

# Katastar arheoloških lokaliteta na području Pule i okolice: Austro-ugarske fortifikacije

---

**Piljan, Luka**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

*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:137:772564>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-03**



*Repository / Repozitorij:*

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



Sveučilište Jurja Dobrile u Puli  
Fakultet ekonomije i turizma  
„Dr. Mijo Mirković“

LUKA PILJAN

KATASTAR ARHEOLOŠKIH LOKALITETA NA PODRUČJU PULE I  
OKOLICE: AUSTRO-UGARSKE FORTIFIKACIJE

Diplomski rad

Pula, 2023.

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli  
Fakultet ekonomije i turizma  
„Dr. Mijo Mirković“

LUKA PILJAN

KATASTAR ARHEOLOŠKIH LOKALITETA NA PODRUČJU PULE I  
OKOLICE: AUSTRO-UGARSKE FORTIFIKACIJE  
Diplomski rad

**JMBAG:** 0233000955, izvanredan student

**Studijski smjer:** nastavni smjer Informatika

**Kolegij:** Geoinformacijski sustavi

**Znanstveno područje:** društvene znanosti

**Znanstveno polje:** informacijske i komunikacijske znanosti

**Znanstvena grana:** informacijsko i programsko inženjerstvo

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

Pula, 2023.



## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisani Luka Piljan, kandidat za magistra informatike ovime izjavljujem da je ovaj Diplomski rad rezultat isključivo mogega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te 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, Luka Piljan dajem odobrenje Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj diplomski rad pod nazivom *Katastar arheoloških lokaliteta na području Pule i okolice: Austro-Ugarske fortifikacije* 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

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

Potpis

---

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	7
1.1. HIPOTEZE RADA .....	7
1.2. CILJ I SVRHA ISTRAŽIVANJA .....	7
1.3. STRUKTURA RADA .....	8
1.4. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA .....	8
2. POJMOVNO ODREĐENJE GEOGRAFSKOG INFORMACIJSKOG .....	9
2.1. DEFINICIJE GEOGRAFSKOG INFORMACIJSKOG SUSTAVA .....	9
2.2. POVIJESNI RAZVOJ GEOGRAFSKOG INFORMACIJSKOG SUSTAVA .....	10
2.3.1. GEOGRAFSKI OBJEKT .....	14
2.3.2. PROSTORNA ANALIZA .....	15
2.4. NAMJENA I UPORABNOST GEOGRAFSKOG INFORMACIJSKOG SUSTAVA .....	15
3. KLASIFIKACIJA GEOGRAFSKOG INFORMACIJSKOG SUSTAVA .....	17
3.1. ZEMLJIŠNI INFORMACIJSKI SUSTAV .....	18
3.2. PROSTORNI INFORMACIJSKI SUSTAV .....	19
3.3. INFORMACIJSKI SUSTAV U EKOLOGIJI .....	21
3.4. MREŽNI INFORMACIJSKI SUSTAV .....	23
3.5. SPECIJALIZIRANI INFORMACIJSKI SUSTAV .....	23
4. ELEMENTI I SADRŽAJNOST GEOGRAFSKOG INFORMACIJSKOG SUSTAVA .....	24
4.1. ELEMENTI GEOGRAFSKOG INFORMACIJSKOG SUSTAVA .....	24
4.1.1. <i>HARDVER</i> .....	25
4.1.2. <i>SOFTVER</i> .....	26
4.1.3. <i>PODACI</i> .....	27
4.1.4. <i>LJUDSKI RESURSI</i> .....	27
4.1.5. <i>METODE RADA</i> .....	28
4.2. SADRŽAJNOST GEOGRAFSKOG INFORMACIJSKOG SUSTAVA .....	28
4.2.1. <i>PODACI I ANALIZE</i> .....	28
4.2.2. <i>SUSTAV GLOBALNOG POZICIONIRANJA</i> .....	33
4.2.3. <i>FUNKCIONALNI KONCEPTI</i> .....	35
5. GRAD PULA – GIS PORTAL .....	38
6. KATASTAR FORTIFIKACIJA AUSTRO-UGARSKE U ISTRI .....	43
6.1. POVIJEST FORTIFIKACIJSKOG SUSTAVA .....	43
6.2. PRIKUPLJANJE PODATAKA O FORTIFIKACIJSKOM SUSTAVU .....	43
6.3. UNOS PODATAKA U QGIS .....	46
6.4. PRIMJERI RAZVOJA .....	56
7. ZAKLJUČAK .....	59
LITERATURA .....	60
Internet: .....	61

POPIS SLIKA.....	63
SAŽETAK.....	64
SUMMARY.....	65

## **1. UVOD**

Rad se bavi istraživanjem geografskog informacijskog sustava ili geoinformacijskog sustava u području fortifikacije Grada Pule. Svaki informacijski sustav predstavlja kompleksni zbir određenih elemenata koji prikupljaju, obrađuju, arhiviraju i daju na korištenje skup podataka. Oni podržavaju procese i predstavljaju osnovni resurs u raznim odlučujućim mehanizmima, planskim angažmanima ili istraživanjima u današnje doba.

