

# Utjecaj elementarne nepogode na geoinformacijski sustav

---

**Suntešić, Rudolf**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Pula / Sveučilište Jurja Dobrile u Puli**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:137:913293>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-12**



*Repository / Repozitorij:*

[Digital Repository Juraj Dobrila University of Pula](#)



Sveučilište Jurja Dobrile u Puli  
Fakultet informatike

**RUDOLF SUNTEŠIĆ**

**UTJECAJ ELEMENTARNE NEPOGODE NA GEOINFORMACIJSKI SUSTAV**

Diplomski rad

Pula, lipanj, 2021.

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli  
Fakultet informatike

**RUDOLF SUNTEŠIĆ**

**UTJECAJ ELEMENTARNE NEPOGODE NA GEOINFORMACIJSKI SUSTAV**

Diplomski rad

**JMBAG:** 0068224438, redoviti student

**Studijski smjer:** Informatika

**Kolegij:** Geoinformacijski sustavi

**Znanstveno područje:** Društvene znanosti

**Znanstveno polje:** Informacijske i komunikacijske znanosti

**Znanstvena grana:** Informacijsko i programsko inženjerstvo

**Mentor:** izv. prof. dr. sc. Ivan Pogarčić

Pula, lipanj, 2021.



## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisan Rudolf Suntešić, kandidat za magistra informatike, ovime izjavljujem da je ovaj Diplomski rad rezultat isključivo mogega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima i da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da niti jedan dio diplomskog rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz kojega necitiranog rada, te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

Student

---

U Puli, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ godine



## IZJAVA O KORIŠTENJU AUTORSKOG DJELA

Ja, Rudolf Suntešić, dajem odobrenje Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj diplomski rad pod nazivom „Utjecaj elementarne nepogodne na geoinformacijski sustav“ koristi na način da gore navedeno autorsko djelo, kao cjeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli te kopira u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice (stavljanje na raspolaganje javnosti), sve u skladu s Zakonom o autorskom pravu i drugim srodnim pravima i dobrom akademskom praksom, a radi promicanja otvorenoga, slobodnoga pristupa znanstvenim informacijama. Za korištenje autorskog djela na gore navedeni način ne potražujem naknadu.

Potpis

---

U Puli, \_\_\_\_\_ (datum)

## Sažetak

Cilj je ovog diplomskog rada objasniti Geoinformacijski sustav, potres kao elementarnu nepogodu kao i utjecaj potresa na Geoinformacijski sustav. Tema je obrađena samostalno i stručno na temelju navedene literature, a projekt je napravljen pomoću QGIS programa. Najprije su obrađene osnove Geoinformacijskog sustava, kartografija i upotreba karata. Zatim slijedi obrada potresa, zakonske regulative prilikom obnove nakon potresa te prikaz raznih uređaja za mjerenje koji se koriste prilikom terenskih istraživanja. U posljednjem je poglavlju napravljen katastar urušnih vrtača u selu Mečenčani, obrada tih podataka te analiza najbližih stanovnika kojom smo utvrdili udaljenost urušnih vrtača od najbližih stambenih objekata.

**Ključne riječi:** Geoinformacijski sustav, katografija, potres, urušne vrtače, podatci.

The purpose of this Master's thesis is to explain the Geoinformation System, the earthquake as a natural disaster and the impact of earthquakes on the Geoinformation System. The topic was processed independently and professionally based on the cited literature, and the project was created using the QGIS program. First, the basics of the Geoinformation system and cartography and the use of maps are discussed. This is followed by earthquake processing, legal regulations during post-earthquake reconstruction and various measuring devices that can be used during field research. In the last chapter, a cadastre of collapsing sinkholes in the village of Mečenčani was made, the same data were processed, and an analysis of the nearest residents was made, which allowed the determination of the distance of collapsing sinkholes from the nearest residential buildings.

**Key words:** Geoinformation system, cartography, earthquake, collapse sinkholes, data.

# Sadržaj

Sadržaj.....	2
1. Uvod.....	1
2. Geoinformacijski sustav.....	2
2.1. Pojam i definicija Geoinformacijskog sustava.....	2
2.2. Segmenti GIS-a.....	4
2.3. Sastavnice GIS-a.....	5
2.3.1. Organizacija podataka.....	6
2.3.2. Ljudi.....	8
2.3.3. Podatci.....	11
2.3.3.1. Prostorni podatci.....	11
2.3.3.2. Strukture podataka.....	12
2.3.3.3. Modeli podataka.....	15
2.3.3.4. Obuhvat podataka.....	19
2.3.3.5. Analiza podataka.....	21
2.3.3.6. Digitalni model reljefa.....	22
2.3.4. Tehnička i programska podrška.....	24
2.3.4.1. Hardver.....	24
2.3.4.2. Softver.....	26
2.3.5. Uporaba GIS-a.....	27
3. Kartografija i GIS.....	28
3.1. Geografske karte.....	29
3.1.1. Topografske karte.....	30
3.1.2. Tematske karte.....	31
3.2. Mjerilo kartografskog prikaza.....	32
3.3. Točke geodetske osnove.....	34
3.4. Koordinatni sustav.....	35
3.5. Kartografske projekcije.....	36
3.6. Geodetska mjerenja.....	38
4. Elementarna nepogoda.....	39
4.1. Elementarna nepogoda potres.....	39
4.2. Zakonska regulativa Elementarne nepogodne u Republici Hrvatskoj.....	40
4.3. Utjecaj potresa na Fukushimu.....	43
5. Uređaji za mjerenje.....	44
5.1. GPS prijamnik.....	44
5.2. Totalna stanica.....	45
5.3. Sateliti.....	46
5.4. Digitalna fotogrametrijska kamera.....	48
5.5. Digitalni fotoaparati.....	49
6. QGIS i katastar urušnih vrtača.....	50

<b>6.1. QGIS</b> .....	50
<b>6.2. Katastar urušnih vrtača u selu Mečenčani</b> .....	55
<b>6.2.1. Prikupljanje podataka</b> .....	55
<b>6.2.2. Obrada podataka</b> .....	60
<b>6.2.3. Analiza najbližih susjeda</b> .....	67
<b>7. Zaključak</b> .....	76
<b>Popis slika</b> .....	77
<b>Popis tablica</b> .....	78
<b>Popis literature</b> .....	78
<b>Web-izvori</b> .....	80



# 1. Uvod

Tema ovog rada je „Utjecaj elementarne nepogode na Geoinformacijski sustav“. Kako je moju županiju dana 29. 12. 2020. pogodio katastrofalan potres jačine 6.2 po Richterovoj ljestvici, štete u samoj županiji su ogromne. Katastrofa je nažalost uzela sedam ljudskih života, a materijalna šteta procjenjuje se u milijunima kuna.

U ovom radu želim istaknuti kako je sama elementarne nepogoda utjecala na mnoge sfere života pa tako i na sam Geoinformacijski sustav. Da bi istražili utjecaj nepogode na Geoinformacijski sustav treba objasniti isti.

Struktura rada je podijeljena na sedam dijelova. Na početku rada navest će se definicije Geoinformacijskog sustava prema različitim autorima. Navest će se svi elementi te sastavnice samog sustava kako bi se razumio rad istog. U drugom dijelu pristupit će se pojašnjavanju kartografije kao znanosti te same poveznice kartografije i Geoinformacijskog sustava. Obradit će se sama elementarna nepogoda - potres - uzročnik utjecaja te zakonska regulativa kojom je isti reguliran. Nakon toga slijedi pojašnjavanje rada samih uređaja za mjerenje čestica. Na kraju će se objasniti princip rada aplikacije QGIS u kojoj je napravljen katastar urušnih vrtača u selu Mečenčani. Sam kraj rada obuhvaća zaključak o cjelokupnoj temi.

## 2. Geoinformacijski sustav

### 2.1. Pojam i definicija Geoinformacijskog sustava

Prije same obrade teme potrebno je proći kroz povijest Geoinformacijskih sustava, upoznati se s različitim nazivima za isti te u konačnici saznati što je zapravo GIS. Do dvadesetog stoljeća prostorni podatci vezani su za geografske karte koje su bile otisnute na papiru. Kartografski stručnjaci izrađivali su te karte, ali sam proces izrade te analiza istih je bila otežana, te je iziskivala mnogo utrošenog vremena. Kako dolazi do naglog razvoja računalne tehnologije tijekom druge polovice dvadesetog stoljeća, ljudi dolaze u mogućnost pohraniti te analizirati velike količine podataka. Pohranom prostornih podataka i njihovom analizom počinje razvoj Geoinformacijskih sustava (Pahernik, 2006, str. 12).

Smatra se da je prvi geografsko-informacijski sustav nastao u Kanadi 1966. godine. Tada je kanadsko ministarstvo poljoprivrede željelo ubrzati razvoj poljoprivrednih farmi tako da provedu inventarizaciju<sup>1</sup> zemljišta cijele Kanade. Prihvaćen je prijedlog engleskog geografa Rogera F. Tomilsona kojeg možemo nazvati i „ocem GIS-a“. Njegov prijedlog inventarizacije zemljišta bio je da se sve obavi računalno poduprtim metodama. Prijedlog, a i kasnije projekt, okupio je velik broj stručnjaka koji su uspjeli napraviti sustav koji je postao operativan 1971. godine. Danas je taj sustav jako rasprostranjen sadržavajući 10 000 karata s više od 100 različitih tema u digitalnom obliku (Pahernik, 2006, str. 12).

Kroz povijest različiti autori nazivaju GIS različitim imenima. U nastavku će biti navedena neka od njih te pojašnjena ona koje će se susretati u daljnjem tekstu (Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 3).

- Clarke spominje nazive: „Geo-baze informacijskih sustava“, „Informacijski sustav prirodnih resursa“, „Sustav geo-podataka“, „Prostorni informacijski sustav“ (1986., prema Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 3).

---

<sup>1</sup> Inventarizacija je sastavljanje popisa imovine (stvarnih vrijednosti) i upisivanje u inventar.

- Burrough ga naziva „Zemljišni informacijski sustav“ (1986., prema Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 3).
- Za Whitea je to „Geografski sustav podataka“ (1984., prema Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 3).
- H. Parker govori o: „GIS-u“ (1987., prema Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 3).
- Međunarodna federacija geometara (FIG) spominje naziv „Zemljišni informacijski sustav,“ (1981., prema Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 3).
- Pahernik ga zove „Geografsko-informacijski sustav“ (Pahernik, 2006, str. 12).
- Profesori s geodetskog fakulteta nazivaju ga „Geoinformacijski sustav“ (Tutić, Vučetić, Lapaine, 2002, str. 4).

Kao što je maloprije navedeno da za GIS ima puno različitih imena, tako se nalazi i velik broj definicija te autora koji se bave proučavanjem istog. Potpune i precizne definicije nema, a u nastavku će se navesti neke jod njih.

- Izvještaj „Handling Geographics Information“ govori da je GIS: „Sustav za prikupljanje, spremanje, provjeru, integraciju, upravljanje, analiziranje i prikaz podataka koji su prostorno povezani sa Zemljom. U taj sustav obično je uključena baza prostornih podataka i odgovarajući programi.“ (1987., prema Tutić, Vučetić, Lapaine, 2002, str. 4).
- Pahernik objašnjava kako je: „Geografsko-informacijski sustav, skraćeno GIS (eng. Geographical Information System) u najužemu smislu računalni alat za kreiranje i analiziranje geografskih objekata, odnosno pojava i događaja u prostoru.“ (Pahernik, 2006, str. 12).
- „Geografski informacijski sustav GIS (eng. Geographical Information System) je tehnologija kojom se prikupljaju prostorni i drugi podatci, te omogućava na brz i efikasan način analizu podataka, njihovo manipuliranje i pohranjivanje, s ciljem da se kreiraju nove informacije i izlazni proizvodi prvenstveno u grafičkom obliku.“ (Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 3).

- „Zemljišni informacijski sustav je instrument za geoznanstvene radove, odnosno instrument za donošenje odluka u upravi i privredi te pomoćno sredstvo za geotehnička istraživanja i razvoj.“ (1981., prema Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 4).

Upravo iz ovih definicija može se zaključiti da je GIS tehnologija pomoću koje se mogu prikupljati prostorni podatci sa Zemljine površine te manipulirati istima. Nakon prikupljanja, podatci se mogu skladištiti putem različitih baza podataka a zatim se ti isti podatci mogu predstaviti kroz razna statistička izvješća.

GIS i ZIS imaju određene razlike u definicijama pa tako je npr. u GIS-u struktura podataka mnogo složenija nego u ZIS-u, u kojem se prvenstveno radi o geodeziji i prostornom planiranju. Ali uz te određene razlike nalaze se i sličnosti, kao što su metode obrade podataka. U daljnjem dijelu rada koristit će se nazivi i GIS kao i GIZIS – Geografski i zemljišni informacijski sustavi (Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 3).

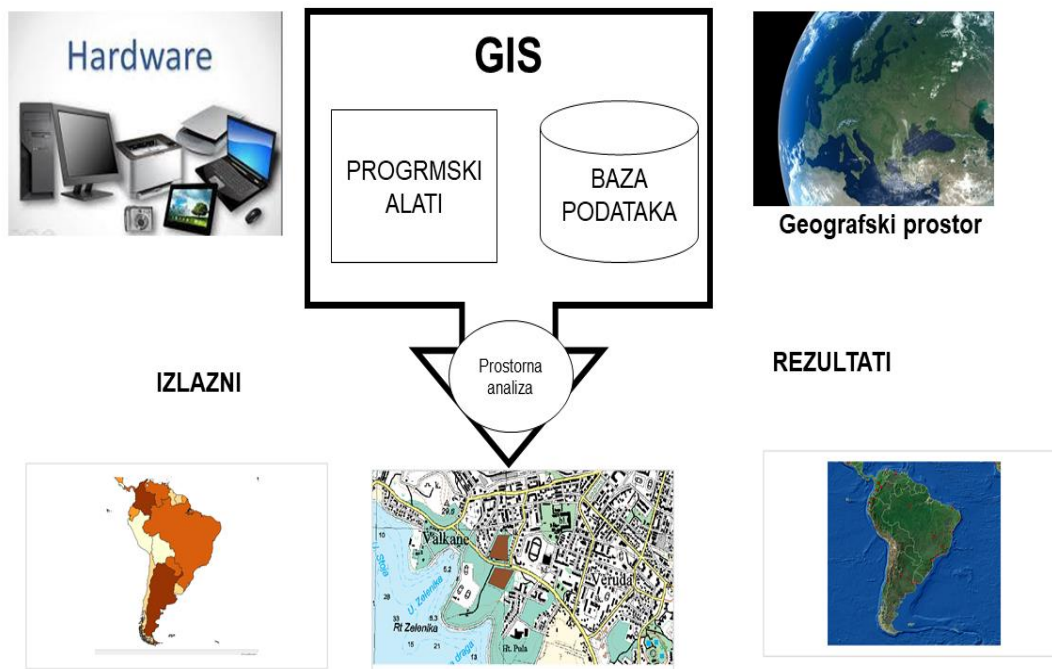
## 2.2. Segmenti GIS-a

Kod većine ljudi riječ Geoinformacijski sustavi stvara predodžbu neke geografske karte, satelita te neke baze podatka, što u neku ruku je i točno, ali ovdje ćemo objasniti segmente pojma u cijelosti. Za pravilno funkcioniranje GIS-a potreban je geografski prostor iz kojeg se uzimaju podatci. Te se podatke smatra objektima koji su locirani u vremenu i prostoru, a definirani su koordinatama te pridruženim atributima. Da bi se uopće moglo doći do tih objekata, potrebno je napraviti izmjeru geografskog prostora. Izmjeru se može napraviti iz neposredne blizine, iz zraka metodom aerofotogrametrijskom<sup>2</sup> snimkom ili satelitskom snimkom. Ako se želi dobiti što točnije analize geografskog prostora, potrebno je što više prostornih podataka, a da bi ih se moglo sakupiti treba ih imati gdje skladištiti. Za to je potrebna baza podataka. Sljedeći segment je hardver odnosno računala te razni periferni uređaji na kojima sam GIS i radi. Nakon hardvera slijede softveri ili programske potpore koje

---

<sup>2</sup> Aerofotogrametrijski snimci nastaju kao rezultat snimanja iz zraka kamerama posebno konstruiranim za tu namjenu.

čine operativni sustav te programski paketi koji su namijenjeni GIS-u te pomoću njih se i dobiva tražena analiza. Kada svaki od ovih segmenata postane operativan i bude u funkciji, na kraju čini ono željeno; izlazne rezultate, odnosno prostornu analizu. Sama analiza se predočuje u obliku raznih grafikona ili tematskih karata (Pahernik, 2006, str. 27).



**Slika 1. Proces GIS-a**

(Pahernik, 2006, str. 12)

### 2.3. Sastavnice GIS-a

Odrednice, odnosno sastavnice GIS-a čine ljudi, podatci te tehnička i programska potpora. Svaka od sastavnica sadrži određene specifičnosti i objašnjenja koja će biti navedena u nastavku. Prije same obrade sastavnica GIS-a, potrebno se upoznati s organizacijom podataka u GIS-u. Time se stječe uvid u razne definicije koje se koriste u samom Geoinformacijskom sustavu te značenje istih.

### 2.3.1. Organizacija podataka

Za bolje razumijevanje same baze podataka te u konačnici i samog GIS-a, treba se upoznati s osnovnim definicijama organizacije podataka. U nastavku se koriste Palmerove definicije za organizaciju podataka (prema Palmer, 1973).

- Palmer objašnjava kako je entitet (engl. Entity) „pojam, osoba, objekt, pojava ili sl. od trajnog interesa, koji se u nekom informacijskom sustavu želi promatrati. Entitet je definiran svojim tipom i imenom, a unutar tipa postoji više pojava istog tipa. U GIZIS-u su tipovi entiteta: vodotoci, prometnice, naselja, šume i dr., a tipovi pojava su npr.; Sava, Drava, Dunav itd.“ (prema Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 32).
- Za attribute (engl. Attribute) govori kako su to „svojstva koja želimo znati o entitetima. To su npr. u slučaju rijeka: naziv rijeke, duljina, širina, protok vode i sl.“ (prema Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 32).
- Palmer govori kako su podatci (engl. Data) „konkretne vrijednosti entiteta i atributa, a mogu biti numerički, alfabetski ili alfanumerički, i sastavljeni od jednog ili više znakova. Znakovi (engl. Character) realiziraju se u računalu odgovarajućim kodom. Danas je pretežno u upotrebi 7-bitni ASCII kod.“ (prema Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 33).
- „Slog (engl. Record) je osnovni fizički ili logički skup podataka, koji odgovara entitetu i njegovim atributima, a predstavlja jednu cjelinu u elektroničkoj obradi podataka. Slogovi čine datoteke ili su sastavni dio baza podataka.“ (prema Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 33).
- Za Palmera „entitet se u slogu obično obilježava pomoću jednoznačne identifikacijske šifre koja predstavlja identifikator (engl. Identifier). To je ujedno ključ (engl. Key) za pristup željenom slogu podataka.“ (prema Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 33).
- „Datoteka (engl. File) je skup svih slogova iste vrste. One se danas u GIZIS-u koriste za fizički prijenos veće količine podataka s jednog računala na drugo, pri čemu su se često kao medij koristile diskete ili magnetske vrpce“ (prema Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 33). Kako je tehnologija napredovala u današnje vrijeme, diskete i magnetske vrpce su izbačene iz uporabe zbog

malog kapaciteta istih. U novije vrijeme susrećemo medije poput USB stikova, CD-a, DVD-a, prijenosnih hard diskova i drugih.

Kada se povežu svi navedeni elementi u jednu cjelinu, dobiva se baza podataka (engl. Database ili skraćeno DB). Bazu podatka se promatra kao organizirani skup podataka ili kolekciju istih, koju koriste razne aplikacije za obradu, ali i sami korisnici za unos i analizu podataka (Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 33).

Struktura samih podataka se može podijeliti na:

- „Jednostavnu strukturu (engl. Simple structure) kod koje su svi slogovi neovisni i jednakog značenja“ (Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 33).
- „Hijerarhijsku (engl. Hierarchical structure) u kojoj postoje nadređeni slogovi (engl. Owner, Master ili Parent record) i podređeni slogovi (engl. Member, Detail ili Child record)“ (Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 33).
- „Mrežnu (engl. Net structure) u kojoj, pored hijerarhijske, postoje i druge složenije veze između slogova“ (Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 33).

Kako su se razvijale prethodno navedene strukture podataka, nastala je potreba za razvijanjem različitih baza podataka od kojih je svaka imala odgovarajuću programsku podršku (Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 33).

Baze podataka se mogu podijeliti na:

- „Hijerarhijske baze podataka, koje je svojevremeno najviše podržavala najveća informatička firma IBM“ (Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 34).
- „Mrežne baze podataka, koje je 70-tih godina 20. stoljeća preporučila svjetska organizacija CODASYL (Conference On Data Systems Language) i njezin odjel za baze podataka DBTG (Database Task Group) pod nazivom DBMS (Data Base Management System) na čijim je preporukama izrađeno više programskih podrški različitih firmi“ (Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 34).
- „Relacijske baze podataka, čiji je pristup u velikoj mjeri razvijen u IBM-ovom laboratoriju u San Joseu u Kaliforniji, gdje je prve i najznačajnije radove o tom novom pristupu dao E.F. Codd na početku 70-tih godina (Palmer, 1973), a definirane su pod nazivom RDBMS (Relational Database Management System)“ (Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 34).

U današnje vrijeme većina GIS programa koristi relacijske baze podataka. Relacijske baze podatka (engl. Relational Database) u pravilu su baze podataka unutar kojih su podatci povezani relacijama, odnosno vezama. Baziraju se na matematičkom pristupu organizacije podatka te se podatci ne ponavljaju. Unutar relacijske baze nalazimo relacije - tablice (engl. Table) te svaka od tih tablica sadržava redove (slogove). Nad tim tablicama možemo izvoditi tri operacije koje će biti objašnjene u nastavku (Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 34).

- „Selekcija (engl. Selection), kojom se izdvajaju redci koji u jednoj ili više kolona imaju određenu, zadanu vrijednost (Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 34).
- „Izdvajanje (engl. Projection), kojom se izdvajaju određene kolone“ (Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 34).
- „Spajanje (engl. Join), kod koje se iz dviju tablica selekcioniraju redci, koji u zajedničkoj koloni imaju istu vrijednost“ (Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 34).

Zbog blizine ljudskoj percepciji, a i samoj prirodi veza, model podataka na bazi entiteta (engl. Entity Relationship Model – ERM) sve je poželjniji za korištenje. U okvirima programske podrške koja je ključna za analizu unutar samog GIS-a, neizostavan je model baze podataka na bazi odnosa entiteta. Jedan entitet može zamijeniti niz točaka koje imaju zadane koordinate, što uvelike poboljšava organizaciju prostornih podataka, koju treba trenirati pomoću posebno razvijenih programskih paketa (Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 36).

### **2.3.2. Ljudi**

Kamen temeljac većine sustava, pa tako i GIS-a, su ljudi. Da bi GIS normalno funkcionirao potrebni su ljudi koji rukuju sustavom i unaprjeđuju ga te krajnji korisnici koji koriste plasirani proizvod. Položaj djelatnika u hijerarhiji GIS-a je različit, pošto svaka funkcija ima određene zadatke i obaveze da bi cijeli sustav funkcionirao. Ako bi jedna funkcija, odnosno osoba na toj funkciji, zakazala, cijeli



sustav bi se našao u problemu, zato je od ključne važnosti da je svaki djelatnik GIS-a u koordinaciji s onim drugim kako se pogreške uopće ne bi, ili u što manjem obimu, događale. U nastavku će biti navedene funkcije unutar GIS-a te njihova objašnjenja s pripadajućim zadacima (Pahernik, 2006, str. 70).

Svaki projekt u GIS-u mora biti vođen strukturiranim putem te biti pomno nadziran u svrhu ispunjenja svih zadaća. Ovisno da li je riječ o malom projektu, tu dužnost izvršava jedna osoba, a ako je riječ o velikom projektu ipak je potrebno više članova projektne skupine za izvršavanje navedene zadaće. Osoba koja vrši dužnost organizacijskog vođenja projekta te paralelno obavlja tehničko-operativne zadaće naziva se voditelj projekta GIS-a. Voditelj projekta GIS-a je obično osoba s velikim znanjem primjene GIS-a te mogućnostima istog. Voditelj mora znati raspolagati proračunom projekta u svrhu zapošljavanja stručnih kadrova kako bi razvoj GIS projekta tekao neometano. Kao osoba koja je na vrhu hijerarhije projekta, ona kontinuirano upravlja projektom GIS-a. Uz to se veže praćenje razvoja baze podataka te pripadajuće aplikacije kao i izravno nadziranje rada niže zaposlenih djelatnika na projektu (Pahernik, 2006, str. 70).

Uz voditelja projekta, svaki projekt mora imati i sistemskog administratora. Sistemski administrator je osoba sa znanjem te iskustvom u instalaciji i održavanju: računalnih sustava, programskih paketa, računalne mreže te cijelog hardvera. Poznavanje primjena GIS-a te računalnih resursa GIS-a samo su neke od njegovih odgovornosti kako bi sustav pravilno funkcionirao (Pahernik, 2006, str. 70).

Kako je u GIS sustavu neizostavan dio baza podataka, nužno je imati i upravitelja baza podataka. Upravitelj baza podataka upravlja prostornim i tabličnim bazama podataka unutar samog GIS-a. Njegova uloga je nadzor unosa podataka te njihovo održavanje.

Kako bi znao upravljati bazom, ključno je poznavanje tehnika i procesa kreiranja te održavanja prostornih podataka i relacija baza podataka. U opisu posla mu je suradnja s krajnjim korisnicima kako bi utvrdio točnost podatka u bazi te njihovu kvalitetu. Neizostavni je faktor prilikom logičkog dizajna baze podataka, kao i postupcima za unos te ažuriranje podataka (Pahernik, 2006, str. 70).

Svaki sustav pa tako i GIS ima nekoga kome je namijenjen, a to su krajnji korisnici. Svakom sustavu je potrebna osoba koja komunicira s korisnicima te na temelju njihovih zahtjeva prilagođava sam projekt. Ovu funkciju nazivamo Analitičar GIS-a. On pomaže korisnicima u definiranju aplikacija sustava te identificiranju istih.

Analitičar prati napredak implementacije sustava kao i sam razvoj aplikacije. Prethodno navedene zadaće nije nimalo jednostavno niti lako izvoditi, da bi se to uspjelo potrebna su određena znanja. Analitičar mora dobro poznavati operativni sustav, bazu podataka, programske pakete u kojima se projekt radi te načela razvoja aplikacija. On je spona između drugih djelatnika na izradi projekta i krajnjih korisnika, te mu je u cilju korisnikove želje pretočiti u projekt na način da isti bude funkcionalan, ali i po želji korisnika (Pahernik, 2006, str. 71).

