

# Elementi podatkovne znanosti u geoinformacijskim sustavima

---

Lukadinović, Magdalena

Master's thesis / Diplomski rad

2023

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /  
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:140445>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-10**



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](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Magdalena Lukadinović  
Sveučilišni diplomski studij Mehanizacija

ELEMENTI PODATKOVNE ZNANOSTI U GEOINFORMACIJSKIM  
SUSTAVIMA

Diplomski rad

Osijek, 2023.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Magdalena Lukadinović

Sveučilišni diplomski studij Mehanizacija

ELEMENTI PODATKOVNE ZNANOSTI U GEOINFORMACIJSKIM  
SUSTAVIMA

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. prof.dr.sc. Mladen Jurišić, predsjednik
2. izv.prof.dr.sc. Ivan Plaščak, mentor
3. prof.dr.sc. Irena Rapčan, član

Osijek, 2023.

## Sadržaj

1. Uvod .....	1
1.1. Cilj rada .....	3
1.2. GIS u poljoprivredi.....	3
2. Oblici geoprostornih podataka.....	5
2.1. Vektori.....	5
2.1.1. Osobine vektora.....	6
2.1.2. Strukture podataka.....	7
2.1.3. Prednosti i nedostaci vektorskih modela .....	7
2.1.4. Esri ArcGIS .....	8
2.1.5. Formati vektorskih podataka .....	8
2.2. Rasteri.....	10
2.2.1. Rasterski formati zapisa.....	10
2.3. Tekstualni podaci .....	12
2.4. Ostali oblici podataka.....	13
2.4.1. WMS i WFS .....	13
2.4.2. Baze geoprostornih podataka.....	15
2.4.3. 3D modeli .....	16
2.4.4. TIN.....	17
2.5. Konverzije između oblika geoprostornih podataka.....	17
2.5.1. Rasterizacija.....	17
2.5.2. Vektorizacija.....	19
2.5.3. Konverzija teksta u raster ili vektor.....	21
3. Registri geoprostornih podataka .....	22
3.1. Registri na globalnoj razini .....	23
3.1.1. OpenStreetMap .....	23
3.1.2. USGS Earth Explorer .....	25
3.1.3. ISRIC .....	26
3.1.4. SRTM .....	28
3.1.5. „Kopernik“.....	29
3.2. Registri na državnoj razini .....	31
3.2.1. ARKOD .....	31
3.2.2. Geoportal državne geodetske uprave.....	33
3.2.3. CORINE Land Cover .....	36
3.2.4. Natura 2000 .....	38

3.3. Registri na lokalnoj razini .....	40
3.3.1. Katastar.hr.....	40
3.3.2. Registar prostornih jedinica.....	42
3.3.3. Zeleni katastar.....	43
4. Zaključak .....	44
LITERATURA .....	46
SAŽETAK .....	47
SUMMARY .....	48
POPIS POVEZNICA .....	49
POPIS SLIKA.....	51
POPIS TABLICA .....	53

## 1. Uvod

Geoinformacijski sustavi, skraćeno GIS (*engl. Geographic Information System*) još uvijek relativno je novi pojam u Hrvatskoj. Postoji još od 1967. godine kada se razvio prvi pravi operacijski sustav GIS-a u Ottawi, a potaknulo ga je federalno Ministarstvo energije, rudarstva i resursa te je nazvano Kanadskim GIS-om (*engl. Canadian GIS*) ili CGIS. CGIS bio je namijenjen za spremanje, analiziranje i rukovanje podacima za Kanadski zemljišni inventar (*engl. Canadian Land Inventory*). Danas je GIS teško definirati i opisati njegov značaj zbog sve opširnije namijene korištenja u različitim granama industrije. GIS se prilagođava prema problemima u različitim disciplinama te zato postoje različiti oblici GIS-a.

Unatoč svim prethodnim činjenicama GIS se najjednostavnije može definirati kao integrirani sustav sklopovlja, računalnih alata, korisničke programske podrške u svrsi sakupljanja, organiziranja, rukovanja, analize, modeliranja i prikaza prostornih podataka s ciljem rješavanja složenih problema analize i planiranja.

Od samog početka organiziranog života ljudi su naseljavali određena područja u skupinama. Sve veći broj ljudi, izgradnja velikog broja zgrada, gradovi su osnivali tvrtke čiji je cilj bavljenje poslovima od općeg interesa. Uz trgovačka društva koja se bave administrativnim poslovima, osnovana su i javna poduzeća koja se bave urbanizmom, projektiranjem i izgradnjom odgovarajuće infrastrukture. Javna, odnosno komunalna poduzeća kao što su vodovod i odvodnja, elektroprivreda, telekomunikacije, toplane postavljaju i održavaju instalacije, ali su i dužne čuvati podatke o njima i njihovom prostornom položaju. Zbog prethodnih razloga GIS obrađuje prostorne podatke. Prostorni podatci su informacije povezane s prostornim položajem stoga je potreban cijeli niz alata za podršku opažanja, mjerenja, opisa, tumačenja, predviđanja i odlučivanja. GIS integrira unesene prostorne podatke i druge vrste informacija unutar jednog sustava te na taj način nudi konzistentan okvir za analizu prostora. U nekim zemljama ove poslove obavljaju katastarski uredi koji se bave prostornim podacima komunalnih instalacija, dok su komunalne službe korisnici tih podataka i zakonski su obvezne provesti prostorni upis novopostavljenih instalacija i dostaviti ih katastarskim uredima. Drugi primjer vođenja prostornih evidencija je takav da općinske službe imaju svoje specijalizirane odjele koji se bave prikupljanjem i vođenjem prostornih podataka o postrojenjima iz svoje djelatnosti, a dužne su dostavljati podatke katastarskim uredima. U oba primjera katastarski ured ima ulogu distribucijskog središta.

Kao što je već navedeno, GIS obuhvaća podatke vezane za prostor. Jurišić i Plaščak (2009.) navode kako se podatci o prostoru smještaju u formi digitalnih karata koji su predstavljeni kao niz različitih tematskih slojeva. Ti tematski slojevi prikazuju jednu karakteristiku ili detalj određenog prostora koji se želi prikazati u digitalnom obliku. Slojevi kada se naslažu jedan na drugi prikazuju punu sliku prostora koji se proučava. Nešto slično prethodnom navodi i Bažon (2009.), a to je kako se prostorni informacijski sustav koristi za prikupljanje prostornih podataka sa opisnim podacima. GIS ima mogućnost prikupljanja velikog broja podataka vezanih uz prostor u dužem periodu te se zbog tih mogućnosti GIS podatci u poljoprivredi koriste za bolje, efikasnije i profitabilnije izvršavanje poslova. Kako bi se prikupljeni podatci lakše i brže obrađivali i analizirali dijele se na različite oblike. Pahernik (2006.) objašnjava kako se analiziraju podatci po njihovim svojstvima te s položaja s obzirom na unutarnju strukturu te se mogu podijeliti na dvije temeljne strukture podataka. Temeljne strukture, odnosno modeli, su rasterski i vektorski model. Uz njih se još koriste i opisni podatci koji služe za dodatno opisivanje istih. O vektorskim modelima Jurišić i Plaščak (2009.) kažu kako se vektorski podatci u biblioteci organiziraju po listovima i temama. . Listovi su tematski po sadržaju grupirani u teme (npr. hidrologija, putna mreža i sl.). Takvim mehanizmom olakšava se, ali i ubrzava rad s velikim vektorskim bazama podataka. Brukner i sur. (1992.) tvrde da osobine vektorskih podataka su prostorni objekti iz stvarnog svijeta koji su spremljeni u sloj kao točke, crte i poligoni. Na kartama točke u većim mjerilima prikazivati će građevine, dok u manjim mogu prikazivati cijela naselja. Linije će prikazivati granice između država, prometnice, granice mora i kopna i sl. Poligoni su omeđeni linijama poligona, a označavaju jezera, šume, katastarske čestice, naftna polja itd. Pahernik (2006.) dalje navodi kako se vektorski model podataka prikazuje vektorskim oblikom u Kartezijevom x, y koordinatnom sustavu, a isti sadrži skup točaka, crta i mnogokuta, a za svaki entitet ima dvije oznake, a to su x i y. U kartografiji se najčešće susreću četiri vrste dimenzija prikaza objekata kod kojih se razlikuju: nuldimenzionalni (0D), jednodimenzionalni (1D), dvodimenzionalni (2D), trodimenzionalni (3D) te četverodimenzionalni (4D) objekt o kojima objašnjava poveznica Rametc.com. O vektorskim formatima zapisa, shapefile datotekama te dBASE formatu objašnjava ESRI Shapefile Technical Description (1998.). Jurišić i Plaščak (2009.) te Pahernik (2006.) otkrivaju rasterske modele podataka te njihovu korisnost, vrijednosti te karakteristike. Poveznica Heavy.AI navodi formate zapisa za rasterske modele zapisa. Tvrdi da se za potrebe u geoinformacijskim sustavima najčešće će se koristiti oblik zapisa GeoTIFF koji je standard metapodataka javne domene te omogućuje ugradnju informacija o georeferenciranju unutar slikovnih datoteka. GIS radionica: Osnove GIS-a

(2011.) objašnjavaju što su to tekstualni podaci, njihove vrijednosti i kako se oni mogu koristiti u GIS-u. O ostalim oblicima podataka u kao što su WMS i WFS objašnjava poveznica Open Geospatial Consortium te o bazama prostornih podataka govori Galić (2006.). O konverzijama podataka iz jednog oblika u drugi objašnjava poveznica GIS Geography. Poveznica tvrdi da je moguće vektorske podatke prebaciti u rasterske što se naziva rasterizacija te obrnuto, iz rasterskih podataka u vektorske što se naziva vektorizacija. Također navodi i da je moguće tekstualni podatak pretvoriti u vektorski ili rasterski oblik. Poveznica Državne geodetske uprave navodi što su to registri prostornih podataka za što se koriste te koji oblici sve postoje. Navodi da se registri dijele na tri glavna dijela i to na globalne, državne te lokalne registre prostornih podataka. O registrima na globalnoj razini navode Grgić i Bašić (2017.) te njihovu funkciju te za što i kako se koriste. Neki od registara globalne razine su: Open Street Map, USGS Earth Explorer, ISRIC, SRTM te program “Kopernik” o kojima je literatura obrađena iz istoimenih poveznica. Također vrijedi i za registre na državnoj (ARKOD, Geoportal Državne geodetske uprave, Corine Land Cover, Natura 2000) i lokalnoj razini (Katastar.hr, Registar prostornih jedinica, Zeleni katastar), literatura je izvučena iz istraživanja na istoimenim poveznicama.

### 1.1. Cilj rada

Cilj ovog rada je prikazati i pružiti mogućnosti koje geoinformacijski sustavi nude svima koji imaju planove vezane uz prostor, prikazati pozitivne učinke primjene precizne poljoprivrede te korisnosti koje im pružaju registri prostornih podataka u budućim i trenutnim poslovima.

### 1.2. GIS u poljoprivredi

Korištenje GIS tehnologija u poljoprivredi nazivamo preciznom poljoprivredom. Glavni cilj precizne poljoprivrede je povećanje profitabilnosti povećanjem prinosa uz smanjenje količine, tj. cijene inputa. Osnovni cilj precizne poljoprivrede je povećati broj preciznih informacija u realnom vremenu kako bi bile na raspolaganju poljoprivredniku prilikom donošenja odluka. Uporaba GIS tehnologija te ostalih njenih sastavnica u praksi obavezna je ako se želi ostvariti učinkovita i održiva proizvodnja. U današnjim uvjetima globalizacije GIS predstavlja sastavni dio suvremenog znanstvenog i gospodarskog razvoja. Bez geoinformacijskih sustava i tehnologija koje nam pruža ne može se optimalno iskoristiti visokotehnološka agrotehnika za preciznu poljoprivredu. Bažon (2009.) navodi kako se prostorni informacijski sustav koristi za prikupljanje prostornih podataka sa opisnim



podacima. Uporaba GIS-a omogućuje precizno prikupljanje velikog broja podataka o varijabilnosti u vremenu i prostoru. Za pravilno upravljanje gnojidbom i ravnomjernom aplikacijom gnojiva potrebno je imati točan uvid u stanje hranjiva u tlu. Potrebno je konstantno praćenje kemijskih promjena kako bi se postigla pravilna procjena ishranjenosti te apliciralo gnojivo sukladno s time.

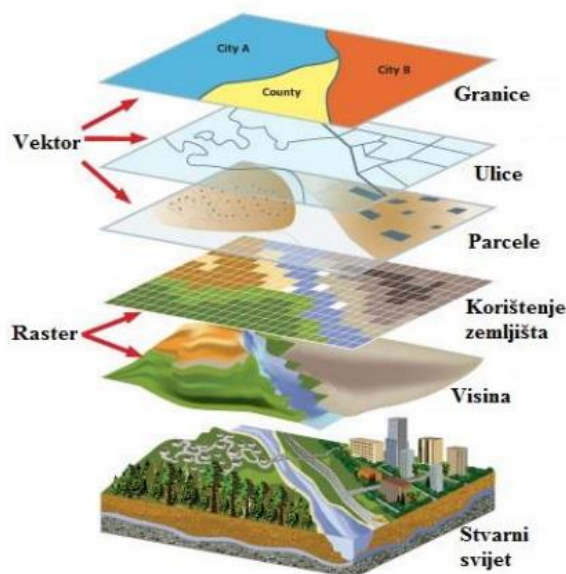
Nadalje, precizna poljoprivreda može se koristiti u sustavima navodnjavanja za praćenje postotka vlažnosti u tlu pogotovo kod kultura koje su osjetljive na gubitak vode i sušu. Također se koristi u zaštiti bilja od korova, bolesti te štetnika. Korištenjem senzora za detekciju korova, bolesti ili štetnika uvelike se smanjuje količina potrebnog sredstva za zaštitu čime uvjetujemo očuvanju okoliša. Izravna usporedba višegodišnjih parametara dobivenih s parcela rezultirati će optimalnom uporabom sredstava za rad i kemijskih sredstava čime će se povećati kvaliteta i količina prinosa.



Slika 1. Prikaz načina korištenja GIS podataka u poljoprivredi (Izvor: <https://smallfarms.cornell.edu/2017/04/use-of-gis/>)

## 2. Oblici geoprostornih podataka

Ako se analiziraju podatci po njihovim svojstvima te s položaja s obzirom na unutarnju strukturu, mogu se podijeliti na dvije temeljne strukture podataka. Temeljne strukture, odnosno modeli, su rasterski i vektorski model. Uz njih se još koriste i opisni podatci koji služe za dodatno opisivanje istih (Pahernik, 2006.).



Slika 2. Tematski slojevi (Izvor: Hazenauer, 2017.)

### 2.1. Vektori

Jurišić i Plaščak (2009.) navode kako se podatci o prostoru smještaju u formi digitalnih karata koji su predstavljeni kao niz različitih tematskih slojeva. Slojevi se mogu zamisliti kao naslagane prozirne folije s time da je na svakoj foliji prikazana samo jedna određena vrsta informacija (npr. vode, zgrade, ulice, vegetacija i sl.). Kada se folije naslažu jedna na drugu dobije se realna cijela slika u stvarnog prostora. Takav jednostavan koncept pokazao se vrlo koristan u rješavanju raznih svakodnevnih problema. Za implementaciju sustava za analizu i interpretaciju rabi se ARC/INFO programski alat. ARC/INFO je GIS programski alat koji prostorne podatke organizira po slojevima. Svaki sloj sadrži tematski povezane podatke (npr. sloj sa hidrografskom mrežom, sloj sa granicama urbanih područja itd.). Slojevi su organizirani i pohranjeni na način neovisan o korisničkim programima i postupcima što znači da sustav može biti organiziran tako da slojeve mogu kreirati i održavati različiti korisnici te ih međusobno razmjenjivati, a sve to u svrsi slobodnog integriranja i kombiniranja podataka

iz više slojeva radi stvaranja novih slojeva te izrade novih različitih kartografskih prikaza. Postupak kojim se određuje položaj na osnovi adresa ili sličnih informacija naziva se geokodiranje, a predstavlja ključnu operaciju za prikazivanje informacija u prostoru. Te informacije mogu se, ovisno o lokaciji, smjestiti na određenu točku na planeti. GIS pridonosi velikoj važnosti kod donošenja odluka za optimalno iskorištenje prostora jer može povezati i prikazati različite informacije u prostornom smislu.

Vektorski podatci u biblioteci organiziraju se po listovima i temama. Vektorske slojeve čine kartografski listovi, a sadrže podatke sa susjednih geografskih područja . Listovi su tematski po sadržaju grupirani u teme (npr. hidrologija, putna mreža i sl.). Takvim mehanizmom olakšava se, ali i ubrzava rad s velikim vektorskim bazama podataka.