### **1.1.HIPOTEZA RADA**

Kao što i sam naziv implicira, geografski informacijski sustav može se razmatrati kao sustav koji raspolaže geografskim informacijama. Predstavlja se kao računalni sustav za prikupljanje, analiziranje i prezentiranje prostornih informacija o nekoj lokaciji, atrakciji i slično, kao i pridruženih informacija. Na ovome primjeru, on se koristi u svrhu fortifikacije Grada Pule, što ima osobit značaj u budućnosti, u kontekstu planskih dokumenata o razvoju samog grada, turizma ili ekonomije općenito.

Ovo informatičko dostignuće, kao i sva ostala, daje izravnu podršku operativnim procesima, razvojnim koncepcijama i kontroingu u gotovo svim područjima i za razne potrebe. Informacije koje bi ovakav sustav sadržavao, to jest kojima raspolaže, u tom smislu imaju strateški značaj i predstavljaju vrijedan resurs za sve povezane dionike.

Dakle, postoji velika povezanost i važnost korištenja ovog te sličnih programskih alata u planiranju i izvođenju projekata.

### **1.2. CILJ I SVRHA ISTRAŽIVANJA**

Cilj istraživanja je pojmovno odrediti geografski informacijski sustav, te analizirati njegova osnovna obilježja, sastavne elemente, vrste i primjenu u praksi. Također, cilj je razmotriti sadržajnost ovog sustava, kao i koristi koje pruža svojim korisnicima.

Svrha istraživanja je prikazati korištenje geografskog informacijskog sustava na primjeru fortifikacija Grada Pule. Time se predmetna tematika istražuje na konkretnom primjeru, te se nastoje argumentirati početne hipoteze istraživanja.



### **1.3. STRUKTURA RADA**

Pored uvoda i zaključka, ovaj rad ima pet cjelina, odnosno poglavlja. Svako od njih razlučeno je u minimalno dva potpoglavlja. Prvo poglavlje, odnosno cjelina rada, daje definicije geografskog informacijskog sustava. Osim toga, ono predočava elemente ovog sustava i razlučuje primjenjivost ili uporabnost sustava u praksi.

Sljedeće poglavlje posvećeno je klasifikaciji geografskog informacijskog sustava. Prikazuje se svaka vrsta zasebno, te se posebna pažnja posvećuje uporabnosti ili namjeni svake od njih. Time se ujedno nastoji potvrditi da geografski informacijski sustav zadire u razna područja, u smislu podrške i potreba tih područja.

Poglavlje koje slijedi bavi se elementima geografskog informacijskog sustava, to jest njegovom strukturom. Pri tome se analiziraju elementi poput podataka, geografskog pozicioniranja i koncepcije funkcioniranja.

U sljedećem poglavlju pristupa se pojmu fortifikacije. Prikazuju se tvrđave Grada Pule i daje se osnova za razmatranje funkcionalnosti ovog sustava na tom području i primjeru. Detaljnija razrada fortifikacija Grada Pule u geografskom informacijskom sustavu predmet je istraživanja u pred zaključnom poglavlju rada. Unutar njega, ujedno se daje i kritički osvrt autora na temu i poduzeto istraživanje. To poglavlje zapravo je posvećeno specifičnom informacijskom sustavu, kao zasebnoj vrsti geografskog informacijskog sustava

### **1.4. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA**

Za potrebe istraživanja predmetne problematike, korištene su neke od osnovnih metoda. To su metoda analize i sinteze podataka, na temelju pregleda stručne i znanstvene literature te ostalih izvoda. Osim njih, korištene su induktivna metoda, metoda komparacije i metoda apstrakcije. Također, radu su poslužile metoda studije slučaja i kritičkog promišljanja, koje do izražaja dolaze u predzaključnom poglavlju. Rad je sintetiziran, uređen i predočen uz podršku metode opisivanja ili deskripcije.

