedbi programa sudjeluje i stotinjak ljudi iz



poljoprivrednih savjetodavnih službi te 20-ak djelatnika Ministarstva poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja.

ARKOD sustav sastavni je dio Integriranog administrativnog i kontrolnog sustava (IAKS) kojim zemlje članice Europske Unije dodjeljuju, prate i kontroliraju izravna plaćanja poljoprivrednicima. Sustav uspostavlja Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja te Agencija za plaćanja u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju. Partneri i podrška u provedbi ARKOD-a na terenu su Hrvatska poljoprivredna agencija i Hrvatski zavod za poljoprivrednu savjetodavnu službu.

Upis u ARKOD za poljoprivrednike je besplatan, a obavlja se u regionalnim uredima Agencije za plaćanja u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju te u lokalnim uredima Hrvatske poljoprivredne agencije.

Sustav za identifikaciju zemljišnih parcela (ARKOD) uspostavljen je na temelju karata, zemljišnih knjiga te drugih kartografskih referenci koje služe kao podloga za interpretaciju i određivanje površina poljoprivrednog zemljišta poljoprivrednih gospodarstava. Koristi se metodom računalnog geografskog informacijskog sustava te predstavlja grafičku evidenciju zemljišnih resursa poljoprivrednika na temelju kojih će se u budućnosti, izrađivati zahtjevi za plaćanjima po površini.

Sustav ARKOD uspostavljen je na temelju georeferencirane **Digitalne ortofoto karte** (DOF5) (slika 61.) u mjerilu 1:10.000, a kao pomoćni izvori prostornih podataka još se koriste:



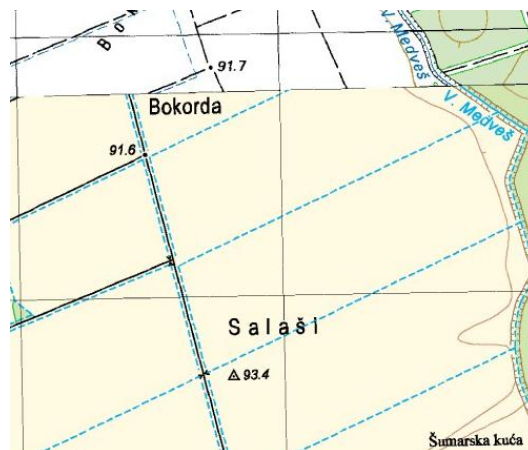
Slika 61.: Digitalna ortofoto karta

**Digitalni katastarski planovi (DKP)** (slika 62.) koji služe kao kontrolni podatci kod interpretacije zemljišta na DOF-u, te kao veza s Upisnikom poljoprivrednih gospodarstava u kojem postoje alfanumerički podatci katastarskih čestica;



Slika 62.: Digitalni katastarski plan

**Topografske karte (TK25)** (slika 63.) koje služe kao dodatni podatci tijekom postupka digitalizacije, te za bolju orijentaciju i snalaženje u prostoru na DOF-u.



Slika 63.: Topografska karta 1:25.000

**Digitalni model reljefa (DMR)** služi za definiranje pojedinih atributnih podataka (primjerice za određivanje nagiba pojedinih poljoprivrednih površina, nadmorske visine, područja s težim uvjetima gospodarenja i ostalo).



**Podatci iz Središnjeg registra prostornih jedinica (SRPJ)** koji sadrže informacije o granicama županija (slika 64.), općina i gradova (slika 65.), te katastarskih općina (slika 66.), a potrebni su za logističku potporu te organizaciju uspostave i održavanja sustava.



Slika 64.: Granice županija



Slika 65.: Granice općina i gradova



Slika 66.: Granice katastarskih općina

Sve navedene prostorne podloge moraju biti dostupne za područje čitave države i sukladno zahtjevima EU zakonodavstva ne smiju biti starije od 5 godina.