### 2.1.1. Osobine vektora

Brukner i sur. (1992.) ističu kako su prostorni objekti iz stvarnog svijeta spremljeni u sloj kao točke, crte i poligoni. Entiteti koji su jako mali ili nemaju dimenzije prikazuju se točkom. Zbog svoje veličine važno je o kojem mjerilu karte se radi; ako se radi u mjerilima 1:25 000 pa sve do 1:100 000 sve te točke prikazuju građevine ili višekatnice, dok u manjim mjerilima mogu prikazivati čak i cijela naselja. Na kartama se susreću razne linije koje označavaju: granice između pojedinih država, prometnice, granice mora i kopna te ostale linije koje ovise o mjerilu karte; što je sitnije mjerilo, više se takvih entiteta susreće. Te linije predstavljaju drugi oblik entiteta, one nalikuju na crte koje se zbog svoje širine ne mogu prikazati drugačije, a i posjeduju linijski karakter. Poligon označava površinu koja ima određenu funkciju, a omeđena je linijama poligona. Površina koju poligon označava može predstavljati razne kategorije zemaljskih površina kao što su: jezera, šume, naftna polja, katastarske čestice te razne druge površine u naseljenim područjima te izvan njih.

Pomoću tri osnovna oblika, odnosno prostorna entiteta, mogu se upotrebljavati isti za izradu složene topološke strukture. Primjeri složene topološke strukture su mreže, plohe, a i prostorni entiteti omeđeni plohami. Mreže mogu biti linijske, kao što su mreže vodovoda, prometnica, ali mogu biti i poligonalne, kao što su razne vrste vegetacije, ali i mreže granica općina. Plohami su prikazana podmorja, dna raznih jezera pa i reljefi terena, dok prostorni entiteti koji su omeđeni plohami prikazuju rudna nalazišta, kao i akumulacijska jezera.

### 2.1.2. Strukture podataka

Vektorski model podataka se prikazuje vektorskim oblikom u Kartezijevom  $x, y$  koordinatnom sustavu, a isti sadrži skup točaka, crta i mnogokuta. Kako se model radi u Kartezijevom sustavu, za svaki entitet ima dvije oznake, a to su  $x$  i  $y$  (Pahernik, 2006.).

Kao što je navedeno, entiteti se oblikuju u točkama koje su definirane koordinatama, ali postoje još dva slučaja za oblikovanje. U slučaju da je entitet linija koja je ravna, onda je definiran koordinatama dviju krajnjih točaka, a ako je prethodno spomenuta linija zakrivljena, onda njezini krajevi predstavljaju čvorove. Treći je slučaj kada se javlja oblik poligona koji je ograničen jednom ili više linija pa prema tome oblikuje se nizom točaka s prethodno zadanim koordinatama (Brukner i sur., 1992.).

Sama struktura kod vektorskog modela može biti jako složena, ali sam grafički vektorski prikaz omogućuje precizan pregled objekata. Kada se govori o strukturama podataka, treba spomenuti razne dimenzije pomoću kojih se prikazuju mnogobrojni objekti u kartografiji. U kartografiji se najčešće susreću četiri vrste dimenzija prikaza objekata kod kojih se razlikuju: nuldimenzionalni (0D), jednodimenzionalni (1D), dvodimenzionalni (2D), trodimenzionalni (3D) te četverodimenzionalni (4D) objekt. Primjer nuldimenzionalnog objekta je točka, čija je površina jako mala pa se uz nju veže neki atribut kao što je npr. nadmorska visina. Za razliku od točke, crtu ipak čini niz koordinata koje spojene predstavljaju određenu konturu objekta te ista najčešće nema širinu, kao što su primjer izohipse koje spadaju u jednodimenzionalne objekte. Ako postoje dvije linije koje predstavljaju duljinu i širinu, dobiva se dvodimenzionalni objekt, kao što su na primjer matematičke figure: kvadrat, trokut, krug itd. Ako se u dvodimenzionalni objekt doda treća os, odnosno dubina, dobiva se trodimenzionalni objekt koji je određen prostornim koordinatama, a nakon dobivenog trodimenzionalnog objekta, doda li im se vremenska sastavnica, dobiva se četvrta dimenzija, odnosno četverodimenzionalni objekt (Rametc.com, 2022.).

### 2.1.3. Prednosti i nedostaci vektorskih modela

Jurišić i Plaščak (2009.) navode kako je vektorski model izuzetno upotrebljiv za predstavljanje diskretnih lokacija i objekata, ali teško primjenjiv za praćenje promjenjivih veličina kao što su razine oborina ili promjene temperatura.

Prednosti su ti da vektorski podaci imaju vrhove i putove što znači da je grafički izlaz općenito estetski ugodniji. Nadalje, daje veću geografsku točnost jer podaci ne ovise o veličini mreže. Pravila topologije mogu pomoći integritetu podataka s vektorskim modelima podataka. Ne samo to, analize mreže i operacije blizine koriste vektorske strukture podataka.

Nedostaci su ti da su kontinuirani podaci loše pohranjeni i prikazani kao vektori. Ako se žele prikazati kontinuirani podatci kao vektori, to bi zahtijevalo značajnu generalizaciju. Iako je topologija korisna za vektorske podatke, često je obrada podataka intenzivna. Bilo koje izmjene značajki zahtijevaju ažuriranja topologije. Uz mnogo značajki, algoritmi vektorske manipulacije su složeniji (GIS Geography, 2022. (b)).

#### 2.1.4. Esri ArcGIS

Esri (*engl. Environmental Systems Research Institute*) još od 1969. godine podržava organizacije u dizajnu, razvoju i implementaciji geografski utemeljenih sustava upravljanja informacijama. Esri aplikacije služe za kartiranje svijeta te prostornu analizu. Danas je Esrijev softver raspoređen u više od 350.000 organizacija, uključujući najveće svjetske gradove i većinu nacionalnih vlada. Esri podržava organizacije posvuda s najmoćnijom dostupnom tehnologijom kartiranja i prostorne analitike. ArcGIS pruža korisnicima Esrija znanstveno utemeljen pristup rješavanju problema u stvarnom vremenu.

ArcGIS omogućava jedinstveno i fleksibilno licenciranje tijekom poslovnih praksi temeljenih na lokaciji za primjenu analitike. Korisnici Esri ArcGIS-a postižu bolje uvide koristeći kontekstualne alate za vizualizaciju i analizu podataka te nudi mogućnost surađivanja korisnika dijeljenjem putem karata, aplikacija nadzornih ploča i izvješća.

S ArcGIS-om mogu se jednostavno prikupljati, skupljati, pohranjivati te pristupiti i dijeliti vlastite podatke učinkovito i sigurno. Mogu se integrirati podatci pohranjeni u poslovnim sustavima iz bilo kojeg izvora. (Esri ArcGIS, 2022.)

#### 2.1.5. Formati vektorskih podataka

Vektorski formati zapisa su: AutoCAD, DXF, ArcInfo Coverages (COV), Auto-CAD, DWG, DLG, HPGL, Mapinfo MIF/MID, Microstation DGN, SDTS, TIGER.

Računalni programi mogu se kreirati za čitanje ili pisanje formatnih datoteka koristeći tehničke specifikacije. Shapefile datoteke pohranjuju netopološku geometriju i informacije o

atributima za prostorne značajke u skupu podataka. Geometrija za značajku pohranjuje se kao oblik koji sadrži skup vektorskih koordinata. Budući da shapefile datoteke nemaju troškove obrade topološke strukture podataka, imaju prednosti u odnosu na druge izvore podataka kao što su veća brzina crtanja i mogućnost uređivanja. Shapefile datoteke obrađuju pojedinačne značajke koje se preklapaju ili koje nisu međusobno povezane. Također obično zahtijevaju manje prostora na disku i lakši su za čitanje i pisanje. Shapefile datoteke mogu podržavati značajke točke, linije i poligona. Atributi se čuvaju u datoteci dBASE® formata. Svaki zapis atributa ima odnos jedan prema jedan s pridruženim zapisom oblika.

Tablica 1. Formati vektorskih podataka (Izvor: Prikupljanje prostornih podataka u GIS-u [https://www.pmf.unizg.hr/download/repository/Geoinfo\\_13%5B1%5D.pdf](https://www.pmf.unizg.hr/download/repository/Geoinfo_13%5B1%5D.pdf))

OPIS	EKSTENZIJA
Data eXchange Format	.DXF
ArcInfo Generate files	.E00
ArcView Shape files	.SHP
Digital line graphs	.DLG

ESRI shapefile sastoji se od glavne datoteke, indeksne datoteke i dBASE tablice. Glavna datoteka je datoteka s izravnim pristupom promjenjive duljine zapisa u kojoj svaki zapis opisuje oblik s popisom njegovih vrhova. U indeksnoj datoteci svaki zapis sadrži pomak odgovarajućeg zapisa glavne datoteke od početka glavne datoteke. Tablica dBASE sadrži attribute značajke s jednim zapisom po značajki. Odnos jedan na jedan između geometrije i atributa temelji se na broju zapisa. Zapisi atributa u datoteci dBASE moraju biti istim redoslijedom kao i zapisi u glavnoj datoteci.

Glavna datoteka, datoteka indeksa i datoteka dBASE imaju isti prefiks. Prefiks mora započeti alfanumeričkim znakom (a–Z, 0–9), nakon čega slijedi nula ili najviše sedam znakova (a–Z, 0–9, \_, -). Sufiks za glavnu datoteku je .shp (npr. zupanije.shp). Sufiks za indeksnu datoteku je .shx (npr. zupanije.shx). Sufiks za dBASE tablicu je .dbf (npr. zupanije.dbf). Sva slova u nazivu datoteke su mala na operativnim sustavima s nazivima datoteka koje razlikuju velika i mala slova. (ESRI Shapefile Technical Description, 1998.)

## 2.2. Rasteri

Rasterski podatci nastaju skeniranjem podloška (karte, fotografije, satelitske snimke i sl.) posebnim uređajem tj. skenerom. Skener digitalizira tj. rasterizira predložak koji sadrži analogne grafičke podatke. Rasterizirani grafički podatci smještaju se u rastersku datoteku koja se naziva križaljkom čiju osnovnu sastavnicu čini ćelija (Jurišić i Plaščak, 2009.). Ćelija rastera naziva se piksel (*engl. pixel*), dok cijelu površinu promatranja prekrivaju mreža točkica (*engl. dot*). Križaljka ćelija ima određen broj stupaca i redaka koji čine lokalni koordinatni sustav rastera, a dimenzijom ćelije i brojem ćelija u stupcima i redcima rastera određene su joj dimenzije. Mreža tih točkica naziva se i rasterom ili mozaikom, a to su male površine ili ćelije, odnosno prethodno navedeni pikseli. Svaki piksel ima svoje koordinate, odnosno određen je redom i kolonom unutar slikovne matrice te se svaki piksel pohranjuje u memoriji s jednim bitom, više njih, ili s jednim bajtom što je u pravilu osam bita (Pahernik, 2006.).

Bitna karakteristika rasterskih podataka je potreba za velikim memorijskim prostorom (suprotno vektorskim podacima), ali je zato brza obrada po jedinici zauzetog memorijskog prostora. Rasterske datoteke potrebno je obraditi za interpretaciju skeniranih materijala na način po potrebi. Obrada rasterskih datoteka podrazumijeva uklanjanje deformacija i transformaciju rastera u koordinatni sustav karte. Oba koraka izvode se najčešće zajedno. Rezultat obrade rasterskih datoteka je nedeformirana georijentirana rasterska datoteka u smještena u koordinatnom sustavu karte tj. digitalna rasterska karta. Obradena rasterska datoteka nalikuje originalu u prirodi te ima karakteristike karte odnosno mjerljivost (Jurišić i Plaščak, 2009.).

### 2.2.1. Rasterski formati zapisa

Rasterski formati zapisa su: ADRG, BIL, BIP, DEM, PCX, SDTS, TIFF, GeoTIFF, JPEG, GIF, BMP, HGT, NLAPS.

Tablica 2. Formati rasterskih podataka (Izvor: Prikupljanje prostornih podataka u GIS-u [https://www.pmf.unizg.hr/\\_download/repository/Geoinfo\\_13%5B1%5D.pdf](https://www.pmf.unizg.hr/_download/repository/Geoinfo_13%5B1%5D.pdf))

Format datoteke	Ekstenzija
Tagged Image File Format	.TIF ili .TIFF
Georeferenced Tagged Image Files Format	.TIF , .TIFF, .gTIF

Windows Bitmap File	.BMP
USGS Spatial Data Transfer Standard	.SDTS
USGS ASCII DEM	.DEM
ArcGis Grids	.ADF
Shuttle Radar Topography Mission files	.HGT
Landsat	.BIP
SPOT	.BIL
Joint Photographic Experts Group Image File	.JPG
National Landsat Archive Production System	.NLAPS
Erdas Imagine files	.LAN or .IMG

Za potrebe u geoinformacijskim sustavima najčešće će se koristiti oblik zapisa GeoTIFF. GeoTIFF je standard metapodataka javne domene koji omogućuje ugradnju informacija o georeferenciranju unutar slikovne datoteke. GeoTIFF format ugrađuje geoprostorne metapodatke u slikovne datoteke kao što su zračne fotografije, satelitske snimke i digitalizirane karte tako da se mogu koristiti u GIS aplikacijama. Ekstenzija GeoTIFF datoteke sadrži geografske metapodatke koji opisuju stvarnu lokaciju u prostoru koju svaki piksel na slici predstavlja. Prilikom izrade GeoTIFF datoteke, prostorne informacije uključuju se u .tif datoteku kao ugrađene oznake, koje mogu uključivati metapodatke rasterske slike kao što su:

- Horizontalne i vertikalne koordinatne veličine
- Prostorni opseg, tj. područje koje skup podataka pokriva
- Koordinatni referentni sustav (*engl. coordinate reference system, CRS*) koji se koristi za pohranjivanje podataka
- Prostorna razlučivost, mjerena brojem neovisnih vrijednosti piksela po jedinici duljine
- Broj slojeva u .tif datoteci
- Elipsoidi i geoidi - procijenjeni modeli Zemljinog oblika
- Matematička pravila za projekciju karte za transformaciju podataka za trodimenzionalni prostor u dvodimenzionalni prikaz

(Heavy.AI, 2022.)



### 2.3. Tekstualni podaci

Tekstualni podaci u GIS-u predstavljaju opisne informacije o objektu istraživanja, bez geografskog prikazivanja ili digitalnog prikaza objekta. Jedan primjer tekstualnog podatka je popis stanovništva:

Tablica 3. Broj stanovnika u mjestima Osječko-baranjske županije (Izvor: Državni zavod za statistiku, Popis stanovništva 2021, <https://dzs.gov.hr/u-fokusu/popis-2021/rezultati-1500/1500>)

ID	Naziv	Broj stanovnika
1	Beli Manastir	6,390
2	Belišće	5,358
3	Donji Miholjac	5,359
4	Đakovo	16,941
5	Našice	7,339
6	Osijek	75,916
7	Valpovo	6,341
8	Antunovac	2,053
9	Bilje	3,159
10	Bizovac	1,723
11	Čepin	8,045

Tablica 3. prikazuje primjer tekstualnog podatka koji se koristi u GIS-u. Svaki red u tablici prikazuje jedan objekt, u ovom primjeru jedan grad. Svaki stupac je jedan atribut koji opisuje taj objekt, u ovom slučaju je to naziv grada, broj stanovnika. Jedan objekt može imati i više atributa koji ga opisuju. ID predstavlja jedinstveni indikator retka.

Tekstualne podatke opisujemo atributima. Što je više atributa dodijeljeno nekom objektu to će biti temeljitije opisan te će se lakše moći vizualizirati. Tipovi podataka koje opisujemo atributima su:

- Character (string) - tekstualne vrijednosti
- Numeric - numeričke vrijednosti
- Datum i vrijeme uzimanja podataka

(GIS radionica: Osnove GIS-a, 2011.)

## 2.4. Ostali oblici podataka

Usluga web-kartiranja (*engl. Web Mapping Service*) ili skraćeno WMS sastoji se od geoprostornih podataka koji se nalaze na internetu prema standardima koje je postavio Otvoreni geoprostorni konzorcij (*engl. Open Geospatial Consortium*), tj. OGC. OGC je također međunarodni konzorcij koji se sastoji od 346 tvrtki, vladinih agencija i sveučilišta. WMS omogućuje razmjenu prostornih informacija i pregled preko weba u obliku karte ili slike na web preglednik.

Postoji mnogo različitih vrsta web kartografskih usluga. Na primjer, neki od najčešćih formata su WMS, WFS, WCS, WPS, WMTS i WCPS.

Važno je razumjeti da je WMS, WFS, WPS ili bilo koja vrsta web kartografske usluge izlaza GIS poslužitelja kao što je Geoserver ili ArcGIS Server. Na primjer, GIS poslužitelj čita ulaze iz raznih GIS formata. Može čitati iz PostGIS-a, ArcSDE-a, Shapefilesa, Geopackagesa ili rasterskih podataka. Zatim šalje podatke kao web servis kao što su WMS ili WFS, koji su dva glavna geoprostorna web servisa. Postoji niz različitih vrsta kartografskih usluga. Ali svi služe svojoj svrsi. Usluga web kartiranja nije dizajnirana samo za internet, ali se također može neprimjetno integrirati s drugim softverskim aplikacijama kao što je GIS.

### 2.4.1. WMS i WFS

Usluga web kartiranja (*engl. Web Mapping Service (WMS)*) je najčešće korišten i najjednostavniji oblik za prikaz GIS podataka na webu. Nudi razne prednosti, uključujući mogućnost pružanja geoprostornog prikaza GIS podataka. WMS pruža podatke kao vizualni prikaz putem interneta s osnovnim opcijama upita. WMS omogućuje osnovno zumiranje, pomicanje i pomaže organizacijama da posluže GIS podatke kao slike s velikom brzinom renderiranja.