## **2. POJMOVNO ODREĐENJE GEOGRAFSKOG INFORMACIJSKOG SUSTAVA**

Geografski informacijski sustav započeo je svoj razvoj tijekom druge polovice proteklog stoljeća. Od tada do danas, kontinuirano se, dinamično i vrlo intenzivno razvija. Iako je podrška njegovu razvoju inicirana s područja Amerike, to jest od strane američke vlade i američkih znanstvenika, ubrzo nakon prvih koraka razvoja, tom se procesu pridružuju znanstvenici diljem svijeta. Sve navedeno rezultiralo je današnjim geografskim informacijskim sustavom koji se javlja u nekoliko oblika, a podržava sve ekonomske, društvene, kulturne, ekološke i ostale potrebe.

### **2.1. DEFINICIJE GEOGRAFSKOG INFORMACIJSKOG SUSTAVA**

Informacijski sustav javlja se kao pojam u novije vrijeme. Točnije, on dolazi do izražaja s napretkom razvoja računala, pojavom i korištenjem interneta kao suvremenog sredstva komunikacije, kao i ekspanzijom niza inovativnih rješenja u ovome području. Kao i svaki sustav, informacijski sustav općenito može se pojmiti kao kompleksni skup opipljivih elemenata, veza i neopipljivih elemenata koji se odnose na komunikaciju unutar sustava, razmjenu, stvaranje i slične procese. Svaki sustav, pa tako i ovaj, namijenjen je određenim potrebama, a u suvremeno doba primarno se misli na potrebu za informacijama koje će podržati neko daljnje planiranje, upravljanje ili kontrolu. Geografski informacijski sustav (engl. *Geographical Informational System* – GIS) jedan je od vrsta informacijskog sustava općenito, to jest jedan od podsustava ovog širokog i općeg sustava. Postoje razne definicije GIS-a u suvremeno doba. Jedna od najjednostavnijih definicija kaže da je to računalni ili informatički sustav namijenjen za upravljanje prostornim podacima i podacima koji su im pridruženi. Točnije, on je osmišljen i osposobljen za integriranje, spremanje, obradu i uređivanje te analiziranje i predočavanje geografskih informacija (FMLC, 2022).

Jurišić i Plaščak (2009) ističu da je GIS računalni sustav koji služi prikupljanju, pohranjivanju, kontroli, integriranju, upravljanju, analiziranju i prezentiranju ili isporuci informacija koje su prostorno povezane sa zemljom. Važan dio tog sustava, a ujedno i

konačni produkt njegova funkcioniranja opsežna je baza podataka u svezi lokacija, zemljišta i prostora općenito.

S aspekta informatičkih znanosti, GIS je integrirani sustav sklopovlja, računalnih alata, programske podrške ili softvera, koji djeluje u svrhu prikupljanja, organiziranja, rukovanja, analize, modeliranja i digitalnog prikaza prostornih podataka. Njegova je funkcija rješavanje složenih problema, analiza i planiranja (Jurišić, Plaščak, 2009).

Montana (2008) navodi da je geografski informacijski sustav računalni sustav hardvera i softvera koji je osmišljen za prikupljanje, pohranjivanje, analizu i prikaz zemljopisno referenciranih podataka. GIS se sve više koristi u čitavom nizu djelatnosti, jer je tehnološki napredak doveo do povećanja dostupnosti podataka i široko dostupnog softvera. Prostorna analiza i prostorne statističke metode sve su više uključene u razna istraživanja. S obzirom na to da se u budućnosti očekuje sve intenzivniji razvoj ekonomije i društva, a time i njihovih potreba, vjeruje se da će GIS i bežični uređaji nastaviti pružati snažnu podršku u zadovoljenju tih potreba.

## **2.2. POVIJESNI RAZVOJ GEOGRAFSKOG INFORMACIJSKOG SUSTAVA**

Početak razvoja ovog sustava veže se uz razdoblje druge polovice prošloga stoljeća. Točnije, 60-ih godina 20. stoljeća javljaju se prvi oblici i preteče suvremenih računala, kao i osnovni koncepti računalne i kvantitativne geografije. U počecima razvoja, GIS se koristio isključivo u području znanosti, to jest istraživanja. Za njegov razvoj, u to je vrijeme iznimnu ulogu imao znanstvenik Michael Goodchild, koji je vodio Nacionalni centar za geografska istraživanja, a u okviru svojeg rada formalizirao je istraživačke pristupe nekih ključnih geografskih područja, kao što su prostorne analize i vizualizacija. Upravo se ova područja smatraju temeljima razvoja današnjeg GIS-a (Steenson, 2019).