Nakon što krajnji korisnik iznese svoje želje, a analitičar ih prilagodi, netko treba te želje pretvoriti u stvarnost. To je zadaća programera aplikacija. Njegov zadatak je razvoj GIS aplikacije te njeno pravilno dokumentiranje; ako dođe do kakve pogreške, istu što brže otkloniti. Aplikacija je zasnovana na dizajnu kojeg je razvio analitičar, a programiranje se najčešće vrši u danas standardnim razvojnim okruženjima kao što su C++, Visual Basic i drugi. Programi, odnosno aplikacije koje razvija, specijalizirani su za ispunjavanje korisničkih potreba te nakon završetka izrade aplikacije, programer ima još zadaću održavati aplikaciju u narednom periodu kako bi ista funkcionirala besprijekorno (Pahernik, 2006, str. 71).

Ako se želi analizom prostornih podataka pokazati ispravne rezultate, grafikone, karte, treba obratiti pozornost na unos ispravnih podataka. Time se bavi specijalist za unos podataka. Njegove su zadaće unos prostornih i tabličnih podataka te provjera ispravnosti istih. Takva zadaća zahtjeva iskustvo prilikom upravljanja GIS-ovim alatima, kao i u samom procesu digitalizacije (Pahernik, 2006, str. 71).

Na kraju se dolazi do onih koji će koristiti izlazne informacije, odnosno rezultate projekta, a to su krajnji korisnici. Korisnici moraju imati neko temeljno znanje o mogućnostima GIS-a kako bi im rezultati projekta stvarno pomogli u obavljanju svakodnevnih zadataka. Njihova zadaća je definiranje izgleda, funkcionalnost aplikacije te koordinacija s drugim korisnicima u svrhu prikupljanja što više informacija o samoj aplikaciji kako bi ona imala što veću učinkovitost. Budući da je njima prvenstveno namijenjena aplikacija, cilj je da oni budu što napredniji u korištenju GIS aplikacije kako bi im ona mogla što učinkovitije poslužiti u obavljanju korisničkog rada (Pahernik, 2006, str. 71).

### 2.3.3. Podatci

#### 2.3.3.1. Prostorni podatci

Geografski podatci se mogu gledati kao pojava koja je povezana s položajem u odnosu na Zemljinu površinu. Može se reći da se prostornim podacima definira geometrija objekta i topološka struktura, koje egzaktno određuju oblik, položaj pa i veličinu modela objekta u prostoru (Pahernik, 2006, str. 72).

Geografski ili prostorni podatci odnose se na entitete koji su u koordinatnom sustavu definirani u prostoru. Svaki od prostornih entiteta pojavljuje se u različitim oblicima ovisno što isti predstavlja. Ako se želi da entitet bude što točnije prikazan, mora ga se bolje definirati, ali i pripaziti u kojem mjerilu je karta na kojoj se želi prikazati. Prethodno navedeni prostorni objekti ili entiteti mogu se pojavljivati u tri osnova oblika, a to su:

- točka (engl. Point),
- linija (engl. Arc, Line),
- poligon (engl. Polygon) (1978., prema Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 36).

Entiteti koji su jako mali ili nemaju dimenzije prikazuju se točkom. U geodeziji točke kojima je obavljeno mjerenje nemaju dimenzije zbog svoje male veličine, pa se njih prikazuje kao topografske znakove koji označuju stupove, tornjeve, bunare, šahtove itd. 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 (Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 36).

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 (Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 37).

Nakon prethodno definirana dva osnova entiteta, ostaje još treći, a to je poligon. 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 (Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 37).

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 plohama. 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. Plohama su prikazana podmorja, dna raznih jezera pa i reljefi terena, dok prostorni entiteti koji su omeđeni plohama prikazuju rudna nalazišta, kao i akumulacijska jezera (Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 37).

### **2.3.3.2. Strukture podataka**

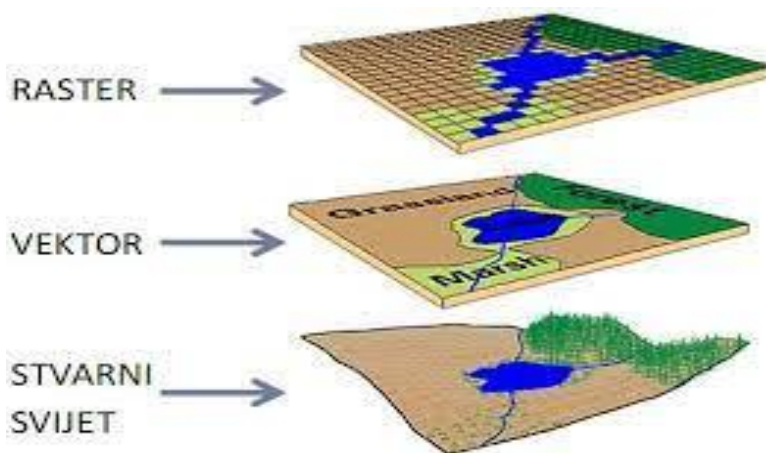
Ako se analiziraju podatci po njihovim svojstvima te s položaja s obzirom na unutarnju strukturu, mogu se podijeliti na dvije temeljne strukture podataka. Temeljne strukture, odnosno modeli, su rasterski i vektorski model. Uz njih se još koriste i opisni podatci koji služe za dodatno opisivanje istih (Pahernik, 2006, str. 73). 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, str. 73).

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, Oluić, Tomanić, 1992, str. 37).

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“, bez dat.).

Druga temeljna struktura, odnosno model, je rasterski model podataka. U Rasterskom modelu podataka osnovni geometrijski element se naziva piksel (engl. Pixel), dok cijenu površinu promatranja prekrivaju mreža točkica (engl. Dot). 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. Tako je svaki piksel zapravo jedan prostorni objekt koji se unosi u bazu podataka, što zahtijeva mnogo memorijskog prostora te samim time ograničava operacije s istima. Rasterski prikaz omogućava razliku svojstva pojedinog piksela, ali ne i točke, crte i površine, odnosno logičku vezu između slikovnih elemenata. Ako se želi da rasterski prikaz bude kvalitetan, trebao bi svaki prikaz sadržavati milijune piksela kako bi isti prepoznali određen broj boja, s time na umu toj datoteci automatski se veličina povećava na nekoliko megabajta, što dodatno komplicira operacije nad istima. Rasterski model se najčešće dobiva kao rezultat satelitskih, zrakoplovnih snimaka, odnosno kao ishod daljinskih detekcija ili kao rezultat skeniranja karata. Kako postoje razni formati zapisa rasterske slike, mogu se navesti oni koji se najviše upotrebljavaju, a to su : JPEG, GIF, TIFF i BMP (Pahernik, 2006, str. 77).



**Slika 2. Prikaz rastera, vektora i stvarnog svijeta**

(„slidetodoc.com“, bez dat.)

Nakon definiranja temeljnih modela uz same objekte, postoje i dodatna opisivanja. Ta pojašnjenja su opisni podatci, koji dodatno opisuju i tumače iste.

Za pojedine elemente na karti, kao što su: vodotok, prometnice, vrsta mulja, nalaze se i tumačenja kako bi se lakše saznalo od čega se elementi sastoje. Primjerice, za vodotok se može pronaći podatke o dubini korita, veličini protoka, dok se za prometnice susreće s podacima kao što su širina kolnika, dopuštena brzina vožnje, maksimalni i minimalni protok i druge. Radi lakše preglednosti opisnih podataka, isti su smješteni u tablice, ali i sama organizacija podataka je najčešće relacijska, što uvelike pomaže smještanju podataka u tablice. Svaki od opisnih podataka sadrži klasifikacijsku šifru koja detaljnije definira tip objekta, kao što je npr. kategorizacija prometnice. Primjer te klasifikacijske šifre u prethodno navedenom slučaju bila bi državne, županijske ili lokalne ceste, te bi svaka od njih, naravno, sadržavala različite oznake. Osim što podatci dodatno opisuju same objekte, oni su zapravo činjenice o mjestu, skupu mjesta ili entiteta na Zemljinoj površini. Da bi se uopće prikupilo opisne podatke, treba provesti različita mjerenja s pravovaljanim instrumentima, odnosno ona moraju biti interpretacija različitih stručnjaka s tog polja ili jednostavno moraju biti slijed povijesnih ili političkih događaja (Pahernik, 2006, str. 78).

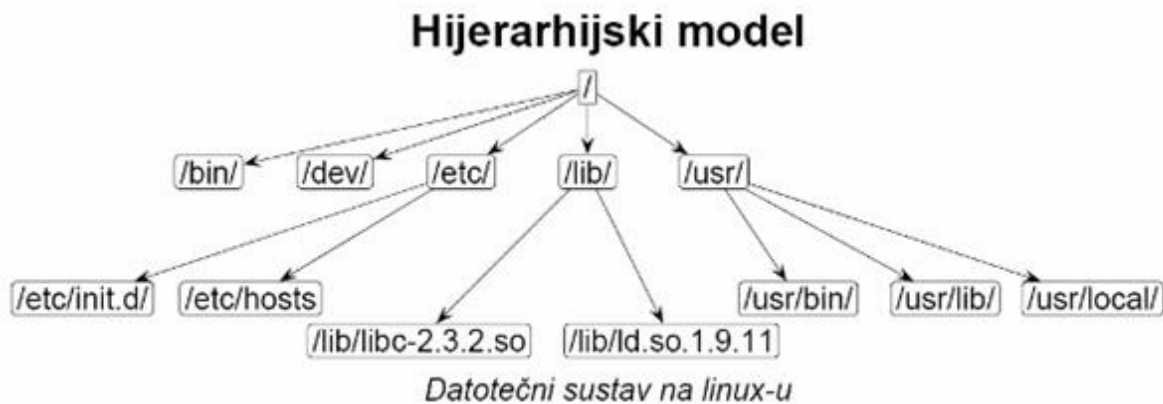
### 2.3.3.3. Modeli podataka

Da bi podatci bili pravilno organizirani, oni moraju biti pohranjeni u bazu podataka. Taj proces pohrane naziva se model podataka. Model podataka je formalni sustav koji je osnova za bilo kakvo razvijanje upravljanja baze podataka. Svaki sustav, pa tako i ovaj, mora imati određena pravila, odnosno koncepte koji ga definiraju. Model podataka sastoji se od: skupa općih pravila integriteta podataka, skupa operacija koje možemo izvoditi nad objektima i skupa objekata koji su osnovni elementi baze podataka. Dakle, može se reći da model podataka definira postupak opisa, manipulacije podataka te postavljanja upita na iste. Postoji programski sustav koji sadrži sve te navedene funkcije, a služi i za upravljanje bazom podataka, a to je DBMS (engl. Database Management System). Model služi za opisivanje strukture podataka informacijskog sustava koja se implementira u odgovarajuću bazu podataka. Geografski prostor, kako je prethodno navedeno, sastoji se od objekata koji se nazivaju entiteti. Neki entiteti imaju takva svojstva da vrijednost njihovih atributa jednoznačno određuju traženi entitet, što označuje da ne postoje takva dva entiteta s istim vrijednostima atributa. Takvi se atributi nazivaju primarni ključevi ili identifikatori. Primjeri takvih ključeva nerijetko se nalaze u relacijskim bazama podataka (Pahernik, 2006, str. 80).

Proučavajući prošlost, sadašnjost, a time i budućnost, dolazi se do zaključka da se vrste modela kroz povijest mijenjaju, tako da su se neki modeli upotrebljavali, neki se koriste sada, a neki će se tek koristiti kada tehnologija dosegne traženu razinu. Povijesni modeli su: hijerarhijski i mrežni model, model koji se trenutno rabi je relacijski model, a taj model koji će se vrlo vjerojatno koristiti u budućnosti je prostorno objektno orijentirani model (Pahernik, 2006, str. 81).

Prvi povijesni model koji se pojavio bio je hijerarhijski model podataka. On datira još iz kraja šezdesetih godina prošlog stoljeća. Model se bazira na slogovima čiji skup predstavlja stablo, a svaki od slogova se sastoji od polja. Uređeni skupovi stabla predstavljaju bazu podataka, a samo stablo se sastoji do jednog osnovnog sloga, i jednog ili više slogova podstabla. Gledajući vezu između slogova, može se reći da imaju odnos kao „roditelj“ i „dijete“. Jedan slog „dijete“ može imati samo jedan slog „roditelj“ dok jedan slog „roditelj“ može imati jednog ili više slogova „dijete“. Iz

prikazanog je vidljivo da je odnos „roditelj i dijete“ hijerarhijski postavljen pa je od tuda i samom modelu podataka ime (Pahernik, 2006, str. 82).



**Slika 3. Hijerarhijski model podataka**

*(„maturski.org“, bez dat.)*

Pred kraj šezdesetih godina prošlog stoljeća, ali koji godinu kasnije od hijerarhijskog modela, razvijen je mrežni model podataka. On je u biti proširenje hijerarhijskog modela. Strukturu čine, kako u hijerarhijskom, pa tako i u mrežnom modelu slogovi, ali razlika je u tome što za razliku od hijerarhijskog modela podataka u mrežnom modelu slog „dijete“ može imati više slogova „roditelja“, što u hijerarhijskom modelu nije bio slučaj. Nakon takvog proširenja, može se primijetiti da slogovi čine mrežu, pa odatle modelu i ime mrežni model podataka. U mrežnom modelu se ne govori više da je odnos između slogova „dijete“ i „roditelj“ nego sada definiramo odnos kao „vlasnik“ i „član“. Mrežni model je u svakom pogledu razvijeniji, pa time i napredniji od hijerarhijskog modela podataka, ali sadrži iste mane koje je imao i hijerarhijski model. Mana je to da se svako pretraživanje vodi točno unaprijed definiranim putem te da sami odnosi između objekata moraju biti unaprijed definirani (Pahernik, 2006, str. 82).



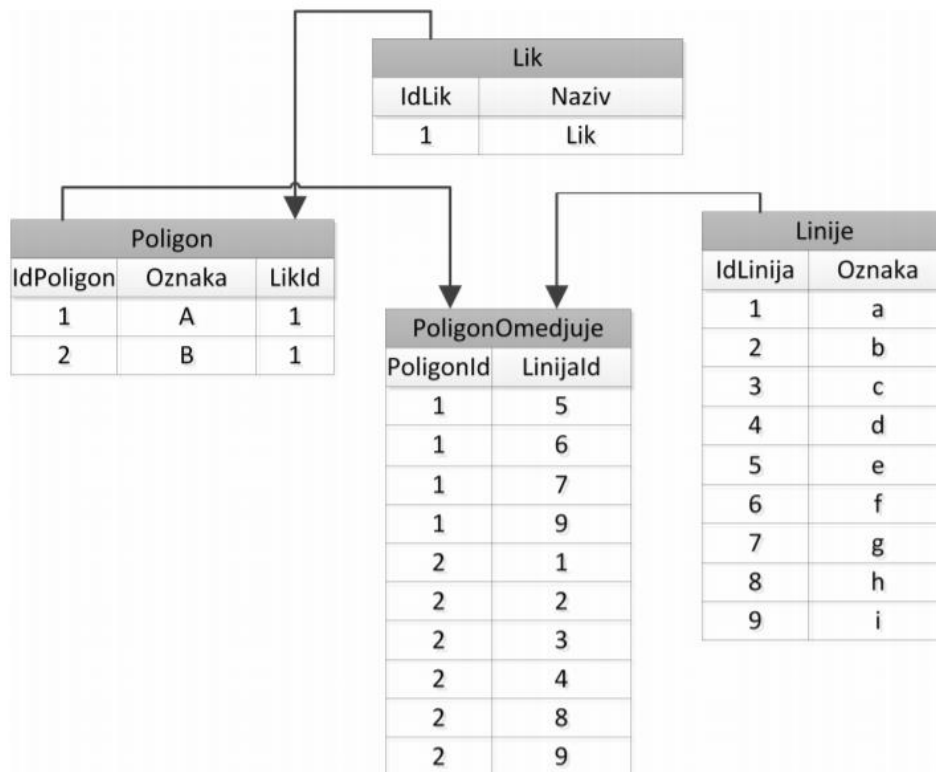
## Mrežni model



**Slika 4. Mrežni model podataka**

(„maturski.org“, bez dat.)

Matematičar E. F. Codd prvi je iznio načela i strukturu relacijskog modela podataka početkom sedamdesetih godina prošlog stoljeća. Trenutno se taj model smatra najraširenijim modelom podataka koji je tijekom godina napredovao i razvijao se. Cijeli model utjelovljuje matematičku teoriju relacijski algebre te mu je osnova prikaz podataka kroz relacije odnosno tablice. Relacije u aplikacijama predstavljaju tablice unutar kojih su stupci atributi, odnosno njihove vrijednosti, dok su slogovi, odnosno redci, informacije o objektu relacije. Kao i svaki model podataka, i ovaj se bavi definicijom, integritetom te manipulacijom podataka. Da bi se uspjelo manipulirati podacima u relacijskim bazama podataka, mora se upotrebljavati SQL. SQL (engl. Structured Query Language – strukturni jezik za pretraživanje) je najbitniji dio relacijske tehnologije, ne smatra se samostalnim jezikom, već dijelom sustava za upravljanje bazom podataka ili DMBS. Korist od samog SQL-a je jednostavniji unos podataka, brisanje istih, mijenjanje prethodno unesenih podataka te samo pretraživanje podataka unutar raznih baza podataka. Prilikom izvršavanja svakih od ovih radnja, korisnik može komunicirati s bazom podataka te unositi naredbe za izvršavanje istih (Pahernik, 2006, str. 83).

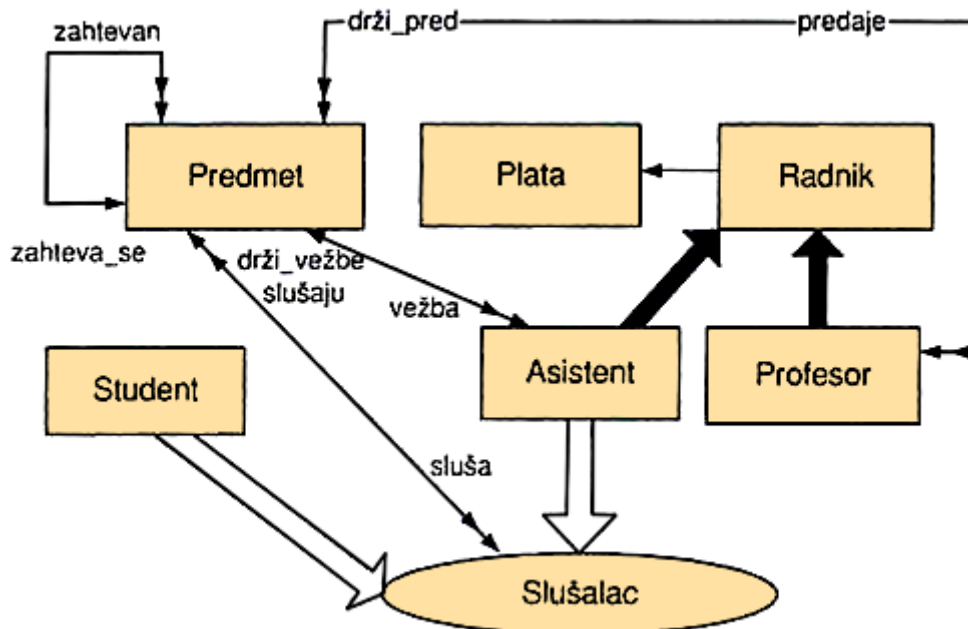


**Slika 5. Relacijski model podataka**

(„files.fpz.hr“, bez dat.)

Kako se tehnologija brzo razvija, tako se razvijaju i modeli podataka. Tako i primjena četvrtog modela podataka tek dolazi, a to je objektno orijentirani model podataka. Da bi se razumio sam model, mora se prvo definirati njegove sastavnice, a to su objekt i klasa. Objekt je osnovni koncept modela i on sadrži opis podatkovne strukture te način rukovanja istom. On predstavlja apstrakciju nečeg u problemskoj domeni, prikuplja podatke u kojima sadrži vrijednosti svojih atributa i ponašanja. Klasa je opis jednog ili više objekata koji imaju isti skup atributa i jedan opis ponašanja. Objektno orijentirani model podataka predstavlja zbirku elemenata te skup rutina koji surađuju s objektima. Sam ustroj podatka te rutina određuje razred objekta. Osnovna značajka objektno orijentiranih modela podataka je da ujedine podatkovni, procesnu strukturu te da osiguraju brže izvršavanje određenih operacija. Sličnost s relacijskim modelom je ta što ovdje isto postoji identificirajući atribut koji se naziva identifikator, ali razlikuje se od primarnog ključa kod relacijskog modela podatka, zbog toga što se

identifikator za razliku od primarnog ključa ne može promijeniti (Pahernik, 2006, str. 84).



Slika 6. Objektno orijentirani model podataka

(„*edukacija.rs*“, bez dat.)

#### 2.3.3.4. Obuhvat podataka

Da bi se uspio obuhvatiti unos svih podataka u GIS, potreban je niz postupaka unosa podataka koji se temelje na različitim izvorima. Kada se podatci unose u bazu podataka, treba razlikovati unos prostornih te pripadnih opisnih podataka. Najposešniji posao je obuhvat prostornih podataka, zbog toga što se bilježe njihove koordinate te samim time zauzimaju najviše prostora u bazi podataka, dok se opisni podatci unose u tablice, odnosno bazu podataka kao i kod drugih informacijskih sustava (Pahernik, 2006, str. 85).

Prilikom obuhvata prostornih podataka razlikuju se dvije vrste obuhvata, a to su primarni i sekundarni. Razlika je u tome što se u primarnom obuhvatu direktno uzimaju podatci različitim postupcima, dok se u sekundarnom obuhvatu prostorni podatci ostvaruju preuzimanjem s postojećih karata pomoću digitalizacije.

Ima više načina kako bi se primarnim putem obuhvatili prostorne podatke, neki od njih su: ručni unos podataka, neposredna izmjera na terenu, fotogrametrijska izmjera, satelitske snimke, Landsatove snimke, SPOT – sateliti i druge.

Ručnim unosom prostornih podataka smatraju se geodetske točke ili neke druge točke kojima su vršena određena mjerenja, odnosno istraživanja. Preuzimanje podataka iz postojećih evidencija ili ručni unos istih odnosi se na točkaste entitete.

Instrumenti ili uređaji za registraciju lokacije određene točke koriste se prilikom neposredne izmjere na terenu. Prilikom vršenja komasacije<sup>3</sup> ili druge parcelacije zemljišta mogu se koristiti postupci za računanje koordinata, isti ti se koriste za koordinatni katastar, ali najčešće se koristi GPS (engl. Global Position System) (Bukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 43).

Za potrebe GIZIS-a javlja se i znanstveno-tehnološki pristup dobivanja podataka o fizičkim objektima i čovjekovom okolišu kroz proces mjerenja te interpretacije snimaka, a zove se fotogrametrija. Fotogrametrija je metoda izmjere zemljišta odnosno prikupljanja podataka o geometrijskim karakteristikama određene parcele koja je vrlo pogodna za sam GIZIS. Prednosti spomenute izmjere jesu: brzina, efikasnost, točnost i sveobuhvatnost za rješavanje pripadajućih zadataka (Bukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 44).

Važan izvor podatak su zapisi senzorskih sustava montiranih na satelitima, odnosno satelitske snimke. Velik broj sustava trenutno obavlja snimanja te mjerenja zemljine površine kako bi pridonijeli punjenju baze podataka različitim podacima te informacijama relevantnim za zemljinu površinu. Do sada su se koristile dvije vrste satelitskih snimaka, to su Landsatove snimke te SPOT -satelitske snimke.

Pomoću multispektralnog skenera u četiri spektralna kanala s rezolucijom oko 80 m, načinjene su Landsatove snimke. Landsatove snimke se koriste prvenstveno za proučavanje regionalnih odnosa, jer jedna scena prekriva površinu od 185 km x 185 km (Bukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 46).

S druge strane SPOT – sateliti omogućavaju da se dobiju prikazi zemljine površine u znatnoj većoj rezoluciji a ponekad i sa stereo modelom. Zbog specifičnosti SPOT -ovih satelitskih snimaka, isti imaju široku primjenu u izradi razvojnih projekata i planiranju, zatim u istraživanju energetskih sirovina, u geografiji i ekologiji,

---

<sup>3</sup> Komasacija je mjera agrarne politike, odnosno grupiranje poljoprivrednog i drugog zemljišta u veće i pravilnije katastarske čestice radi ekonomičnijeg iskorištavanja i obradbe.

topografskom kartiranju, zatim u urbanizmu i u mnogim drugim područjima primjene. Znaju se kombinirati sa Landsatovim snimkama kako bi dobili krupnu rezoluciju sa širokim spektrom, koja dodatno omogućava poboljšanje pri analizi detalja (Bukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 47).

Ako se koristi sekundarni obuhvat prostornih podataka, onda će se koristiti digitalizacija ili skeniranje. Dobivanje geografskih entiteta u digitalnom obliku naziva se digitalizacija karata. Digitalizacija se izvodi u digitalizatorima (engl. Digitizer) snimanjem točaka pomoću posebne markice, čime točke dobivaju svoje lokalne koordinate. Te koordinate se kasnije pretvaraju u zemaljski koordinatni sustav, a za to služe referentne točke. Rasterska ili točkasta digitalizacija karte koja se obavlja na skeneru (engl. Scanner) naziva se skeniranje. Nakon skeniranja cijela se površina karte dobiva u rasterskom obliku na nekom mediju. Svaki skener ima određenu maksimalnu rezoluciju te svaki može razlikovati određeni broj sivih tonova, a neki i spektar boja. Zbog toga se mogu selektirati određeni tipovi entiteta ili određeni slojevi (Bukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 49).

### **2.3.3.5. Analiza podataka**

Analiza podataka, odnosno analiza prostornih podataka, temelji se na grani geometrije koja se bavi općenitim svojstvima oblika i prostora koju nazivamo topologija. Ona se temelji na proučavanju svojstava koja nisu pod utjecajem promjena prilikom topoloških transformacija, kao što su uvijanje, rotacija, rastezanje, translacija. Da bi se provela bilo kakva prostorna analiza, potrebno je dobro poznavanje alata GIS-a te ujedno dobro poznavanje topoloških odnosa između oblika. Iz svega navedenog može se zaključiti da topologija proučava vrste oblika i njihova svojstva te da se ista bavi ne metričkim prostorom unutar kojeg se metričke vrijednosti, kao što su koordinate, kutovi i dr., ne razmatraju u okviru topologije. Unutar same topologije susrećemo pojmove kao što su luk, čvor i mnogokut, te bi iste valjalo pojasniti. Mnogokut je područje koje je omeđeno zatvorenom crtom. Luk predstavlja jednodimenzionalni ili linearni element na čijem kraju se nalaze čvorovi, dok istoimeni čvorovi predstavljaju točke na krajevima crta, odnosno točke u kojima se dodiruju dva ili više lukova. Ako se više lukova spaja u jednom čvoru, to se naziva red čvora. U analizi podataka susreću se i grafovi koji se definiraju dvama odvojenim

skupovima, skupom čvorova i skupom grana koji posjeduju pripadajuće odnose između njih. Prilikom analize dolazi se do problema koji se može opisati skupom čvorova i vezama između njih, a istraživanje tog problema naziva se teorija grafova (Pahernik, 2006, str. 105).