WMS se koristi za sljedeće potrebe usluga:

- Brzo renderiranje podataka
- Izvršavanje osnovnog postavljanja upita
- Izrada jednostavnih karata
- Održavanje stilova nakon objave

Općenito, WMS omogućuje ljudima pregled informacija o vlastitim geografskim lokacijama na temelju OGC standarda za WMS (Open Geospatial Consortium, 2022.).

WMS je servis koji dinamički na zahtjev izrađuje karte iz baze prostornih podataka koristeći HTTP kao distribuiranu računalnu platformu. Karta u ovom smislu nije podatak već digitalna georeferencirana slika pogodna za prikaz i prijenos putem weba. Na svaki zahtjev WMS klijenta, WMS poslužitelj daje odgovor u obliku karte u slikovnom formatu kao što je PNG, GIF, JPG ili vektorskoj/temeljenoj grafici kao što je SVG. WMS poslužitelj i WMS klijent podrazumijevaju poslužiteljsku i klijentsku aplikaciju koja implementira WMS. Klijent može uputiti više zahtjeva jednom ili više WMS poslužitelja, kombinirajući njihove odgovore. Ovakvim pristupom WMS omogućuje kreiranje mreže distribuiranih kartografskih poslužitelja od kojih klijent traži karte i kombinirajući ih sa svojim podacima gradi karte prema vlastitoj želji. Osim zahtjeva za karte, WMS klijent može uputiti zahtjev u obliku pitanja za metapodatke i attribute pojedinih elemenata karte (Bulatović i sur., 2010.).

Usluga web značajki (engl. *Web Feature Service (WFS)*) pruža osnovne alate za tvrtke i pojedince koji žele stvoriti interaktivne karte s različitim značajkama uključujući mogućnosti pretraživanja, filtriranje, opcije sortiranja i više.

Za razliku od WMS servisa koji klijentima pruža georeferencirane slike, OGC WFS servis osigurava sučelje za pristup i slanje prostornih podataka korištenjem *Geography Markup Language (GML)* koji se temelji na XML-u koristeći HTTP kao platformu za distribuirano računalstvo. Prednost WFS-a u odnosu na WMS je što je omogućeno uređivanje prostornih entiteta i postavljanje upita na temelju atributa ili prostora (prostorni ili neprostorni upit). Kao i kod WMS-a, WFS omogućuje zahtjeve za prostornim podacima s više različitih WFS poslužitelja gdje se sustav od m klijenata i n poslužitelja može vidjeti kao distribuiran (Bulatović i sur., 2010.).

Ako se želi izvršiti bilo koja vrsta akcije kao što je uređivanje podataka, WFS daje pristup vektorskim podacima (ne rasterskim). Korištenjem zahtjeva *GetFeatures*, mogu se dohvatiti značajke za napredne značajke i još mnogo toga. Preporučuje se korištenje WFS-a u bilo kojoj od sljedećih okolnosti:

- Stvaranje, manipuliranje i brisanje značajki
- Izvršavanje napredno postavljanja upita za dohvaćanje informacija o značajkama
- Pregled i uređivanje zapisa tablice atributa

Ako je potreban pristup značajkama kojima se mogu manipulirati na bilo koji način, WFS je najbolji način. Ova vrsta usluge kartiranja slijedi OGC standarde za WFS (Open Geospatial Consortium, 2022.).

#### 2.4.2. Baze geoprostornih podataka

Prostorna baza podataka je baza podataka koja definira posebne vrste podataka za geometrijske objekte i omogućuje njihovo pohranjivanje u standardne tablice baza podataka. Prostorne baze podataka nude alate za pohranu i analizu. Osim što može vizualno prikazivati podatke, pomoću nje se mogu napraviti brojne analize podataka.

Prema Haining (2003.) prostorni podatci su podatci s geografskom referencom pomoću koje znamo gdje se koji objekt pojavljuje na karti. Takvo prostorno indeksiranje važno je jer prenosi informacije relevantne za analizu podataka. Takve analize ne moraju biti ograničene brojem varijabli s kojima se treba raditi. Također, mogu koristiti podatke poput točaka, linija ili poligona koje uvelike mogu olakšati pretraživanje. Pomoću točaka, linija i poligona moguće je modelirati fizičke zemljopisne cjeline. Na primjer, autocesta se može modelirati pomoću tih vrsta podataka. Dva grada između kojih se proteže cesta mogu biti poligoni, cesta se definira pomoću linija, dok se benzinska postaja može prikazati pomoću točke.

Prema Rigaux i sur. (2002.) postoje dva načina modeliranja prostornih podataka: model temeljen na entitetima (također poznat i kao objektni model) i model baziran na poljima (prostoru) gdje je svaka točka u prostoru povezana s jednim ili više atributa definirana kao funkcija  $x$  i  $y$ . Model temeljen na entitetima sastoji se od jedinstvenog identifikatora, prostornog objekta i opisa što odgovara vektorskim podacima, a model baziran na poljima odgovara rasterskim podacima.

Sustav za upravljanje geoprostornim bazama podataka (SUGBP) je softverski modul, implementiran proširenjem objektno-relacijskog ili objektno-orijentiranog sustava baze podataka. Posjeduje prostorne apstraktne tipove podataka, kao i jezik pomoću kojeg se stvaraju upiti na takve podatke. SUGBP podupire prostorno indeksiranje te specifična pravila za optimizaciju upita na prostorne baze podataka, kao i algoritme za operacije definirane na prostornim tipovima podataka (Galić, 2006).

Neke od popularnih tehnologija za izradu prostornih baza podataka su PostGIS (prostorna ekstenzija za PostgreSQL), Microsoft SQL Server (dolazi s ugrađenom podrškom za prostorne

podatke), Oracle Spatial and Graph (dio Standard i Enterprise izdanja za Oracle bazu podataka), SpatiaLite (ekstenzija za SQLite) (Leontenko i sur., 2020.).

### 2.4.3. 3D modeli

Trodimenzionalni formati datoteka ne samo da daju XY lokacije značajki, već i dodaju dubinu značajkama. Ovi 3D formati datoteka grafički su prikazi objekata u stvarnom svijetu razvijeni u softveru za 3D modeliranje.

Gorički (2015.) objašnjava kako 3D modeli olakšavaju planiranje u područjima kao što su urbanizam, energetika, kontrola buke, telekomunikacije, upravljanje rizicima itd. 3D modeli postojećeg stanja područja također olakšavaju vizualizaciju potencijalnog budućeg stanja što je dobro za investicijski posao. U turizmu i na području nekretnina 3D modeli olakšavaju zamišljanje prostora i orijentaciju. 3D model namijenjen profesionalnim korisnicima (planerima) mora imati naglašenu točnost (geometrijsku i atributivnu) i potrebnu razinu detalja, dok 3D model namijenjen neprofesionalnim korisnicima (turistima, investitorima, kupcima nekretnina i sl.) mora imati naglasak na izgledu. Iznimka od ovog pravila je kada se 3D model kreira kao podloga za vizualizaciju budućeg projekta, npr. kada arhitekti projektiraju buduću zgradu i žele je vizualizirati zajedno sa okolinom. Zatim je bitno da postojeće stanje oko površine na kojoj se gradi bude točno i lijepo izgleda jer će arhitekt svoju zgradu izgraditi na tom 3D modelu postojećeg stanja koji mora biti grafički i detaljno usklađen s vizualizacijom. zgrade.

COLLADA su prikazi 3D objekata pohranjeni u XML datoteci. Vrsta datoteke je .DAE. Ova referentna slikovna datoteka simulira teksture u 3D web scenama u Esri i Google Earth. COLLADA je format koji se može prenijeti iz softvera za 3D modeliranje kao što su Trimble SketchUp, Autodesk Maya i 3DS Max.

Sketchup datoteke (SKP) predstavljaju 3D objekte izvorne za softver za trodimenzionalno modeliranje Trimble Sketchup. Vrsta datoteke je .SKP. Ove datoteke konceptualnog dizajna (zgrade, tornjevi, drveće itd.) mogu se postaviti u Google Earth.

#### 2.4.4. TIN

Triangulirana nepravilna mreža ili skraćeno TIN (*engl. Triangulated Irregular Network*) koristi izvorne točke uzorka za sastavljanje mnogo nepreklapajućih trokuta koji pokrivaju cijelu regiju prema skupu pravila. Tim je trokutima približno opisana površina tla.

U TIN metodi, svi točkasti uzorci povezani su nizom trokuta, uglavnom na temelju Delaunayeve triangulacije (linearna funkcija). Svaki trokut je presjek ravnine određen s tri brida i vrha. Za svaki trokut (ABC) postoji pravilo da je svaka točka osim A, B i C izvan njegove opisane kružnice. Gjuranić (2007.) naglašava kako bi se problem triangulacije prenio u ravninu, važno je napomenuti da teren ne može imati više točaka na istim x i y koordinatama i istoj nadmorskoj visini. Delaunayeva ravninska triangulacija polazi od premise da su točke u xy-ravnini projicirane na paraboloidu  $z=x^2+y^2$  paralelan sa z-osi, što je uvjet koji zadovoljava triangulacijsko pravilo najmanjeg mogućeg broja oštih kutova.

Zbog nepravilnosti TIN-a, organizacija, pohranjivanje i primjena njegovih podataka kompliciraniji su od onih za obične mreže digitalnog modela visine. Osim pohranjivanja nadmorske visine točaka, bilježi se planimetrijski položaj i topološki odnos između susjednih trokuta. Konstrukcija TIN-a također je važan korak, a kriterij za triangulacijsku podjelu često se koristi za konstruiranje nepreklapajućih trokuta na temelju diskretnih točaka uzorkovanja. Delaunay je najčešći triangulacijski algoritam. Međutim, također se koriste algoritam skeniranja zračenja, algoritam simuliranog žarenja i algoritmi temeljeni na matematičkoj morfologiji (Science Direct, 2022.).

#### 2.5. Konverzije između oblika geoprostornih podataka

Rasterizacija je proces koji se odnosi na pretvaranje vektorskih podataka u rastere, dok se procesom vektorizacije rasterski podatci pretvaraju u vektore. Sljedećim poglavljima su navedeni ključni koraci kako prijeći s jednog podatkovnog modela na drugi.

##### 2.5.1. Rasterizacija

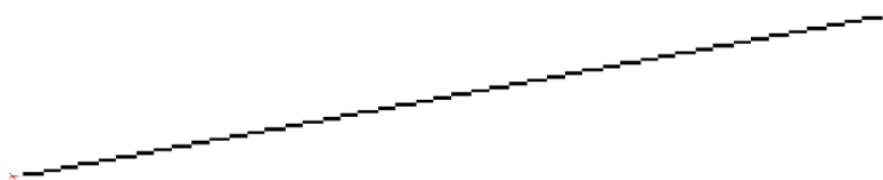
U ovom primjeru koristit će se program otvorenog koda QGIS. Za razliku od softvera za uređivanje grafike, očekuje se da rasteri i vektori imaju geografski koordinatni sustav. Počinje se s jednostavnom vektorskom linijom sa vrhom na početku i krajnjim točkama prikazano na slici 3.



Slika 3. Vektorski prikaz dužine (Izvor: GIS Geography

<https://gisgeography.com/rasterization-vectorization>)

Upotrebljava se alat Rasterize (*vector to Raster*). Vodoravni i okomiti parametri odredit će veličinu izlaznog piksela. Nakon postavljanja svih parametara klikne se RUN za rasterizaciju.



Slika 4. Rasterski prikaz prethodne dužine (Izvor: GIS Geography

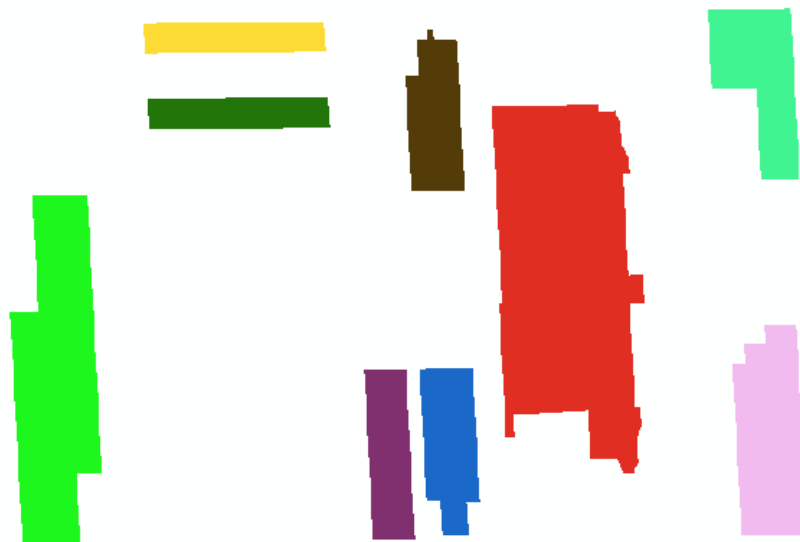
<https://gisgeography.com/rasterization-vectorization>)

Konačno, izlaz će izgledati kao mrežasta verzija vektora, ovisno o veličini piksela koji je postavljen.

Također neke od drugih načina prebacivanja vektorskih podataka u rasterske je ručna metoda. Prvi korak kod ručne metode je nabavljanje planova (koji su obično na papiru), te njihovo prebacivanje u digitalni oblik, najčešće skeniranjem. Tada se taj predložak (rasterska slika), koristi kao podloga, preko koje se crta nova vektorska slika, pomoću CAD/CAM ili specijaliziranog softwera. Naravno, korak kod skaniranja nacrtu se može preskočiti u nekim primjenama (npr. u prebacivanju tehničkog crteža, koji se konstruira pomoću računala ponovno, a ne precrtava), ali u nekim (npr. vektorizacija karata) bitno olakšava proceduru.

### 2.5.2. Vektorizacija

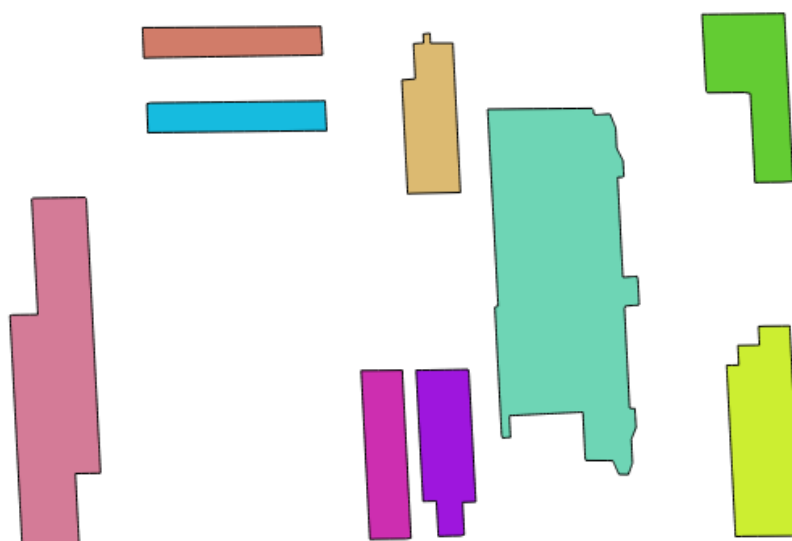
Ovaj put ide se obrnuto, uzima se diskretni raster i pretvara se u vektor. Kada postoji rasterski skup podataka kao što je sloj zgrada, potrebno ga je dodati u QGIS. Slika 5 prikazuje kako rasterske zgrade izgledaju u sadržaju.



Slika 5. Vektorski prikaz zgrada (Izvor: GIS Geography  
<https://gisgeography.com/rasterization-vectorization>)

QGIS dolazi sa algoritmima i dodacima za svakog korisnika. Dvaput se klikne alat i odabere se raster koji se želi pretvoriti u vektor. Nadalje je potrebno odabrati izlaz rastera u točku, liniju ili poligon. Nakon klika na “Pokreni”, vektorizirani raster pojavit će se u tablici sadržaja.





Slika 6. Rasterski prikaz prethodnih zgrada (Izvor: GIS Geography  
<https://gisgeography.com/rasterization-vectorization>)

Vektorizacija stvara sve potrebne vrhove i staze kao što je prikazano s obrisima zgrade. Ukratko, ovaj alat digitalizira raster kako biste ga pretvorili u vektor. Ako se želi vektorizirati kontinuirani raster, potrebno je reklasificirati ćelije tako da ih se grupira u diskretne oblike. Koristeći temperaturni raster kao primjer, kada se grupiraju vrijednosti od (-37,8 do 0) kao 0 i (0 do 37,7) kao 1, pretvara se u diskretni raster. Kada se pretvori u diskretni raster nastavlja se istim koracima kao za vektorizaciju (GIS Geography, 2022. (a)).

Neki od ostalih načina vektorizacije podataka su: Outline metoda, Woodcut metoda, Sketch metoda, Mosaic te 3D Mosaic metoda.