Godine 1963. javlja se prvi računalni GIS u svijetu, kojeg je lansirao Roger Tomlinson u Kanadi. Na zahtjev ondašnje kanadske vlade, on je izradio upravljiv inventar prirodnih resursa na tom području. Zapravo je dizajnirao računalno automatiziranje pohrane velike količine podataka o prirodnim resursima na tom području, što je služilo za planske aktivnosti tadašnje vlade i za upravljanje nacionalnim zemljištem (Steenson, 2019).

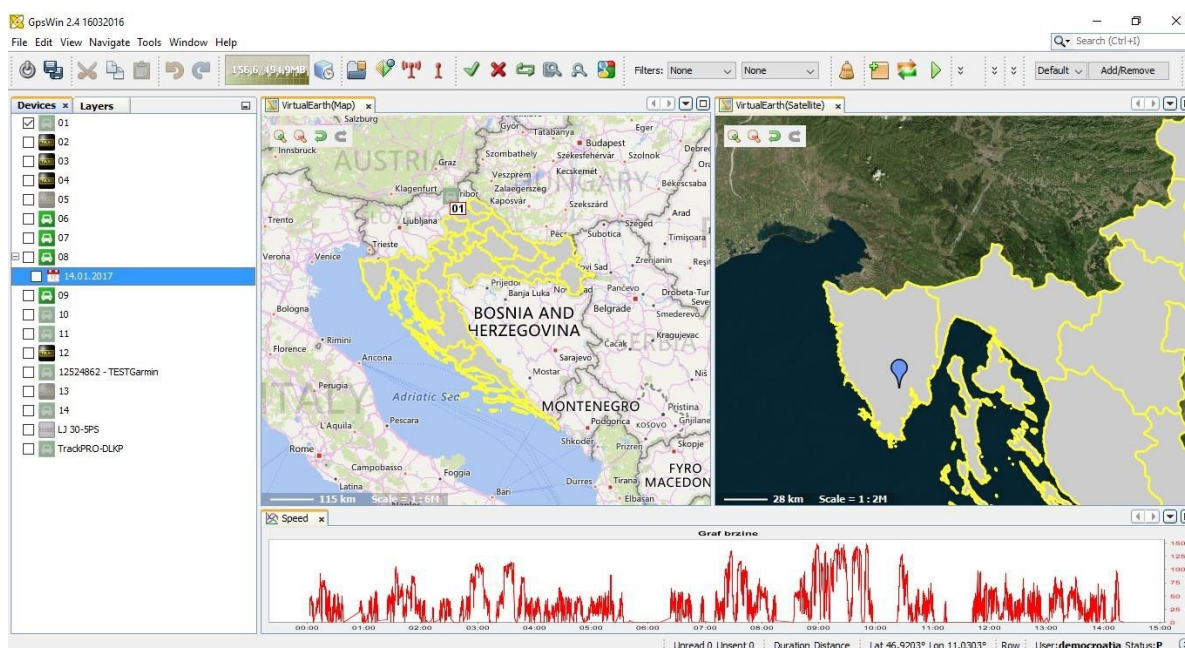
Važan doprinos u razvoju današnjeg GIS-a imali su znanstvenici s Harvarda. Godine 1969. Jack Dangermonl osnovao je Institut za systemska istraživanja (engl. *Environmental Systems Research Institute, Inc.* – ESRI). U to vrijeme, ova je konzultantska tvrtka istaknula da su računalno mapiranje i prostorna analiza neizostavni za rad u planiranju i korištenju zemljišta i donošenju odluka. Rad ove tvrtke potaknuo je intenzivniji interes prema stvaranju i usavršavanju softverskih alata koji su u konačnici rezultirali kompleksnijim GIS-om. Do danas je GIS evoluirao u sredstvo za dijeljenje podataka i suradnju, nadahnjujući viziju koja brzo postaje stvarnost, a misli se na kontinuiranu, preklapajuću i interoperabilnu GIS bazu podataka svijeta (ESRI, 2022).

### **2.3. FUNKCIONIRANJE GEOGRAFSKOG INFORMACIJSKOG SUSTAVA**

O samoj strukturi i elementima ovog sustava detaljnije će se raspravljati u jednom od narednih poglavlja ovog rada. Za sada je dovoljno istaknuti kako ga čine opipljivi i neopipljivi elementi. Točnije, riječ je o hardverskim elementima koji omogućuju njegovo postojanje i korištenje, te o softverskim rješenjima koja čine njegovu srž. U tom segmentu, misli se na programski podsustav i informacije. Kada se raspravlja o načinu funkcioniranja ovog sustava, treba spomenuti i aplikacije koje podržavaju njegovo korištenje na raznim uređajima, ali i podršku ljudskog faktora i intelektualnog kapitala.