Sustav Arkod funkcioniра na principu GIS-a, odnosno digitalne kartografije gdje se podatci o prostoru smještaju u formi digitalnih karata predstavljenih kao niz različitih tematskih slojeva. Pri tome se može prikazati samo digitalna ortofoto karta ili topografska karta koje predstavljaju podlogu, a na njih se mogu pozicionirati ostali navedeni „slojevi“ koji su od interesa (podatci o katastru, općini, županiji, katastarskoj općini i ostalo).

GIS tehnologija je implementirana u većini zemalja EU. Prema Uredbi Vijeća EU 796/2004 identifikacijski sustav za poljoprivredno zemljište treba funkcionirati na načelu referentne parcele kao što je katastarska čestica ili proizvodni blok, koji će osigurati jedinstvenu identifikaciju istih (ILOT sustav).

Integrirani administrativni i kontrolni sustav (IACS) trebaju uspostaviti sve zemlje članice EU sukladno Regulativi Vijeća EU br. 1782/2003., jer IACS prati proces potpora od predavanja zahtjeva pa sve do plaćanja poljoprivrednom gospodarstvu, te kontrolu. Isti se sastoji od slijedećih elemenata:

- Računalne baze podataka;
- **Identifikacijskog sustava za poljoprivredne parcele (LPIS) - ARKOD;**
- Sustava za identifikaciju i registraciju prava na plaćanje;
- Zahtjeva za potporu;
- Integriranog sustava kontrole;
- Sustava za označavanje i identifikaciju svakog poljoprivrednog gospodarstva koje je predalo zahtjev;
- Sustava identifikacije i registracije životinja.

ARKOD je ključni dio IACS-a, kojim se konkretno prate prijave poljoprivrednih gospodarstava u GIS okruženju te koji osigurava uvid u ažurnost i točnost prijavljenih podataka.

U ARKOD sustav ulaze dvije vrste podataka: podatci o geografskoj lokaciji poljoprivredne površine i svi oni podatci koji su potrebni za poljoprivrednu karakterizaciju te površine (tematski podatci).

Najveći problem koji se pojavio kod uspostave navedenog sustava je niska razina informatičke i geografske educiranosti poljoprivrednika te što se u najvećem dijelu RH katastarski podatci ne slažu s podacima u zemljišnim knjigama.

U velikom broju zemalja (europskih i izvanoeuropskih) usvojena je identifikacija koja se temelji na kartiranju poljoprivrednih blokova **Common Land Units (ILOT)**. Blok predstavlja kontinuirano područje poljoprivrednog zemljišta ograničeno prirodnim granicama, unutar kojeg poljoprivrednici definiraju svoje parcele. Blokovi se lociraju na topografskim kartama (ako su ažurne) ili ortofoto snimkama, te se takve šalju na identifikaciju poljoprivrednicima.

Dosadašnje iskustvo ustanovljenih sustava LPIS u zemljama EU govori da i one zemlje koje su iz povijesnih razloga započele koristiti katastarske čestice, sada prelaze na sustav fizičkih blokova.

Uvođenjem ARKOD-a u RH uspostavljena je i nova klasifikacija uporabe zemljišta. Pa tako razlikujemo osnovne kategorije zemljišta (slike 67.):

- oranice;
- trajne travnjake;
- trajne nasade;
- mješovito korištenje zemljišta;
- ostale vrste korištenja zemljišta za što se ne dobivaju potpore.



oranica



trajni travnjak



trajni nasadi



mješoviti trajni nasadi

Slike 67.: Osnovne kategorije zemljišta sukladno ARKOD-u

Navedena osnovna kategorizacija zemljišta ima i svoje potkategorije. Za oranice su to staklenici, pod trajne travnjake spadaju livada i pašnjak, a trajne nasade čine vinograd, voćnjak i mješoviti trajni nasadi.

Potkategorija voćnjak dodatno se dijeli na citruse, maslinike, voćne vrste i orašaste kulture.

## 5. ZAKLJUČAK

Iznimno je važno proizvesti dovoljne količine zdrave hrane, a pri tome očuvati opstojnost prirode i potrajnost njenih resursa, osobito tla. To se odnosi na realizaciju zadaća koje omogućuju vizualizaciju i praćenje stanja u prirodi te dobivanje potrebitih i pravovremenih informacija na temelju kojih se mogu donositi ispravne i brze odluke (inventarizacija i evaluacija resursa).