Odnosi između elemenata, točnije prostorni odnosi koji označavaju međusobni položaj između elemenata, nazivaju se topološke relacije. Relacije predstavljaju odnose između elemenata topološkog prostora, a odnose se na međusoban položaj između tih elemenata. Elementi se mogu dodirivati, prekrivati, preklapati, biti jednaki, ali i razdvajati se. Jedna od stvari važnih za značenje GIS-a su svakako prostorne operacije. Pomoću njih se dolazi do novih informacija koristeći različite metode prostornih operacija. Alati GIS-a omogućuju niz prostornih operacija koje se mogu podijeliti u četiri skupine, a to su: prostorne transformacije, prostorna pretraživanja, prostorne analize (funkcije) i analize zemljišta. Prostorne transformacije su jednostavne prostorne operacije nad objektima prilikom kojih dolazi do promjene njihova položaja, geometrije ili podatkovne strukture. Prostorna pretraživanja su također jednostavne prostorne operacije, ali one su zadužene za selektiranje objekata, a uključuju pretraživanja baza podataka u koje su pohranjeni prostorni podatci, odnosno još ih nazivamo i baze prostornih podataka. Prostorne analize predstavljaju složene prostorne operacije koje sadržavaju postupke: utvrđivanje objekata i kriterija, priprema i izvršenje prostornih operacija, priprema i izvršenje analize atributa te interpretacija i izvršenje. Ostaju složene prostorne operacije digitalnog modela reljefa (DMR) koje uključuju morfometrijske analize (visina, nagib i dr.) , provjere vidljivosti pojedinih točaka, klasifikaciju reljefnih oblika i druge, a sve te složene operacije nazivaju se analize zemljišta. Analiza zemljišta je osnova za većinu analiza digitalnog modela reljefa (Pahernik, 2006, str. 108).

#### **2.3.3.6. Digitalni model reljefa**

Da bi se razumjelo što je DTM (engl. Digital Terrain Model) ili DEM (engl. Digital Elevation Model), odnosno digitalni model reljefa, prvo treba pojasniti što je to uopće reljef pa od te polazišne točke krenuti dalje. Reljef je trodimenzionalna definicija zemljine površine, dok digitalni model predstavlja reljef koji je definiran numerički, odnosno nizom točaka sa zadane sve tri koordinate. (Brukner, Oluić,

Tomanić, 1992, str. 41). Točke mogu biti raspoređene na više načina, a neki od njih su:

- „nepravilno rasute na cijeloj površini, uz uključenje karakterističnih visinskih točaka“ (Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 41),
- „na pravilnoj mreži kvadrata ili pravokutnika“ (engl. Grid) (Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 41),
- „na profilima“ (Brukner, Oluić, Tomanić, 1992, str. 41).

Pedesetih godina dvadesetog stoljeća na MIT-u (engl. Massachusetts Institute of Technology) razradom teorijskog modela visine zemljišta u digitalnome obliku nastaje početak razvoja digitalnih modela reljefa. Daljnji razvoj tekao je ovisno o napredovanju kompjuterske tehnologije koja je imala za cilj pohraniti, ali i obraditi veliku količinu podataka. Digitalnim modelom reljefa smatra se skup točaka na Zemljinoj površini čije su prostorne koordinate  $x$ ,  $y$ ,  $z$  pohranjene na računalu koje je sposobno izvršavati daljnju operacijsku obradu. Može se gledati kao matematički model Zemljine površine koji je predočen diskretnim veličinama, a isti je memoriran na raznim medijima za pohranu podataka. Prostorni podatci koji su od velikog značaja u DMR-u se postepeno digitaliziraju jer su do sada bili analogno prikazani na kartama, te se položajne informacije odvajaju od visinskih. Zbog velike razlike u strukturi visinskih i položajnih podataka, najčešće se formiraju dva informacijska sustava koji mogu, ali i ne moraju, biti ovisni jedan o drugom (Pahernik, 2006, str. 109).

Zbog prethodno spomenutih visinskih točaka, odnosno same organizacije ulaznih podataka u bazu podataka, digitalni model reljefa može se podijeliti na dva modela:

- „modeli s pravilnim rasporedom čvorova“ (Pahernik, 2006, str. 109),
- „modeli s nepravilnim rasporedom čvorova“ (Pahernik, 2006, str. 109).

Ako se sagleda tip organizacije podataka, najčešći tip je model s pravilnim rasporedom čvorova koji izgleda kao mreža pravilno raspoređenih točaka ili GRID. Model GRID po svojoj je strukturi jednostavniji od drugih modela te samim time djelotvorniji za različite prostorne analize. Sama organizacija podataka, a i prikaz istih koristi se za izradu modela u obliku mreže pravilno raspoređenih točaka. Ako se govori o modelu, češće se susreće model nepravilnih rasporeda čvorova,

odnosno mreža nepravilnih trokuta ili TIN (engl. Triangulated Irregular Network). TIN je sastavljen od raznostraničnih trokuta s minimalnom dužinom stranica, s tim da su vrhovi trokuta visinske točke. Iz svega navedenoga zaključuje se da je kod TIN modela reljef prikazan skupom čvorova, crtama koje spajaju te čvorove te skupom površina trokuta (Pahernik, 2006, str. 113).

### **2.3.4. Tehnička i programska podrška**

GIS sustav kao potporu za svoje djelovanje ima tehničku i programsku podršku. Tehnička podrška naziva se hardver (engl. hardware) dok se programska podrška naziva softver (engl. software). Hardverom se smatra čvrsti dio računala, odnosno opipljivi dio. Drugim riječima, pod hardver spadaju svi mehanički, elektromehanički uređaji te električni sklopovi. Softverom se smatra nevidljivi dio računala, odnosno isti spada u programsku podršku ili u programe koji se koriste u računalnom sustavu. U nastavku će se detaljnije objasniti svaki (Pahernik, 2006, str. 116).

#### **2.3.4.1. Hardver**

Hardver se sastoji od ulaznih te izlaznih jedinica i jedinica za obradu i pohranu podataka. Može se podijeliti na računala i ostale uređaje. Računala mogu biti: ručna, terenska, prijenosna, osobna, radne stanice te velika računala, dok su ostali uređaji: skeneri, digitalizatori, ploteri, pisači, ali i mrežni uređaji (Tutić, Vučetić, Lapaine, 2002, str. 10).

Ako se želi sagledati samo uporaba hardvera, onda se moraju spomenuti dvije metode, a to su podaci koji su pohranjeni lokalno te podaci koji su pohranjeni centralno. Lokalna pohrana podataka znatno štedi opseg mreže, ali zahtijeva znatnu količinu memorije, odnosno zahtijeva slobodan kapacitet na tvrdim diskovima. Suprotna metoda je centralna pohrana koja ne zahtijeva tolike kapacitete na lokalnim pohranama, ali može postaviti povećani zahtjev na opseg mreže. Kako se može vidjeti, obje pohrane imaju pozitivne i negativne strane, a rješenje se nalazi u spoju te dvije metode, unutar koje se centralna pohrana povezuje s lokalnom, ali ona zahtijeva



razumijevanje podataka te mogućnost daljnjeg razvoja dizajna baze podataka (Pahernik, 2006, str. 116).

Prvi u nizu dijelova hardvera jesu ulazne jedinice od kojih sve i kreće. Ulazne jedinice su zaslužene za sam unos podataka u GIS, a primjeri su skeneri i digitalizatori. Njihov zadatak je pretvaranje grafičkih izvornika u digitalni oblik, s tim da se jedan razlikuje od drugog. Skeneri su naprave koje prizore s analognog medija (papir, plastična podloga) u odgovarajućem obliku mogu prenijeti u datoteku prikladnog formata ili memoriju računala. Oni grafički predložak razlažu u mrežu točaka, zato skenere i smatramo automatskim rasterskim digitalizatorima.

Ako se želi digitalizacija vektorskih datoteka, koriste se ručni digitalizatori. Digitalizatori sadrže pokazivač, sustav za mjerenje, plohe za digitalizaciju te sučelja za povezivanje s računalom. Same plohe su veličine formata A3 i A0 te su inače smještene na nosaču koji omogućava njihovo naganjanje (Pahernik, 2006, str. 117).

Svakom sustavu, pa tako i računalom, treba glavna sastavnica, odnosno mozak same operacije, a u ovom slučaju to je procesor. CPU (engl. Central Processing Unit) ili središnja jedinica za obradu je poluvodički element na kojem su smješteni svi dijelovi CPU-a, a najbitniji je mikroprocesor. Percepcija snage procesora ovisi o brzini podataka koje može obraditi u jedinici vremena, odnosno utjecaj frekvencije takta i količine bitova koju može odjednom obraditi. Uz procesor, važnu ulogu u performansama samih računala ima i radna memorija. Radna memorija ili RAM (engl. Random Access Memory) je memorija s nasumičnim pristupom koja omogućava upisivanje i čitanje podataka, te općenito se u nju upisuju informacije trenutno potrebne za rad računala. Kako za svaku vrstu podataka treba pohrana istih, koriste se diskovni podsustavi. Mogu se koristiti tvrdi diskovi velikih kapaciteta pohrane, meki diskovi malih kapaciteta pohrane, ali i optički diskovi (Pahernik, 2006, str. 118). Ostaju jedinice koje predočuju izlazne rezultate obrade, a to su izlazne jedinice. Izlazne jedinice su uređaji koji imaju namjenu izraditi grafičke prikaze na određenom mediju, a to je najčešće papir. Ovisno o veličini formata, koriste se različiti uređaji. Ako je riječ o velikom formatu, koriste se razne vrste plotera, a ako je riječ o manjim formatima, koriste se pisači ili printeri. Za samo funkcioniranje GIS-a potrebni su veliki formati, pa s tim na umu koriste se i ploteri. Ploteri služe kako bi se rezultati rada na računalu dobili u velikim dimenzijama na papiru te spadaju u kategoriju izlaznih jedinica. Ploteri mogu različito iscrtavati crteže, pa se razlikuju rasterski i vektorski ploteri. Rasterski ploteri iscrtavaju sliku kao raster koji sadrži mnoštvo

točkica poredanih u stupce i retke, dok vektorski ploter iscrtava crtež na koji utječe mehanizam koji vuče pero po papiru i tako nastaju crte crteža. Najčešći izlazni proizvodi GIS-a su geografske karte. Rasterski ploteri su pogodni za izradu istih, dok se vektorski više nalaze u ispisima CAD nacrta (Pahernik, 2006, str. 119).

#### **2.3.4.2. Softver**

Sinonimi riječi softveru bili bi računalni programi ili programi. Softver može biti i skup naredbi koje izvršava računalo, a dijeli se u dvije kategorije. To su softver sustava ili operacijski sustav i aplikacijski sustav (Tutić, Vučetić, Lapaine, 2002, str. 17).

Ako se detaljnije pogleda GIS-ov softver, zaključuje se da isti omogućuje funkcije te alate potrebne za pohranu, analiziranje te prikazivanje geografskih informacija. Sastavnice GIS softvera jesu:

- „alati za unos i manipulaciju geografskih informacija“ (Pahernik, 2006, str. 119),
- „sustav za upravljanje bazom podataka (DBMS)“ (Pahernik, 2006, str. 119),
- „alati koji podupiru geografska istraživanja, analize i vizualizaciju“ (Pahernik, 2006, str. 119),
- „sučelje grafičkog korisnika (GUI) za lak pristup alatima“ (Pahernik, 2006, str. 119).

Prethodno navedeni alati, pa i sučelje, pružaju neophodne funkcije za pravilno funkcioniranje nekolicine aplikacija. Alat za unos koristi se kada se želi unositi podatke iz analognih karata, zapisa, digitalnih podataka te sakupljene podatke iz primarnih metoda, kao što su geodetsko mjerenje i GPS. Sustav za upravljanje bazom podataka je složen proces koji zahtijeva osnovne alate za arhiviranje podataka kako bi se složeni skupovi prostornih podataka pohranili. Ako se želi koristiti alat za izradu geografskih istraživanja te pojedina izvješća, isti moraju biti uključeni u GIS-ove aplikacije. Razvoj GUI-a (engl. Graphical User Interface) uključio je i razvoj GIS-ovih aplikacija. Za razvoj grafičkog korisničkog sučelja koristi se GIS-ov stolni paket (engl. desktop GIS). Stolni paket omogućava ljudima koji nisu

stručnjaci u GIS-u, da jednostavno vrše akcije vezane za prostorne podatke. Paketi su dosta pojednostavljeni, pa samim tim imaju manje funkcije te se koriste za jednostavne prostorne analize, kao što su izrada karata i grafikona (Pahernik, 2006, str. 120).

### **2.3.5. Uporaba GIS-a**

GIS kao sustav obuhvaća cijeli Zemljin prostor, pa tako obuhvaća i sve slojeve zemlje. Sfere koje obuhvaća GIS su: litosfera (kruta kamena Zemljina kora), hidrosfera (vodena Zemljina sfera), biosfera (životinjski i biljni svijet te ljudi) i atmosfera (plinoviti Zemljin omotač). Baš zbog te raznolikosti obuhvaćenosti slojeva ili heterogenosti iste, GIS-om se služe različite djelatnosti koje proučavaju navedene slojeve. Slijedom toga, GIS-om se bave hidrolozi, šumari, meteorolozi, geolozi i drugi. Iz svega navedenoga doznaje se da je primjena GIS-a jako široka u većini ljudskih djelatnosti (Pahernik, 2006, str. 25).

Konkretna primjena nalaze se u upravljanjima infrastrukturom, marketingom, zaštitom okoliša, transportu, zdravstvu, osiguranju i drugima.

- „Osiguranje: analiza rizika, planiranje katastrofa, analiza usluga korisnicima, predviđanje šteta itd.“ (Tutić, Vučetić, Lapaine, 2002, str. 9).
- „Zdravstvo: kartiranje bolesti kao i epidemiologija, planiranje zdravstvene infrastrukture itd.“ (Tutić, Vučetić, Lapaine, 2002, str. 9).
- „Transport i distribucija: to je primjer GIS-a u „realnom vremenu“, a upotrebljavaju ga prijevozničke tvrtke i hitne službe koje moraju u svakom trenutku znati gdje im se nalaze vozila.“ (Tutić, Vučetić, Lapaine, 2002, str. 9).
- „Zaštita okoliša: upravljanje šumama, analiza utjecaja, upravljanje prirodnim bogatstvima.“ (Tutić, Vučetić, Lapaine, 2002, str. 9).
- „Marketing i prodaja: takve primjene služe za pronalaženje kupaca i potencijala nekog tržišta.“ (Tutić, Vučetić, Lapaine, 2002, str. 9).
- „Upravljanje infrastrukturom: tvrtke koje održavaju infrastrukturu, a to su npr. električna, plinska, vodovodna i telefonska mreža, upotrebljavaju GIS za spremanje, pronalaženje i analizu njihovih postrojenja i materijala. GIS može

pripomoći pri odnosu s korisnicima, predviđanju, otklanjanu kvarova strategijama i analizama tržišta.“ (Tutić, Vučetić, Lapaine, 2002, str. 9).

Kroz navedene primjere je vidljivo da velik dio službi koji koriste GIS dijele prostorne podatke te razmjenjuju dio informacija koje su od zajedničkog interesa za svaku ponaosob.

### **3. Kartografija i GIS**

Međunarodna kartografska konferencija i generalna skupština kartografskog društva koja je održana 1995. godine u Barceloni objedinile su nekoliko rezolucija. Zbog velikih promjena u tehnici i korištenju kartografije i karata, međunarodno kartografsko društvo prihvatilo je sljedeće definicije (Grupa autora, 1997, str. 301) :

- „Karta je kodirana slika geografske stvarnosti, koja prikazuje odabrane objekte ili svojstva, nastaje stvaralačkim autorskim odabirom, a upotrebljava se onda kad su prostorni odnosi od prvorazredne važnosti.“ (Grupa autora, 1997, str. 302).
- „Kartografija je disciplina koja se bavi zasnivanjem, izradom, promicanjem i proučavanjem karata.“ (Grupa autora, 1997, str. 302).
- „Kartograf je osoba koja se bavi kartografijom.“ (Grupa autora, 1997, str. 302).

Kartografija kao disciplina se tijekom godina, pa čak i tisućljeća, razvijala u sjeni, odnosno u sklopu geografije, kao njezin dio. Prvi put susreće se koncept kartografije kao znanosti u drugom stoljeće naše ere u Ptolomejevu djelu „Uvod u geografiju“ (Grupa autora, 1997, str. 302).

Kako znanost i tehnologija iz dana u dan sve više napreduju, tako i potreba za računalnom tehnologijom u samoj kartografiji raste. Zbog prethodno navedene uporabe računala u kartografske svrhe, većina država ima svoje kartografske podatke u digitalnom obliku. Da bi se razumjeli dalji procesi uporabe računala u

kartografiji, moraju se shvatiti neki osnovni pojmovi. Moellering govori kako su dva osnovna pojma na tom području realne i virtualne karte (1991a., prema Grupa autora, 1997, str. 303).

Realna karta predstavlja proizvod koji može biti izravno viđen u kartografskim slikama. Tako se mogu vidjeti uobičajene karte na papiru te slike na zaslonu monitora. Datoteke kartografskih podataka ne mogu se vidjeti tako, nego se one moraju transformirati u stanje izravne vidljivosti. Moellering opisuje da se realne karte, odnosno karte u obliku vidljive kopije, razlikuju u dva svojstva od virtualnih karata. Prvo svojstvo je prethodno navedeno, a radi se o vidljivosti karte, dok se drugo svojstvo navodi kao opipljivost, odnosno da li je moguće kartu opipati ili ne (1980., prema Grupa autora, 1997, str. 303).

Kartografski proizvodi kao što su listovi karata, atlasi ili globusi koji su jasno vidljivi te svi dijelovi proizvoda koji su izravno opipljivi spadaju u grupu kartografskih realnih karata. Ako ostalim vrstama karata nedostaje jedno ili oba svojstva, spadaju u kategoriju virtualnih karata (1980., prema Grupa autora, 1997, str. 303).

### **3.1. Geografske karte**

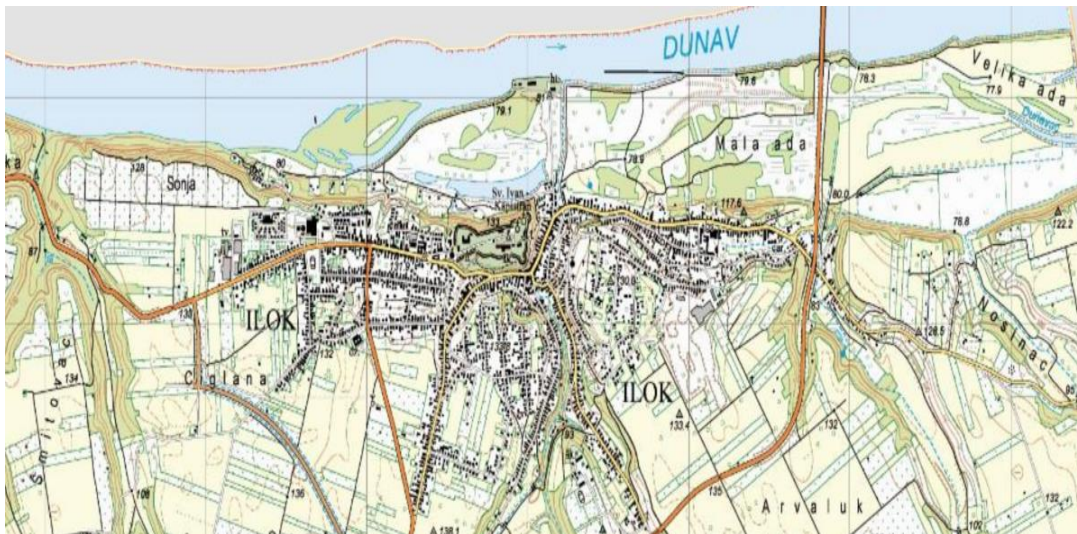
Osnova za bilo kakvu polazišnu točku u kartografiji je geografska karta, odnosno zemljovid. Zemljovid predstavlja umanjeni grafički prikaz Zemljine površine ili prikaz samo manjeg dijela te iste površine na ravnoj plohi. Prema unaprijed dogovorenim pravilima i znacima, na geografskim kartama predstavljani su različiti elementi prirodne osnove te geografski objekti. Prilikom proučavanja geografskih karata vidljivo je da one nude i niz podataka koje nije moguće naći na zemljištu, a to su: nazivi naseljenih krajeva, planina, rijeka i td. Iz svega navedenoga tumači se da je osnovni zadatak geografske karte vjerno prikazati prostorne odnose na zemljinoj površini. Kako u današnje vrijeme računalna tehnologija rapidno napreduje, dolazi se do mogućnosti razvoja prethodno navedenih karata te se u sve većem broju nalaze u različitim digitalnim oblicima rasterske ili vektorske osnove. Prije nastavka rasprave o geografskim kartama, iste treba znati raspodijeliti u skupine po svojim osobnostima. Temeljna podjela geografskih karata je prema načinu izrade karte ili prema pouzdanosti prikaza prostora na izvorne i pregledne geografske karte.

Pregledne karte prikazuju veće prostore od izvornih i nastale su generalizacijom izvornika, dok izvorne karte prikazuju uglavnom manja područja i nastale su na temelju izmjere zemljišta. Daljnjim raščlanjivanjem izvornih karata dobivaju se topografske karte, a istim postupkom preglednih karata dobivaju se korografske karte. Topografske i korografske karte mogu se podijeliti prema sadržaju, načinu upotrebe te mjerilu. Ako se gleda podjela prema sadržaju, mogu se podijeliti na opće i tematske karte. Opće karte su one karte na kojima su svi elementi prirodne osnove te gospodarski objekti prikazani s jednakom važnosti. Unutar grupacije općih karata nalaze se različite korografske karte svijeta, kontinenta, država te topografske karte manjih dijelova Zemljine površine. Za razliku od općih karata, tematske karte su one na kojima je istaknut određeni sadržaj te im je cilj u konačnici prikazati raširenost određene pojave u prostoru. Tematske karte mogu se podijeliti na političke, geološke, meteorološke, povijesne, autokarte itd. Druga vrsta podjele je prema samom načinu uporabe, tako se karte dijele na priručne i zidne, te se unutar ove podjele mogu uvrstiti atlas i kao uvezane zbirke. Zadnja podjela se odnosi na mjerilo, odnosno umanjeње karte te se tu razlikuju karte krupnog, srednjeg i sitnog mjerila. Primjeri mjerila su: krupno mjerilo: 1:100 000, srednje mjerilo: od 1:100 000 do 1:1 000 000, sitno mjerilo: više od 1: 1 000 000 (Pahernik, 2006, str. 42).

### **3.1.1. Topografske karte**

Da bi se bolje razumjele topografske karte, prije svega se mora razumjeti samo značenje riječi topografija koja se može opisati u užem i širem smislu. U širem smislu topografija je grafički opis životnog prostora, dok u užem smislu topografija predstavlja sve prikupljene prostorne podatke, pa tako i attribute topografskih objekata. Topografija se smatra dijelom geodezije, koja se bavi izmjerom objekata te prikazom istih na kartama, ali i samim postupcima izmjere istoimenih objekata. Topografska karta je karta s velikim brojem informacijama vezanih za prikazano područje. Informacije dane unutar topografske karte odnose se na naselja, prometnice, vode, vegetaciju, oblike reljefa Zemlje i granice teritorijalnih područja. Bitna značajka kod svake topografske karte je ta da su prethodno navedene informacije vezane uz opće geografske objekte (reljef, naselja, prometnice itd.) prikazane s jednakom važnošću. Da bi se prikupili opći geografski objekti i prikazali

pomoću karte, potrebno je obaviti topografsku izmjeru. Pod pojmom topografska izmjera smatra se: priprema, terensko određivanje dopunskih geodetskih točaka, kartiranje te prikupljanje podatka o prirodnim i izgrađenim objektima i područjima, snimanje zemljišta. Prikupljeni podatci kroz topografsku izmjeru predstavljaju osnovu za uspostavljanje topografsko-kartografske baze podataka, izradu digitalnog modela reljefa te izradu i održavanje državnih zemljovida („geoskola.hr“, bez dat.).



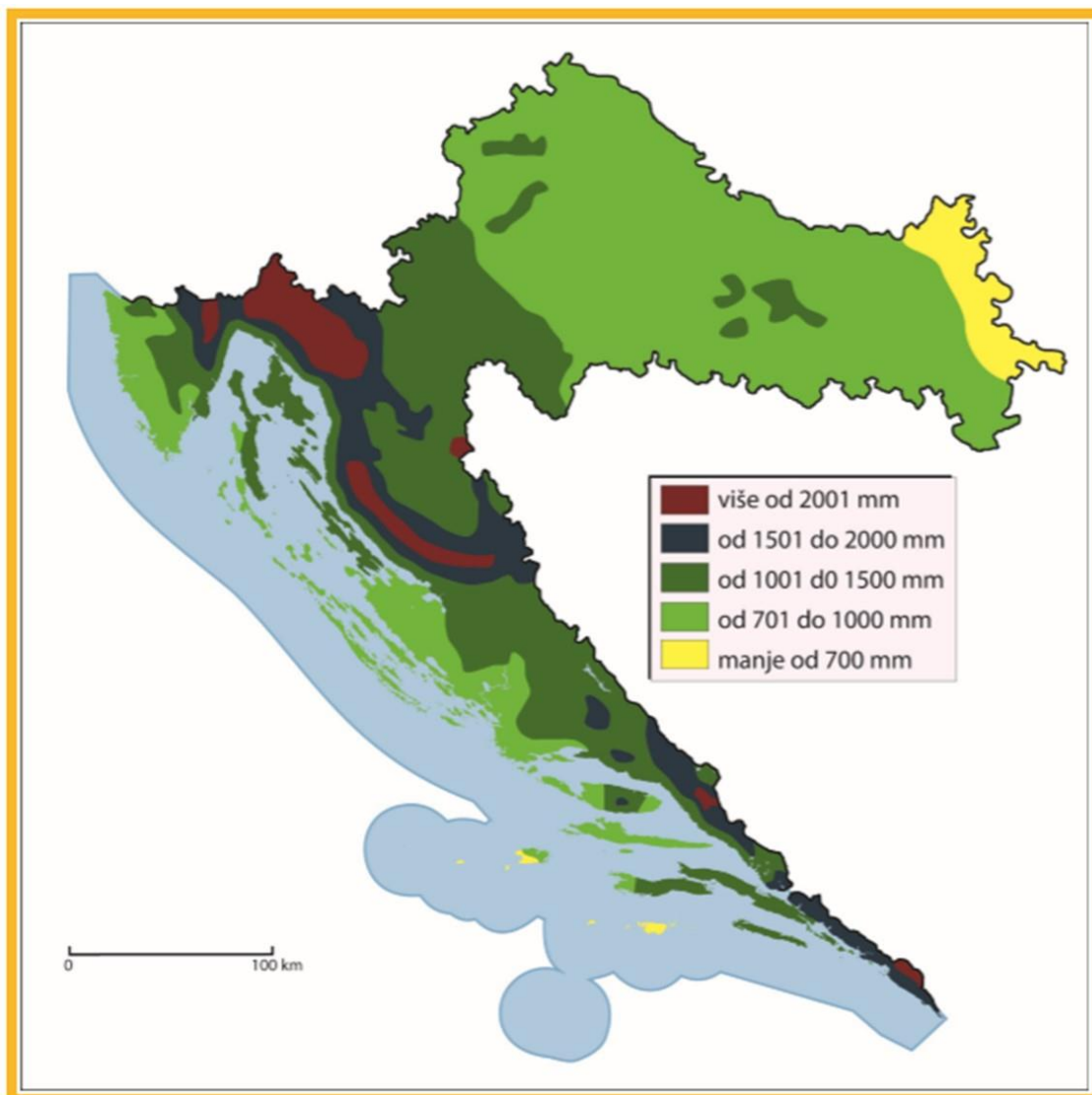
**Slika 7. Primjer topografske karte**

(„osm-hr.org“, 14.08.2020.)