Tehnologija ovog sustava koristi se u razne svrhe. Točnije, danas ona podržava gotovo sve sektore, djelatnosti i poslovne segmente, što ukazuje na široku primjenjivost i intenzivni značaj ovog sustava. Pomoću njegove tehnologije, danas je moguće svaku varijablu, koja ima mogućnost prostornog smještaja, pohraniti u sustav. Time se on dodatno razvija i oplemenjuje. U nastavku slijedi jednostavni prikaz GIS-a (Slika 1.).

## Slika 1. Globalni informacijski sustav



Izvor: FMLC (2022.) Što je to geografski informacijski sustav (GIS)? Dostupno na: <https://fmlc.com.hr/sto-je-to-geografski-informacijski-sustav-gis/>. Pristupljeno: 11.01.2023.

Podaci su ključna komponenta koju koristi ovaj sustav, kao i svaki drugi. Obradom tih podataka, odnosno korištenjem unutar sustava, generiraju se konačne informacije koje koriste razni dionici. To je jednostavan princip korištenja inputa za stvaranje konačnog outputa.

Kako je već istaknuto, GIS je učinkovit alat za rukovanje prostornim podacima. Dizajniran je na način da ima komponentu za unos podataka. Zahvaljujući tome, on pretvara podatke iz postojećeg oblika u onaj koji GIS može koristiti, to jest digitalni. Dvije vrste podataka unose se u GIS, a to su prostorni podaci, odnosno točke, crte i područja koja predstavljaju zemljopisne lokacije značajki, dok su sljedeća vrsta povezani podaci o neprostornim atributima koji daju deskriptivne informacije. Komponenta upravljanja podacima odnosi se na funkciju pribavljanja i pohrane podataka u digitalnom formatu (Lambin, 2001).

Treba istaknuti da postoje različite metode koje se koriste za unos podataka u ovaj sustav. To je od iznimnog značaja jer se unosom podataka omogućuje daljnje procesuiranje i stvaranje informacija u raznim područjima i za razne potrebe. Podaci se digitalno pohranjuju u ovaj sustav. Time se čak i fizički podaci, a misli se na podatke u raznim dokumentima, obrascima i kartama, digitaliziraju i importiraju u sustav. Geodetski podaci, primjerice, unose se direktnim putem s obzirom na to da je njihov oblik već digitaliziran, pa je riječ tek o prijenosu među računalima i sustavima. Izravni unos također se primjenjuje kod prijenosa podataka iz globalnog pozicijskog sustava (engl. *Global Positioning System* – GPS). Atributni podaci u sustav se unose i na druge načine, ljudskim radom (FMLC, 2022).

Reprezentacija prostorne komponente geografskih informacija koristi rasterski model (homogene jedinice su pravilne ćelije) ili vektorski model (prostorne jedinice su točke, linije i poligoni). Podaci koji se nalaze u redovima i stupcima predstavljaju rasterske podatke. Unutar svake ćelije sprema se pojedina vrijednost. Vektorski se podaci koriste za prikaz geometrijskih odnosa i informacija. To su, primjerice, točke, linije, koordinate i slično (FMLC, 2022).

Funkcije analize podataka i manipulacije određuju informacije koje GIS može generirati. Neke od najčešće korištenih GIS funkcija su klasifikacija, operacije prekrivanja, operacije susjedstva, prostorne interpolacije, geostatističke analize i funkcije povezivanja. Funkcije izlaza ili izvješćivanja GIS-a proizvode karte, tablice ili statističke rezultate, koji su namijenjeni krajnjim korisnicima koji pomoću njih jednostavnije tumače razne podatke (Lambin, 2001).

Funkcioniranje ovog sustava temelji se na procesnom konceptu. Misli se na (ESRI, 2022):

- identificiranje problema: prepoznavanje i opisivanje problema geografske i ostale prirode;
- praćenje promjena i podataka;
- upravljanje događajima i odgovaranje na njih;
- predviđanja;
- postavljanje prioriteta;

- praćenje trendova;
- generiranje rješenja.