Proizvodnja zdrave hrane „Od sjemena do stola“ vrlo je kompleksan pojam koji iziskuje sinergiju svih čimbenika proizvodnog lanca, od ljudskih do tehničkih, te sinergiju svih gospodarskih subjekata o kojima ovisi planiranje, organizacija, proizvodnja i prodaja hrane.

Promatrajući današnje stanje na području digitalne kartografije i GIS-a, vidljivo je da se iste šire i primjenjuju u svim područjima.

Potreba za dinamičkom razmjenom podataka dovela je do formiranja Open GIS konzorcija koji okuplja velik broj kompanija, odnosno proizvođača GIS aplikacija i računalne opreme. Isti nastoje omogućiti jednostavan pristup različitim geoprocenim alatima, izvorima podataka te podizanju razine daljnjeg razvoja geografskih informacijskih sustava.

Dinamičnost tržišta i složenost poljoprivredne proizvodnje svakodnevno nameću potrebu primjene kvalitetnih i novih tehnologija u proizvodnji hrane, a primjena digitalne kartografije i GIS-a upravo to i omogućava. Korištenje digitalnih karata i GIS-a u Geomarketingu i Managamentu omogućava prikazivanje realnih odnosa na tržištu i informacije o kupcima temeljem kojih se efikasnije donose odluke, smanjuje rizik i ostvaruje veći profit.

Iz primjera koji je predstavljen u ovom radu može se zaključiti da provedba „Precizne poljoprivrede“ omogućava uštedu repromaterijala i povećava dobit te smanjuje štetni utjecaj na prirodu. Takav oblik gospodarenja prirodom služi ekonomskim i ekološkim poboljšanjima koji imaju za cilj veće prinose i kvalitet, uz smanjenje opterećenja na okoliš te poticanje prirodno prostornih uvjeta.

Izuzetno važno polje primjene digitalna kartografija pronašla je u realizaciji strateške zadaće RH, a to je završetak pregovora i ulazak u EU. Uspostavom sustava ARKOD u RH provodi se identifikacija zemljišnih parcela, odnosno evidencija uporabe poljoprivrednog zemljišta. Razlog tome je i da se poljoprivrednicima omogući lakši i jednostavniji način podnošenja prijave za poticaje, kao i nadzor njihovog transparentnog korištenja. Funkcioniranje sustava ARKOD znatno je pomogao pri naporu RH oko prihvaćanja

Zajedničke poljoprivredne politike EU i zatvaranja 11. poglavlja pregovora „Poljoprivreda i ruralni razvitak“.

Edukacija poljoprivrednika i upoznavanje sa novim tehnološkim i informatičkim dostignućima te primjena istih u proizvodnji hrane treba biti jedna od najznačajnijih i prioriternih zadaća našeg društva. Takvim načinom razmišljanja i stručnom provedbom poljoprivredne proizvodnje može se značajno poboljšati konkurentnost na tržištu.

## 6. POPIS LITERATURE

- CORINE (2004): Land Cover 2000 Croatia, baza podataka o pokrovu zemljišta za Hrvatsku – prema CORINE Land Cover metodologiji.
- Frangeš S. (2003): Opća kartografija, predavanja, Geodetski fakultet Zagreb, ak. god. 2003./04., Zagreb.
- Frangeš S., Frančula N., Lapaine M. (2002): Budućnost kartografije, [www. kartografija. hr].
- Jurišić M., Plaščak I. (2011): Geoinformacijski sustavi GIS u poljoprivredi i zaštiti okoliša – Praktikum I, Poljoprivredni fakultet u Osijeku (u tisku), Osijek.
- Jurišić M., Plaščak I. (2009): Geoinformacijski sustavi GIS u poljoprivredi i zaštiti okoliša, Udžbenik, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
- Lapaine M., Vučetić N., Tutić D. (2001): Kartografija i AutoCAD Map, Geodetski fakultet, Zagreb.
- Lukić A. (2003): Digitalna karta - ususret geografiji budućnosti, [www. edupoint.carnet.hr].
- Macarol S. (1961): Praktična geodezija, Geodetski fakultet, Zagreb.
- Pahernik M. (2006): Uvod u geografsko informacijske sustave, MORH, Zagreb.
- Tutić D., Lapaine M. (2001): Kartomatika 2, Geodetski fakultet, Zagreb.
- Tutić D., Vučetić N., Lapaine M. (2002): Uvod u GIS, Geodetski fakultet, Zagreb.
- Zidar Z. (1996): Geodezija I, Geodetska tehnička škola, Zagreb.