Outline metodom dobivaju se najbolji rezultati, tj. vektorska slika najviše slična originalnu rastersku. Temelji se na grupiranju objekata (tj. područja) na temelju sličnosti boja. Unaprijed se može preddefinirati broj boja koji se koristi, ili prepustiti optimizaciju samom algoritmu, koja se sastoji u određivanju najboljeg odabira etalona boja za različite brojeve boja.

Woodcut metoda generira vektorsku sliku koja sadrži objekte varirajuće debljine, koja ovisi o intenzitetu određene točke u originalnoj slici.

Sketch metodom dobivamo vektorsku sliku koja se sastoji od odvojenih slojeva linija, gdje je svako preklapanje slojeva reprezentirano drugim kutom nagiba crta, kako bi se dobio efekt

mreže. Moguće je odabirati razmak između linija, i obično se koristi za izradu specijalnih efekata. Ne kreira pune (*filled*) objekte.

Mosaic metoda kreira sliku koja se sastoji od polja simetričnih objekata (obično kvadrati). Boja svakog objekta određena je srednjom bojom koju ima originalna slika u tom području. Željena sličnost originalnoj slici postiže se varirajući ukupan broj objekata. Što je on veći, to je slika bolje kvalitete.

3D Mosaic metoda zapravo je samo modifikacija mosaic metode. Razlikuju se samo u tome što se vrsta objekta može birati, i objekti se reprezentiraju tako da ostvaruju 3D efekt - izbočeni su. Takve slike obično podsjećaju na goblen (Mujezinović, 2022.).

### 2.5.3. Konverzija teksta u raster ili vektor

Postoji još jedna metoda konverzije, a to je pretvorba tekstualnih tj. atributnih podataka u vektorske ili rasterske. Atributi su svojstva ili opisne informacije geografskih objekata na karti, a kada se pretvore u digitalni oblik, oni su tablični podaci koji su povezani s vektorskim ili rasterskim podacima u bazi podataka. Baze podataka zapravo su spremišta atributivnih podataka koji su povezani i dodijeljeni vektorskim ili rasterskim objektima. Većina GIS softvera podržava interno upravljanje atributivnim podacima, ali njime se također može upravljati eksterno putem DBMS5 kao što je Oracle. Digitalna konverzija atributivnih podataka prilično je zahtjevan zadatak jer oduzima dosta vremena. Sastoji se od tri koraka:

- 1. određivanje strukture datoteke tj. objekte i pridružene karakteristike korištenjem SQL6 naredbi,
- 2. unos atributnih podataka u datoteke s tablicama (baze podataka) i
- 3. povezivanje tih podataka s grafičkim objektima na karti, pomoću identifikacijskog (ID) ključa.

ID ključ obično predstavlja određeni broj, koji se dodjeljuje određenim atributima i zajednički je svim pridruženim vrijednostima atributa (ID ključ je poveznica ili most koji povezuje podatke iz relacijskih baza podataka, a obično se nalazi u svakoj tablici baze podataka) . Nakon što se podaci o atributima pretvore u digitalni oblik, mogu se jednostavno pretraživati u bazama podataka preko ID ključeva ili pojedinačnih vrijednosti atributa (DeMers, 2009.).

### 3. Registri geoprostornih podataka

Prostorni podaci interpretirani su i vizualizirani na analognim kartama već stoljećima. Te karte su bile do nedavno glavno pomoćno sredstvo prilikom percepcije, razumijevanja i orijentacije objekata i događaja u prostoru.

Nove mogućnosti upravljanja prostornim podacima i njihovim osobinama sada su moguće pojavom i razvojem GIS-a. S vremenom su se razvili novi proizvodi i usluge koji su omogućili razvitak gospodarskih i tržišnih grana te novih generacija stručnjaka s novim idejama i znanjima. Prostorni podatke potrebno je često mijenjati prema zahtjevima koji nastaju daljnjim razvojem informacijskih i komunikacijskih tehnologija, razvojem prostornih baza podataka te mogućnostima objavljivanja, vizualizacije i distribucije podataka putem interneta. Škreblin (2020.) navodi kako je prostorna analiza obavezna podloga i sastavni dio pripremnih radova za kvalitetno prostorno i urbanističko planiranje te da je cilj analizama dobiti podatke za zadani prostor kojima će se dobiti uravnoteženi razvoj, racionalno će se koristiti prostorni resursi te poboljšanje kvalitete života.

Kako bi se proširila svijest o upotrebi, podaci trebaju biti standardizirani da bi ih korisnici mogli lakše koristiti. Time bi se gospodarska područja mogla brže i efikasnije razvijati te financijske uštede koje se pri tome postižu također stavljaju nove zahtjeve na prostorne podatke. Europa je pokrenula INSPIRE inicijativu koja povezuje nacionalne infrastrukture prostornih podataka kao bi ubrzala proces razvoja u području geoprostornih podataka.

Danas zbog svoje temeljne vrijednosti i prilagođenosti korisnicima, prostorne podatke koriste gotovo sve gospodarske grane i znanstvene discipline. Prostorni podaci, upravljanje njima, njihova razmjena i korištenje danas čine jednu od osnova razvoja društva. (Državna geodetska uprava, NIPP Nacionalna struktura prostornih podataka, 2022.)

Moguće je pronaći mnogo izvora o prostornim podacima, a za odabir onog potrebnog korisničkim uvjetima podijeljeni su na registre podataka na globalnoj, registre podataka na državnoj te registre podataka na lokalnoj razini. Također se svaka razina dijeli na različite vrste podataka. Ovisno o potrebi postoje podaci o reljefu, poljoprivrednim česticama, zemljištima, biološka staništa određenih vrsta biljaka i životinja i sl.

### 3.1. Registri na globalnoj razini

Grgić i Bašić (2017.) tvrde da je cilj prostornih podataka omogućavanje efikasne uporabe sistematiziranih informacija o prostoru, pripadajućih metapodataka te alata za njihovu analizu i obradu. Razvojem globalnih geodetskih metoda izmjere putem daljinskih istraživanja te satelitskih mjernih tehnologija kao što su satelitska gravimetrija i altimetrija, uz razvoj informacijskih tehnologija i mogućnost distribucije podataka, omogućena je primjena postojećih prostornih registara te razvoj novih radi upravljanja rizicima od prirodnih katastrofa kao što su potresi, požari, poplave, suše, odroni i klizanje tla te djelovanje u tim kriznim situacijama nakon prirodnih katastrofa. U okviru novih i već postojećih registara evidentiraju se ugrožena područja s obzirom na saznanja o očekivanim prirodnim katastrofama te se otkrivaju područja smanjene ugroženosti radi izrade planova o djelovanju prije prirodne katastrofe i nakon nje.

#### 3.1.1. OpenStreetMap

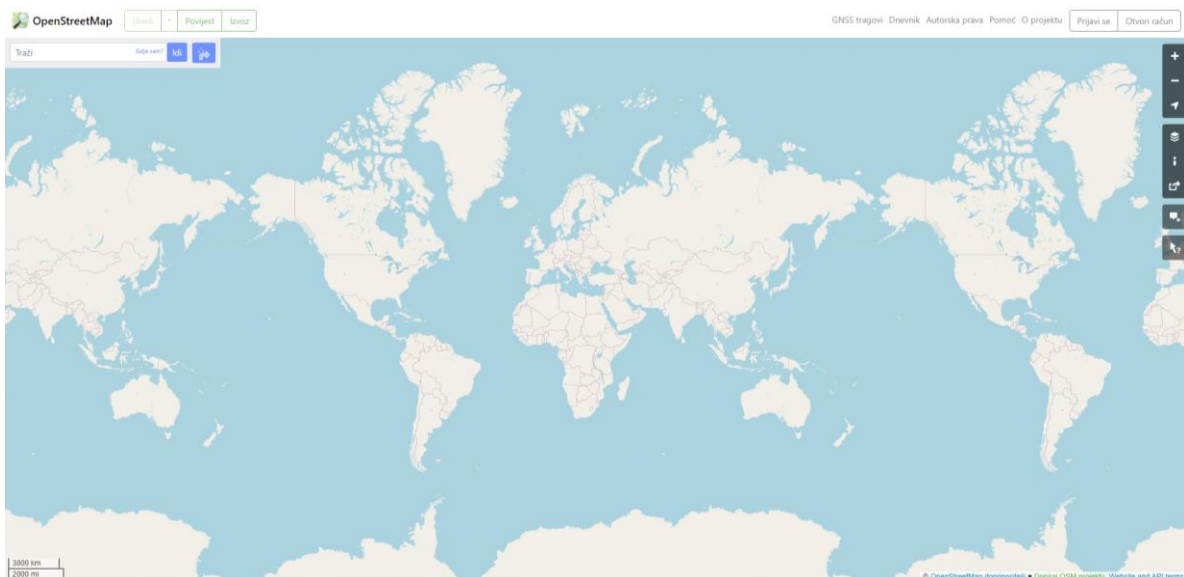
OpenStreetMap, ili kraće OSM, je internetska stanica u kojoj svi mogu pristupiti i unositi podatke o prostoru. OpenStreetMap je nastala nadahnućem projektima poput wikipedije tj. prikaz karata se može odmah uređivati (na prikazu postoji kartica 'Uredi') te se održava cjelovita povijest svih promjena podataka. Registrirani korisnici mogu doprinijeti svojim GPS snimkama te uređivanjem kartografskih podataka pomoću alata na web stranici ili pomoću samostalnih GIS alata. OSM je izgradila zajednica kartografa koji doprinose i održavaju podatke o cestama, stazama, kafićima, željezničkim postajama i još mnogo toga diljem svijeta. OSM naglašava lokalno znanje. Suradnici koriste snimke iz zraka, GPS uređaje i terenske karte niske tehnologije kako bi potvrdili da je OSM točan i ažuran. OSM-ova zajednica je raznolika i raste svakim danom. Njihovi suradnici uključuju kartografe, GIS profesionalce, inženjere koji pokreću OSM poslužitelje, humanitarce koji kartiraju područja pogođena katastrofom i mnoge druge.

OpenStreetMap projekt sastoji se od cjelina koje uključuju:

- bazu podataka koja čuva pohranjene sve kartografske podatke
- sustavi za crtanje karte
- sustav za raspodjelu posla crtanja na računala korisnika koji žele sudjelovati

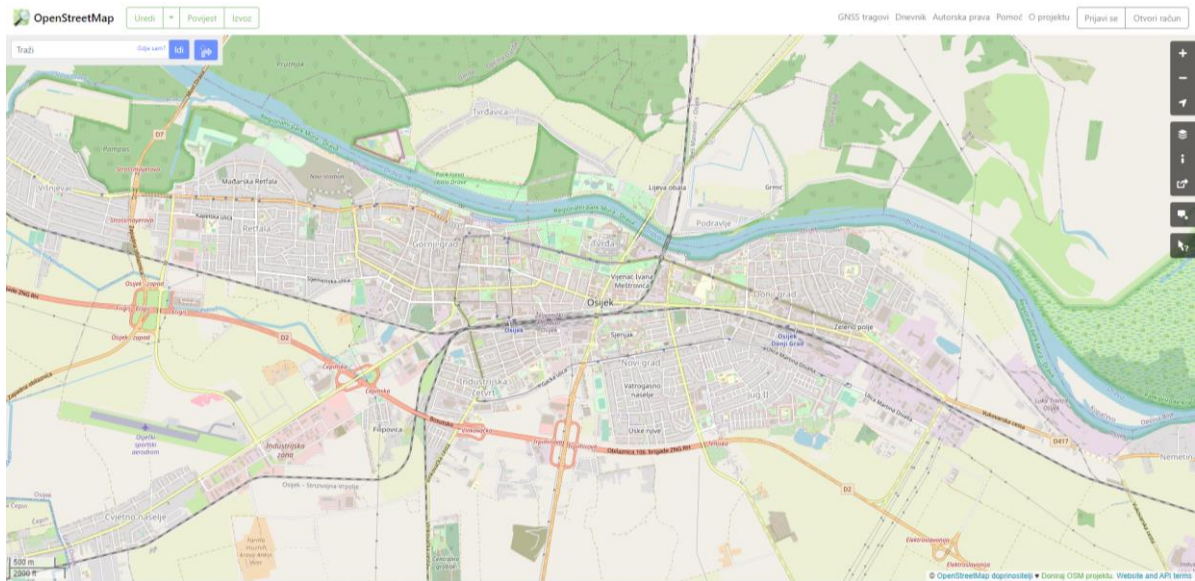
- web poslužitelj za prikaz i uređivanje karata (ovo je glavni način putem kojeg korisnici koriste karte)
- samostalni programi za uređivanje karata
- sučelje za razmjenu kartografskih podataka (koriste ga samostalni programi za uređivanje karte kako bi pristupili bazi kartografskih podataka)
- sučelje za razmjenu programskog koda (programi na kojima se projekt zasniva su otvorenog koda tako da ih korisnici mogu preuzeti, pa i nadopuniti)
- samostalni programi za crtanje karata, traženje optimalnog puta i drugo

(Open Street Map, 2022.)



Slika 7. Open Street Map prikaz svijeta (Izvor: Open Street Map

<https://www.openstreetmap.org/#map=2/46.3/30.1>)

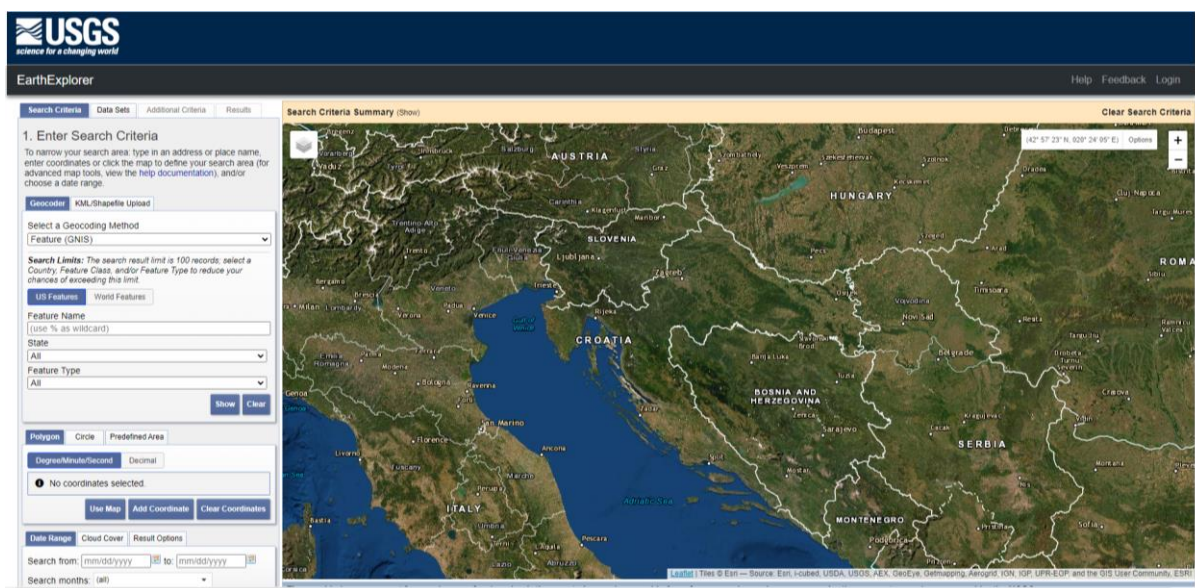


Slika 8. Open Street Map prikaz grada Osijeka (Izvor: Open Street Map

<https://www.openstreetmap.org/#map=13/45.5531/18.6805>)

### 3.1.2. USGS Earth Explorer

USGS Earth Explorer osnovan je aktom Kongresa 1879. Godine. Geološki institut SAD-a razvijao se tijekom desetljeća, usklađujući svoj talent i znanje s napretkom znanosti i tehnologije. USGS je jedina znanstvena agencija za Ministarstvo unutarnjih poslova. Traže ga tisuće partnera i kupaca zbog svoje stručnosti u prirodnim znanostima i golemog fonda zemaljskih i bioloških podataka. USGS nadzire, analizira i predviđa trenutne i evoluirajuće interakcije Zemlje i sustava te pruža korisne informacije u razmjerima i vremenskim okvirima relevantnim za donositelje odluka. USGS pruža znanost o prirodnim opasnostima, prirodnim resursima, ekosustavima i zdravlju okoliša te učincima promjene klime i korištenja zemljišta (U.S. Geological Survey, 2022.).



Slika 9. USGS Earth Explorer prikaz Hrvatske (Izvor: USGS <https://earthexplorer.usgs.gov/>)

### 3.1.3. ISRIC

Oprilike 23 godine nakon svog osnutka, 1989., ISRIC je dobio status ICSU Svjetskog podatkovnog centra (*engl. World Data Centre (WDC)*) kao priznanje za svoju "jedinствену zbirku monolita tla, karata i izvješća o geografiji tla i povezanih prirodnih resursa". U početku nazvan WDC za geografiju i klasifikaciju tla, kasnije je preimenovan u WDC-Soils kako bi odražavao prošireni opseg dugoročnog upravljanja podacima o tlu.

ISRIC je redoviti član WDS-a. WDS interdisciplinarno je tijelo Međunarodnog znanstvenog vijeća (*engl. International Science Council (ISC)*). Misija WDS-a je podržati ISC-ovu viziju promicanjem „dugoročnog upravljanja te univerzalnog i ravnopravnog pristupa kvalitetnim znanstvenim podacima i podatkovnim uslugama, proizvodima i informacijama u nizu disciplina u prirodnim i društvenim znanostima, i humanističke znanosti“.