GIS tehnologija primjenjuje znanja iz geografije te ih integrira s alatima za razumijevanje i povezivanje s ostalim znanostima. Time pomaže dionicima u dostizanju postavljenih ciljeva u raznim područjima. Posebno je značajna činjenica da se GIS karte vrlo jednostavno i uspješno ugrađuju u specijalizirane aplikacije, koje dalje koriste dionici. U tom kontekstu, GIS podaci uključuju razne vrste podataka i prostorne lokacije. Oni imaju geografsku komponentu, a uključuju slike, značajke i karte s proračunskim tablicama.

### *2.3.1. GEOGRAFSKI OBJEKT*

Svaki informacijski sustav posvećen je određenom objektu. Iz tog razloga postoje različite vrste informacijskih objekata i njihovi korisnici, odnosno interesne skupine (dionici).

Predmet promatranja ili objekt interesa GIS-a je geografski ili prostorni objekt. On se definira kao sveprisutni predmet, odnosno pojava na nekom prostoru, zemljištu, a koji su geometrijski jednoznačno prostorno određeni. Sukladno tome, GIS koristi geografske podatke čiji je cilj određenje prostornog položaja na razne načine. Misli se pri tome na metodu iskazivanja koordinata, isticanje uličnih adresa, imena naselja, gradova, općina, županija i slično.

Skupovi istoznačnih objekata, to jest objektne cjeline dijele se u dva razreda. To su (ESRI, 2022):

- prirodno-geografski razred: ovdje se pribrajaju reljefni oblici, voda, vegetacija i slični elementi;
- antropo-geografski elementi zemljišta: ovdje se uvrštavaju naselja, prometnice, područja.

GIS danas geografske objekte digitalizacijom predočava u karte i kartografske baze. Te baze podataka sadrže opsežne informacije o geografskom inventaru nekog promatranog prostora, a svi geografski objekti definirani su geometrijom, topološkim relacijama i atributima ili opisnim informacijama.

### 2.3.2. *PROSTORNA ANALIZA*

Svrha postojanja GIS-a prostorne su analize. To su zapravo analize geografskih podataka koje generiraju konkretne informacije korisnicima. Ove se analize temelje na specifičnim mjerenjima i obilježjima topološkog i metrijskog karaktera, te se pohranjuju u bazama podataka.

Outputi prostornih analiza, odnosno GIS-a su (Jurišić, Plaščak, 2009):

- lokacijska pitanja: informacije o prostoru, što se na njemu nalazi i čemu je namijenjen;
- prostorno-analička pitanja: ukazuju na veze među objektima, udaljenosti, površinu i slično;
- kompleksna pitanja: uglavnom se odnose na zakonitosti, to jest simulacije u prostoru posredstvom određenog problema, čimbenika i utjecajnih sila iz okoline.

Postojeće baze podataka, odnosno podaci GIS-a, danas omogućuju svojim korisnicima niz analiza koje se bez ove podrške ne bi mogle provesti ili bi predstavljale vrlo dugotrajno, financijski iscrpno i nepredvidivo istraživanje. Baza podataka doprinosi uštedi vremena i financijskih resursa, ali i pospješuje učinkovitost i efikasnost rada. U tom se smislu minimiziraju pogreške i daje se doprinos ukupnoj kvaliteti rada.

### **2.4. NAMJENA I UPORABNOST GEOGRASKOG INFORMACIJSKOG SUSTAVA**

U prethodnom tekstu istaknuto je kako GIS danas podržava gotovo sve potrebe poslovnog društva i suvremene ekonomije, te nacionalnih vlada. Područja u kojima se



on svakodnevno koristi i primjenjuje za planske, upravljačke i kontrolne procese prikazan je u nastavku (Slika 2.).

## Slika 2. Područja primjene geografskog informacijskog sustava



Izvor: ESRI (2022.) *What is GIS*. Dostupno na: <https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/overview>. Pristupljeno: 11.01.2023.

Može se zaključiti da se GIS danas koristi podjednako za potrebe prirodnih i društvenih znanosti. Međutim, njegova popularnost nije očita samo u znanstvenim krugovima, već ima i širu ulogu. Na razini društvenih znanosti i aktivnosti ove prirode, njihova primjena osobito je značajna za istraživanja koja su usmjerena prema prostornoj disperziji društvenih karakteristika i trans-prostorne društvene mreže. Također treba istaknuti kako se procjenjuje da je čak oko 80 % svih vladinih politika na globalnoj razini na neki način utemeljeno na geografskim podacima, odnosno na korištenju ovog sustava (Cantwell, Milem, 2010).