### 3.1.2. Tematske karte

Kartografske prikaze koji imaju različite teme iz prirodnog i društvenog područja neposredno vezane za prostor nazivamo tematske karte. Tematske karte imaju jedan ili više topografskih objekata koji su posebno istaknuti. Starost, visina, namjena su samo neki od svojstava topografskih objekata koji mogu biti prikazani na tematskih kartama, kao i neki drugi tematski objekti iz prirodnog područja ili područja ljudskog djelovanja. Danas tematske karte imaju veliko značenje zbog organizacije ljudskih djelatnosti, pa samim tim i potrebe poznavanja te samog iskorištavanja prirodnih resursa. Uz prethodno navedenu topografsku kartu, može se izraditi velik broj tematskih karata istog područja, s tim da svaka karta ima svoje kriterije. Neki od kriterija po kojima se tematske karte grupiraju su: po svojstvima objekata prikaza,

metodama istraživanja, oblicima prikaza i primijenjenoj kartografiji te po tematskim područjima („geoskola.hr“, bez dat.).



Slika 8. Primjer tematske karte: Raspored padalina u Republici Hrvatskoj  
(„geoskola.hr“, bez dat.)

### 3.2. Mjerilo kartografskog prikaza

Kada se govori o mjerilu karte, pod tim se obično podrazumijeva odnos između dvije veličine izražene u mjernim jedinicama, a umanjena slika Zemljine površine koja je izrađena u određenom mjerilu naziva se geografska karta. Prema tome, odnos bilo koje dužine na karti prema njezinoj vodoravnoj projekciji na



zemljištu predstavlja mjerilo geografske karte. Laički rečeno, mjerilo prikazuje koliko su puta vodoravne projekcije dužina prirode smanjene na karti (Pahernik, 2006, str. 44).

U nastavku će biti prikazan opis tri osnovna načina prikazivanja mjerila na geografskim kartama, a to su: brojčani, grafički i opisni prikaz (Pahernik, 2006, str. 42).

<p>1. Brojčani prikaz</p>	<p>„Prikazuje odnos smanjenja bilo koje veličine sa zemljišta na geografsku kartu. Tako mjerilo 1 : 100 000 označuje da je smanjenje tog zemljovida 100 000 puta, tj. da jediničnoj dužini na zemljovidu odgovara 100 000 tih dužina u prirodi. Možemo pisati: 1 cm na karti = 100 000 cm u prirodi. Ako 100 000 cm pretvorimo u metre, dobijemo da je: 1 cm na karti = 1000 m u prirodi, odnosno ako 1000 m pretvorimo u kilometre, imamo da je: 1 cm na karti = 1 km u prirodi.“ (Pahernik, 2006, str. 45).</p>
<p>2. Grafički prikaz</p>	<p>„Prikazuje veličinu smanjenja ljestvicom na koju su unesene smanjene vrijednosti dužina za odgovarajuće mjerilo. Najčešći oblik grafičkog mjerila je linijsko mjerilo kojim bez ikakva računanja pretvorimo izmjerene dužine na karti u odgovarajuće dužine u prirodi. Potrebno je samo prenijeti izmjerenu dužinu ravnalom ili šestarom na linearno mjerilo topografskog zemljovida.“ (Pahernik, 2006, str. 46).</p>
<p>3. Opisni (tekstovni) prikaz</p>	<p>„Označen je na pojedinim kartama i pisano je objašnjenje brojčanog mjerila.“ (Pahernik, 2006, str. 46).</p>

**Tablica 1. Način prikazivanja mjerila na geografskim kartama**

*(prema Pahernik, 2006, str. 45).*

### 3.3. Točke geodetske osnove

Svaku topografsku kartu, odnosno njenu geodetsku osnovu, čine točke geodetske osnove ili trigonometrijske točke koje su određene po položaju i visini. Prema tim točkama sadržaj karte je geografski orijentiran prema nekome koordinatnome sustavu te se razlikuju dvije vrste točaka, a to su položajne i visinske. Položajne točke dijele se na trigonometrijske i poligonometrijske točke, dok su visinske točke nivelmanski reperi<sup>4</sup>.

Trigonometrijske točke obilježavaju se trajno zemljišnim oznakama koje se nazivaju biljezi. Ako se gleda svaku trigonometrijsku točku pojedinačno, primjećuje se da je svaka obilježena minimalno dvama biljezima: površinskim i jedinim ili više podzemnih. Kako bi se dobila površinska oznaka koriste se stupovi, bilo da su isti kameni ili betonski. Oni se ukopavaju u zemlju, ali tako da vire 10 do 120 centimetara iznad površine. Točku označava presjek dviju crtica na gornjoj površini biljega. Što se tiče podzemnih oznaka, za njih se koriste pločice od šamota, kamena ili betona čija se središta nalaze na istoj okomici sa središtem oznake. Kod mjerenja zemljišta trigonometrijske se točke obilježavaju trigonometrijskim signalom ili znakom (Pahernik, 2006, str. 47).

Apsolutne visine ili nadmorske visine na području teritorija Republike Hrvatske računale su se prema reperu smještenu na molu Sartorio u Trstu sve do 2004. godine. Srednja jednogodišnja razina Jadranskog mora određena je mareografom<sup>5</sup> za potrebe izrade austrijskih topografskih karata još davne 1875. godine. Kako je kasnijim dugogodišnjim mjerenjem ustanovljena pogreška u prvobitnom mjerenju, ustanovljen je novi visinski datum koji predstavlja referentnu plohu za određivanje visina u Republici Hrvatskoj. Temelj visinskog referentnog sustava su polja stalnih točaka, čije su visine izražene u odnosu na novu definiciju visinskog datuma (Pahernik, 2006, str. 49).

---

<sup>4</sup> Nivelmanski reper ili nivelirski reper u geodeziji oznaka je visinske točke precizno određene visine, koja služi kao osnova za određivanje visina okolnih točaka.

<sup>5</sup> Mareograf je uređaj koji bilježi morske mijene i druga dugoperiodička kolebanja morske razine.

### 3.4. Koordinatni sustav

Skup crta i ravnina koje služe za određivanje položaja točke njihovim koordinatama naziva se koordinatni sustav. Ako se pogleda pravac, na njemu je položaj točke određen jednom, u ravnici dvjema, a u prostoru trima koordinatama. Koordinatni sustav na najjednostavniji se način može podijeliti na površinski i prostorni sustav. Prije upoznavanje sa samim sustavom, treba znati razlikovati trodimenzionalni sustav prikazan na dvodimenzionalnoj podlozi (npr. reljefne mreže) od stvarnog prostornog trodimenzionalnog sustava u kojem su izrađeni različiti modeli (npr. reljef, globus i sl.).

Jedan od primjera koordinatnih sustava u ravnini je pravokutni koordinatni sustav koji se sastoji od dva okomita pravca koji se sijeku u ishodišnoj točki koordinatnog sustava. Površinski pravokutni sustav definiran je vodoravnom ili apscisnom osi  $x$ , okomitom ili ordinatnom osi  $y$ , sjecištem osi  $x$  i  $y$ , pravim kutom između osi  $x$  i  $y$  i orijentacijom koordinatnog sustava. Ako se pogleda svaka točka koordinatnog sustava zasebno, spoznaje se da svaka od njih ima dvije koordinate koje predstavljaju najkraću udaljenost od osi  $x$  i  $y$ . Prethodno spomenute osi  $x$  i  $y$  dijele ravninu na četiri kvadranta, od kojih dio s pozitivnim a dio s negativnim vrijednostima koordinata (Pahernik, 2006, str. 50).

Uz površinski pravokutni sustav, nalazi se još i prostorni Kartezijev pravokutni koordinatni sustav. Kartezijev sustav sastoji se, osim elemenata dvodimenzionalnog sustava, i od aplikativne osi  $z$ . Za razliku od površinskog sustava, u Kartezijevom se svaki položaj točke određuje trima koordinatama: apscisa  $x$ , ordinata  $y$ , aplikata  $z$ . Da bi se jasnije razumio prostorni koordinatni sustav, valja pobliže objasniti pojmove geografska širina i dužina. Sferni koordinatni sustav Zemljina elipsoida čini mreža meridijana i paralela, u kojem će položaj točke biti određen kutnom udaljenošću točke od ekvatora, odnosno početnog meridijana. Geografska širina je kutna udaljenost neke točke od ekvatora na sjever ili jug. Geografska širina obilježava se s grčkim slovom  $\phi$ . S druge strane geografska dužina je kutna udaljenost neke točke od početnog meridijana na istok ili zapad. Označava se grčkim slovom  $\lambda$ . Osnovnu kartografsku ili geografsku mrežu čini mreža ili skup meridijana i paralela preslikani na geografsku kartu (Pahernik, 2006, str. 51).

### 3.5. Kartografske projekcije

Definiranje odnosa položaja točaka između različitih referentnih ploha, odnosno između referentne i projekcijske plohe, nazivamo kartografska projekcija. Svaka kartografska projekcija ima za cilj pronaći funkcionalnu vezu između geografske širine i dužine na elipsoidu i pravokutnih koordinata  $x$  i  $y$  u ravnini. Zbog velikog broja mogućnosti preslikavanja elipsoida na ravninu, moguće je postavljanje različitih uvjeta preslikavanja, odnosno definiranje posebnih uvjeta. Zbog svega navedenog, u svakoj projekciji, barem u određenom dijelu, dolazi do deformacija dužina i do deformacije kutova i površina (Pahernik, 2006, str. 52).

Projekcijom, odnosno projiciranjem, se smatra prenošenje točaka, crta i površina raznih geometrijskih tijela na ravnu površinu. Osnova svake kartografske projekcije jest projiciranje mreže meridijana i paralela Zemljina elipsoida na ravnu površinu. Zbog karakterističnih deformacija kartografske projekcije se mogu svrstati u:

- „konformne ili ekviangularne projekcije“ (Pahernik, 2006, str. 53),
- „ekvivalentne projekcije“ (Pahernik, 2006, str. 53),
- „ekvidistantne projekcije“ (Pahernik, 2006, str. 53),
- „proizvoljne projekcije“ (Pahernik, 2006, str. 53).

Konformne projekcije vjerno preslikavaju kutove, tj. dio projicirane Zemljine površine zadržava nepromijenjen oblik, s tim da se zanemaruje veličina tih površina tako da na elipsoidu i karti budu jednake. Obrnut rezultat nalazi se u ekvidistantnim projekcijama. U njima, umjesto jednakih kutova, nalazi se jednakost površina. U ekvidistantnim projekcijama nalazi se najmanje izobličenja vezana za dužine. Većina geografskih karata je izrađena u proizvoljnoj projekciji koja predstavlja spoj pojedinih tipova projekcija s obzirom na karakter deformacije. Vezano uz konstrukciju kartografske projekcije razlikuju se tri osnovne skupine projekcija, a to su:

- „valjaste (cilindrične)“ (Pahernik, 2006, str. 53),
- „stožaste (konusne)“ (Pahernik, 2006, str. 53),
- „azimutne (perspektivne)“ (Pahernik, 2006, str. 53).

U valjastim projekcijama površina Zemljina sferoida projicira se na navučeni valjak koji se zatim zamišljeno prereže i rastvori u ravninu. Predstavnik ove projekcija ima nekoliko, ali najpoznatiji su: Merkatorova i Gauss—Krugerova konformna projekcija (Pahernik, 2006, str. 53).

Stožaste ili konusne projekcije su one kod kojih se projiciranje Zemlje na ravninu obavlja s pomoću stožaca. Najpoznatiji predstavnici ove projekcije su Ptolomejeva ekvivalentna projekcija i Lambertova konformna projekcija. Pahernik govori da kod Lambertove projekcije stožac ne dodiruje Zemljin sferoid, nego isti presijeca kroz dvije odabrane paralele, te se takve projekcije kod kojih ploha projiciranja siječe Zemljinu površinu nazivaju sekantne projekcije (Pahernik, 2006, str. 54).

Slijedi treća konstrukcija kartografske projekcije, a to je azimutna projekcija. Prema Paherniku, azimutna projekcija projicira dio Zemljine površine iz odabrane točke neposredno na ravnu plohu prema pravilima nacrtne geometrije (Pahernik, 2006, str. 53). Razlikuju se tri tipa azimutnih projekcija, a to su:

- „centralne (gnomonske)“ (Pahernik, 2006, str. 55),
- „stereografske“ (Pahernik, 2006, str. 55),
- „ortografske“ (Pahernik, 2006, str. 55).

Centralna projekcija je ona u kojoj se projicira iz središta Zemlje. Ako projiciranje dolazi sa suprotne strane Zemlje, projekcija je stereografska, a ako projekcijske zrake dolaze iz beskonačnosti pa su usporedne, projekcija je ortografska. Prema položaju plohe projiciranja u odnosu na Zemljinu površinu, projekcije su:

- „polarna ili okomita projekcija“ (Pahernik, 2006, str. 55),
- „ekvatorijalna ili vodoravna projekcija“ (Pahernik, 2006, str. 55),
- „horizontalna ili kosa projekcija“ (Pahernik, 2006, str. 55).

Pahernik objašnjava kako je kod okomitih projekcija položaj osi plohe projiciranja okomit na ravninu ekvatora, kod vodoravnih usporedan na ravninu ekvatora, a kod horizontalnih, odnosno kosih, je pod bilo kojim kutom u odnosu na ravninu ekvatora (Pahernik, 2006, str. 55).

### 3.6. Geodetska mjerenja

Geodetska mjerenja prije svega imaju pragmatički karakter te je to proces čija je temeljna svrha određivanje prostornih koordinata točaka koje pripadaju nekom objektu. Objektom ili terenom naziva se neki reljef kojemu se prikazuje raspored objekata u prostoru. Prilikom izmjera određuje se položaj točaka koje su karakteristične pojedinim objektima, a sve to u svrhu kartografskog grafičkog ili digitalnog prikaza prostora. Unutar svake točke nalaze se tri koordinate. Svaka geodetska točka položajno je određena s dvije koordinate, a to su latituda i longituda. Treća koordinata je nadmorska visina odnosno altituda, koja predstavlja mjeru na referentnu plohu mora – geoidu. Referentnu točku, u odnosu na čiju se poziciju izvode mjerenja, naziva se datumom u izmjeri i geodeziji (Mataija, Pogarčić, Pogarčić, 2014, str. 1). Lokacija referentne točke usko je vezana za prihvaćen model oblika Zemlje kao određene pozicije prilikom mjerenja. Točke koje opisuju Zemljinu površinu po latitudi ili longitudi nazivaju se horizontalni datumi, dok se vertikalni datumi koriste za mjerenje visina ili podvodnih dubina. Gledajući Zemlju kao geodetsku koordinatnu površinu, ista je aproksimirani elipsoid te je svaka točka opisana po latitudi, longitudi te altitudi. Kako bi se izmjera izvršila pravilno, nužno je prostorni elipsoid projicirati u ravninu. Sam postupak preslikavanja nije moguće napraviti bez prethodnog određivanja kartografske projekcije. U prethodnoj cjelini razrađene su vrste kartografskih projekcija. U Republici Hrvatskoj prihvaćena je konformna, poprečna, cilindrična projekcija – Gauss – Krugerova projekcija pri kojoj su sačuvani kutovi. Sveukupno promatrajući rezultate geodetske izmjere zemljišta, dobiva se utvrđivanje mjera i opisnih podataka o zemljištu, koje je ključno kod izrada i ažuriranja karata te samih planova pri uređenju građevinskih zemljišta. U našoj državi nužno je ažuriranje katastra nekretnina i sređivanje opće dokumentacije o prostoru radi samog procesa legalizacije. Bespravno izgrađeni objekti u posljednjim desetljećima u Republici Hrvatskoj zahtijevaju daljnju izmjeru i pozicioniranje tako da se poštuje proces legalizacije (Mataija, Pogarčić, Pogarčić, 2014, str. 2).

## 4. Elementarna nepogoda

### 4.1. Elementarna nepogoda potres

Prirodne katastrofe koje se mogu očekivati u bilo kojem dijelu Zemlje, a mogu se javiti u bilo kojem trenutku, nazivaju se potresi. Njihove pojave najčešće izbijaju u pojasu pacifičkog vatrenog prstena, ali i u mediteransko-transazijskom seizmičkom pojasu. Magnituda samog potresa se određuje Richterovom ljestvicom, a sama pojava potresa se prati nizom sofisticiranih metoda, kao što je ljestvica za intenzitet potresa Mercani-Cancani-Sibergova ljestvica. Proučavanjem povijesti uočava se kako se dogodio povećani broj razornih potresa koji su svojom jačinom oduzeli brojne ljudske živote te drastično izmijenili sam izgled reljefa. Republika Hrvatska se nalazi na seizmički aktivnom području, što i dokazuju nedavna dva snažna potresa, onaj zagrebački i onaj petrinjski. Same posljedice potresa uvelike ovise o gustoći naseljenosti potresom pogođenog područja, kao i seizmičkoj otpornosti zgrada, odnosno kuća u kojoj žitelji žive. Najviše smrtno stradalih osoba ima zbog prvotnog urušavanja zgrada, odnosno kuća u kojem stanovništvo živi, ali u manjem broju smrtnost se događa i zbog okolišnih posljedica. Neki od takvih su zagađenja vode, tla, zraka nastale prilikom potresa. Prethodno navedena prirodna katastrofa potres nastaje brzim i iznenadnim podrhtavanjem tla koje nastaje pucanjem stijena u Zemljinoj unutrašnjosti ili pomicanjem tektonskih ploča duž rasjeda. Potresi se, s obzirom na porijeklo nastajanja, svrstavaju u prirodne i umjetne. Prirodni su tektonski, vulkanski, urušni, dok umjetne izazivaju ljudi kao posljedice miniranja, pražnjenja akumulacijskih jezera i slično. Razornost potresa ovisi o količini oslobođene energije nakupljene u rasjedima, mjestu i vremenu događaja, pa se prema tim parametrima sagledaju i posljedice. Kako potres dolazi neočekivano, samim time nije ga moguće ni predvidjeti. Ako se pri tom potres dogodi na nepristupačnom terenu, samim tim akcije spašavanja ljudi su dosta otežane. Ako se potresi dogode u morskome dnu, izazivaju velike valove odnosno tsunamije, koje najčešće susrećemo u pacifičkom prstenu. Ljudi su s počecima razvoja tehnologije počeli istraživati potrese pa samim tim krenuli su ih na neki način i mjeriti. Da bi uspjeli registrirati pomak, brzinu tla, potreban je seizmograf. Nakon otkrića seizmografa započinje era proučavanja, mjerenja i praćenja potresa. Jakost samog

potresa, odnosno njegova magnituda, prati količinu energije oslobođene u hipocentru, odnosno u ishodištu potresa. Iako ljudski rod poznaje mnogo pokazatelja potresa, do dana današnjega moderna tehnologija nema sigurne načine da se potresi predvide. Danas se uspijeva procijeniti, na osnovi seizmičke aktivnosti određenog područja, okvirni intenzitet potresa, ali i dalje se ne uspijeva procijeniti vrijeme nastanka istog. Napretkom tehnologije postoji nada da će se jednog dana uspjeti predvidjeti sam nastanak potresa zbog znanstvenih razloga, ali prije svega radi spašavanja ljudskih života („potresi.hr“, bez dat.).

## **4.2. Zakonska regulativa Elementarne nepogodne u Republici Hrvatskoj**

Temeljem odluke vlade Republike Hrvatske od dana 23.02.2019. godine na snazi je Zakon o ublažavanju i uklanjanju posljedica prirodnih nepogoda. Predmet, odnosno svrha samog zakona je uređenje kriterija te ovlasti za proglašenje prirodne nepogodne, procjena štete od iste, dodjela pomoći za ublažavanje i uklanjanje posljedica prirodnih nepogoda. Zakon je podijeljen u sedam glava a svaka od njih ima članke koji su specifični za samu glavu zakona („zakon.hr“, 2019.).

Glave unutar ovog zakona su:

- Glava 1 -> Uvodni dio
- Glava 2 -> Nadležna tijela i opis poslova
- Glava 3 -> Izvori, namjena i planiranje novčanih sredstva
- Glava 4 -> Proglašenje prirodne nepogodne i postupanja nadležnih tijela
- Glava 5 -> Način dodjele pomoći i raspodjele sredstava pomoći za ublažavanje i djelomično uklanjanje šteta od prirodnih nepogoda
- Glava 6 -> Način dodjele i raspodjela sredstava žurne pomoći
- Glava 7 -> Izvješća, registar šteta i nadzor
- Glava 8 -> Prijelazne i završne odredbe

Svaka glava sadrži članke koji pobliže opisuju samu glavu te definiraju razne segmente postupanja u raznim situacijama, kako unutar iste ne bi došlo do zabune.



Unutar glave jedan nalaze se članci: predmet zakona, značenje pojmova te prirodna nepogoda. Svaki od tih članaka kao dijelovi uvodne glave, uvode u srž zakona te definiraju razne pojmove i definicije vezane uz samu nepogodu. U glavi dva nalaze se članci: nadležna tijela, vlada Republike Hrvatske, povjerenstva, državno povjerenstvo, poslovi državnog povjerenstva, ministarstva, županijsko povjerenstvo, gradsko povjerenstvo grada Zagreba, gradska i općinska povjerenstva i stručno povjerenstvo. Navedeni članci govore koja povjerenstva, odnosno koja službena ustanova prilikom elementarne nepogode smije i mora izvršavati temeljne zadaće nužne za revitalizaciju pogođenog područja. Glava tri su članci koji objašnjavaju: opće odredbe, plan djelovanja jedinica lokalne samouprave, plan djelovanja grada Zagreba, izvor sredstava pomoći za ublažavanje posljedica prirodnih nepogoda, namjenu sredstava pomoći za ublažavanje posljedica prirodnih nepogoda, planiranje iznosa i namjenu sredstava iz nadležnosti državnog povjerenstva, planiranje iznosa i namjenu sredstava te primjenu pravila o državnim potporama. Članci zastupljeni u glavi tri se odnose na planiranje te provedbu potrošnje novčanih sredstava koji su nužni za revitalizaciju područja koje je pogođeno prirodnom nepogodom. Prije svega, elementarnu nepogodu treba proglasiti te se mora znati redosljed postupanja nadležnih tijela. Navedene stavke koje se nalaze u člancima glave četiri su: proglašenje prirodne nepogodne, radnje nakon proglašenja prirodne nepogodne, prva procjena štete i unos podataka u registar šteta, naknadni unos podataka u registar šteta, sadržaj prijave prve procjene štete, konačna procjena štete, način izračuna konačne procjene štete, sadržaj prijave konačne procjene štete, način podnošenja konačne procjene štete, postupanja nadležnih ministarstava prilikom potvrde štete i postupanja nadležnih tijela nakon potvrde konačne procjene štete. Glava četiri objašnjava koji je postupak proglašenja prirodne nepogodne, kako izračunati ključno bitan podatak, a to su procjene šteta, te na temelju procjena šteta, što prvih što konačnih, utvrditi postupak postupanja nadležnih tijela na korist i efikasnost otklanjanja posljedica prirodne nepogode. Glava pet sadrži dva članka, s time da prvi članak objašnjava kako se vrši obrada podataka te određivanje kriterija na temelju kojih se vrši raspodjela sredstava, dok drugi članak ovisi o prethodnom članku i govori o samoj raspodjeli te dodjeli sredstava pomoći. Unutar glave šest nalaze se članci vezani za: žurnu pomoć, žurnu pomoć vlade Republike Hrvatske te žurnu pomoć jedinica lokalne samouprave. Svaki segment žurne pomoći mora biti detaljno opisan te sam postupak načina dodjele kao i raspodjele mora biti pojašnjen

do sitnih detalja. Predzadnja glava je glava sedam te ista sadrži članke: izvješće državnog, gradskog i županijskog povjerenstva, izvješće o radu državnog povjerenstva, registar šteta i nadzor. Glava osam, ujedno i posljednja, spominje prijelazne i završne odredbe („zakon.hr“, 2019.).

Zbog katastrofalnog potresa koji je pogodio središnju Hrvatsku dana 29.12.2021. godine, na snazi je od 06.02.2021. godine Zakon o obnovi zgrada oštećenih potresom na području grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije, Zagrebačke županije, Sisačko-moslavačke županije i Karlovačke županije. Zakon se sastoji od devet dijelova od kojih svaki pobliže objašnjava proces obnove nakon potresa („zakon.hr“, 2021.). Dijelovi zakona su:

- Dio prvi -> Opće i zajedničke odredbe
- Dio drugi -> Obnova zgrada
- Dio treći -> Uklanjanje zgrada
- Dio četvrti -> Gradnja zamjenskih obiteljskih kuća
- Dio peti -> Novčana pomoć
- Dio šesti -> Osnivanje fonda za obnovu navedenih područja, provedba obnove zgrada, isplata novčane pomoći, uklanjanje zgrada te gradnja zamjenskih obiteljskih kuća
- Dio sedmi -> Stambeno zbrinjavanje osoba pogođenih potresom i smještaj državnih tijela
- Dio osmi -> Inspekcijski i upravni nadzor
- Dio deveti -> Prijelazne i završne odredbe

Svi dijelovi zakona su koncipirani tako da objašnjavaju na koji način obnoviti pogođena područja. Nit vodilja je da se uklone zgrade opasne po život, da se ljudima osigura pomoć, stambena i materijalna, ali i da se proces obnove provodi u skladu sa zakonom, koji nalaže detaljan elaborat obnove kao i stručni nadzor samog procesa obnove („zakon.hr“, 2021.).