ISC-WDS ima za cilj izgraditi svjetske zajednice izvrsnosti za usluge znanstvenih podataka. Certificira organizacije članice (nositelje i pružatelje podataka ili podatkovnih proizvoda) iz širokih područja korištenjem međunarodno priznatih standarda.

Članovi WDS-a građevni su blokovi zajedničke infrastrukture koja se može pretraživati, iz koje se može formirati podatkovni sustav koji je i interoperabilan i distribuiran. Kao takve,

organizacije članice ISC-WDS-a imaju snažnu i opipljivu predanost otvorenom dijeljenju podataka, kvaliteti podataka i usluga te očuvanju podataka.

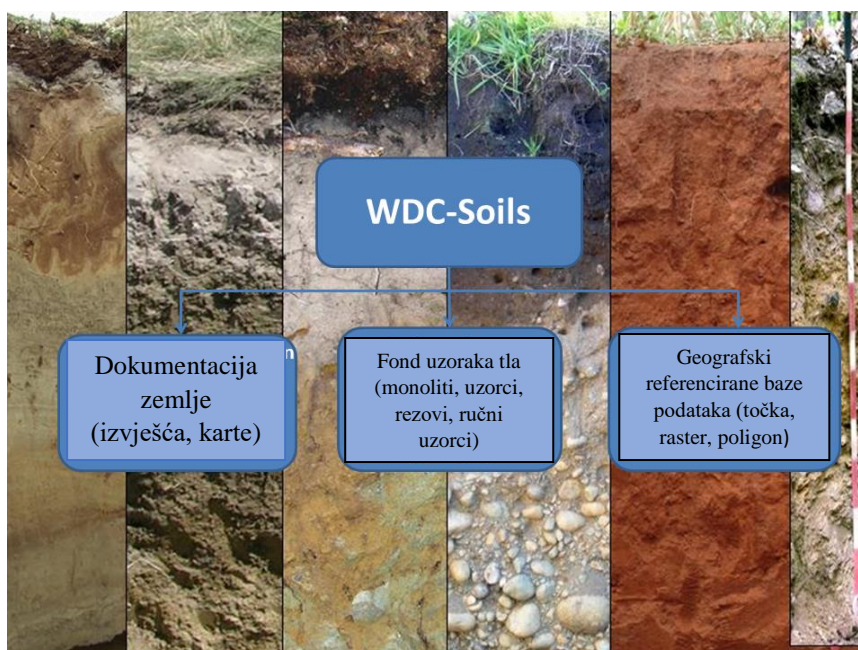
Kao priznanje za svoje dugoročno upravljanje podacima o tlu i ulogu pouzdanog pružatelja svjetskih informacija o tlu, zadržao je naziv 'WDC-Soils'. ISRIC pomaže u povećanju dostupnosti i korištenja podataka o tlu, informacija i znanja kako bi omogućili bolje donošenje odluka za održivo upravljanje zemljištem diljem svijeta, putem:

- Izrade informacijskih proizvoda
- Pomaganje drugima da učine isto
- Navođenje primjera korištenja
- Edukacija i podizanje svijesti

Unutar WDS-a, ISRIC predstavlja središnju točku za zbirke i informacijske usluge povezane s tlom, kao čuvar i kreator globalnih informacija o tlu.

Održavaju i čuvaju niz fondova uzoraka tla (monoliti, uzorci, tanki presjeci i uzorci iz ruke) putem Svjetskog muzeja tla. Drugi važan element njihovog rada je program spašavanja podataka. Ovaj program je usmjeren na zaštitu starijih (naslijeđenih) podataka (karte, izvješća, podaci o točkama) koji bi mogli biti izloženi riziku od gubitka ili pogoršanja, te digitalizaciju tih materijala za online distribuciju. Ovi i noviji materijali, koje su pridonijeli i dijele njihovi partneri, pružaju 'sirove' podatke za daljnju kontrolu kvalitete, standardizaciju, harmonizaciju i analize kako bi međunarodnoj zajednici služili podacima o tlu s procijenjenom kvalitetom (točka, poligon, rešetke).





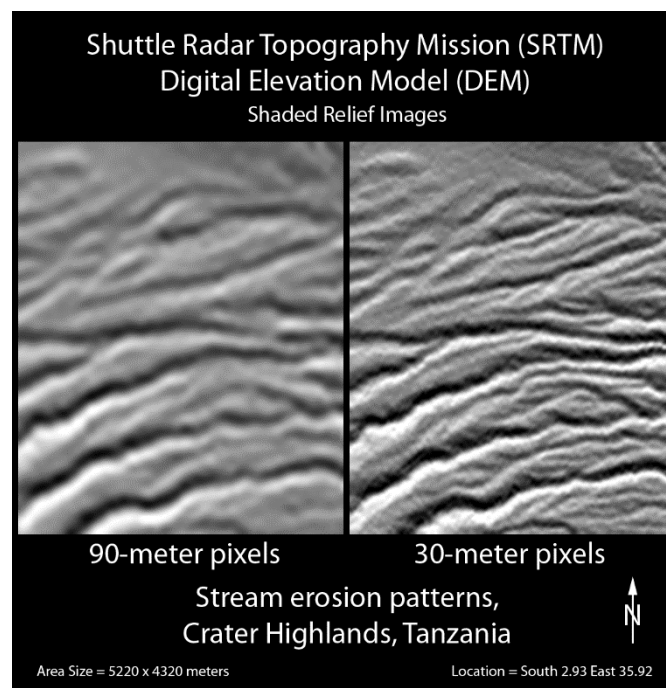
Slika 10. Opseg fonda ISRIC WDC-Soils-a (Izvor: ISRIC World Soil Information <https://www.isric.org/about/world-data-centre-soils-wdc-soils>)

Demokratizira se svijet informacija o tlu promicanjem načela otvorene znanosti: razvoj proizvoda otvorenih podataka, korištenje softvera otvorenog koda i objavljivanje rezultata u časopisima s otvorenim pristupom. Ovim aktivnostima pridonosi se rješavanju društvenih izazova kao što su održivo intenziviranje proizvodnje hrane, prilagodba klimatskim promjenama i njihovo ublažavanje te očuvanje bioraznolikosti (ISRIC, World Soil Information, 2022.).

#### 3.1.4. SRTM

Topografska misija radarskog šatla (*engl. Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM)*) je međunarodni projekt predvođen Nacionalnom geoprostorno-obavještajnom agencijom i NASA-om čiji je cilj dobiti najpotpuniju digitalnu topografsku bazu podataka Zemlje visoke rezolucije. Cilj SRTM-a je dobivanje radarskih podataka o visini na gotovo globalnoj razini kako bi se stvorila najcjelovitija digitalna topografska baza podataka visoke rezolucije Zemlje. Radarski podaci SRTM imaju mnoge primjene (NASA Jet Propulsion Laboratory, 2022.). SRTM u veljači 2000. osigurao je globalni skup rasterskih digitalnih modela elevacije ili DEM-ova (*engl. Digital Elevation Models*) koji su besplatno dostupni za analizu terena (AGU Advancing Earth and Space Science, 2022.).

SRTM koristi tehniku zvanu radarska interferometrija. U radarskoj interferometriji, dvije radarske slike uzimaju se s neznatno različitih lokacija. Razlike između ovih slika omogućuju izračun nadmorske visine ili promjene. Obradeni SRTM radarski podaci mogu se prilagoditi potrebama vojnih, civilnih i znanstvenih korisničkih zajednica. Ali druge upotrebe ovih podataka uključuju poboljšano modeliranje odvodnje vode, realističnije simulatore letenja, sigurnost navigacije, bolje lokacije za mobilne telefonske tornjeve, pa čak i poboljšane karte za turiste. Gotovo svaki projekt koji zahtijeva točno poznavanje oblika i visine zemljišta može imati koristi od ovih podataka. Neki primjeri su kontrola poplava, očuvanje tla, pošumljavanje, praćenje vulkana, istraživanje potresa i praćenje kretanja ledenjaka (NASA Jet Propulsion Laboratory, 2022.).



Slika 11. Slika Zemljine površine snimljena Space Shuttle Endeavour-om (Izvor: NASA Jet Propulsion Laboratory <https://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA18813>)

### 3.1.5. „Kopernik“

Program “Kopernik” vodi i koordinira Europska komisija. Cilj programa je razvoj informacijskih servisa temeljenih na satelitskim opažanjima, a najviše satelita Sentinel. Sustav također prikuplja informacije iz zemaljskih opažачkih stranica koje prikupljaju podatke od senzora na tlu, u moru i u zraku (Copernicus Europe's Eyes on Earth, 2022.).

“Kopernik” djeluje kroz primjenu šest različitih servisa:

1. Služba za praćenje atmosfere (*engl. Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS)*)
2. Služba za praćenje mosrkog okoliša (*engl. Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS)*)
3. Služba za praćenje zemljišta (*engl. Copernicus Land Monitoring Sevice (CLMS)*)
4. Služba za klimatske promjene (*engl. Copernicus Climate Change Service (C3S)*)
5. Služba za upravljanje u kriznim situacijama (*engl. Copernicus Emergency Management Service (Copernicus EMS)*)
6. Sigurnosna služba (*engl. Copernicus Security Service*)



Slika 12. Pojmovni opis programa „Kopernik“ (Izvor: Semantic Scholar

<https://www.semanticscholar.org/paper/The-Copernicus-Programme-and-its-Climate-Change-Thepaut-Dee/a369c85113faa64cae930edee877066b9bbbd9>)

Služba za upravljanje u kriznim situacijama osigurava otkrivanje dostupnih čimbenika uključenih u upravljanje prirodnim katastrofama, ljudskim kriznim situacijama i humanitarnim krizama preko preciznih prostornih informacija dobivenih satelitskim daljinskim opažanjima. Sastoji se od dvije komponente:

- Komponenta kartiranja (*engl. mapping component*) i
- Komponenta preventivnog upozorenja (*engl. early warning component*)

Komponenta kartiranja omogućuje globalnu pokrivenost koristeći se kartama koje se temelje na satelitskim snimkama kao osnovnim izvorom podataka te pruža potporu u svakoj fazi

upravljanja kriznim situacijama i to u pripravnosti, prevenciji, reduciranju katastrofe, hitnom odgovoru ili oporavku. Komponentu preventivnog upozorenja čine dva različita sustava:

1. Europski sustav svjesnosti o poplavama (*engl. The European Flood Awareness System (EFAS)*)
2. Europski informacijski sustav o šumskim požarima (*engl. The European Forest Fire Information System (EFFIS)*) (Copernicus Europe's Eyes on Earth, 2022.)

EFAS je dio službe “Kopernik” za upravljanje u kriznim situacijama. Cilj im je osigurati pregled trenutačnih i predviđenih poplava u Europi do deset dana unaprijed. To je prvi operativni sustav za praćenje poplava na području Europe. Mrežu EFAS čine nacionalni hidrološki servisi s povezanim partnerima (European Flood Awareness System, 2022.).

Europski informacijski sustav za požare (EFFIS) sastoji se od web-susta koji pruža uvid u vremenski bliske i arhivske informacije o požarima u Europi i Sjevernoj Africi. Osigurano je praćenje tijeka požara i dobivanje informacija o uvjetima prije požara i procijenjenoj šteti nakon požara. Sustav je uspostavila Europska komisija u suradnji s nacionalnim vatrogasnim organizacijama radi zaštite od požara u zemljama EU-a i susjednim zemljama. (Copernicus Europe's Eyes on Earth, 2022.)

### 3.2. Registri na državnoj razini

Registri na državnoj razini obuhvaćaju informacije o prostoru na području jedne države, a koriste se u svrhu prikupljanja detaljnijih podataka na manjem području nego na globalnoj razini. Ti podatci mogu se koristiti za lakše planiranje i pregledniju vizualizaciju budućih projekata, kao što su izgradnja novih prometnica, cesta, ali i za iskorištavanje zemljišta u poljoprivredne svrhe. Također se mogu koristiti za praćenje i proučavanje endemskih i ugroženih vrsta koji se nalaze na prostorima određene države. Programi koji prikupljaju takve vrste podataka su: ARKOD, Geoportali državne geodetske uprave, Corine Land Cover, Natura 2000 i dr.

#### 3.2.1. ARKOD

ARKOD je sustav identifikacije zemljišnih parcela (*engl. Land Parcel Identification System – LPIS*). Koristi se u svrhu upisa i evidencije uporabe poljoprivrednih zemljišta u Hrvatskoj.

To je nacionalni program kojim se uspostavlja baza podataka koja evidentira stvarno korištenje poljoprivrednog zemljišta. 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. Takav uređen sustav preduvjet je za dobivanje potpore Europske unije za poljoprivrednu proizvodnju. ARKOD sustav sastavni je dio Integriranog administrativnog i kontrolnog sustava (IAKS) kojim zemlje članice Europske Unije dodjeljuju, prate i kontroliraju izravna plaćanja poljoprivrednicima. IAKS je računalna baza podataka koja se sastoji od:

- jedinstvene identifikacije korisnika koji podnose zahtjeve, sustava za identifikaciju zemljišnih parcela (ARKOD)
- sustava za identifikaciju i registraciju životinja
- sustava za identifikaciju i registraciju prava na plaćanje, podnošenja zahtjeva, administrativne kontrole zahtjeva i kontrole na terenu

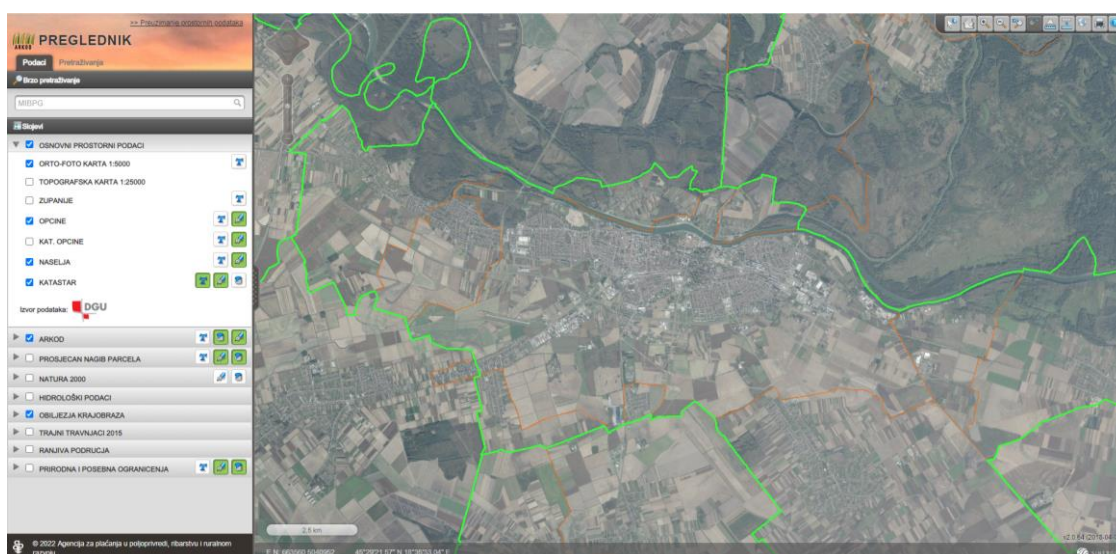
ARKOD je nadogradnja Upisnika poljoprivrednih gospodarstava, koji je temeljna evidencija koju Agencija za plaćanja u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju (APPRRR) koristi za dodjelu potpora. Upis u ARKOD za poljoprivrednike je besplatan, a obavlja se u regionalnim uredima Agencije za plaćanja u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju.

ARKOD se uspostavlja na temelju karata, zemljišnih knjiga ili drugih kartografskih referenci. ARKOD predstavlja grafičku evidenciju zemljišnih resursa poljoprivrednika. Uspostavom navedenog sustava, Republika Hrvatska ima na raspolaganju informacijski sustav u kojem su sadržani stvarni podaci o poljoprivrednim površinama čitave RH, te kao takvi služe ne samo u administrativne svrhe obrade zahtjeva za potpore po površini, već za izradu analiza i podloga za donošenje odluka u procesu kreiranja i provedbe poljoprivredne politike i ruralnog razvoja. ARKOD sustav u RH uspostavlja se na temelju Digitalnih ortofoto karata (DOF 5) u mjerilu 1:5 000 koje služe kao podloga za interpretaciju i određivanje površina poljoprivrednog zemljišta poljoprivrednih gospodarstava.