Uporaba GIS-a u raznim područjima, koja su već navedena, ima određene prednosti i nedostatke koji se smatraju važnima za ovaj dio rada, pa se sukladno tome i prezentiraju. Osnovne prednosti korištenja prostornih podataka i ovog sustava u svim područjima odnose se na unaprjeđenje učinkovitosti kroz jednostavniji pristup informacijama, mogućnosti kvalitetnijih analiza i povećanja efikasnosti njihova korištenja.

Primjenom ovog sustava omogućuje se bolje razumijevanje problema koji zahtijeva rješenja. Također, jednostavnost korištenja sustava stvara uštedu vremena i novca, a u konačnici se maksimizira kvaliteta izvedbe, bilo da je riječ o planiranju, odlučivanju ili kontroli.

O nedostacima se uglavnom govori s gledišta nemogućnosti upravljanja podacima koji su vremenski promjenjivi. Osim toga, GIS ne omogućuje analizu stvarnih dinamičkih procesa, a tome se pridodaju još i potreba za specifičnom informatičkom opremom, koja stvara novi trošak, dugotrajnost procesa prikupljanja, obrade i prezentiranja podataka te relativno sporo savladavanje podržavajućeg softvera (Tutić et al., 2006).

Primjerice, kod planiranja prostornog uređenja dijela grada, ovaj sustav dat će uvid u realno stanje, prikazat će udaljenosti, namjenu zemljišta, mogućnosti i slično. On će ujedno dati i vizualizaciju potencijalnih promjena u prostoru, bilo da je riječ o kompleksnijim projektima ili tek manjim izmjenama.

### **3. KLASIFIKACIJA GEOGRAFSKOG INFORMACIJSKOG SUSTAVA**

GIS je multidimenzionalni alat koji služi današnjoj ekonomiji, društvu i općem razvoju. Iako se inicijalno koristio primarno u istraživačke i znanstvene svrhe, danas nadilazi te granice. Vidljivo je da je njegova primjena vrlo česta u području politike, to jest nacionalnih odluka, aktivnosti i planova, te šire.

Sukladno evoluciji GIS-a, danas je moguće govoriti o nekoliko vrsta ovog sustava. Time se ukazuje na specijalizaciju GIS-a za potrebe raznih skupina dionika. Sukladno

tome, svaka vrsta ima točno određenu namjenu i svrhu, dok je osnova funkcioniranja ili koncepcija primjene uvijek ista.

### 3.1. ZEMLJIŠNI INFORMACIJSKI SUSTAV

Zemljišni informacijski sustav (engl. *Land Information System* – LIS) jedna je vrsta ovog sustava koja se najjednostavnije prezentira kao geodetski sustav. Ovaj sustav djeluje tako da precizno geometrijski obuhvaća zemljišta, lokacije i podatke u svezi tih zemljišta/područja (Jurišić, Plaščak, 2009). Prikazuje se Slikom 3.

**Slika 3. Zemljišni informacijski sustav Hrvatske**



Izvor: Državna geodetska uprava (2022.) Pregled katastra. Dostupno na:

<https://oss.uredjenazemlja.hr/public/cadServices.jsp?action=dkpViewerPublic>. Pristupljeno:

13.01.2023.

Usporedno sa zemljišnim informacijskim sustavom, analizira se katastar zemljišta koji daje pregled parcela, odnosno elementarnih prostornih jedinica. Katastar daje podatke o broju čestice, lokaciji čestice, ali i ostalim elementima, kao što su zona gradnje i druge informacije o korištenju zemljišta, to jest njegovoj namjeni i upravljanju njime. Svaka parcela prostorno je određena, odnosno istaknuta u koordinatama svih točaka konture

ili, jednostavno, u koordinatnom sustavu. Sukladno tome, može se istaknuti definicija koja navodi da je „zemljišni informacijski sustav instrument odlučivanja u pravu, društvu i ekonomiji, kao i pomoćno sredstvo u planiranju i razvoju. On se sastoji s jedne strane iz baze podataka koja se odnosi na zemljište i teren jedne određene regije, a s druge strane iz postupaka i metoda za sistematsko obuhvaćanje, ažuriranje i obradu ovih podataka (Jurišić, Plaščak, 2009:33).“

Važnost korištenja ovog sustava nacionalno je planiranje korištenja zemljišta, ali i postojećih prirodnih resursa. Ovaj sustav uvelike podržava nacionalni plan razvoja i izgradnje, ali se koristi i u svrhu kontrole u vidu gradnje i eksploatacije zemljišnih površina.