### 4.3. Utjecaj potresa na Fukushimau

Ako se potres razorne jačine dogodi na dnu oceana, njegova razorna sila može uzrokovati tsunami. Dana 11. ožujka 2011. godine u blizini japanske obale dogodio se potres jačine 9,3 stupnjeva po Richteru. Potres takve razornosti stvorio je tsunami koji je poplavio japansko kopno, a visina istoga bila je 16 metara. Na samoj obali Japana nalazi se i nuklearna elektrana Fukushima Daiichi koja je jedna od najvećih nuklearki Japana te se sastoji od šest reaktorskih blokova. Problem je bio u tome što su zidine oko nuklearne elektrane napravljene da podnesu val visine do 6 metara, dok je tog dana val koji je uzrokovao potres a koji je pogodio nuklearku bio visine 13 metara. Radnici elektrane su uspjeli brzo isključiti reaktorske blokove, ali katastrofa je bila neizbježna. Količina vode koja je preplavila elektranu onesposobila je dotok primarne električne energije u elektranu, pa tako i rezervne generatore. U cijeloj toj katastrofalnoj situaciji izostalo je hlađenje reaktora. Reaktorski blokovi jedan do četiri su bili najviše pogođeni te je u njima razina vode dosegala pet metara, dok je u blokovima pet i šest voda dosegala jedan metar visine. Posljedice katastrofe odrazile su se i na prometnice, pa tako pomoć nije u adekvatnom vremenu uspjela stići do nuklearnog postrojenja. Ali tehničari su uspjeli iz blokova pet i šest spasiti jedan generator koji je mogao nastaviti opskrbu strujom. Kako se zbog izostanka hlađenja reaktora radijacija krenula ispuštati u atmosferu, povoljan vjetar je raznosio čestice radijacije u smjeru mora, što je bilo povoljno po stanovništvo Japana, iako su područja oko same nuklearne elektrane bila radioaktivno kontaminirana. Radioaktivnost se širila narednih tjedana i mjeseci u obliku dima, pare, vode, tako što je istjecala iz nuklearnih blokova. Slično je bilo s nesrećom u nuklearnoj elektrani Černobil, samo što su vlasti u ovoj situaciji stigle ranije vremenski reagirati i krenula je evakuacija pogođenog područja. Vlasti su, zbog radioaktivnog zračenja, evakuirale stanovništvo koje se nalazilo u krugu od 30 kilometara oko nuklearke. Ishodi ove tragične nesreće bili su ti da su vlasti pozivale stanovnike da štede energiju jer je više od dvije trećine reaktora bilo isključeno. Struja se u narednim vremenima dobivala iz termoelektrana te je parlament Japana usvojio Zakon o razvoju obnovljivih izvora energije, a došlo je i do povećanja popularnosti zelenih aktivističkih udruga („dw.com“, 2011.).

## 5. Uređaji za mjerenje

Uređaji za mjerenje svrstavaju se u kategoriju hardvera u GIS-u. Hardver predstavlja predmete koji su opipljivi, kao što su diskovi, monitori, tipkovnice i ostali. Pošto su to opipljivi dijelovi, oni se mogu pokvariti, razbiti i može ih zadesiti bilo kakav oblik fizičke nesreće. Hardver se dijeli još na računala i ostale uređaje, a računala se dijele na: ručna, terenska, prijenosna, osobna, radne stanice. Ostale uređaji se dijele na: skenere, digitalizatore, plotere, pisače, mrežne uređaje i ostale. U ovoj cjelini detaljnije će biti opisan hardver, i to onaj specifični dio hardvera koji se bavi prikupljanjem podataka o terenu. Taj hardver je neophodan za svaki GIS sustav, kako bi se njime moglo dobiti točne podatke o trenutnom stanju reljefa (Tutić, Vučetić, Lapaine, 2002, str. 10).

### 5.1. GPS prijamnik

Da bi se razumio rad GPS prijamnika, mora se definirati pojam GPS. GPS je skraćenica za globalni položajni sustav, odnosno satelitski radionavigacijski sustav za određivanje položaja na Zemlji. Sustav je prilagođen korisniku tako da pomoću svih triju koordinata određuje točnu lokaciju na Zemljinoj površini. GPS se sastoji od: skupine umjetnih satelita u orbitama oko Zemlje, zemaljske postaje koja preciznim mjerenjima utvrđuje položaj satelita i prati njihov rad te prijamnika korisnika koji sadrži antenu, radioprijamnik te računala („enciklopedija.hr“, bez dat.).

GPS prijamnik služi za određivanje položaja na površini i iznad nje, bilo gdje na Zemlji. Kako je prethodno navedeno, tu mogućnost mu daje sustav posebnih satelita i uređaja na Zemlji. Sami prijamnici mogu se podijeliti u precizne i ručne prijamnike, a glavna razlika između te dvije kategorije je u točnosti određivanja položaja. Velike su razlike u oscilaciji mjerenja točnosti jer se ista može kretati od stotinjak metara pa do manje od jednog centimetra (Tutić, Vučetić, Lapaine, 2002, str. 11).



**Slika 9. GPS prijamnik**

*(„srla.cqgeoequip.com“, bez dat.)*

## **5.2. Totalna stanica**

Totalna stanica, ujedno i mjerna stanica, je računalna inačica elektroničkog teodolita. Teodolit predstavlja geodetski mjerni instrument za mjerenje vodoravnih kutova ili vodoravnih i okomitih kutova. Svaka totalna stanica u svom sklopovlju sadržava računalo, memoriju te elektronički daljinomjer. Svrha totalne stanice je jednostavnije snimanje detalja, isključavanje, te brže i preciznije izvođenje radova (*„hr.wikipedia.org“, bez dat.*).

Smatraju se posebnim uređajima koji izmjeru terena omogućuju geodetskim metodama. Prednost im je što mogu, uz izmjeru Zemljine površine, istu vršiti i ispod površine Zemlje, primjerice u tunelima (Tutić, Vučetić, Lapaine, 2002, str. 12).



**Slika 10. Totalna stanica**

*(„geomatika-smolcak.hr“, bez dat.)*

### **5.3. Sateliti**

U Zemljinoj orbiti postoji puno vrsta satelita koji imaju različitu namjenu. U sklopu ove tematike najzanimljiviji su sateliti koji su namijenjeni za snimanje Zemljine površine. Pomoću tih satelita dobiva se uvid u izgled reljefa na Zemljinoj površini te s podacima dobivenim pomoću tih satelita može se vršiti daljnja obrada podataka. Vrijednost satelitskih snimaka mjeri se rezolucijom koja danas već dostiže jedan metar (Tutić, Vučetić, Lapaine, 2002, str. 12).



**Slika 11. Sateliti**

(„zvjezdarnica.com“, 2021.)

## 5.4. Digitalna fotogrametrijska kamera

Prije svega potrebno je napomenuti što je fotogrametrija. „Fotogrametrija je znanost o prikupljanju 2D snimaka nekog objekta ili terena te dobivanje preciznih 3D koordinata točaka, koristeći minimalno dvije snimke između kojih postoji preklop“ („geocentar.com“, bez dat.).

Koristeći fotogrametrijsku kameru slika terena se dobije u digitalnom obliku neposredno čitljivom pomoću računala. Unutar Republike Hrvatske primjena digitalnih fotogrametrijskih kamera nije toliko rasprostranjena (Tutić, Vučetić, Lapaine, 2002, str. 12).



**Slika 12. Digitalna fotogrametrijska kamera**

*(„geocentar.com“, bez dat.)*



## 5.5. Digitalni fotoaparati

Digitalne fotoaparate najčešće koriste stanovnici koji fotografiranje vole i uživaju u njemu. Amaterske fotografije mogu, uz pomoć odgovarajućeg softvera, poslužiti za dobivanje prostornih podataka. Slike dobivene slikanjem iz digitalnog fotoaparata su neposredno čitljive uz pomoć računala (Tutić, Vučetić, Lapaine, 2002, str. 13).



Slika 13. Digitalni fotoaparati

(„mall.hr“, bez dat.)

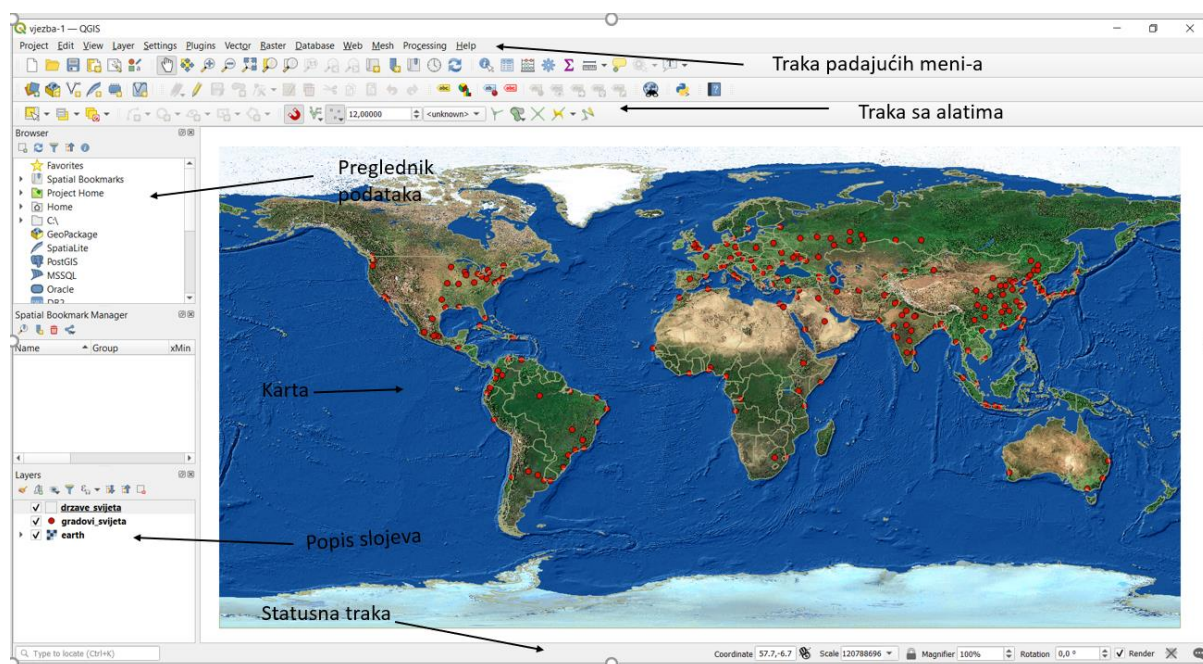
## 6. QGIS i katastar urušnih vrtača

### 6.1. QGIS

QGIS odnosno Quantum GIS je besplatan, open-source geografski informacijski sustav. Slično kao i kod većine GIS programa, njegova je namjena pohraniti, obraditi te analizirati prostorne podatke te iste vizualizirati. QGIS podržava vektorske i rasterske podatke, WMS, WFS, povezivanje s prostornim bazama podataka te raznim prostornim analizama (Šegvić, Sirovica, Turkalj, 2016, str. 1).

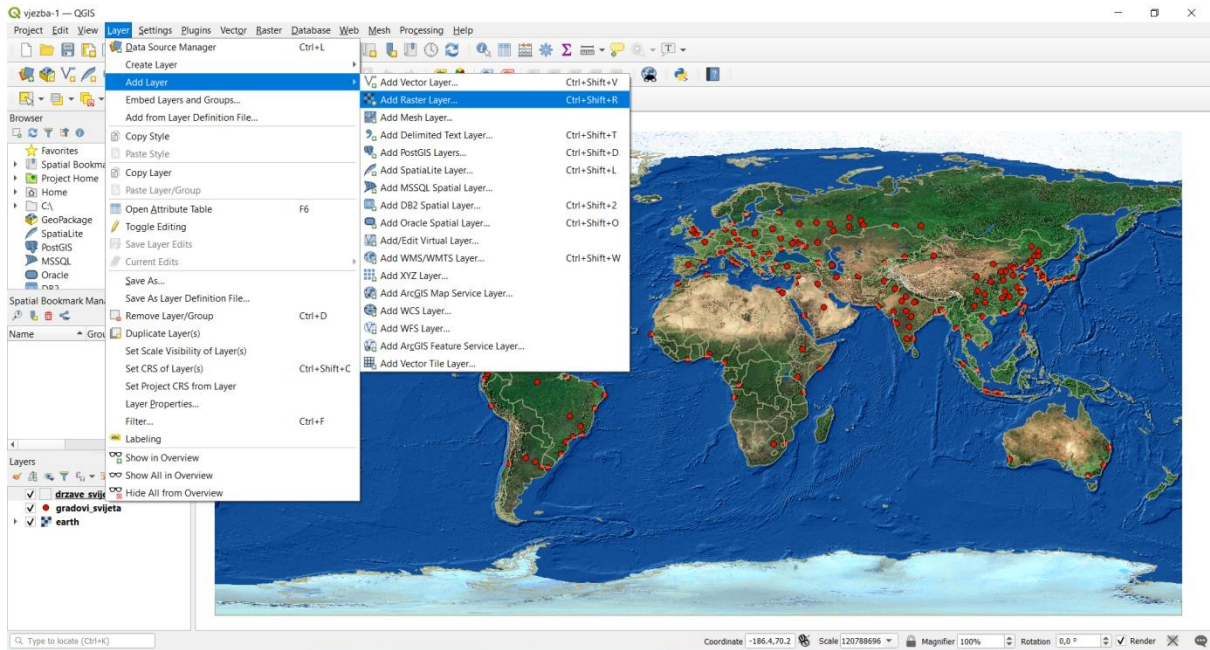
U nastavku rada će se uključiti slike i pojedine mogućnosti QGIS programa, u svrhu boljeg pojašnjavanja istog.

Prilikom otvaranja samog programa QGIS, potrebno se prvo upoznati sa samim sučeljem programa kako bi uspješno koristili isti.



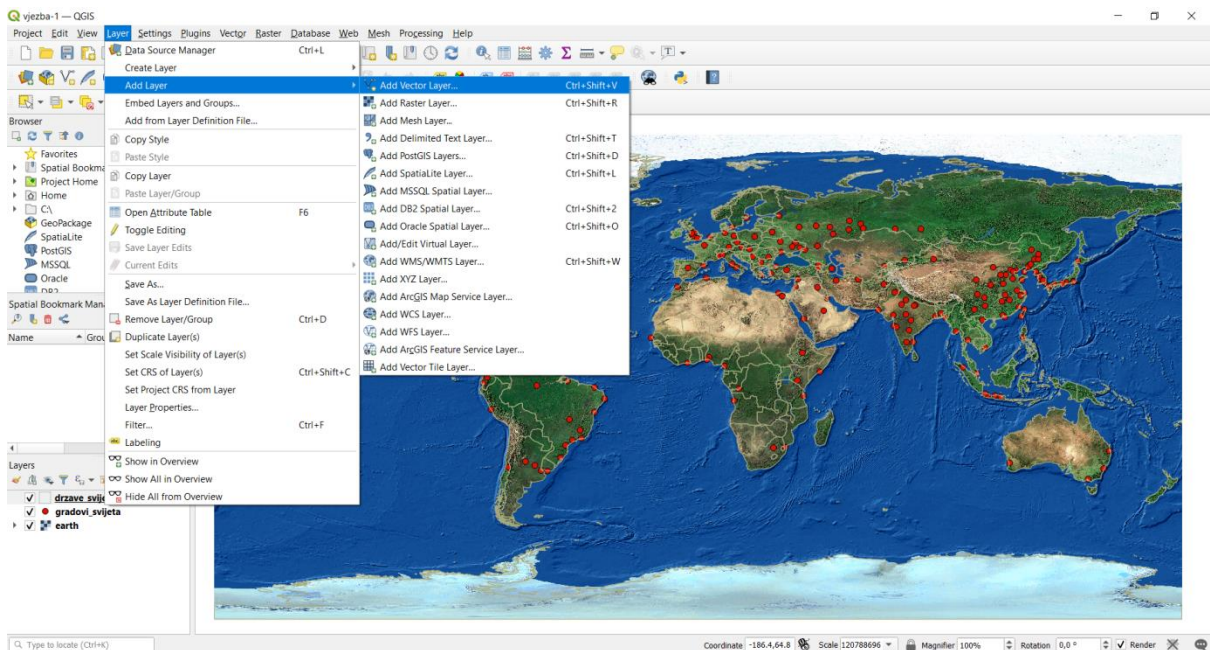
Slika 14. Sučelje QGIS-a

Add raster layer – dodaje se karta svijeta koja je predstavljena kao slika te se vidi kako se u popisu slojeva pojavio rasterski sloj earth.



Slika 15. Add Raster Layer

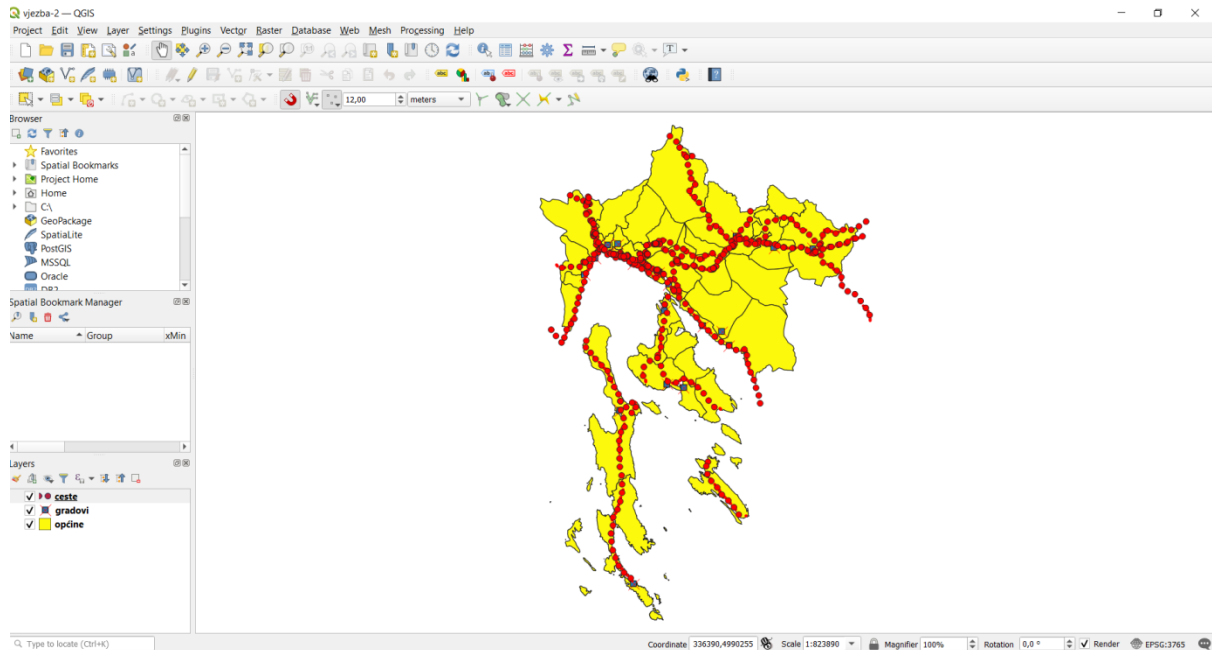
Add vector layer – dodavanje vektorskih podataka, granice država i milijunski gradovi.



Slika 16. Add Vector Layer

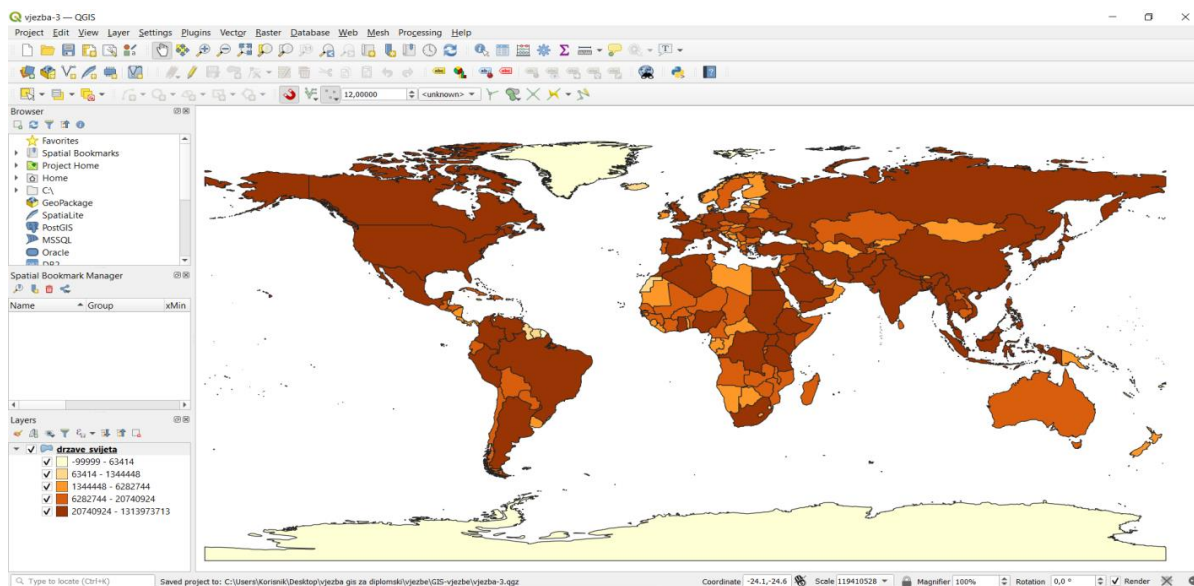


U sljedećem prikazu razlikuju se vektorski slojevi ceste, gradovi te općine. Svakom sloju može se urediti prikaz površinskog sloja na način da mu se promijeni boja prikaza sloja, promijeni prikaz simbola, odnosno cjelokupni izgled istoga.



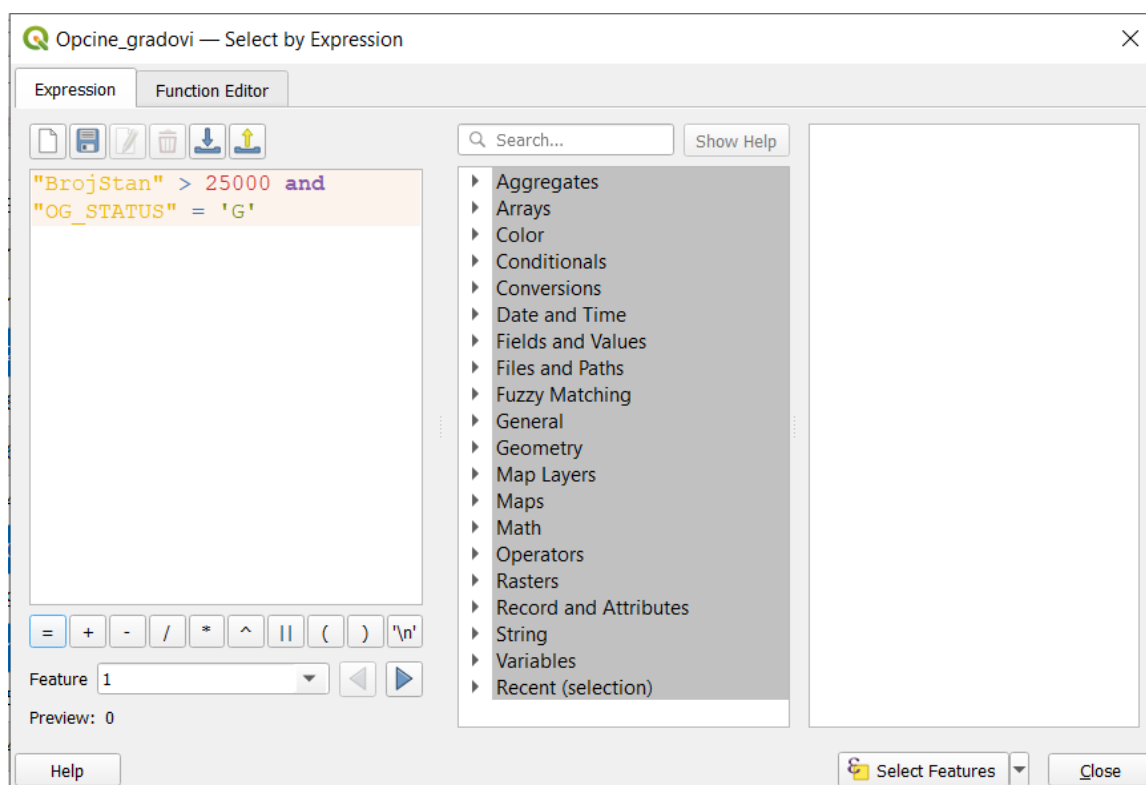
**Slika 17. Vektorski slojevi**

QGIS omogućava da se pomoću podataka u atributnim tablicama klasificiraju određeni podatci. Podatci iz atributnih tablica mogu se sortirati te prikazati tako da gradient boje prikazuju gustoću naseljenosti određenog područja.

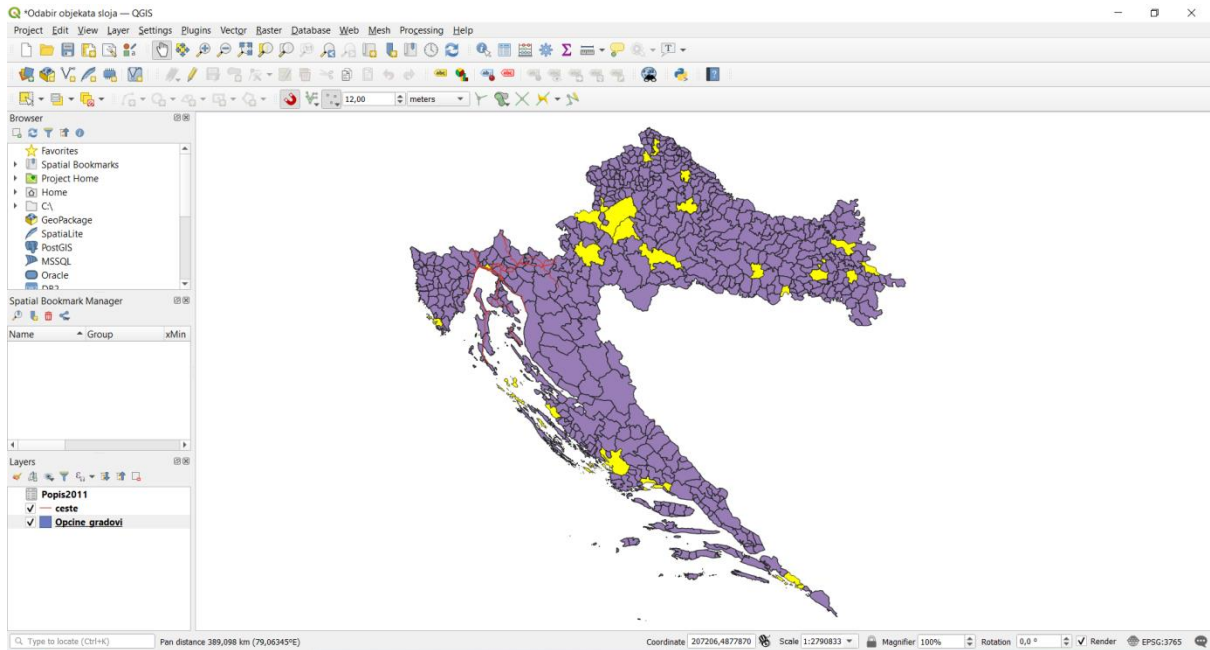


Slika 18. Gustoća naseljenosti

Prilikom korištenja QGIS-a korisno je posjedovati znanje iz strukturiranog upitnog jezika ili SQL-a (engl. Structured Query Language). Pomoću SQL upita postavljaju se uvjeti pomoću kojih QGIS sortira tražene podatke iz atributne tablice te vizualno prikazuje iste. Bit će prikazani gradovi kojima je broj stanovnika veći od 25000.