## Korišteni linkovi:

- <http://www.edupoint.carnet.hr>
- [http://www.geof.hr/opća kartografija](http://www.geof.hr/opća_kartografija)
- <http://www.geopolis.hr/kartografija.htm>
- [http://www.geof.hr/~nvucetic/OGI\\_kart\\_proj.pdf](http://www.geof.hr/~nvucetic/OGI_kart_proj.pdf)
- [http://www.kartografija.hr/projekcije\\_dugo.pdf](http://www.kartografija.hr/projekcije_dugo.pdf)
- <http://www.geol.pmf.hr>
- <http://www.arka.foi.hr/nastava/zis>
- <http://www.arkod.hr>
- <http://www.vladimir.pfos.hr>
- [http://www.poslovni.hr/vijesti/digitalni katastar](http://www.poslovni.hr/vijesti/digitalni_katastar)
- <http://www.spvp.zesoi.fer.hr>
- <http://www.geodetskiured.com>
- [http://hr.wikipedia.org/wiki/Geografski\\_informacijski\\_sustav](http://hr.wikipedia.org/wiki/Geografski_informacijski_sustav)
- <http://www.cropos.hr>
- <http://bib.irb.hr>
- [http://ishranabilja.com.hr/Analiza\\_tla/analiza\\_tla.htm](http://ishranabilja.com.hr/Analiza_tla/analiza_tla.htm)
- <http://www.agroklub.com/poljoprivredne-vijesti>
- <http://www.poslovniforum.hr>
- <http://www.scribd.com>
- <http://docs.google.com>
- <http://www.zprojekti.mzos.hr>
- <http://www.dgu.hr>
- <http://www.gfk.hr/marketing>
- <http://www.distribucija.hr/geomarketing-elementi.htm>
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Geomarketing>
- <http://www.azo.hr>



## 7. SAŽETAK

Kartografija kao znanstvena disciplina u sklopu geodezije prikazana je kao iznimno važan čimbenik u planiranju, vizualizaciji i prikazivanju odnosa u prostoru, a sve u svrhu pronalaženja najprikladnije kartografike i vrste kartografskog prikaza koja kod korisnika može izazvati što bolju predodžbu prostorne stvarnosti.

Informatički napredak pridonio je razvoju digitalne kartografije i GIS-a koji su znatno unaprijedili kvalitetu života u mnogim segmentima, osobito u području managamenta, geomarketinga, obrazovanja, u vojnim organizacijama i strukturama, poljoprivredi, industriji, financijama, katastru i ostalom.

U radu su navedeni i utvrđeni svi važniji i relevantni čimbenici vezani uz digitalnu kartografiju, kao i svi važniji aspekti primjene suvremene i sofisticirane tehnologije u poljoprivrednoj praksi.

Primjena digitalne kartografije i GIS-a u poljoprivredi, omogućila je i razvoj novog trenda u proizvodnji hrane nazvan „Precizna poljoprivreda“, koji je u ovom radu posebno prikazan na konkretnom primjeru uz izradu digitalnih karata.

Može se također zaključiti da je sinergija informatičkog i tehnološkog napretka znatno olakšala proizvodnju zdrave hrane te kontrolu cjelokupnog sustava, „od sjemena do stola“, pri čemu je dan naglasak na ekonomskom i ekološkom modelu gospodarenja prirodom, odnosno ostvarenju što veće dobiti uz očuvanje okoliša i potrajnost prirodnih resursa (održivo potrajno gospodarenje).