Uz ove karte, kao pomoćni izvori prostornih podataka koriste se:

- Digitalni katastarski planovi (DKP) koji služe kao kontrolni podaci kod interpretacije zemljišta na DOF-ovima, te kao veza s Upisnikom poljoprivrednih gospodarstava u kojem postoje alfanumerički podaci katastarskih čestica

- Digitalni model reljefa (DMR), čiji podaci su nužni za definiranje pojedinih atributnih podataka (npr. određivanje nagiba pojedinih poljoprivrednih površina, određivanje nadmorske visine, određivanje područja s težim uvjetima gospodarenja, itd.)
- Topografske karte (TK 25) koje služe kao dodatni podaci tijekom postupka digitalizacije te za bolju orijentaciju i snalaženje u prostoru na DOF-ovima
- Podaci iz središnjeg registra prostornih jedinica (SRPJ) koji sadrži informacije o granicama županija, općina i gradova, te katastarskih općina, a potrebni su za logističku podršku i organizaciju uspostave i održavanja sustava



Slika 13. ARKOD preglednik DOF 5 grada Osijeka s označenim općinama i naseljima te okolnim poljoprivrednim česticama (Izvor: ARKOD Preglednik

<http://preglednik.arkod.hr/ARKOD-Web/>)

Važno je napomenuti kako sve navedene prostorne podloge moraju biti dostupne za područje čitave države i ne smiju biti starije od 5 godina sukladno zahtjevima EU zakonodavstva (ARKOD, 2022.).

### 3.2.2. Geoportal državne geodetske uprave

Geoportal državne geodetske uprave predstavlja središnje mjesto pristupa prostornim podacima te je jedan od temeljnih elemenata Nacionalne infrastrukture prostornih podataka.

Državna geodetska uprava (DGU) je državna upravna organizacija koja obavlja upravne i stručne poslove iz područja geodezije, kartografije, katastra i fotogrametrije te vodi brigu o

uspostavi nacionalne infrastrukture prostornih podataka, informatizaciji katastra i geodetsko-prostornog sustava, državnoj službenoj kartografiji (u mjerilima 1:5 000, 1:25 000, 1:100 000, 1:200 000), geodetskoj dokumentaciji, statističkim podacima o katastru nekretnina, prostornim jedinicama i vodovima, geodetsko-katastarskim poslovima za državnu granicu. Poseban dio poslova iz nadležnosti Državne geodetske uprave čini briga o upravnim, stručnim, razvojnim i koordinacijskim poslovima Nacionalne infrastrukture prostornih podataka (NIPP) te poslovi implementacije INSPIRE direktive (Državna geodetska uprava, 2022. (a)). Nacionalna infrastruktura prostornih podataka (NIPP) definirana je kao skup tehnologija, mjera, normi, provedbenih pravila, usluga, ljudskih kapaciteta i ostalih čimbenika koji omogućavaju djelotvorno objedinjavanje, upravljanje i održavanje dijeljenja prostornih podataka u svrhu zadovoljenja potreba na nacionalnoj, kao i na europskoj razini, a koji će biti sastavni dio europske infrastrukture prostornih podataka definirane INSPIRE direktivom (Geoportal DGU, 2022.).

Digitalna ortofotokarta (DOF) je službena državna karta koja se izrađuje u mjerilu 1:5000 (DOF5) za cjelokupno područje Republike Hrvatske. U sklopu novih katastarskih izmjera izrađuju se i digitalne ortofotokarte u mjerilu 1:2000 (DOF2), ali samo za područje katastarskih općina u izmjeri. Digitalna ortofotokarta izrađena je prevođenjem digitalne aerofotogrametrijske snimke (poznatih vrijednosti unutarne i vanjske orijentacije) iz centralne u ortogonalnu projekciju uz upotrebu DMR-a odgovarajuće točnosti. Digitalne ortofotokarte isporučuju se u formatu .TIFF, .TFW i .DWG.

DOF5 sustavno se izrađuje od 2000. godine, a za cjelokupno područje Republike Hrvatske izrađen je iz snimanja 2011., 2014./2016., 2017./2018. i 2019./2020. godine (Državna geodetska uprava, 2022. (b)).

Topografska karta 1:25 000 (TK25) je službena državna karta koja je kodirana slika prirodnih i izgrađenih objekata zemljine površine, a izrađuje se za cjelokupno područje Republike Hrvatske. Osnovni izvori za izradu TK25 je aerofotogrametrijsko snimanje, topografski podaci i digitalni model reljefa. TK25 izrađuje se prema odgovarajućim tehničkim specifikacijama proizvoda. Glavne skupine objekata koje su prikazane na TK25 su stalne točke geodetske osnove, građevinski i drugi objekti, vodovi i objekti vezani uz vodove, prometnice i objekti vezani uz promet, vegetacija i vrste zemljišta, vode i objekti vezani uz vode, visinska predstava terena i reljefni oblici, državna granica, okvir i opis karte s

koordinatnom mrežom te zemljopisna imena. Svi topografski podaci na TK25 prikazani su s istom važnošću i s određenim stupnjem generalizacije.

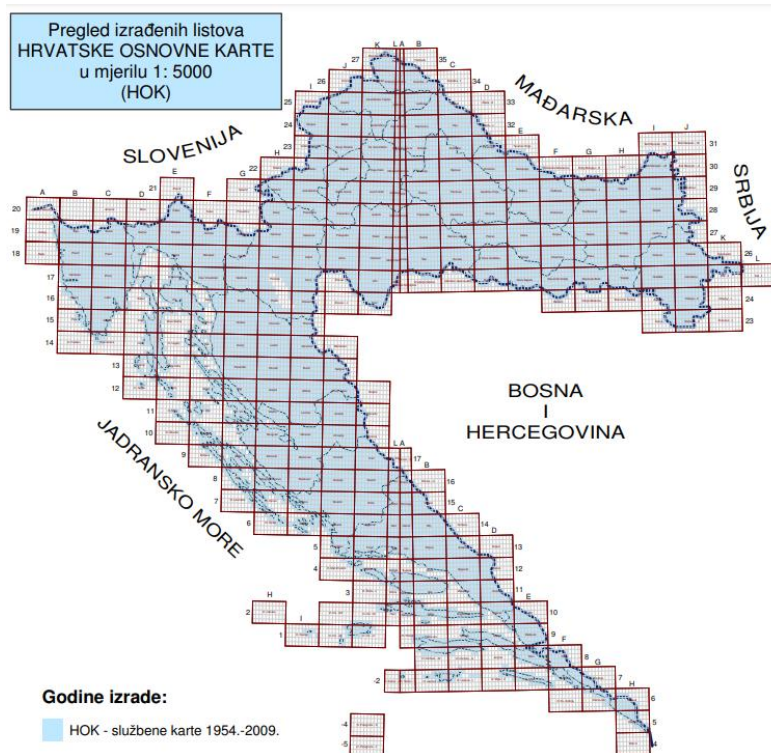
Od 2011. godine TK25 izrađuje se u novoj podjeli na listove te u novoj kartografskoj projekciji HTRS96/TM na elipsoidu GRS80. Do 2020. godine obnovljeno je oko 80 % svih listova TK25 u novom formatu. Jedan list veličine je 50x72 cm, a obuhvaća površinu od 15 000 ha. TK25 može biti u digitalnom ili analognom obliku, a isporučuje se u formatu .TIFF i .TFW.

TK25 koristi se u poslovima prostornog planiranja, idejnog planiranja i projektiranja infrastrukturnih objekata, stručnoj uporabi u javnom i privatnom upravljanju, planiranju i održavanju, akcijama spašavanja za turističke i rekreativne aktivnosti i sl. (Državna geodetska uprava, 2022. (d))

Hrvatska osnovna karta (HOK) osnovna je službena državna karta i izrađuje se u mjerilu 1:5000. Hrvatska osnovna karta prije se nazivala Osnovna državna karta, a izrađivala se od još od 1954. god. pa sve do 2009. godine kada su zadnji listovi HOK-a pušteni u službenu uporabu. Područje cijele Republike Hrvatske prekriven je s 9802 lista HOK-a. Površina jednog lista obuhvaća područje od 675 ha prema staroj podjeli u Gauss-Krügeru. Osnovni izvornik za izradu HOK-a je aerofotogrametrijsko snimanje krupnijeg mjerila, a podaci na karti su prikazani s minimalnim stupnjem generalizacije.

HOK se u većini koristi isto kao i TK25, ali u manjem mjerilu što podrazumijeva poslove detaljnog prostornog planiranja, idejnog planiranja i projektiranja infrastrukturnih objekata, stručnoj uporabi u javnom i privatnom upravljanju, planiranju i održavanju, akcijama spašavanja te za turističke i rekreativne aktivnosti i dr.





Slika 14. Pregled izrađenih listova HOK-a u mjerilu 1:5 000 (Izvor: Državna geodetska uprava <https://dgu.gov.hr/proizvodi-i-usluge/sluzbene-drzavne-karte-i-ostale-karte/hrvatska-osnovna-karta-175/175>)

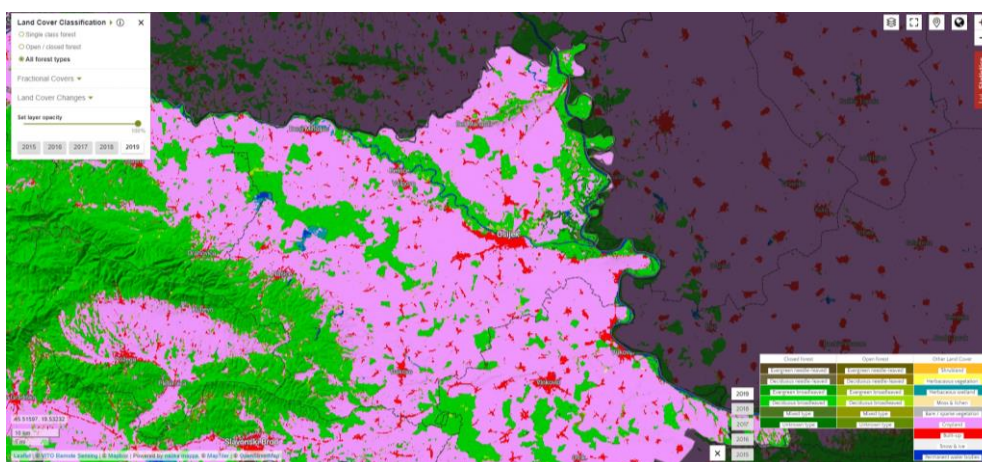
Od 2011. godine listovi HOK-a se izrađuju u novoj podjeli na listove te u novoj kartografskoj projekciji HTRS96/TM na elipsoidu GRS80. HOK može biti u analognom i digitalnom obliku, a isporučuje se u .TIFF i .TFW formatu (Državna geodetska uprava, 2022. (c)).

### 3.2.3. CORINE Land Cover

CORINE Land Cover (CLC) pokrenut je 1985. godine. CLC prikazuje zemljišnu pokrivenost na području Europe. Ažuriranja pokrivenosti izrađena su 2000., 2006., 2012. i 2018.godine. Sastoji se od popisa zemljišnog pokrova u 44 klase. CLC koristi minimalnu jedinicu kartiranja (*engl. Minimum Mapping Unit* (MMU)) od 25 ha za površinske fenomene i minimalnu širinu od 100 m za linearne fenomene. Vremenske serije nadopunjuju slojevi promjena koji ističu promjene u zemljišnom pokrovu s MMU od 5 ha. Različiti MMU znače

da sloj promjene ima veću rezoluciju od statusnog sloja. Zbog razlika u MMU-ovima, razlika između dva statusna sloja neće biti jednaka odgovarajućem sloju CLC-promjene.

Mreža Eionet nacionalnih referentnih centara zemljišnog pokrova (*engl. National Reference Centres Land Cover (NRC/LC)*) proizvodi nacionalne CLC baze podataka, koje koordinira i integrira Europski gospodarski prostor. CLC se proizvodi većinom iz država sa vizualnom interpretacijom satelitskih slika visoke rezolucije. U nekoliko država primjenjuju se poluautomatska rješenja koja koriste nacionalne podatke na licu mjesta, obradu satelitskih slika, GIS integraciju i generalizaciju.



Slika 15. Prikaz svih šumskih tipova u Osječko-baranjskoj županiji u 2019. godini (Izvor: Copernicus Land Monitoring Service <https://lcviewer.vito.be/2019>)

Verzija CLC-a iz 2012. bila je prva koja je CLC vremenske serije ugradila u program "Kopernik", čime je osigurano održivo financiranje za budućnost. Verzija iz 2018. koju je također financirao "Kopernik" proizvedena je za manje od godinu dana. CLC ima široku paletu primjena, podupirući različite politike Zajednice u domeni okoliša, ali i poljoprivrede, prometa, prostornog planiranja itd. (Copernicus, Land Monitoring Service, 2022.)

Tablica 4. Evolucija CORINE Land Cover-a (Izvor Copernicus Land Monitoring Service <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>)

	CLC 1990	CLC 2000	CLC 2006	CLC 2012	CLC 2018
Satelitski podatci	Landsat-5 MSS/TM jedan datum	Landsat-7 ETM jedan datum	POT-4/5 i IRS P6 LISS III dvostruki datum	IRS P6 LISS III i RapidEye dvostruki datum	Sentinel-2 i Landsat-8 za popunjavanje praznina

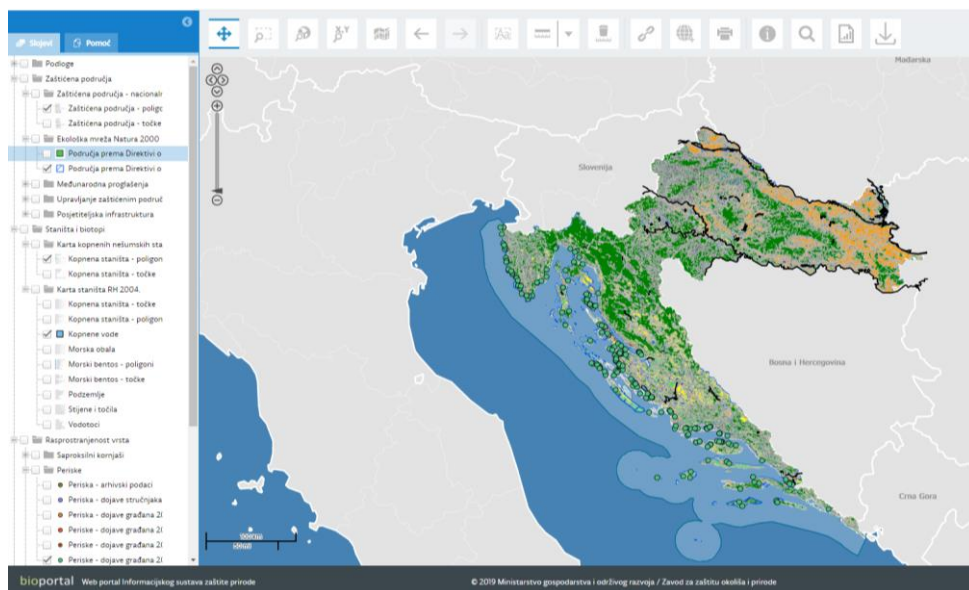
Vremenska dosljednost	1986-1998	2000 +/- 1 godina	2006+/- 1 godina	2011-2012	2017-2018
Geometrijska točnost (satelitski podatci)	≤ 50 m	≤ 25 m	≤ 25 m	≤ 25 m	≤ 10 m (Sentinel-2)
Minimalna jedinica/širina kartiranja	25 ha / 100m	25 ha / 100m	25 ha / 100m	25 ha / 100m	25 ha / 100m
Geometrijska točnost (CLC)	100 m	bolje od 100 m	bolje od 100 m	bolje od 100 m	bolje od 100 m
Tematska točnost (CLC)	≥ 85% (vjerojatno nije postignuto)	≥ 85% (postignuto)	≥ 85%	≥ 85% (vjerojatno postignuto)	≥ 85%
Promjena kartiranja (CHA)	Nije implementirano	granični pomak min. 100 m; područje promjene za postojeće poligone ≥ 5 ha; za izolirane promjene ≥ 25 ha	granični pomak min. 100 m; sve promjene ≥ 5 ha potrebno je kartirati	granični pomak min. 100 m; sve promjene ≥ 5 ha potrebno je kartirati	granični pomak min. 100 m; sve promjene ≥ 5 ha potrebno je kartirati
Tematska točnost (CHA)	-	Nije provjereno	≥ 85% (postignuto)	≥ 85%	≥ 85%
Vrijeme izrade	10 godina	4 godine	3 godine	2 godine	1,5 godina
Dokumentacija	Nepotpuni metapodatci	Standardni metapodaci	Standardni metapodaci	Standardni metapodaci	Standardni metapodaci
Pristup podatcima (CLC, CHA)	Nejasna politika širenja	Politika širenja dogovorena od samog početka	Besplatan pristup za sve korisnike	Besplatan pristup za sve korisnike	Besplatan pristup za sve korisnike
Broj uključenih država	26 (27 s kasnom implementacijom)	30 (35 s kasnom implementacijom)	38	39	39

### 3.2.4. Natura 2000

Natura 2000 ekološka je mreža koja se sastoji od područja u kojima se nalaze ugrožene vrste i stanišnih tipova Europske unije te je jedna od najvećih sustava očuvanih područja u svijetu.

Glavni cilj je očuvanje, ali i ponovno uspostavljanje povoljnog stanja za više od tisuću rijetkih i ugroženih vrsta te 230 prirodnih i poluprirodnih stanišnih tipova. U ekološku mrežu uključeno je oko 27 500 područja samo na 20% površine EU. Područja za očuvanje biraju se znanstvenim mjerilima, a za upravljanje područjima u obzir ulazi i interes te dobrobit ljudi koji u njima žive. Natura 2000 temelji se na EU direktivama.