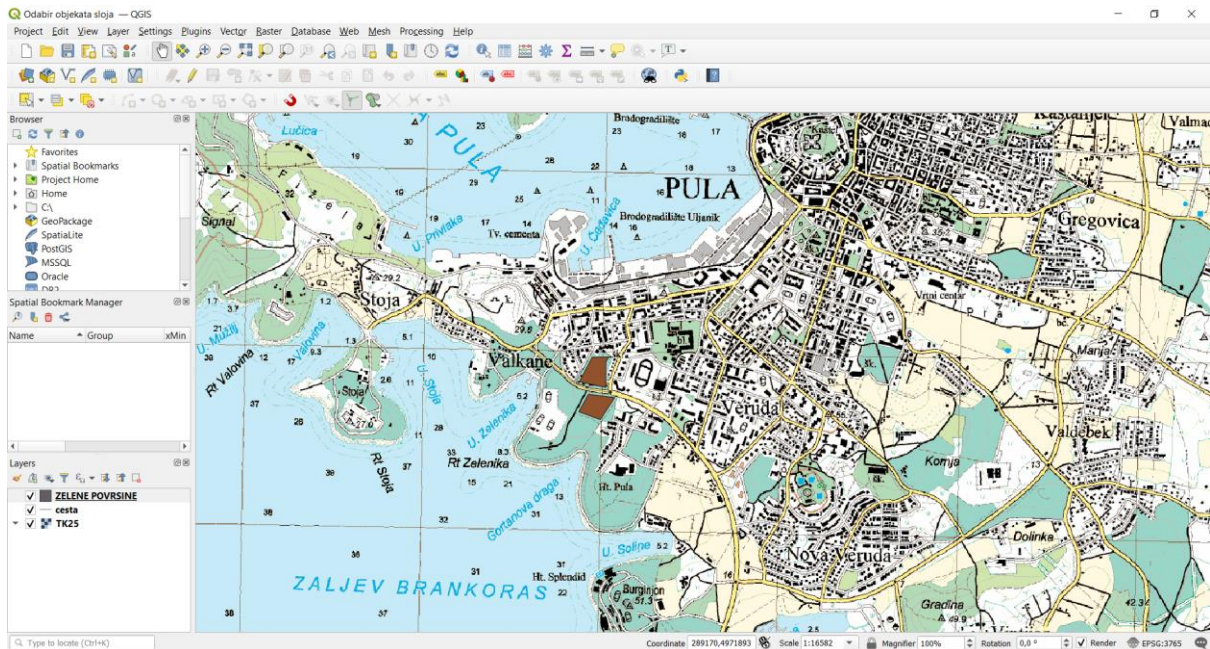


Slika 19. Uporaba SQL-a



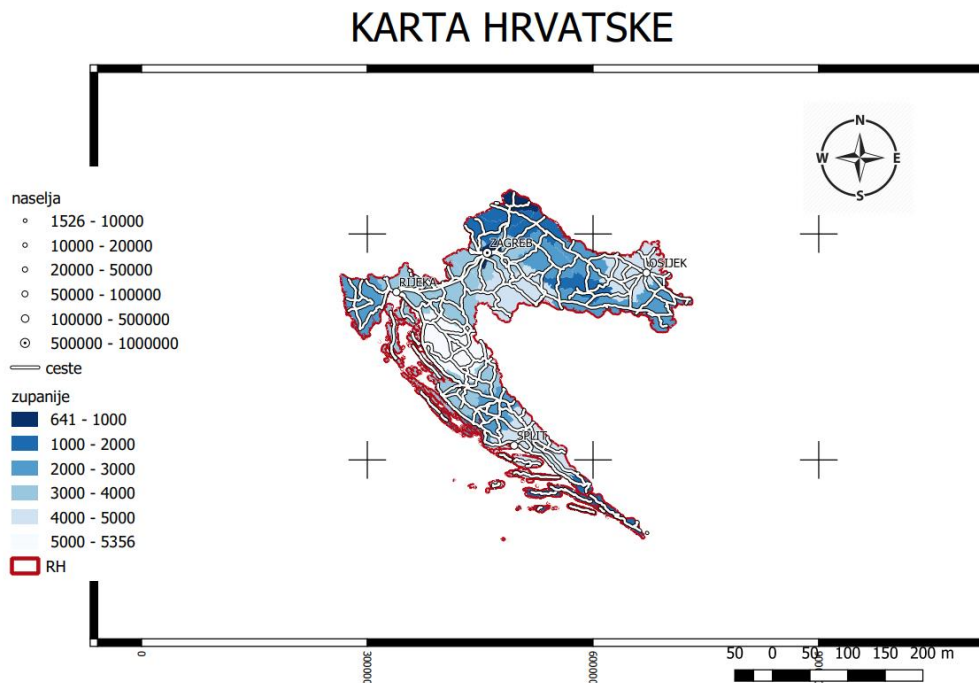
Slika 20. Prikaz selektiranih područja

Ako se to želi, mogu se kreirati vlastiti vektorski slojeve te manipulirati podacima u sloju.



Slika 21. Vlastiti vektorski sloj

Poželjna stvar prilikom korištenja QGIS-a je i izrada te ispis same karte. Samojoj karti mogu se dodati razne specifikacije, kao što su: tekst karte, legenda, grafičko mjerilo, smjer sjevera i ostale.



Slika 22. Izrada karte u QGIS-u

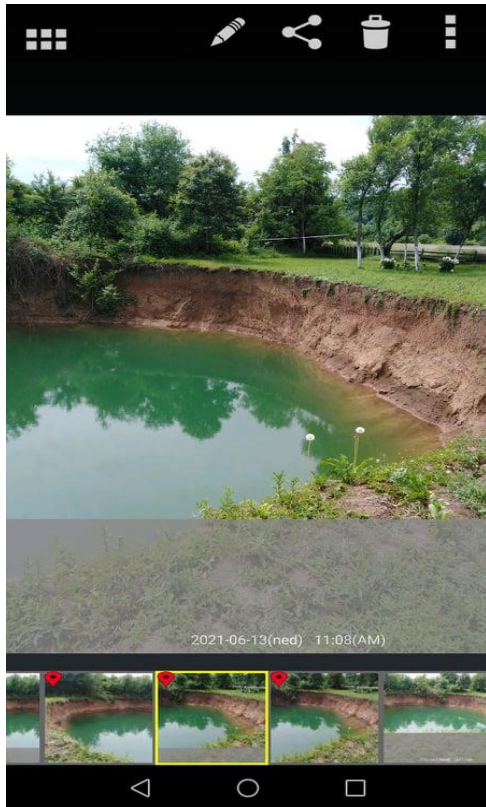
## 6.2. Katastar urušnih vrtača u selu Mečenčani

### 6.2.1. Prikupljanje podataka

Nakon razornog potresa koji je pogodio moj kraj 29.12.2021. godine, svjedoci smo raznih pukotina u tlu, odnosno urušnih vrtača. Urušne vrtače su pojave otvaranja pukotina na tlu na onim područjima koji su bili pogođeni potresom. Same vrtače, odnosno ponikve, predstavljaju sigurnosnu prijetnju zbog nastanka u blizini obiteljskih kuća. Najviše urušnih vrtača nalazi se na prostoru između sela Mečenčani i Borojevići, odnosno na području Općine Donji Kukuruzari („potresinfo.gov.hr“, 2021.).

Radi potrebe ovoga rada, s kolegama sam se uputio u selo Mečenčani kako bih ustanovio točne koordinate pojedinih vrtača, te odredio širinu i dubinu istih. Prilikom

određivanja koordinata te prilikom slikanja urušnih vrtača, korištena je mobilna aplikacija GPS Map Camera te dron DJI Mavic Air. GPS Map Camera je aplikacija koja prilikom slikanja određene lokacije, ako je upaljena lokacija na mobilnom uređaju, na osnovu slike i njezinog položaja određuje geografsku širinu i dužinu.



**Slika 23. Izgled aplikacije**



**Slika 24. Logo aplikacije**



Camera Info	
Make	HUAWEI
Model	AUM-L29
Flash	Flash did not fire, compulsory flash mode.
Focal Length	3.46 mm
Aperture	2.2
Exposure Time	0.0014 or 1/714 sec
White Balance	auto white balance
ISO	100
Orientation	right, top (6)
GPS Info	
Latitude	45.283379 or 45°17'0" N
Longitude	16.425537 or 16°25'31" E
Altitude	21965/100
File Path	
Folder Name	/storage/emulated/0/Pictures/JK.Fantasy/GpsMapCamera
File Name	20210613_110853(AM)__[map].jpg
File Size	
File Size	3194 KB
Image Width	4160 pixels
Image Height	3120 pixels
File Time	
Modified Time	13. lip 2021. 11:08:56
Capture Time	2021:06:13 11:08:53

Slika 25. Izgled aplikacije 2

DJI Mavic Air ima infracrveni senzorski sustav, prednji, stražnji i donji vizualni sustav koji omogućuju lebdenje, let kako u zatvorenom, tako i na vanjskom prostoru te automatski povratak u početnu točku. Dronova maksimalna brzina je oko 30 kilometara na sat dok je maksimalno vrijeme leta oko 25 minuta. Mavic Air snima 4K/60 fps videozapis i fotografije od 48 MP.



**Slika 26. DJI Mavic Air**

U nastavku će biti prikazano nekoliko fotografija nastalih dronom prilikom obilaska urušnih vrtača u selu Mečenčani.



**Slika 27. Dron uslikao vrtaču 1**





**Slika 28. Dron uslikao vrtaču 1a**



**Slika 29. Dron uslikao vrtaču 3**



**Slika 30. Dron uslikao vrtaču 7**

### **6.2.2. Obrada podataka**

Nakon izlaska na teren te prikupljanja podataka, pristupio sam samoj obradi podataka. Ishodišna točka u obradi podataka bilo je upisivanje podataka svih snimljenih urušnih vrtača u excel tablicu, s pripadajućim podacima. Svakoj snimljenoj vrtači upisana je pripadajuća geografska širina, geografska dužina te njena približna širina i dubina iste.



Broj urušne vrtače	Geografska dužina	Geografska širina	Dubina vrtače	Širina vrtače
1	16,425879	45,283271	12m	20m
2	16,424788	45,28298591	10m	50cm
3	16,429845	45,282872	4m	11m
4	16,429050	45,282833	2m	1m
5	16,429155	45,28212	1m	1m
6	16,425159	45,285976	3m	7m
7	16,425051	45,286538	2m	3m
8	16,425982	45,28617	3m	5m
9	16,426306	45,285766	1m	3m
10	16,426305	45,285771	2m	5m
11	16,426303	45,28577	1m	3m
12	16,426324	45,285632	2m	4m
13	16,426253	45,285713	2m	4m
14	16,428264	45,28084	50cm	1m
15	16,428185	45,280714	1m	2m
16	16,427893	45,281196	50cm	1m
17	16,42949	45,28076	1m	2m

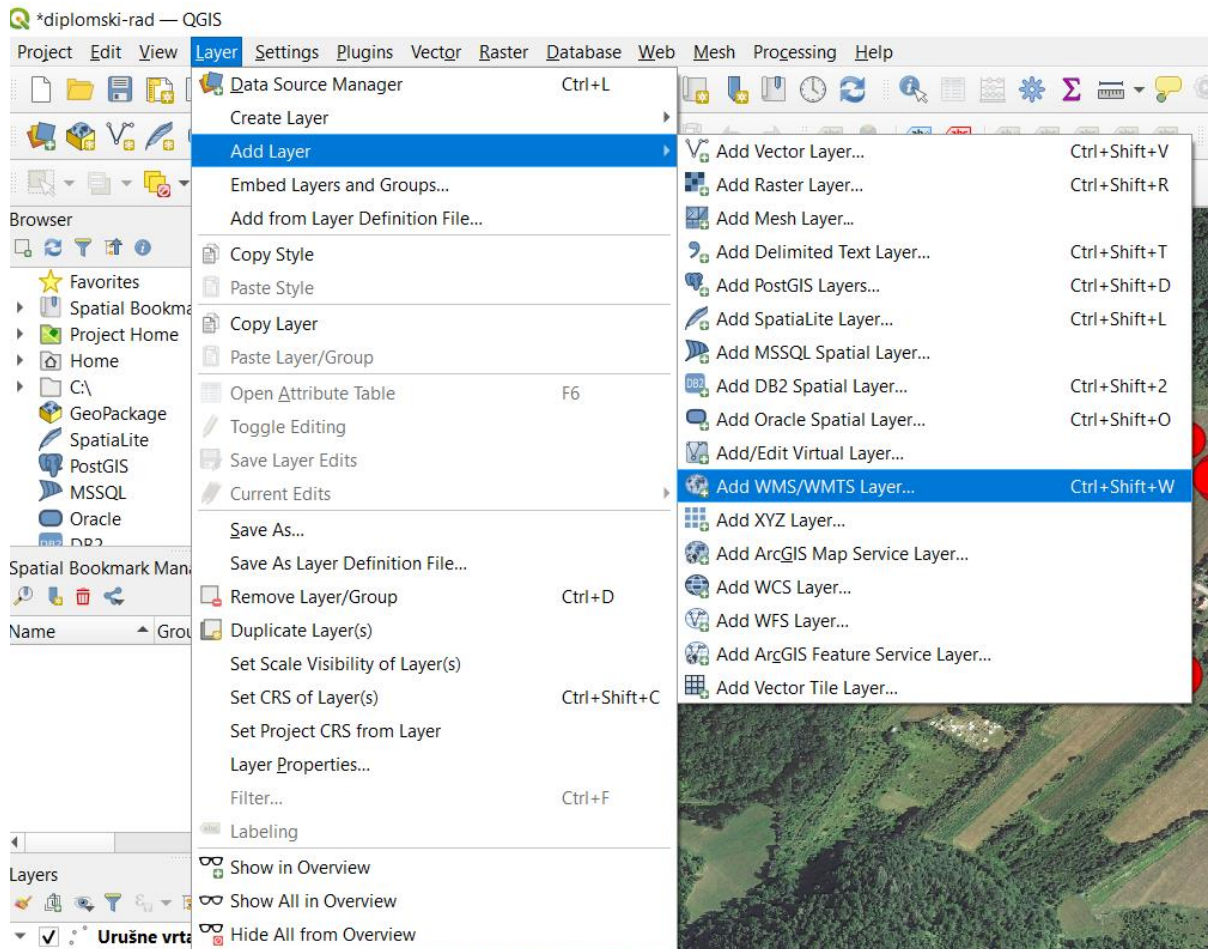
Slika 31. Excel tablica s koordinatama vrtača

Excel tablicu sam pretvorio u CSV datoteku kako bi istu QGIS mogao očitati. CSV (engl. Comma separated valued) ili zarezom odvojene vrijednosti, je datoteka vrijednosti odvojenih zarezom. Svaki redak CSV datoteke predstavlja zapis podataka te se svaki zapis sastoji od jednog ili više polja koja su odvojenih zarezima.

Broj urušne vrtače	Geografska dužina	Geografska širina	Dubina vrtače	Širina vrtače
1	16,42588	45,28327	12	20
2	16,42479	45,28299	10	0,5
3	16,42985	45,28287	4	11
4	16,42905	45,28283	2	1
5	16,42916	45,28212	1	1
6	16,42516	45,28598	3	7
7	16,42505	45,28654	2	3
8	16,42598	45,28617	3	5
9	16,42631	45,28577	1	3
10	16,42631	45,28577	2	5
11	16,4263	45,28577	1	3
12	16,42632	45,28563	2	4
13	16,42625	45,28571	2	4
14	16,42826	45,28084	0,5	1
15	16,42819	45,28071	1	2
16	16,42789	45,2812	0,5	1
17	16,42949	45,28076	1	2

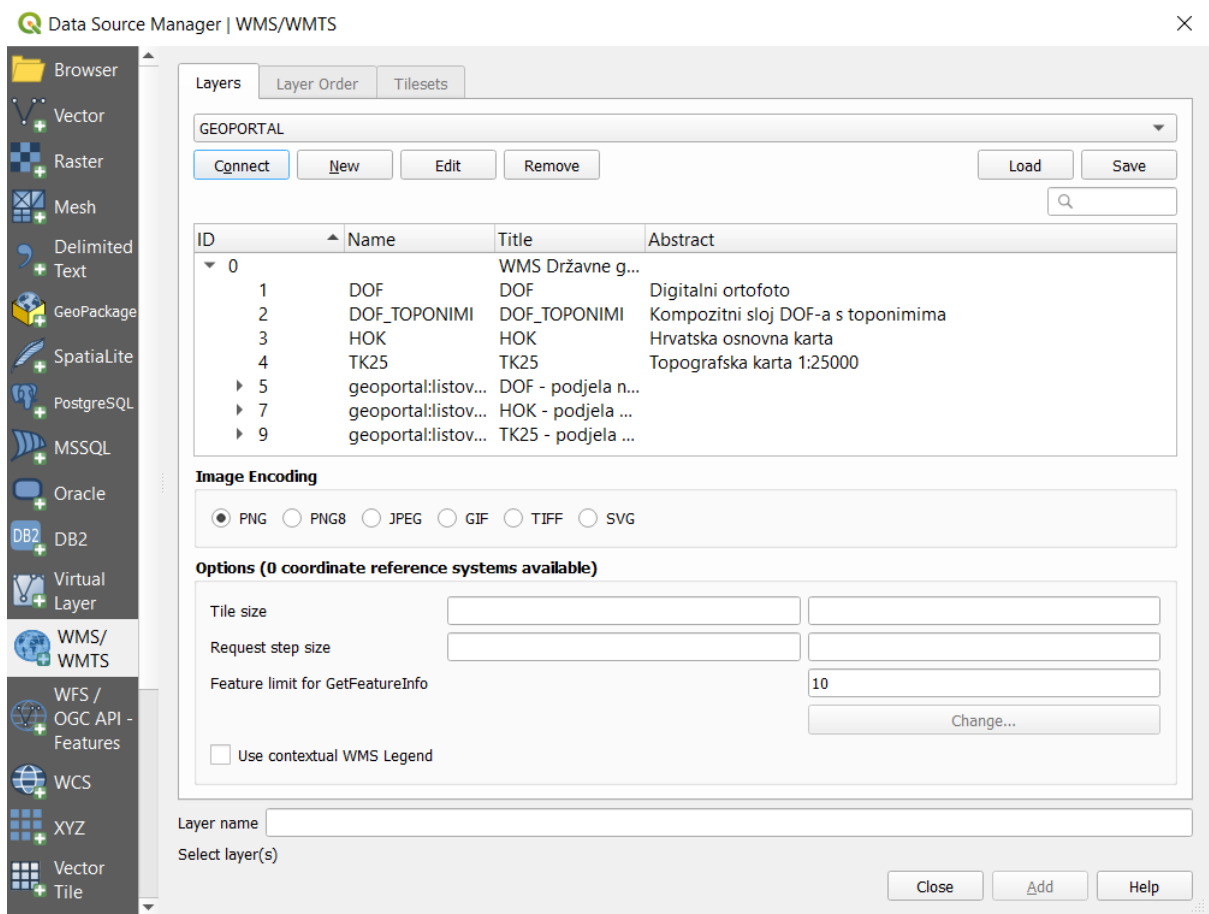
Slika 32. CSV datoteka

Za izradu rada kao podlogu iskoristio sam WMS (engl. Web Map Service) datoteku. Za učitavanje WMS layera potrebna je veza na internet mrežu te kako bi se učitao WMS layer, mora se pokrenuti naredbu u padajućem meniju Layer-> Add Layer -> Add WMS/WMTS layer.



**Slika 33. Add WMS layer**

Za izradu vježbe koristio sam WMS Državne geodetske uprave Republike Hrvatske. U naziv layera treba unijeti GEOPORTAL i kliknuti na tipku *Connect*. Ako postoji veza na Internet, trebali bi se u prozoru za učitavanje WMS datoteke pojaviti različiti layeri koji se mogu prikazati preko WMS-a.



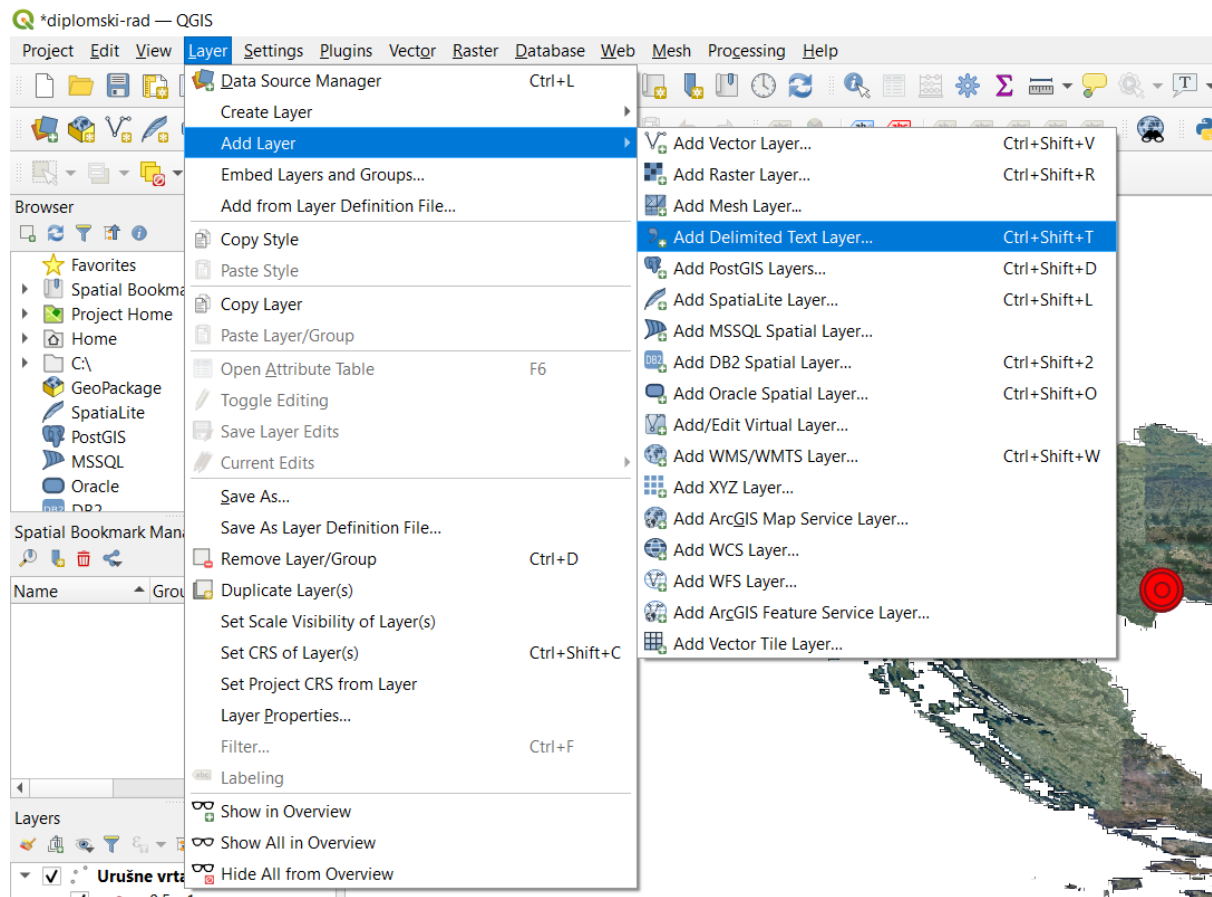
Slika 34. WMS datoteka

Ja sam odabrao DOF layer jer njime želim prikazati objedinjeni prikaz Digitalne ortofoto karte Republike Hrvatske.



Slika 35. DOF layer

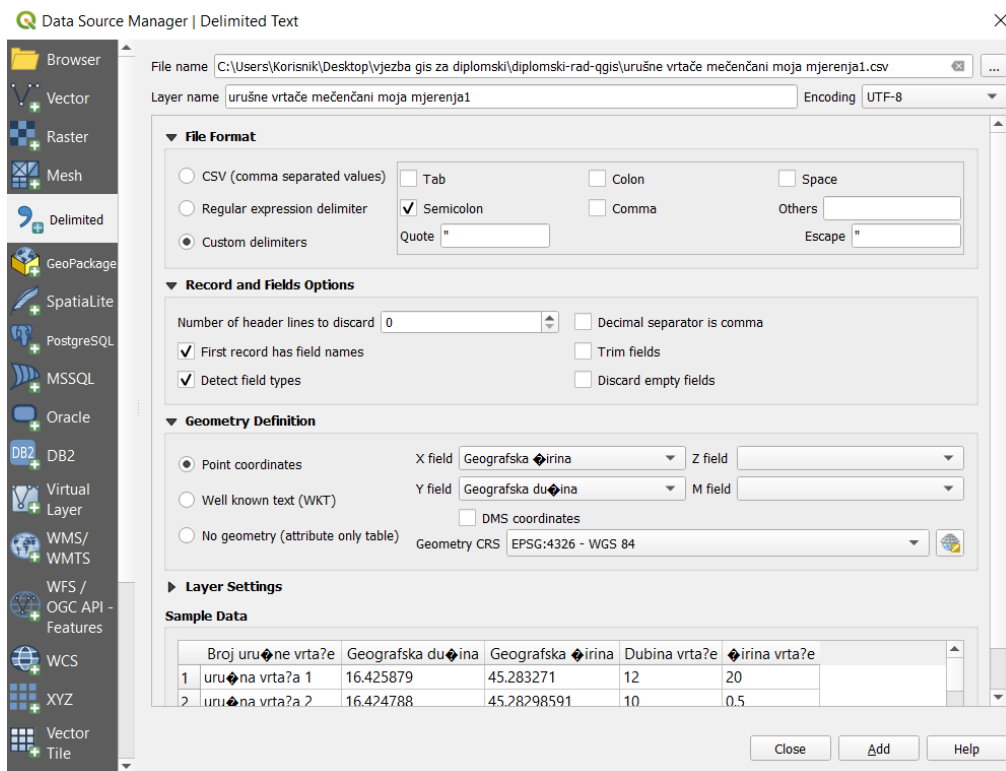
Sljedeći korak je učitavanje tablice s podacima u QGIS odnosno prethodno napravljenu CSV datoteku. Da bi se to napravilo, potrebno je pokrenuti naredbu u padajućem meniju Layer-> Add Layer -> Add Delimited Text layer.