## 8. SUMMARY

Cartography as a scientific discipline within geodesy is shown as one extremely important factor in planning, visualization and showing the interrelations in space, with the purpose of finding the most suitable map graphics and the type of cartographic representation that can evoke a better idea of spatial reality by its user.

IT progress has contributed to the development of digital cartography and GIS which significantly improved the quality of life in many segments, especially in the field of Management, geomarketing, education, military organizations and structures, agriculture, industry, finance, land registry and other areas.

This study lists and sets forth all relevant factors related to digital cartography, as well as all relevant aspects of applying the modern and sophisticated technology in agriculture.

The application of digital cartography and GIS in agriculture enabled the development of a new trend in food production called „The Precise agriculture“. This trend is shown in this study on a concrete example together with the creation of digital maps.

One can also conclude that the synergy of IT and technological progress greatly facilitated the production of healthy food and control of the entire „from seed to table“ system. The emphasis is placed on economic and ecological model of nature management, with reference to the achievement of highest possible profit with the preservation of environment and sustainability of natural resources.

## 9. TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

### TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište J.J.Strossmayera  
Poljoprivredni fakultet u Osijeku  
Diplomski rad

### PRIMJENA DIGITALNE KARTOGRAFIJE U POLJOPRIVREDI

Zlatko Radočaj

Sažetak:

Kartografija kao znanstvena disciplina u sklopu geodezije prikazana je kao iznimno važan čimbenik u planiranju, vizualizaciji i prikazivanju odnosa u prostoru, a sve u svrhu pronalaženja najprikladnije kartografike i vrste kartografskog prikaza koja kod korisnika može izazvati što bolju predodžbu prostorne stvarnosti.

Informatički napredak pridonio je razvoju digitalne kartografije i GIS-a koji su znatno unaprijedili kvalitetu života u mnogim segmentima, osobito u području managamenta, geomarketinga, obrazovanja, u vojnim organizacijama i strukturama, poljoprivredi, industriji, financijama, katastru i ostalom.

U radu su navedeni i utvrđeni svi važniji i relevantni čimbenici vezani uz digitalnu kartografiju, kao i svi važniji aspekti primjene suvremene i sofisticirane tehnologije u poljoprivrednoj praksi.

Primjena digitalne kartografije i GIS-a u poljoprivredi, omogućila je i razvoj novog trenda u proizvodnji hrane nazvan „Precizna poljoprivreda“, koji je u ovom radu posebno prikazan na konkretnom primjeru uz izradu digitalnih karata.

Može se također zaključiti da je sinergija informatičkog i tehnološkog napretka znatno olakšala proizvodnju zdrave hrane te kontrolu cjelokupnog sustava, „od sjemena do stola“, pri čemu je dan naglasak na ekonomskom i ekološkom modelu gospodarenja prirodom, odnosno ostvarenju što veće dobiti uz očuvanje okoliša i potrajnost prirodnih resursa (održivo potrajno gospodarenje).

Ključne riječi: Digitalna kartografija, GIS, Precizna poljoprivreda, Geomarketing,  
Ekonomija, ekologija.

Summary:

Cartography as a scientific discipline within geodesy is shown as one extremely important factor in planning, visualization and showing the interrelations in space, with the purpose of finding the most suitable map graphics and the type of cartographic representation that can evoke a better idea of spatial reality by its user.

IT progress has contributed to the development of digital cartography and GIS which significantly improved the quality of life in many segments, especially in the field of Management, geomarketing, education, military organizations and structures, agriculture, industry, finance, land registry and other areas.

This study lists and sets forth all relevant factors related to digital cartography, as well as all relevant aspects of applying the modern and sophisticated technology in agriculture.

The application of digital cartography and GIS in agriculture enabled the development of a new trend in food production called „The Precise agriculture“. This trend is shown in this study on a concrete example together with the creation of digital maps.

One can also conclude that the synergy of IT and technological progress greatly facilitated the production of healthy food and control of the entire „from seed to table“ system. The emphasis is placed on economic and ecological model of nature management, with reference to the achievement of highest possible profit with the preservation of environment and sustainability of natural resources.

Key words: Digital cartography, GIS, The Precise agriculture, Geomarketing,  
Economics, Ecology;