Europska priroda ima veliku raznolikost staništa iako je podosta izmijenjena ljudskim prisustvom. U europskom krajoliku mogu se naći šume, pašnjaci i livade, močvare, rijeke i jezera, morska, podzemna i ostala staništa u kojima žive brojne vrste koje predstavljaju bogato prirodno naslijeđe Europe. Mnoga prethodno navedena staništa rezultat su tradicionalnog načina korištenja prostora koji ne ugrožavaju nego obogaćuju prirodnu raznolikost. Zbog ljudskih aktivnosti neke vrste izumiru i do 1000 puta brže nego u prirodnim okolnostima. Mnoge endemske i rijetke vrste, ali one većeg broja ugrožene su jer im pogodna staništa ubrzano nestaju što može dovesti do njihovog potpunog izumiranja. Natura 2000 je temeljni program kojim Europska unija pokušava zaustaviti ove negativne trendove na svom teritoriju (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, Zavod za zaštitu okoliša i prirode, 2022.).



Slika 16. Prikaz staništa u republici Hrvatskoj (zelena i narančasta) s označenim područjima prema Direktivi o pticama (svijetlo plava), kopnenim vodama (crna) te dojavljena područja o pronalasku periski (zelene točke) (Izvor: Bioportal Natura 2000

<https://www.bioportal.hr/gis/>)

Uredbom o ekološkoj mreži i nadležnostima javnih ustanova za upravljanje područjima ekološke mreže (NN 80/2019) utvrđena je ekološka mreža Natura 2000 Republike Hrvatske, kao i nadležnosti javnih ustanova koje upravljaju zaštićenim područjima i područjima ekološke mreže za upravljanje i donošenje planova upravljanja ekološkom mrežom. Ekološka mreža Republike Hrvatske obuhvaća 25.956 km<sup>2</sup> i pokriva 36,8 % kopnenog teritorija te 9,3 % mora pod nacionalnom nadležnosti.

Ekološku mrežu čine:

- područja očuvanja značajna za ptice
- područja očuvanja značajna za vrste i stanišne tipove
- vjerojatna područja očuvanja značajna za vrste i stanišne tipove
- posebna područja očuvanja značajna za vrste i stanišne tipove

Bioportal je web portal informacijskog sustava zaštite prirode koji sadrži i GIS preglednik te osigurava javni pristup informacijama i transparentno dijeljenje podataka, potiče znanstveno-stručna istraživanja te pridonosi edukaciji šire javnosti o prirodnom bogatstvu Hrvatske i važnosti očuvanja bioraznolikosti. Informacijski sustav zaštite prirode čini skup baza podataka, aplikativnih rješenja i web servisa namijenjenih za pohranu, održavanje i dijeljenje podataka o bioraznolikosti, georaznolikosti i krajobraznoj raznolikosti te zaštititi prirode u Republici Hrvatskoj (Bioportal, 2022.).

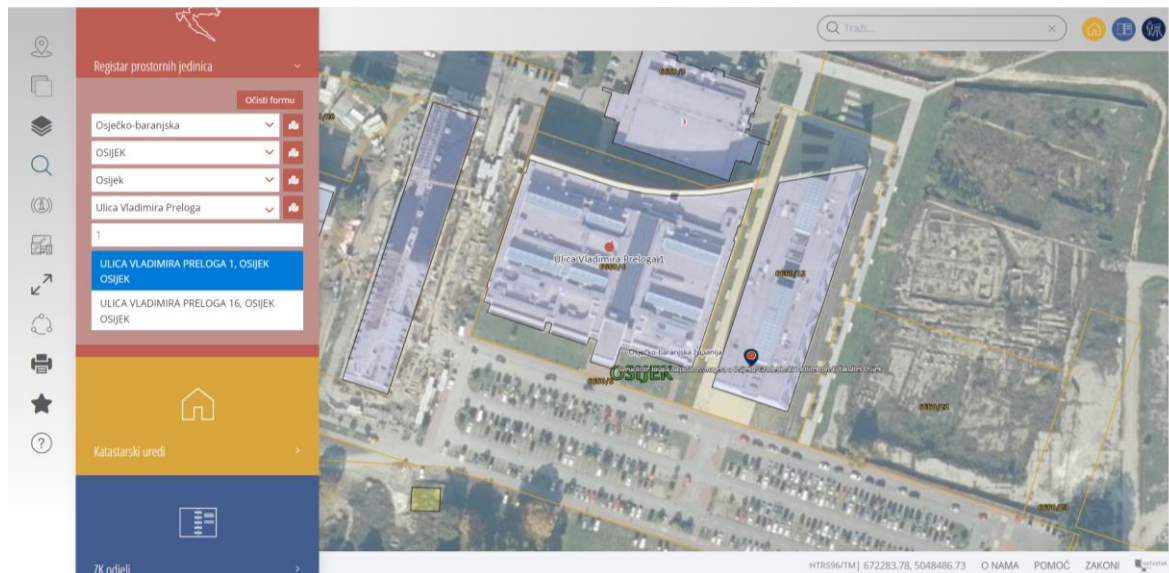
### 3.3. Registri na lokalnoj razini

Svrha GIS-a je unaprijediti donošenje odluka koje su na bilo koji način u vezi s prostorom. Registri podataka na lokalnoj razini vezani su uz skup podataka u lokalnoj samoupravi, gradovima i općinama. Tako se na jednostavan način može doći do lokacije određene ulice ili kućnog broja, poslovnog objekta ili katastarske čestice.

#### 3.3.1. Katastar.hr

Državna geodetska uprava je, u cilju digitalizacije svojeg poslovanja dizajnirala stranicu katastar.hr približivši je građanima na način da im pomogne u rješavanju njihovih pitanja u vezi sa zemljištem i pravima na njemu. Upiše se adresa na kojoj je čestica ili geografski

pojam (ime mjesta, naselja, potoka koji je u blizini i slično) te se vizualno može pronaći čestica uključivanjem podloge digitalnog ortofotoa. Odabirom broja katastarske čestice koja se zanima dobiju se podatci o posjednicima i vlasnicima. Istovremeno se dobivaju informacije o najbližim katastarskim uredima, zemljišnoknjižnim odjelima i ovlaštenim geodetskim izvoditeljima u odnosu na odabranu lokaciju.



Slika 17. Prikaz katastarske čestice Fakulteta Agrobiotehničkih znanosti Osijek (Izvor: Katastar.hr <https://www.katastar.hr/#/>)

Katastarske čestice nastaju katastarskom izmjerom. Katastarska izmjera je prikupljanje i obrada svih potrebnih podataka kojima je svrha osnivanje katastarskih čestica, evidentiranje zgrada, evidentiranje posebnih pravnih režima na zemljištu i načina uporabe zemljišta te izrada katastarskog operata. Katastarsku izmjeru za neku katastarsku općinu ili njezin dio provodi Državna geodetska uprava u sporazumu s ministarstvom nadležnim za poslove pravosuđa, a pojedine poslove u okviru katastarske izmjere ovlaštene privatne geodetske tvrtke. Ovlaštene geodetske tvrtke odabiru se na javnim nadmetanjima. Kada se u nekoj katastarskoj općini provodi katastarska izmjera, nositelji prava na zemljištima dužni su u roku koji je određen Odlukom o katastarskoj izmjeri, vidljivim trajnim oznakama i na svoj trošak označiti granice zemljišta na kojem imaju pravo vlasništva, druga prava ili kojima upravljaju. Nositelji prava na obilježavanje se pozivaju pisanim putem. Obilježavanje se obavlja za sve lomne točke neke katastarske čestice, a ovisno o vrsti terena obilježavanje se može izvršiti betonskim stupićem, željeznim klinom, keramičkom cijevi, plastičnom oznakom sa željeznom jezgrom ili klesanjem križa u živoj stijeni. One lomne točke katastarske čestice

koje su jasno raspoznatljive na terenu, npr. ograde, kuće i sl., nije potrebno posebno obilježavati.

Ako nositelji prava na zemljištu ne obilježe granice svog zemljišta, obilježivanje će se izvršiti na njihov trošak. Pogreške koje nastanu zbog neobilježivanja granica zemljišta ispraviti će se na trošak nositelja prava na zemljištu (Državna geodetska uprava, 2022. (f)).

### 3.3.2. Registar prostornih jedinica

Registar prostornih jedinica vodi se i održava u nadležnosti Državne geodetske uprave. Osnovan je u svrhu stvaranja službene osnove za prikupljanje, evidentiranje, iskazivanje, razmjenjivanje i povezivanje različitih vrsta prostornih podataka. Registar prostornih jedinica izrađen je na temelju podataka sadržanih u jedinstvenoj evidenciji prostornih jedinica te podataka tehničke dokumentacije o prostornim jedinicama izrađenim za potrebe popisa i anketnih istraživanja. Registar prostornih jedinica vodi podatke o sljedećim vrstama prostornih jedinica: država, prostorne jedinice za statistiku 2. razine, županija i Grad Zagreb, grad, općina, naselje, dostavno područje poštanskog ureda, jedinice mjesne samouprave, zaštićena i štice područja, katastarska općina, katastarsko područje na moru, statistički krug, popisni krug, ulica, trg i zgrada s pripadajućim kućnim brojevima.

Sastavni dijelovi registra su:

1. grafički dio registra
2. popisi prostornih jedinica
3. zbirka isprava

Registri prostornih jedinica su u digitalnom obliku, a podatci mogu biti propisni ili grafički. Propisni podatci isporučuju se u .XML formatu dok se grafički isporučuju u .SHP formatu (Državna geodetska uprava, 2022. (e)).

Tablica 5. Podatci o prostornim jedinicama na području Republike Hrvatske (Izvor: Registar prostornih jedinica Državne geodetske uprave na dan 03.04.2023. <https://dgu.gov.hr/registar-prostornih-jedinica-172/172>)

Podatci o prostornim jedinicama	
Broj županija/Grad Zagreb	21
Broj jedinica lokalne samouprave (gradovi i općine)	556

Broj jedinica mjesne samouprave	3752
Broj katastarskih općina	3425
Broj naselja	6757
Broj statističkih krugova	13568
Broj popisnih krugova	29221
Broj ulica i trgova	53879
Broj evidentiranih kućnih brojeva	1666116

### 3.3.3. Zeleni katastar

Jedan malo drugačiji katastar je zeleni katastar. Pretragom Zelenog katastra moguće je pretražiti stabla i grmlja, ali i igrališta i klupe. Moguće je i odabrati u kojem mjerilu korisnik želi prikaz određenog parka. Zeleni katastar sadržava bazu podataka o zelenilu u parkovima. Korisnici zelenog katastra mogu se detaljnije upoznati s nazivima i osnovnim podacima o biljkama u parku. Klikom na svaku pojedinu krošnju na karti moguće je saznati:

- O kojoj je biljci riječ
- Promjer
- Visinu
- Oštećenja i potrebne zahvate
- Kategoriju zaštite

(Zeleni katastar grada Osijeka, 2022.)



Slika 18. Prikaz Parka Kralja Petra Krešimira iz Zelenog katastra grada Osijeka (Izvor: Zeleni katastar grada Osijeka <http://zelenikatastar.osijek.hr/zelenikatastar/Default.aspx>)



#### 4. Zaključak

GIS obuhvaća podatke vezane za prostor. Podatci o prostoru smještaju se u formi digitalnih karata koji su predstavljeni kao niz različitih tematskih slojeva. Ti tematski slojevi prikazuju jednu karakteristiku ili detalj određenog prostora koji se želi prikazati u digitalnom obliku. Slojevi kada se naslažu jedan na drugi prikazuju punu sliku prostora koji se proučava. Prostorni informacijski sustav koristi se za prikupljanje prostornih podataka sa opisnim podacima. GIS ima mogućnost prikupljanja velikog broja podataka vezanih uz prostor u dužem periodu te se zbog tih mogućnosti GIS podatci u poljoprivredi koriste za bolje, efikasnije i profitabilnije izvršavanje poslova. Korištenjem GIS-a u poljoprivredi štedi se i okoliš te se korištenjem precizne poljoprivrede ne štedi samo okoliš već i vrijeme, mineralna gnojiva, financijska sredstava, a istovremeno se povećava prinos i kakvoća uroda. Kako bi se takav poslovni plan izveo potrebno je prikupiti točne podatke, kvalitetno ih obraditi i na kraju provesti postupke aplikacije potrebnih radnji u polju. Kako bi se prikupljeni podatci lakše i brže obrađivali i analizirali dijele se na različite oblike. Analiziraju se podatci po njihovim svojstvima te s položaja s obzirom na unutarnju strukturu te se mogu podijeliti na dvije temeljne strukture podataka. Temeljne strukture, odnosno modeli, su rasterski i vektorski model. Uz njih se još koriste i opisni podatci koji služe za dodatno opisivanje istih. Vektorski podatci u biblioteci organiziraju se po listovima i temama. . Listovi su tematski po sadržaju grupirani u teme (npr. hidrologija, putna mreža i sl.). Takvim mehanizmom olakšava se, ali i ubrzava rad s velikim vektorskim bazama podataka. Osobine vektorskih podataka su prostorni objekti iz stvarnog svijeta koji su spremljeni u sloj kao točke, crte i poligoni. Na kartama točke u većim mjerilima prikazivati će građevine, dok u manjim mogu prikazivati cijela naselja. Linije će prikazivati granice između država, prometnice, granice mora i kopna i sl. Poligoni su omeđeni linijama poligona, a označavaju jezera, šume, katastarske čestice, naftna polja itd. Vektorski model podataka se prikazuje vektorskim oblikom u Kartezijevom x, y koordinatnom sustavu, a isti sadrži skup točaka, crta i mnogokuta, a za svaki entitet ima dvije oznake, a to su x i y. U kartografiji se najčešće susreću četiri vrste dimenzija prikaza objekata kod kojih se razlikuju: nuldimenzionalni (0D), jednodimenzionalni (1D), dvodimenzionalni (2D), trodimenzionalni (3D) te četverodimenzionalni (4D) objekt. Rasterski podatci nastaju skeniranjem podloška (karte, fotografije, satelitske snimke i sl.) posebnim uređajem tj. Skenerom. Rasterizirani grafički podatci smještaju se u rastersku datoteku koja se naziva križaljkom čiju osnovnu sastavnicu čini ćelija. Bitna karakteristika

rasterskih podataka je potreba za velikim memorijskim prostorom (suprotno vektorskim podatcima), ali je zato brza obrada po jedinici zauzetog memorijskog prostora. Rasterski formati zapisa su: ADRG, BIL, BIP, DEM, PCX, SDTS, TIFF, GeoTIFF, JPEG, GIF, BMP od kojih se najviše koristi GeoTIFF. Drugi model zapisa je tekstualni oblik koji se najviše koristi u obliku tablica. Moguće je vektorske podatke prebaciti u rasterske što se naziva rasterizacija te obrnuto, iz rasterskih podataka u vektorske što se naziva vektorizacija. Također je moguće tekstualni podatak pretvoriti u vektorski ili rasterski oblik. Registri prostornih podataka postoje već stoljećima u obliku karata koje se do danas prebacuju u digitalni oblik. Kako bi se proširila svijest o upotrebi, podaci trebaju biti standardizirani da bi ih korisnici mogli lakše koristiti. Danas zbog svoje temeljne vrijednosti i prilagođenosti korisnicima, prostorne podatke koriste gotovo sve gospodarske grane i znanstvene discipline. Registri se dijele na registre na globalnoj razini, državnoj razini te lokalnoj razini. Ovisno o potrebi postoje podaci o reljefu, poljoprivrednim česticama, zemljištima, biološka staništa određenih vrsta biljaka i životinja i sl. Registri na globalnoj razini koriste se radi upravljanja rizicima od prirodnih katastrofa kao što su potresi, požari, poplave, suše, odroni i klizanje tla te djelovanje u tim kriznim situacijama nakon prirodnih katastrofa. U okviru novih i već postojećih registara evidentiraju se ugrožena područja s obzirom na saznanja o očekivanim prirodnim katastrofama te se otkrivaju područja smanjene ugroženosti radi izrade planova o djelovanju prije prirodne katastrofe i nakon nje. Registri na globalno razini su: Open Street Map, USGS Explorer, ISRIC, SRTM te program "Kopernik". Registri na državnoj razini obuhvaćaju informacije o prostoru na području jedne države, a koriste se u svrhu prikupljanja detaljnijih podataka na manjem području nego na globalnoj razini. Ti podatci mogu se koristiti za lakše planiranje i pregledniju vizualizaciju budućih projekata, kao što su izgradnja novih prometnica, cesta, ali i za iskorištavanje zemljišta u poljoprivredne svrhe. Registri na državnoj razini su: ARKOD, Geoportal DGU, Corine Land Cover te Natura 2000. Registri podataka na lokalnoj razini vezani su uz skup podataka u lokalnoj samoupravi, gradovima i općinama. Tako se na jednostavan način može doći do lokacije određene ulice ili kućnog broja, poslovnog objekta ili katastarske čestice. Registri na lokalnoj razini su: Katastar.hr, Registar prostornih jedinica te Zeleni katastar.