**Slika 36. Add Delimited Text Layer**

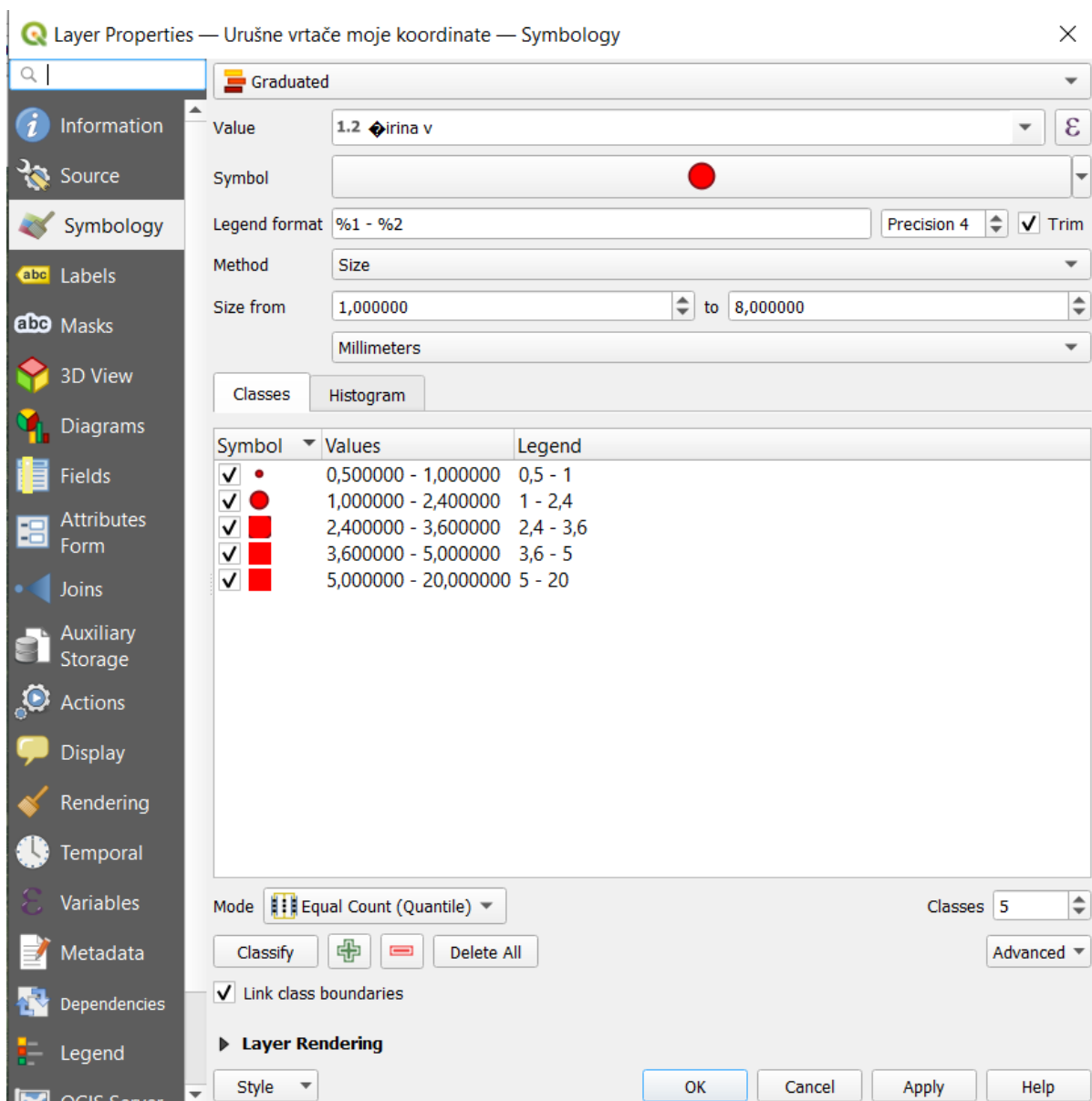
Zatim se učitava CSV datoteka te pod file format odabire da su redci razdvojeni zarezom (engl. semicolon). Pod polje X odabire se geografska širina a pod poljem Y odabire se geografska dužina.





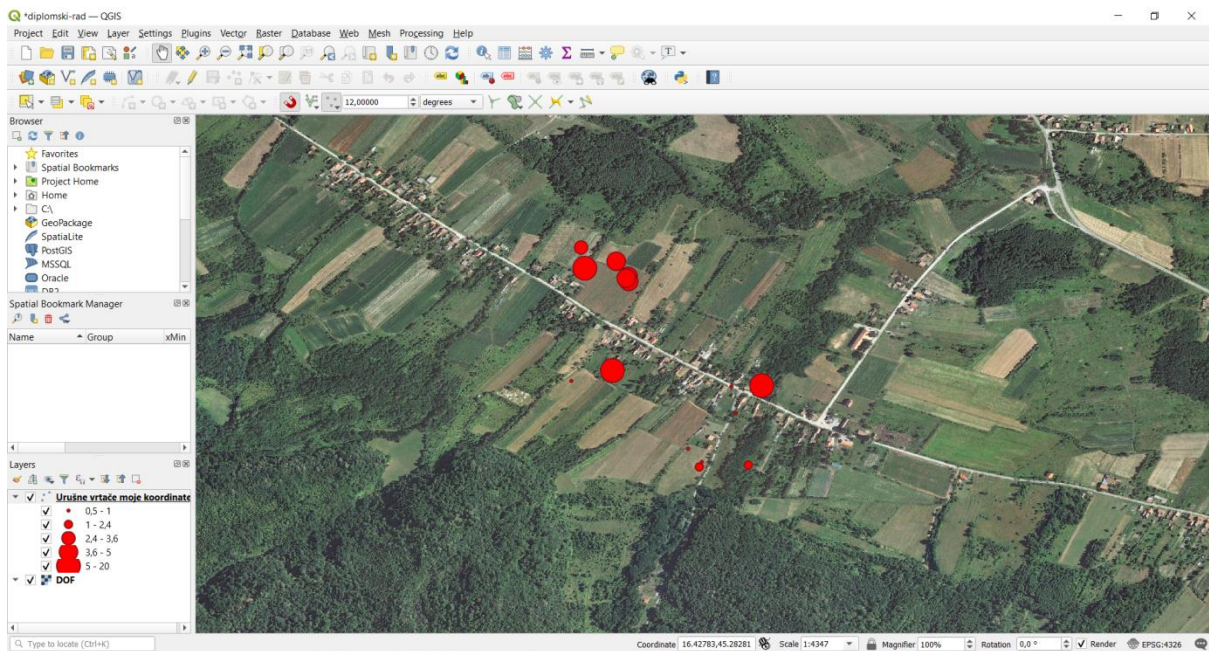
Slika 37. Delimited Text

Sljedećim korakom sam uredio simbole svake vrtače da bi preciznije vizualno mogli odrediti razlike u širini same vrtače na pojedinim mjestima unutar sela Mečenčani.



**Slika 38. Symbology**

Katastar vrtača koje sam snimio i obradio prikazane u DOF layeru bit će prikazan u nastavku. Na layeru se vide razlike u širini samih vrtača, te kako su lokacijski raspoređene s obje strane ceste. Ta blizina urušnih vrtača obiteljskim kućama uzrokuje veliki strah tamošnjim žiteljima zbog mogućnosti urušavanja samih kuća.



Slika 39. Izgled katastra urušnih vrtača

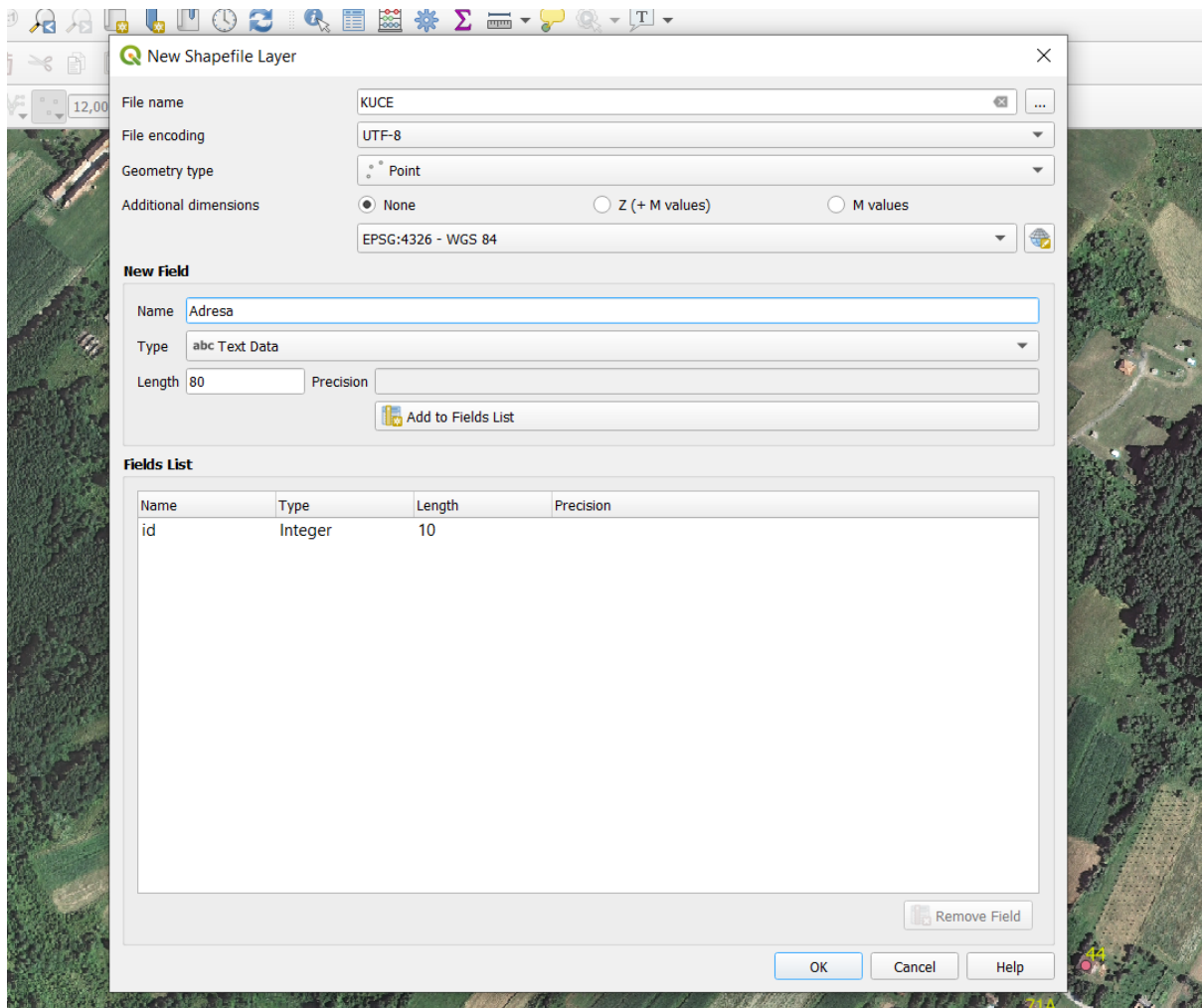
### 6.2.3. Analiza najbližih susjeda

U ovom dijelu napravljena je analiza najbližih susjeda te će biti opisan svaki korak koji se radio prilikom analize. Pod nazivom najbliži susjedi smatra se udaljenost između stambenog objekta i najbliže vrtače. Prije same analize prebačena je projekcija u HTRS/96TM. To je napravljeno s ciljem da dužina između rupa i kuća bude prikazana u metrima. Da je ostavljena projekcija u WGS84, duljine bi bile prikazane u stupnjevima.

U prvom dijelu analize treba se napraviti vektorski sloj kuće, pomoću kojeg će se dobiti podatci gdje se stambeni objekti u Mečenčanima nalaze. Za te podatke korišten je Geoportal Državne geodetske uprave („geoportal.dgu.hr“, 2021.).

Uz Geoportal, za izradu analize korišten je jedan od tutoriala QGIS aplikacije („qgistutorials.com“, 2021.).

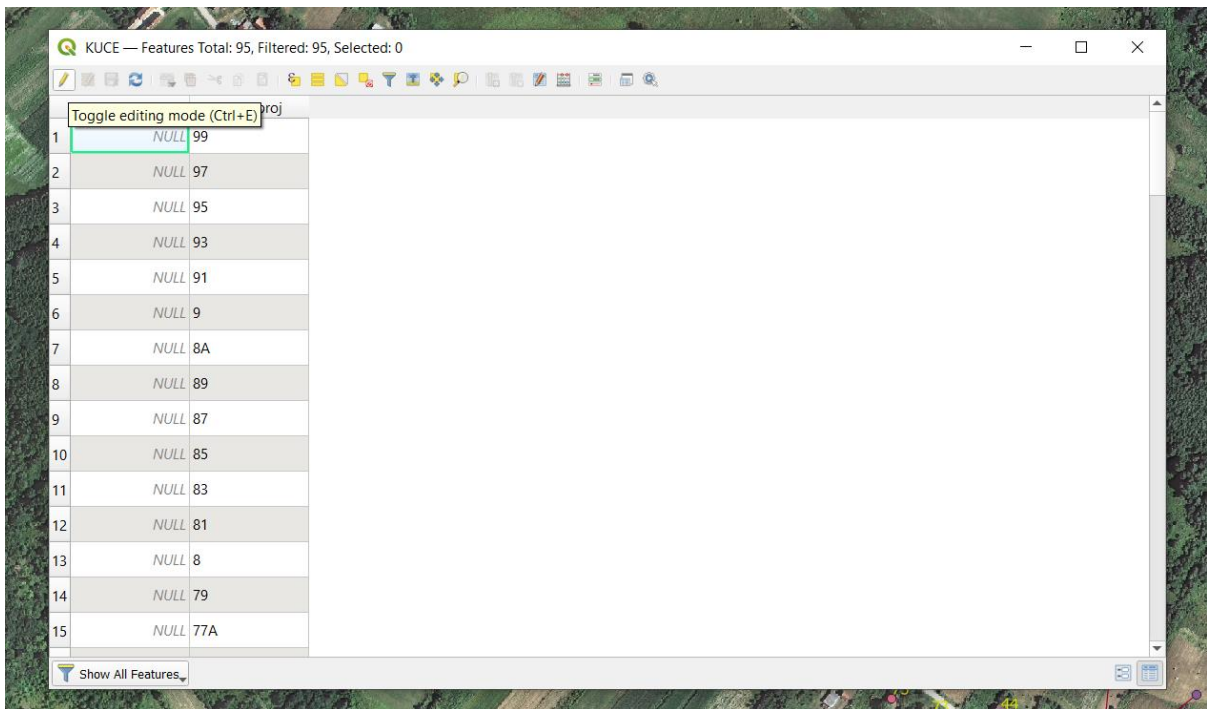
Za kreiranje tog layera kliknuo sam na Layer->Create layer->Create new shapefile.



**Slika 40. Shapefile KUCE**

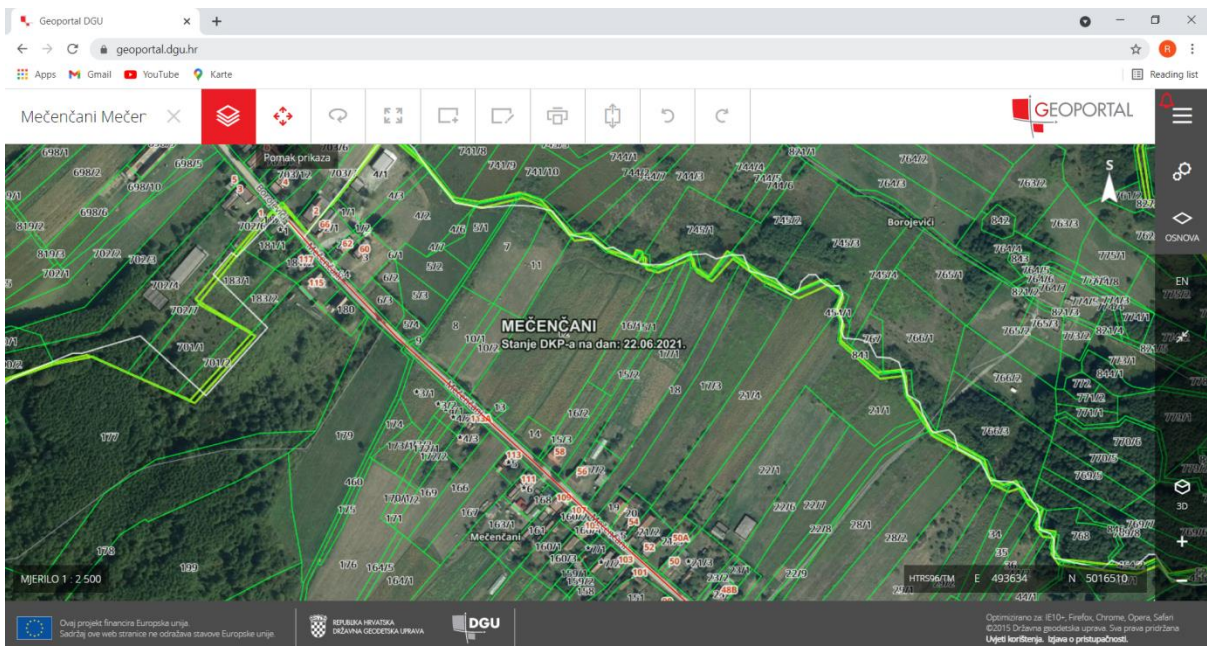
Nakon što sam ispunio Shapefile, otvaram tu istu atributnu tablicu te palim naredbu Toggle Editing mode, kako bi mogao dodavati podatke o kućama.





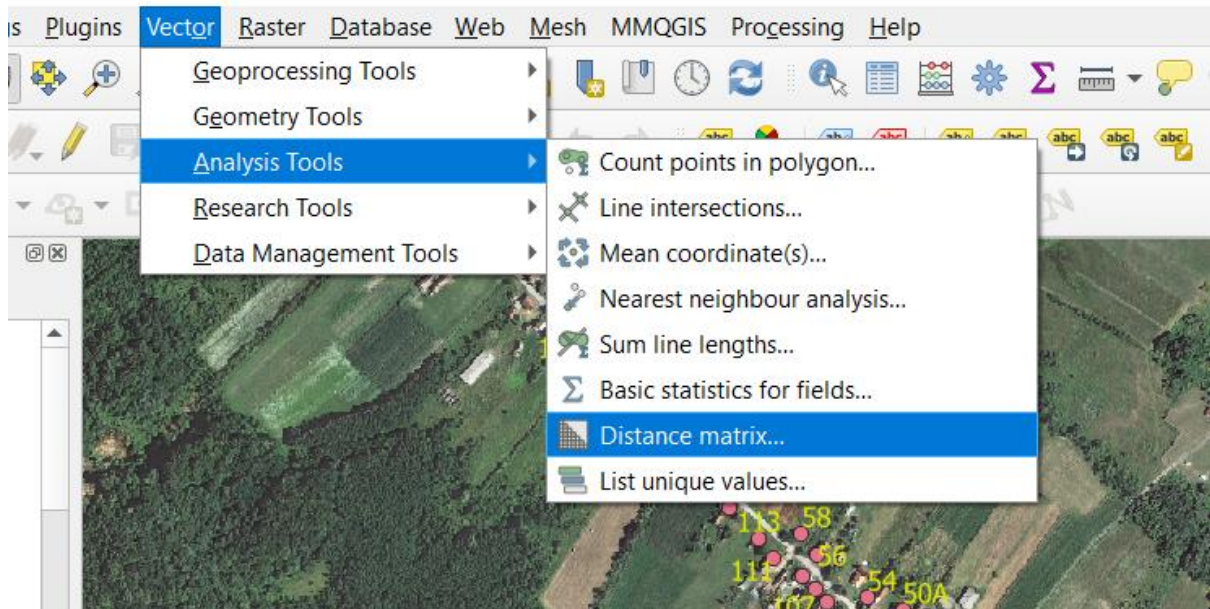
Slika 41. Atributna tablica KUCE

Svaku kuću sam posebno dodao u tablicu s tim da sam za svaku upisivao kućni broj koji sam dobio sa stranice Geoportal.



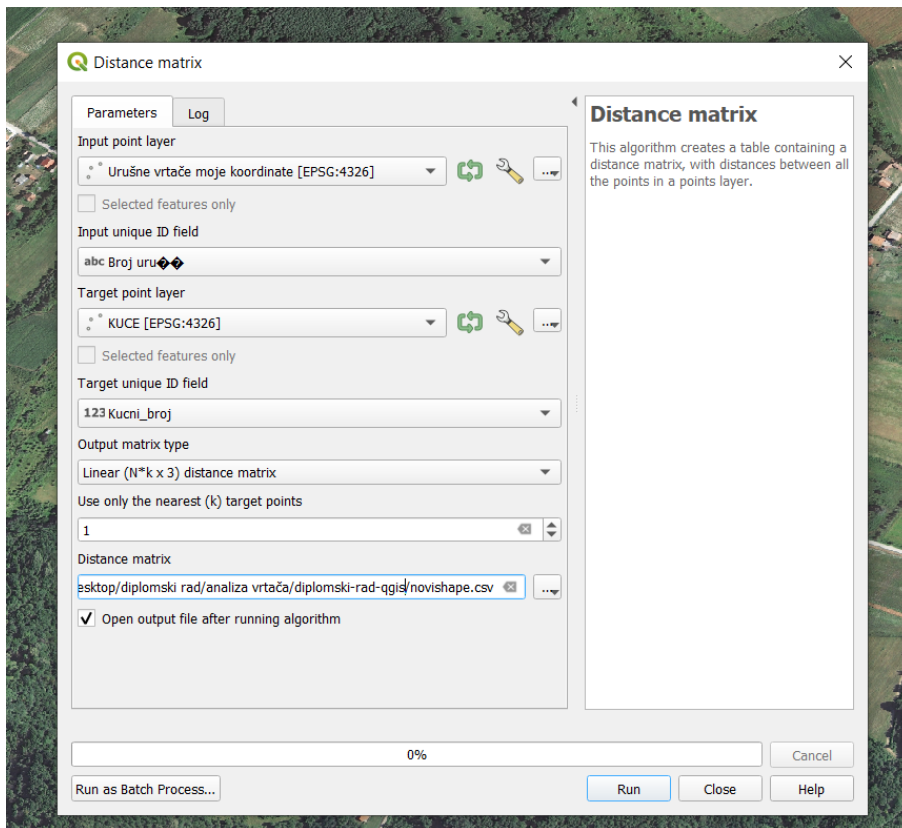
Slika 42. GEOPORTAL

U sljedećem koraku koristi se alat za analitiku Distance matrix. Distance matrix algoritam stvara tablicu koja sadrži udaljenosti između zadanih točaka. Prvo se odabire traženi algoritam te se zatim u isti unose traženi podatci.



**Slika 43. Distance matrix**

U matricu se unose podatci urušnih vrtača, odnosno broj urušnih vrtača te kućni broj stambenog objekta.



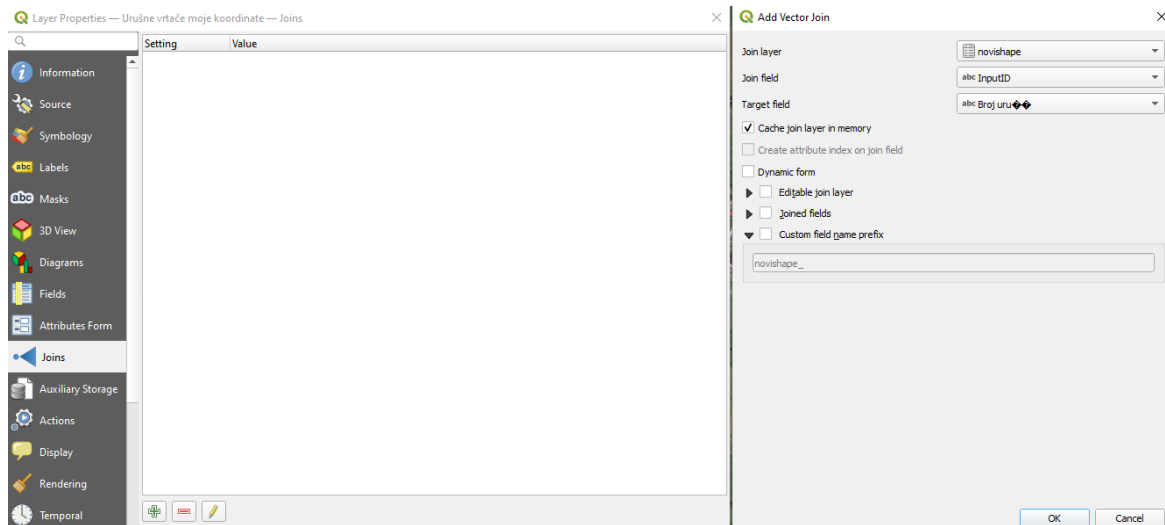
**Slika 44. Distance matrix ubacivanje podataka**

Nakon izvršavanja matrice dobiva se novi layer odnosno novishape.csv file.

InputID	TargetID	Distance	
1	urusna vrtaca 14	37B	46.4213514062...
2	urusna vrtaca 13	40A	133.009297029...
3	urusna vrtaca 12	40A	123.884074291...
4	urusna vrtaca 3	20	10.9089640790...
5	urusna vrtaca 2	65	169.220161151...
6	urusna vrtaca 17	37B	96.6993663317...
7	urusna vrtaca 1	59	94.0195367095...
8	urusna vrtaca 16	37B	44.4775240140...
9	urusna vrtaca 7	40B	108.915579277...
10	urusna vrtaca 6	40B	49.6378250363...
11	urusna vrtaca 5	35	43.1954420983...
12	urusna vrtaca 4	37	8.19717770536...
13	urusna vrtaca 11	40A	139.232578263...
14	urusna vrtaca 10	40A	139.341767155...
15	urusna vrtaca 9	40A	138.78521215204

**Slika 45. Novishape.csv**

U layeru je vidljiva udaljenost rednog broja vrtače od kućnog broja. Sljedeći korak je spajanje layera urušne vrtače i novi shape koji se radi pomoću opcije Joins layer.



Slika 46. Joins layer

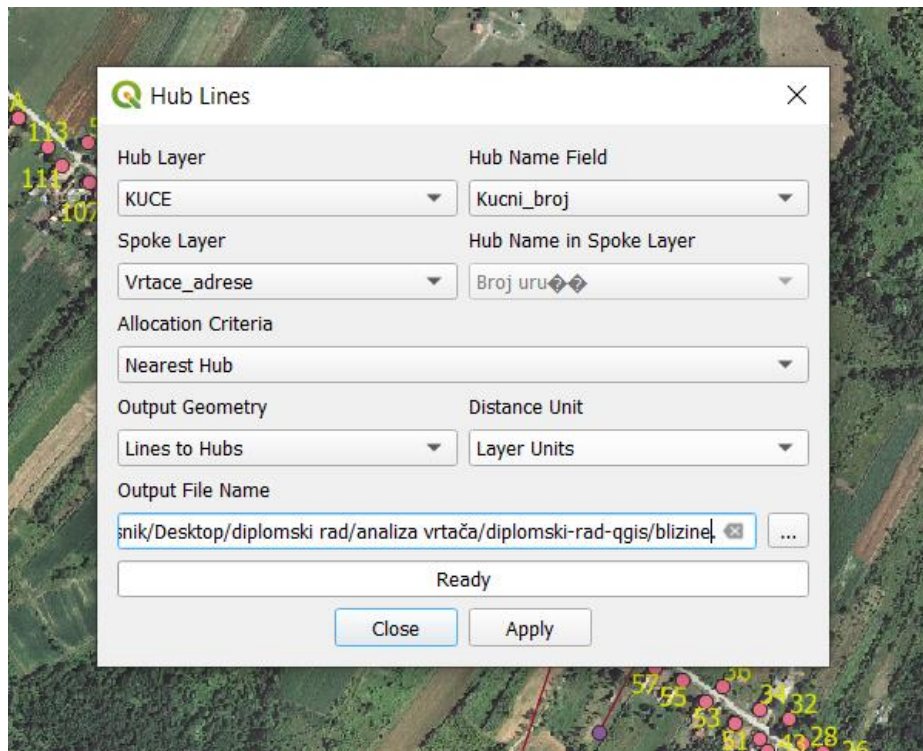
Zatim su dobivene dvije nove kolone koje prikazuju koji su kućni brojevi najbliži urušnim vrtacama. Sljedeći korak bio je spremanje odnosno save layer kako bi se napravio novi sloj koji ima sve kolone.

	Broj uru	Geografska	Geografs_1	Dubina vrt	irina v	novishape_	novishap_1
1	urusna vrtaca 15	16,4281849999...	45,2807140000...	1,000000000000...	2,000000000000...	37B	61.6944835654...
2	urusna vrtaca 14	16,4282639999...	45,2808399999...	0,5	1,000000000000...	37B	46.4213514062...
3	urusna vrtaca 13	16,4262529999...	45,2857130000...	2,000000000000...	4,000000000000...	40A	133.009297029...
4	urusna vrtaca 4	16,4290500000...	45,2828329999...	2,000000000000...	1,000000000000...	37	8.19717770536...
5	urusna vrtaca 3	16,4298450000...	45,2828719999...	4,000000000000...	11,000000000000...	20	10.9089640790...
6	urusna vrtaca 2	16,4247879999...	45,2829859100...	10,0000000000...	0,5 65		169.220161151...
7	urusna vrtaca 17	16,4294900000...	45,2807600000...	1,000000000000...	2,000000000000...	37B	96.6993663317...
8	urusna vrtaca 1	16,4258789999...	45,2832709999...	12,0000000000...	20,0000000000...	59	94.0195367095...
9	urusna vrtaca 8	16,4259820000...	45,2861699999...	3,000000000000...	5,000000000000...	40B	107.225308713...
10	urusna vrtaca 7	16,4250510000...	45,2865380000...	2,000000000000...	3,000000000000...	40B	108.915579277...
11	urusna vrtaca 6	16,4251590000...	45,2859759999...	3,000000000000...	7,000000000000...	40B	49.6378250363...
12	urusna vrtaca 5	16,4291550000...	45,2821199999...	1,000000000000...	1,000000000000...	35	43.1954420983...
13	urusna vrtaca 12	16,4263240000...	45,2856320000...	2,000000000000...	4,000000000000...	40A	123.884074291...
14	urusna vrtaca 11	16,4263030000...	45,2857699999...	1,000000000000...	3,000000000000...	40A	139.232578263...
15	urusna vrtaca 10	16,4263049999...	45,2857709999...	2,000000000000...	5,000000000000...	40A	139.341767155...

Slika 47. Vrtace adrese

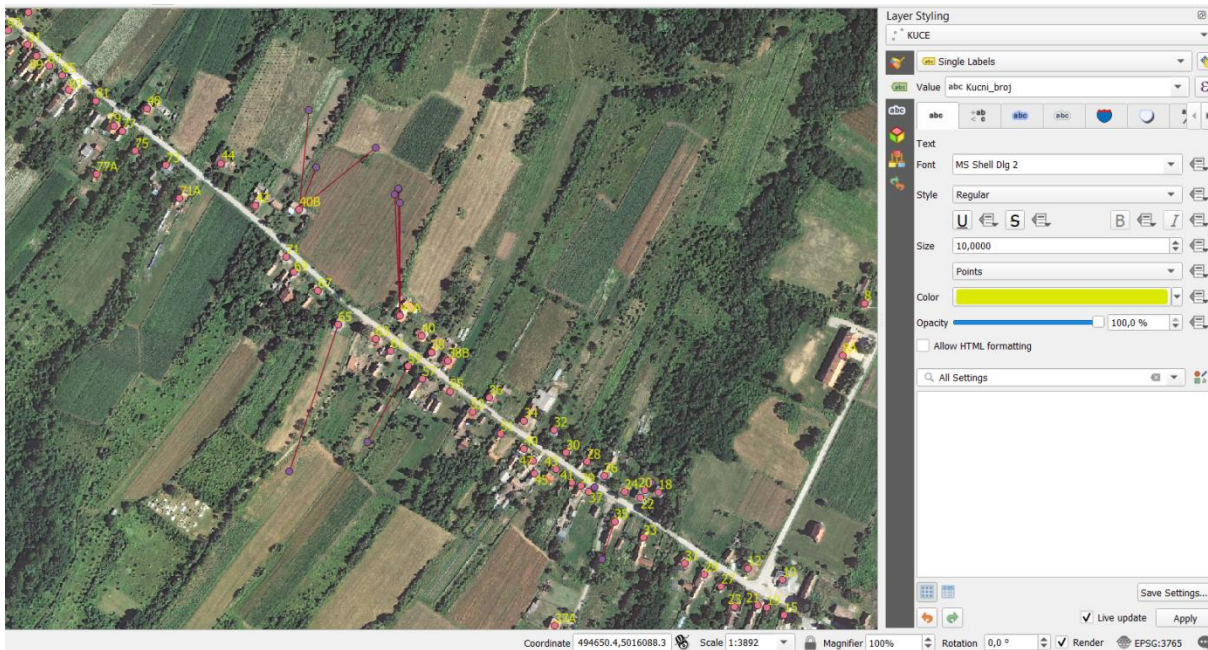


Zatim se rade veze, odnosno linije između urušnih vrtača i najbližih stambenih objekata. Da bi se to uspjelo napraviti, prvo se treba instalirati plugin MMQGIS. Odabire se u pluginu opciju Create Hub Lines ili Distance, koja daje udaljenost između traženih lokacija. Unose se traženi parametri za koje se želi da plugin prikaže udaljenost, a to su kućni broj stambenog objekta i broj urušne vrtače.



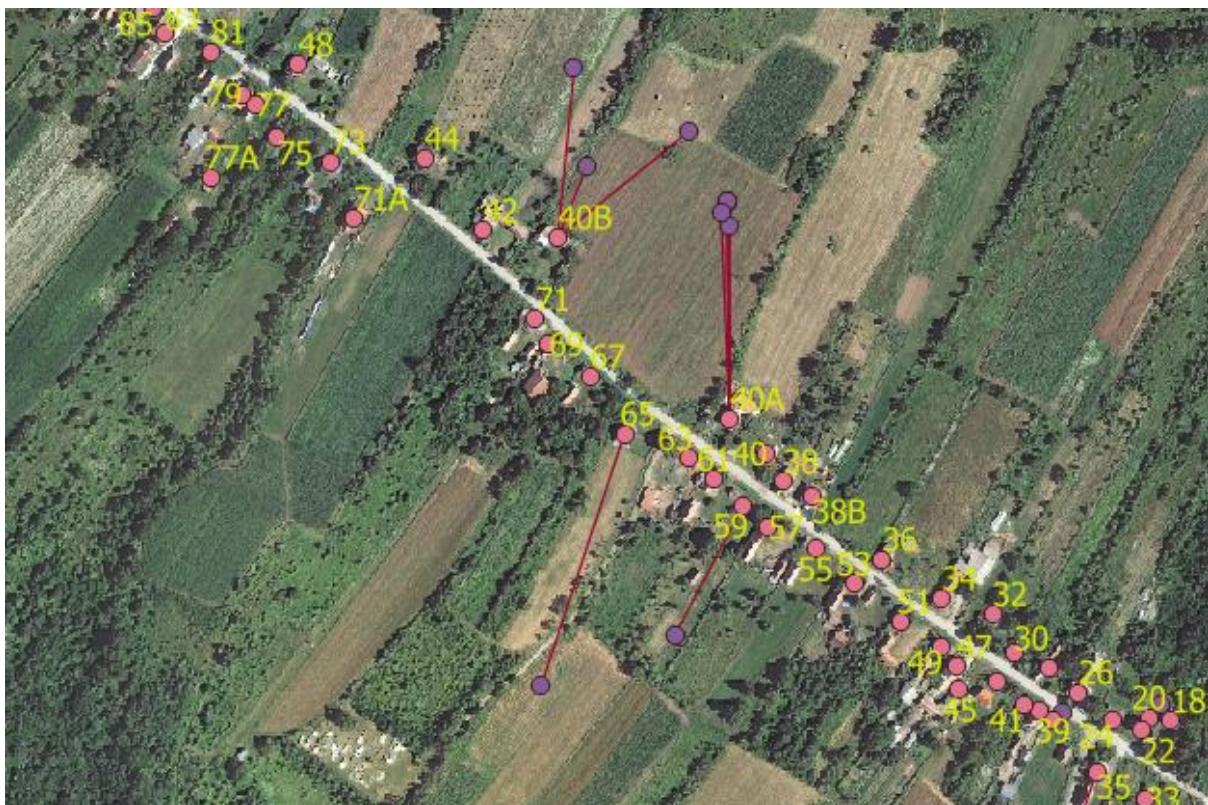
**Slika 48. Hub Lines**

Zatim se na layeru kuće uključuje layer labeling kako bi se prikazao kućni broj svakog stambenog objekta, pomoću kojeg bi se vizualno predočilo koje kuće su najbliže urušnim vrtačama.



**Slika 49. Layer Labeling**

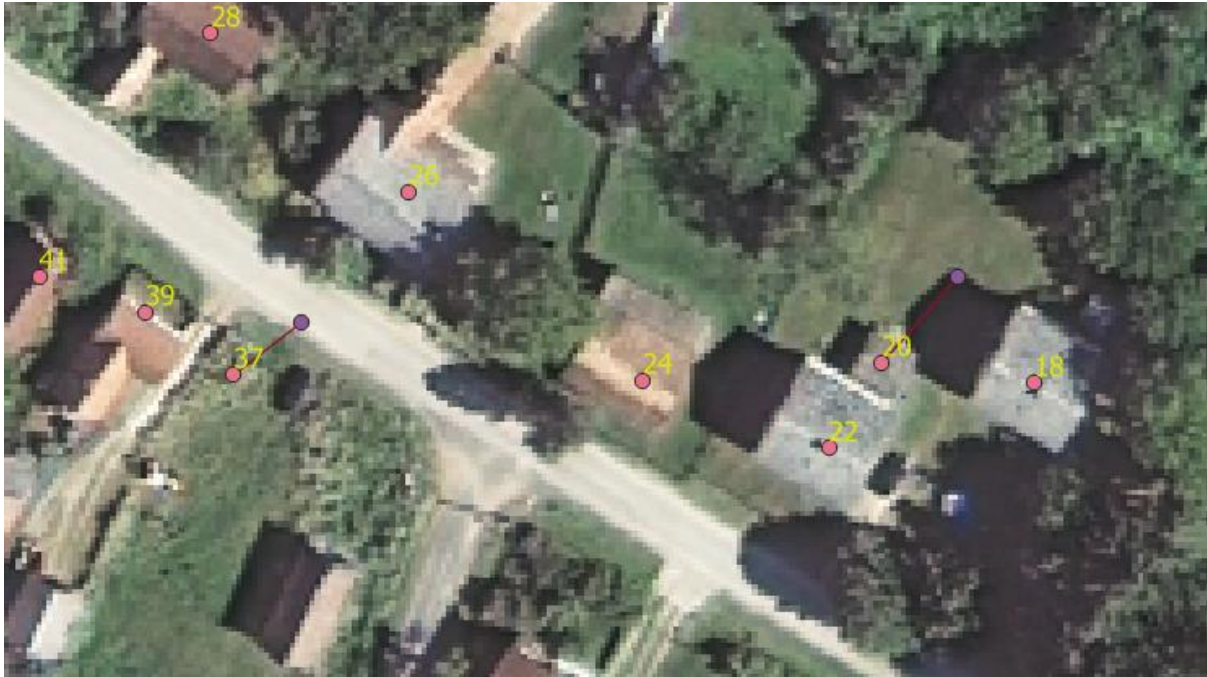
Kao krajnji rezultat analize dobiva se vizualno predočena udaljenost urušenih vrtača najbližim kućama.



**Slika 50. Vizualni prikaz udaljenosti vrtača od kuća**



Urušne vrtače se nalaze u neposrednoj blizini stambenih objekata, što samo po sebi predstavlja opasnost od urušavanja kuća. Nakon detaljnije analize atributnih tablica vidljivo je da se većina kuća nalaze udaljene svega 50 do 150 metara od urušnih vrtača te stoga neposredne opasnosti za iste nema, ako uzmemo u obzir da novih podrhtavanja tla neće biti. Ali naravno, za nekolicinu kuća postoji neposredna opasnost od urušavanja pa stoga one nisu naseljene.



**Slika 51. Opasnost od urušavanja**

Iz prethodno navedene slike vidljivo je da se kućni brojevi 37, 20 i kućni broj 18 nalaze svega na 10 metara udaljenosti od urušnih vrtača, te je stoga njihova statika trajno narušena. Navede kuće više nisu naseljene, te su okružene policijskom trakom kako ne bi došlo do novih ljudskih žrtava.

## 7. Zaključak

Svrha ovog rada bila je prikazivanje utjecaja potresa na Geoinformacijski sustav. Tom prilikom pređeno je više segmenata kako bi taj utjecaj bio jasniji. Na samom početku pojašnjene su neke od mnogih definicija GIS-a te se prošlo kroz svaki segment GIS-a i isto tako sve njegove sastavnice. Od svih sastavnica GIS-a, najbitnije je spomenuti ljude, podatke te tehničku i programsku podršku. Zatim slijedi obrazloženje kartografije kao discipline, kao i raščlamba geografskih karata. Analizirane su i ostale bitne stavke vezane uz kartografiju, a to su: mjerilo kartografskog prikaza, točke geodetske osnove, koordinatni sustav, kartografska projekcija te geodetska mjerenja. Ishodišna točka samoga rada je potres čija me razorna snaga u prvu ruku i nagnala na analizu njegova utjecaja. Objašnjen je potres kao elementarna nepogodna, kao i zakonska regulativa elementarne nepogodne, unutar koje nalazimo razne članke koji detaljno opisuju nadležna tijela, njihove funkcije te razne segmente postupanja prilikom otklanjanja posljedica potresa. Zatim slijede razne definicije i primjeri uređaja za mjerenje koji služe za uspješno vršenje terenskog istraživanja te uspješnu pohranu istog. U posljednjem dijelu objašnjen je program QGIS koji je korišten za obradu podataka te za analizu urušnih vrtača. Zbog blizine življenja samom epicentru potresa, zaputio sam se istražiti utjecaj istog te biti svjedok njegove razorne moći.

Na kraju diplomskog rada detaljno je opisan postupak terenskog istraživanja te prikupljanja podataka o urušnim vrtačama u selu Mečenčani. Napravljen je katastar urušnih vrtača te analizirana je udaljenost najbližih susjeda. Analiza najbližih susjeda primarno se odnosi na udaljenost koja je prikazana u metrima, od urušnih vrtača do najbližih stambenih objekata. Iz analize proizlazi kako su kuće najbliže urušnim vrtačama iseljenje zbog opasnosti od urušavanja, dok stanovnici kuća koje su udaljene pokoji metar dalje od vrtača, žive u konstantnoj pripravnosti. Ako se ponove slična podrhtavanja tla, trebali bi razmisliti o preseljenju.

# Popis slika

Slika 1. Proces GIS-a .....	5
Slika 2. Prikaz rastera, vektora i stvarnog svijeta .....	14
Slika 3. Hijerarhijski model podataka .....	16
Slika 4. Mrežni model podataka .....	17
Slika 5. Relacijski model podataka .....	18
Slika 6. Objektno orijentirani model podataka .....	19
Slika 7. Primjer topografske karte .....	31
Slika 8. Primjer tematske karte: Raspored padalina u Republici Hrvatskoj .....	32
Slika 9. GPS prijamnik .....	45
Slika 10. Totalna stanica .....	46
Slika 11. Sateliti .....	47
Slika 12. Digitalna fotogrametrijska kamera .....	48
Slika 13. Digitalni fotoaparata .....	49
Slika 14. Sučelje QGIS-a .....	50
Slika 15. Add Raster Layer .....	51
Slika 16. Add Vector Layer .....	51
Slika 17. Vektorski slojevi .....	52
Slika 18. Gustoća naseljenosti .....	53
Slika 19. Uporaba SQL-a .....	53
Slika 20. Prikaz selektiranih područja .....	54
Slika 21. Vlastiti vektorski sloj .....	54
Slika 22. Izrada karte u QGIS-u .....	55
Slika 23. Izgled aplikacije .....	56
Slika 24. Logo aplikacije .....	56
Slika 25. Izgled aplikacije2 .....	57
Slika 26. DJI Mavic Air .....	58
Slika 27. Dron uslikao vrtaču 1 .....	58
Slika 28. Dron uslikao vrtaču 1a .....	59
Slika 29. Dron uslikao vrtaču 3 .....	59
Slika 30. Dron uslikao vrtaču 7 .....	60
Slika 31. Excel tablica s koordinatama vrtača .....	61
Slika 32. CSV datoteka .....	61
Slika 33. Add WMS layer .....	62
Slika 34. WMS datoteka .....	63
Slika 35. DOF layer .....	63
Slika 36. Add Delimited Text Layer .....	64
Slika 37. Delimited Text .....	65
Slika 38. Symbology .....	66
Slika 39. Izgled katastra urušnih vrtača .....	67
Slika 40. Shapefile KUCE .....	68
Slika 41. Atributna tablica KUCE .....	69
Slika 42. GEOPORTAL .....	69
Slika 43. Distance matrix .....	70
Slika 44. Distance matrix ubacivanje podataka .....	71
Slika 45. Novishape.csv .....	71
Slika 46. Joins layer .....	72
Slika 47. Vrtače adrese .....	72
Slika 48. Hub Lines .....	73
Slika 49. Layer Labeling .....	74
Slika 50. Vizualni prikaz udaljenosti vrtača od kuća .....	74
Slika 51. Opasnost od urušavanja .....	75

## Popis tablica

Tablica 1. Način prikazivanja mjerila na geografskim kartama ..... 33

## Popis literature

1. Brukner, M. (1978). Organizacija banke kartografskih podataka, Doktorska disertacija, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
2. Brukner, M., Oluić, M., Tomanić, S. (1992). GIZIS: geografsko i zemljišni informacijski sustav Republike Hrvatske, INA – INFO, Zagreb.
3. Burrough, P. A. (1986). Principles of geographical information systems for land resources assessment, Oxford University, Oxford.
4. Clarke, K. C. (1986). Recent trends in geographic information system research, Geol-Processing 3. 1-15., New York.
5. Gerstabach, G. (1986). Überblick über Geowissenschaftliche, Geotechnische Datensammlungen in Osterreich und bisherige Initiativen für Geo-Infomations-systeme, Wien.
6. Grupa autora (1997). GIS u Hrvatskoj, INA – industrija nafte d.d., Sektor informatike, Zagreb.
7. HMSO, (1987). Handling Geographic Information, Department of the Environment, London.
8. Mataija, M., Pogarčić, M., Pogarčić, I. (2014). Helmert Transformation of Reference Coordinating Systems for Geodesic Purposes in Local Frames, Business department, Study of Informatics, Polytechnic of Rijeka, Rijeka, CROATIA.
9. Moellering, H. (1980). Strategies of Real-Time Cartography, Cartographic Journal, 17(1), 12-15., Department of Geography Ohio State University Columbus, Ohio.
10. Moellering, H. (urednik, 1991a). Spatial Database Transfer Standards: Current International Status, ICA, Elsevier Applied Science, London, New York.
11. Pahernik, M. (2006). Uvod u geografsko informacijske sustave, MORH, Zagreb.

12. Palmer, I. (1973). Database Management, Scicon, London.
13. Parker, D. H. (1987). What is a Geographic Information System?, Workshops Geograph. Inform. Systems., San Francisco.
14. Šegvić, N., Sirovica, F., Turkalj, K. (2016). Priručnik uz radionicu: Osnove QGIS-a za arheologe, Arheološki muzej u Zagrebu, Zagreb.
15. Tutić, D., Vučetić, N., Lapaine, M. (2002). Uvod u GIS, Sveučilište u Zagrebu Geodetski fakultet, Zagreb.
16. White, W. B. (1986). Modeling forest pest impacts – aided by a GIS in a decision support system framework, Bureau of Land Management, Denver.

## Web-izvori

1. Izvor: dw.com [Online] Dostupno na: <https://www.dw.com/hr/fukushima-je-promijenila-svijet/a-15629107> [Pristupljeno: 30. svibanj 2021.]
2. Izvor: edukacija.rs [Online] Dostupno na: <https://edukacija.rs/it/baze-podataka/objektni-model> [Pristupljeno: 01. svibanj 2021.]
3. Izvor: edutorij.e-skole.hr [Online] Dostupno na: <https://edutorij.e-skole.hr/share/proxy/alfresco-noauth/edutorij/api/proxy-guest/3ac8074c-0cca-435a-9000-fecbad5443ab/vrste-geografskih-karata-1.html> [Pristupljeno: 19. svibanj 2021.]
4. Izvor: enciklopedija.hr [Online] Dostupno na: <https://enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=38849> [Pristupljeno: 20. svibanj 2021.]
5. Izvor: enciklopedija.hr [Online] Dostupno na: <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=32544> [Pristupljeno: 03. svibanj 2021.]
6. Izvor: enciklopedija.hr [Online] Dostupno na: <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=43930> [Pristupljeno: 20. svibanj 2021.]
7. Izvor: enciklopedija.hr [Online] Dostupno na: <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=22330> [Pristupljeno: 30. svibanj 2021.]
8. Izvor: files.fpz.hr [Online] Dostupno na: <http://files.fpz.hr/Djelatnici/tcaric/Tonci-Caric-Baze-podataka.pdf> [Pristupljeno: 01. svibanj 2021.]
9. Izvor: geocentar.com [Online] Dostupno na: <https://geocentar.com/home/geodezija/fotogrametrija/> [Pristupljeno: 30. svibanj 2021.]
10. Izvor: geomatika-smolcak.hr [Online] Dostupno na: <https://geomatika-smolcak.hr/proizvod/totalna-stanica-trimble-s5-3-autolock-dr-plus/> [Pristupljeno: 30. svibanj 2021.]
11. Izvor: geoportal.dgu.hr [Online] Dostupno na: <https://geoportal.dgu.hr/> [Pristupljeno: 20. lipanj 2021.]



12. Izvor: geoskola.hr [Online] Dostupno na: [http://www.geoskola.hr/~gsurina/10\\_1topografske%20karte.pdf](http://www.geoskola.hr/~gsurina/10_1topografske%20karte.pdf) [Pristupljeno: 18. svibanj 2021.]
13. Izvor: geoskola.hr [Online] Dostupno na: [http://www.geoskola.hr/~gsurina/11\\_Tematske%20karte.pdf](http://www.geoskola.hr/~gsurina/11_Tematske%20karte.pdf) [Pristupljeno: 19. svibanj 2021.]
14. Izvor: hr.wikipedia.org [Online] Dostupno na: [https://hr.wikipedia.org/wiki/Totalna\\_stanica](https://hr.wikipedia.org/wiki/Totalna_stanica) [Pristupljeno: 30. svibanj 2021.]
15. Izvor: mall.hr [Online] Dostupno na: <https://www.mall.hr/digitalni-kompaktni-fotoaparati/sony-digitalni-fotoaparati-dsc-w830-crni> [Pristupljeno: 30. svibanj 2021.]
16. Izvor: matuski.org [Online] Dostupno na: <http://www.matuski.org/INFORMATIKA/BazePodatakaVrsteModelaBazePodataka%20.html> [Pristupljeno: 01. svibanj 2021.]
17. Izvor: osm-hr.org [Online] Dostupno na: <https://osm-hr.org/2020/08/14/ortofoto-2019-i-prosirena-topografska-karta/> [Pristupljeno: 19. svibanj 2021.]
18. Izvor: potresi.hr [Online] Dostupno na: <https://www.potresi.hr/>
19. Izvor: potresinfo.gov.hr [Online] Dostupno na: <https://potresinfo.gov.hr/u-mecencanima-88-urusnih-vrtaca/266> [Pristupljeno: 15. lipanj 2021.]
20. Izvor: qgistutorials.com [Online] Dostupno na: [https://www.qgistutorials.com/en/docs/nearest\\_neighbor\\_analysis.html](https://www.qgistutorials.com/en/docs/nearest_neighbor_analysis.html) [Pristupljeno: 21. lipanj 2021.]
21. Izvor: Rametc.com [Online] Dostupno na: <https://hr.rametc.com/sto-je-3d-i-2d> [Pristupljeno: 28. travnja 2021.]
22. Izvor: slidetodoc.com [Online] Dostupno na: <https://slidetodoc.com/vektorska-grafika-vektorska-grafika-ili-geometrijsko-oblikovanje-eng/> [Pristupljeno: 29. travnja 2021.]
23. Izvor: srla.cqgeoequip.com [Online] Dostupno na: <http://srla.cqgeoequip.com/topographic-surveying-instruments/gnss-rtk-system/gnss-surveying-equipment-gps-l1-l2.html> [Pristupljeno: 30. svibanj 2021.]

24. Izvor: zakon.hr [Online] Dostupno na: <https://www.zakon.hr/z/1913/Zakon-o-ubla%C5%BEavanju-i-uklanjanju-posljedica-prirodnih-nepogoda> [Pristupljeno: 29. svibanj 2021.]
25. Izvor: zakon.hr [Online] Dostupno na: <https://www.zakon.hr/z/2656/Zakon-o-obnovi-zgrada-o%C5%A1te%C4%87enih-potresom-na-podru%C4%8Dju-Grada-Zagreba,-Krapinsko-zagorske-%C5%BEupanije,-Zagreba%C4%8Dke-%C5%BEupanije,-Sisa%C4%8Dko-moslava%C4%8Dke-%C5%BEupanije-i-Karlova%C4%8Dke-%C5%BEupanije> [Pristupljeno: 30. svibanj 2021.]
26. Izvor: zvjezdarnica.com [Online] Dostupno na: <https://www.zvjezdarnica.com/astronautika/svemirske-letjelice/razvoj-satelitskog-prometa-u-zemljinoj-orbiti/148> [Pristupljeno: 30. svibanj 2021.]