## LITERATURA

1. Bažon I., 2009.: Važnost kemijskih ispitivanja i biljnog tkiva u uzgoju vinove loze, Završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet u Zagrebu, Zagreb
2. Brukner M., Oluić M. i Tomanić S.,1992.: GIZIS: geografski i zemljišni informacijski sustav Republike Hrvatske, Zagreb
3. Bulatović V., Nikov T i Sušić Z., 2010.: Open Geospatial Consortium Web Services in Complex Distribution Systems, Pregledni znanstveni članak, Geodetski list
4. DeMers M.N., 2009.: GIS for Dummies, Izvanredni profesor geografije, New Mexico State University
5. ESRI Shapefile Technical Description, An Esri White Paper, USA, 1998.
6. Galić Z., 2006.: Geoprostorne baze podataka, Tehnička knjiga, Golden Marketing
7. GIS radionica: Osnove GIS-a, Projekt: „Urban planning for citizens“, nositelj projekta DESA – Dubrovnik, 2011.
8. Gjuranić, Ž., 2007.: Modeliranje terena pomoću Delaunayjeve triangulacije (Terrain Modelling by Using Delaunay Triangulation), Stručni rad
9. Gorički M., 2015.: Modeliranje 3D kartografskog prikaza za potrebe planiranja pametnih gradova, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet
10. Grgić M. i Bašić T., 2017.: Uloga registara prostornih podataka u upravljanju rizicima i kriznim situacijama , Konferencijski referat , Zbornik radova 10. Simpozija ovlaštenih inženjera geodezije
11. Haining R., 2003.: "Introduction," in Spatial data analysis theory and practice, Cambridge
12. Jurišić i Plaščak (2009.): Jurišić M., Plaščak I., 2009.: Geoinformacijski sustavi, GIS u poljoprivredi i zaštiti okoliša, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek
13. Leontenko M.,Mitrović O. i Kapelac Gulić J., 2020.: Implementacija prostornih baza podataka, Tehničko veleučilište u Zagrebu
14. Pahernik M., 2006.: Uvod u geografsko informacijske sustave, MORH, Zagreb
15. Rigaux P., Scholl M. i Voisard A., 2002.: Spatial Databases - With application to GIS, izdavač Morgan Kaufmann Publishers
16. Škreblin N., 2020.: Prostorne analize grada Zagreba – planiranje i upravljanje, Gradski ured za strategijsko planiranje i razvoj grada, Stručni rad

## SAŽETAK

U ovom radu obuhvaćeni su osnovni modeli podataka geoinformacijskih sustava. Navedeni su formati ispisa te istaknuti oni koji se najviše koriste. Cilj ovog rada je prikazati i pružiti mogućnosti koje geoinformacijski sustavi nude svima koji imaju planove vezane za prostor, radilo se to o budućim poslovima ili samo traženja informacija o već postojećem mjestu. Ovisno o vrsti posla moguće je prikazati objekt koji se želi izgraditi sa već postojećom okolinom što uvelike pomaže u vizualizaciji. Također ovisno o vrsti posla koji se planira koristit će se program namijenjen baš toj vrsti posla. Programi nude širok spektar informacija. Moguće je naći informacije vezane uz reljef, zemljišta, tipove tla, biološkoj raznolikosti, katastarskim česticama, poljoprivrednim zemljištima itd.

## SUMMARY

This paper covers the basic data models of geoinformation systems. The print formats are listed and the most used ones are highlighted. The goal of this paper is to show and provide the possibilities that geoinformation systems offer to everyone who has plans related to space, whether it was about future jobs or just looking for information about an already existing place. Depending on the type of work, it is possible to display the object that is to be built with the already existing environment, which greatly helps in visualization. Also, depending on the type of work that is planned, a program intended for that type of work will be used. The programs offer a wide range of information. It is possible to find information related to relief, lands, soil types, biological diversity, cadastral parcels, agricultural lands, etc.

## POPIS POVEZNICA

1. AGU Advancing Earth and Space Science, 2022., <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2008GL035036> (Zadnje pristupljeno: 14.01.2022.)
2. ARKOD, 2022., <https://arkod.aprrr.hr/> (Zadnje pristupljeno: 18.01.2022.)
3. Benisa Mujezinović, 2022., [https://www.unze.ba/am/pzi/2010/vektorizacija\\_rasterske\\_Benisa\\_Mujezinovic/metode.html](https://www.unze.ba/am/pzi/2010/vektorizacija_rasterske_Benisa_Mujezinovic/metode.html) (Zadnje pristupljeno: 10.01.2022.)
4. Bioportal, 2022., <https://www.bioportal.hr/node/15> (Zadnje pristupljeno: 16.02.2022.)
5. Copernicus Europe's Eyes on Earth, 2022., <http://www.copernicus.eu/> (Zadnje pristupljeno: 22.04.2022.)
6. Copernicus, Land Monitoring Service, 2022., <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover> (Zadnje pristupljeno: 22.04.2022.)
7. Državna geodetska uprava, 2022. (a), <https://dgu.gov.hr/o-nama/9> (Zadnje pristupljeno: 26.04.2022.)
8. Državna geodetska uprava, 2022. (b), <https://dgu.gov.hr/proizvodi-i-usluge/sluzbene-drzavne-karte-i-ostale-karte/digitalna-ortofotokarta/174> (Zadnje pristupljeno: 26.04.2022.)
9. Državna geodetska uprava, 2022. (c), <https://dgu.gov.hr/proizvodi-i-usluge/sluzbene-drzavne-karte-i-ostale-karte/hrvatska-osnovna-karta-175/175> (Zadnje pristupljeno: 26.04.2022.)
10. Državna geodetska uprava, 2022. (d), <https://dgu.gov.hr/proizvodi-i-usluge/sluzbene-drzavne-karte-i-ostale-karte/topografska-karta-1-25-000-tk25/176> (Zadnje pristupljeno: 26.04.2022.)
11. Državna geodetska uprava, 2022. (e), <https://dgu.gov.hr/registar-prostornih-jedinica-172/172> (Zadnje pristupljeno: 26.04.2022.)
12. Državna geodetska uprava, 2022. (f), <https://www.katastar.hr/#/> (Zadnje pristupljeno: 27.04.2022.)
13. Državna geodetska uprava, NIPP Nacionalna struktura prostornih podataka, 2022., <https://www.nipp.hr/default.aspx?id=22> (Zadnje pristupljeno: 27.04.2022.)
14. Esri ArcGIS, 2022., <https://www.esri.com/en-us/arcgis/about-arcgis/overview> (Zadnje pristupljeno: 14.01.2022.)

15. European Flood Awareness System, 2022., <https://www.efas.eu/> (Zadnje pristupljeno: 10.05.2022.)
16. Geoportal DGU, 2022., <https://geoportal.dgu.hr/#/menu/o-nama> (Zadnje pristupljeno: 23.03.2022.)
17. GIS Geography, 2022. (a), <https://gisgeography.com/rasterization-vectorization> (Zadnje pristupljeno: 23.03.2022.)
18. GIS Geigraphy, 2022. (b), <https://gisgeography.com/spatial-data-types-vector-raster/> (Zadnje pristupljeno: 23.03.2022.)
19. Heavy.AI, 2022., <https://www.omnisci.com/technical-glossary/geotiff> (Zadnje pristupljeno: 15.01.2022.)
20. ISRIC, World Soil Information, 2022., <https://isric.org/about/vision-mission> (Zadnje pristupljeno: 10.05.2022.)
21. Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, Zavod za zaštitu okoliša i prirode, 2022., <https://www.haop.hr/hr/tematska-podrucja/odrzivo-koristenje-prirodnih-dobara-i-ekoloska-mreza/ekoloska-mreza/natura-2000> (Zadnje pristupljeno: 24.02.2022.)
22. NASA Jet Propulsion Laboratory, 2022., <https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/missionoverview.html> (Zadnje pristupljeno: 10.02.2022.)
23. Open Geospatial Consortium, 2022., <https://www.ogc.org/> (Zadnje pristupljeno: 19.01.2022.)
24. Open Street Map, 2022., <https://www.openstreetmap.org/about> (Zadnje pristupljeno: 12.05.2022.)
25. Rametc.com, 2022., <https://hr.rametc.com/sto-je-3d-i-2d> (Zadnje pristupljeno: 20.01.2022.)
26. Science Direct, 2022., <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/triangulated-irregular-network> (Zadnje pristupljeno: 20.01.2022.)
27. U.S. Geological Survey, 2022., <https://www.usgs.gov/about/about-us/who-we-are> (Zadnje pristupljeno: 13.05.2022.)
28. Zeleni katastar grada Osijeka, 2022., <http://zelenikatastar.osijek.hr/zelenikatastar/Default.aspx> (Zadnje pristupljeno: 25.05.2022.)

## POPIS SLIKA

Slika 1. Prikaz načina korištenja GIS podataka u poljoprivredi (Izvor:

<https://smallfarms.cornell.edu/2017/04/use-of-gis/>, zadnje pristupljeno: 16.01.2022.)

Slika 2. Tematski slojevi (Izvor: Hazenauer A., 2017.: Primjena GIS-a u planiranju poljoprivredne proizvodnje u zaštićenim prostorima, Diplomski rad, Fakultet Agrobiotehničkih znanosti Osijek))

Slika 3. Vektorski prikaz dužine (Izvor: GIS Geography

<https://gisgeography.com/rasterization-vectorization>, zadnje pristupljeno: 20.01.2022.)

Slika 4. Rasterski prikaz prethodne dužine (Izvor: GIS Geography

<https://gisgeography.com/rasterization-vectorization>, zadnje pristupljeno: 20.01.2022.)

Slika 5. Vektorski prikaz zgrada (Izvor: GIS Geography

<https://gisgeography.com/rasterization-vectorization>, zadnje pristupljeno: 20.01.2022.)

Slika 6. Rasterski prikaz prethodnih zgrada (Izvor: GIS Geography

<https://gisgeography.com/rasterization-vectorization>, zadnje pristupljeno: 20.01.2022.)

Slika 7. Open Street Map prikaz svijeta (Izvor: Open Street Map

<https://www.openstreetmap.org/#map=2/46.3/30.1>, zadnje pristupljeno: 24.01.2022.)

Slika 8. Open Street Map prikaz grada Osijeka (Izvor: Open Street Map

<https://www.openstreetmap.org/#map=13/45.5531/18.6805>, zadnje pristupljeno: 24.01.2022.)

Slika 9. USGS Earth Explorer prikaz Hrvatske (Izvor: USGS <https://earthexplorer.usgs.gov/>, zadnje pristupljeno: 25.03.2022.))

Slika 10. Opseg fonda ISRIC WDS-Soils-a (Izvor: ISRIC World Soil Information

<https://www.isric.org/about/world-data-centre-soils-wdc-soils>, zadnje pristupljeno: 25.03.2022.))

Slika 11. Slika Zemljine površine snimljena Space Shuttle Endeavour-om (Izvor: NASA Jet Propulsion Laboratory <https://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA18813>, zadnje pristupljeno: 20.03.2022.))

Slika 12. Pojmovni opis programa „Kopernik“ (Izvor: Semantic Scholar

<https://www.semanticscholar.org/paper/The-Copernicus-Programme-and-its-Climate->



[Change-Thepaut-Dee/a369c85113faa64cae930edee877066b9bbbd9](https://Change-Thepaut-Dee/a369c85113faa64cae930edee877066b9bbbd9), zadnje pristupljeno: 21.02.2022.))

Slika 13. ARKOD preglednik DOF 5 grada Osijeka s označenim općinama i naseljima te okolnim poljoprivrednim česticama (Izvor: ARKOD Preglednik <http://preglednik.arkod.hr/ARKOD-Web/>, zadnje pristupljeno: 24.03.2022.))

Slika 14. Pregled izrađenih listova HOK-a u mjerilu 1:5 000 (Izvor: Državna geodetska uprava <https://dgu.gov.hr/proizvodi-i-usluge/sluzbene-drzavne-karte-i-ostale-karte/hrvatska-osnovna-karta-175/175>, zadnje pristupljeno: 23.03.2022.))

Slika 15. Prikaz svih šumskih tipova u Osječko-baranjskoj županiji u 2019. godini (Izvor: Copernicus Land Monitoring Service <https://lcviewer.vito.be/2019>, zadnje pristupljeno: 23.03.2022.))

Slika 16. Prikaz staništa u republici Hrvatskoj (zeleno i narančasto) s označenim područjima prema Direktivi o pticama (svijetlo plavo), kopnenim vodama (crna) te dojavljena područja o pronalasku periski (zeleno točke) (Izvor: Bioportal Natura 2000 <https://www.bioportal.hr/gis/>, zadnje pristupljeno: 25.03.2022.))

Slika 17. Prikaz katastarske čestice Fakulteta Agrobiotehničkih znanosti Osijek (Izvor: Katastar.hr <https://www.katastar.hr/#/>, zadnje pristupljeno: 28.03.2022.))

Slika 18. Prikaz Parka Kralja Petra Krešimira iz Zelenog katastra grada Osijeka (Izvor: Zeleni katastar grada Osijeka <http://zelenikatastar.osijek.hr/zelenikatastar/Default.aspx>, zadnje pristupljeno: 29.03.2022.))

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Formati vektorskih podataka (Izvor: Prikupljanje prostornih podataka u GIS-u [https://www.pmf.unizg.hr/download/repository/Geoinfo\\_13%5B1%5D.pdf](https://www.pmf.unizg.hr/download/repository/Geoinfo_13%5B1%5D.pdf), zadnje pristupljeno: 20.01.2022.)

Tablica 2. Formati rasterskih podataka (Izvor: Prikupljanje prostornih podataka u GIS-u [https://www.pmf.unizg.hr/download/repository/Geoinfo\\_13%5B1%5D.pdf](https://www.pmf.unizg.hr/download/repository/Geoinfo_13%5B1%5D.pdf), zadnje pristupljeno: 20.01.2022.)

Tablica 3. Broj stanovnika u mjestima Osječko-baranjske županije (Izvor: Državni zavod za statistiku, Popis stanovništva 2021, <https://dzs.gov.hr/u-fokusu/popis-2021/rezultati-1500/1500>, zadnje pristupljeno: 25.03.2023.)

Tablica 4. Evolucija CORINE Land Cover-a (Izvor Copernicus Land Monitoring Service <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>, zadnje pristupljeno: 25.03.2022.)

Tablica 5. Podatci o prostornim jedinicama na području Republike Hrvatske (Izvor: Registar prostornih jedinica Državne geodetske uprave na dan 03.04.2023. <https://dgu.gov.hr/registar-prostornih-jedinica-172/172>, zadnje pristupljeno: 09.04.2023.)

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Diplomski rad

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Sveučilišni diplomski studij Mehanizacija

### ELEMENTI PODATKOVNE ZNANOSTI U GEOINFORMACIJSKIM SUSTAVIMA

Magdalena Lukadinović

#### Sažetak:

U ovom radu obuhvaćeni su osnovni modeli podataka geoinformacijskih sustava. Navedeni su formati ispisa te istaknuti oni koji se najviše koriste. Cilj ovog rada je prikazati i pružiti mogućnosti koje geoinformacijski sustavi nude svima koji imaju planove vezane za prostor, radilo se to o budućim poslovima ili samo traženja informacija o već postojećem mjestu. Ovisno o vrsti posla moguće je prikazati objekt koji se želi izgraditi sa već postojećom okolinom što uvelike pomaže u vizualizaciji. Također ovisno o vrsti posla koji se planira koristiti će se program namijenjen baš toj vrsti posla. Programi nude širok spektar informacija. Moguće je naći informacije vezane uz reljef, zemljišta, tipove tla, biološkoj raznolikosti, katastarskim česticama, poljoprivrednim zemljištima itd.

Rad je izrađen pri: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Mentor: izv.prof.dr.sc. Ivan Plaščak

Broj stranica: 55

Broj slika: 18

Broj tablica: 5

Broj literaturnih navoda: 44

Broj priloga: 0

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: Geoinformacijski sustavi, formati ispisa, registar prostornih podataka

Datum obrane:

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. prof.dr.sc. Mladen Jurišić, predsjednik
2. izv.prof.dr.sc. Ivan Plaščak, mentor
3. Prof.dr.sc. Irena Rapčan, član

Rad je pohranjen u: Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilišta u Osijeku, Vladimira Preloga 1

BASIC DOCUMENTATION CARD

## ELEMENTS OF DATA SCIENCE IN GEOINFORMATIC SYSTEMS

Magdalena Lukadinović

### Abstract:

This paper covers the basic data models of geoinformation systems. The print formats are listed and the most used ones are highlighted. The goal of this paper is to show and provide the possibilities that geoinformation systems offer to everyone who has plans related to space, whether it was about future jobs or just looking for information about an already existing place. Depending on the type of work, it is possible to display the object that is to be built with the already existing environment, which greatly helps in visualization. Also, depending on the type of work that is planned, a program intended for that type of work will be used. The programs offer a wide range of information. It is possible to find information related to relief, lands, soil types, biological diversity, cadastral parcels, agricultural lands, etc.

Thesis performed at: Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Mentor: izv.prof.dr.sc. Ivan Plaščak

Number of pages: 55

Number of figures: 18

Number of tables: 5

Number of references: 44

Number of appendices: 0

Original in: Croatian

Key words: Geographic information system, print formats, spatial data registers

Thesis defended on date:

Reviewers:

1. 1 prof.dr.sc. Mladen Jurišić, predsjednik
2. izv.prof.dr.sc. Ivan Plaščak, mentor
3. Prof.dr.sc. Irena Rapčan, član

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1