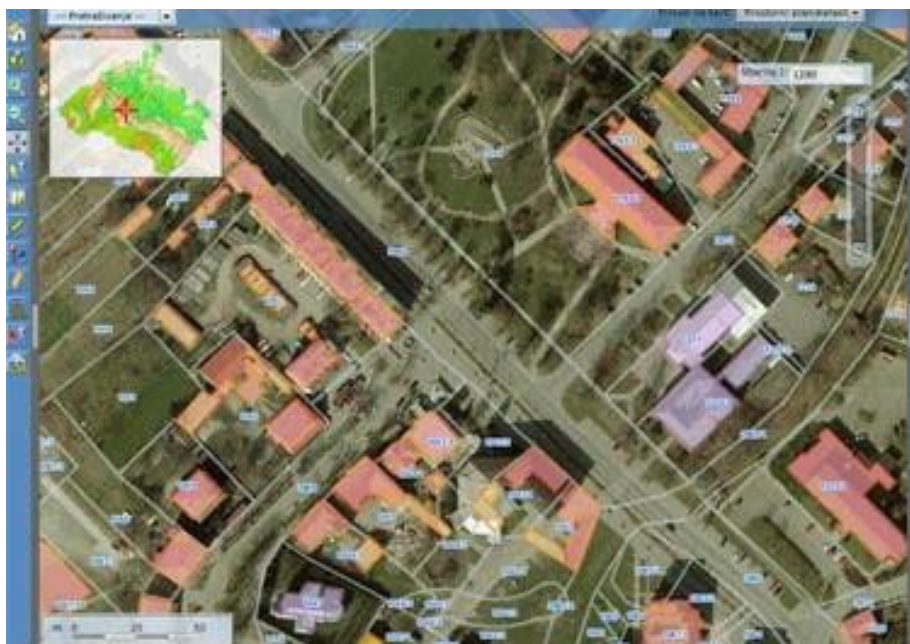
Prema definiciji Državne geodetske uprave Republike Hrvatske, katastar je „digitalna evidencija koja sadrži podatke o česticama zemljine površine i zgradama koje trajno leže na zemljinoj površini ili ispod nje, te o posebnim pravnim režimima na zemljinoj površini. Katastarsku evidenciju vode područni uredi za katastar Državne geodetske uprave te Gradski ured za katastar i geodetske poslove Grada Zagreba (Državna geodetska uprava, 2022).“

Zemljišne knjige su javne knjige koje sadrže podatke o pravnom stanju nekretnina i ostalim podacima u svezi njih. Uz katastar, one čine temelj zemljišnog informacijskog sustava Republike Hrvatske.

### **3.2. PROSTORNI INFORMACIJSKI SUSTAV**

Sljedeća vrsta je prostorni informacijski sustav koji je namijenjen prostornim planerima, demografima i geografima te ostalim dionicima. Služi praćenju i kontroli, a ta praćenja vrše se na razini stanovništva, resursa, naselja, gospodarstva i slično. Ovaj sustav djeluje prema istom principu kao i ostali (Slika 4.).

#### Slika 4. Prostorni informacijski sustav



Izvor: Novska (2022.) *Prostorni informacijski sustav*. Dostupno na: <http://novska.hr/hr/prostorni-informacijski-sustav/>. Pristupljeno: 14.01.2023.

Sustav prikuplja specifične podatke ove prirode, obrađuje ih i prezentira, te omogućuje njihovo modeliranje. Ključne odlike su visoka razina interakcije i veliki zahtjevi u pogledu vizualizacije (Jurišić, Plaščak, 2009).

Neki od konkretnih primjera korištenja ovog sustava su, primjerice, regionalni razvojni programi, programi naseljavanja i poticanja demografskih promjena, provedba statističkih programa, planiranje u komunalne svrhe i slično. Važno je istaknuti da se koristi za planiranje, kontrolu i nadzor, te upravljanje operativnim aktivnostima i promjenama na nekom području.

Ovaj sustav u Hrvatskoj ima iznimni značaj u pogledu digitalizacije i informatizacije javnih usluga. Informacijski sustav prostornog uređenja (ISPU), kako se naziva u Hrvatskoj, organiziran je kao sustav samostalnih funkcionalnih cjelina, odnosno modula za unos i verifikaciju podataka koji se mogu međusobno povezivati. Modulima i podacima pristupa se kroz geoportal ISPU-a preko mrežnog pristupa, a omogućuje sljedeće e-usluge (Ministarstvo prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine, 2022):

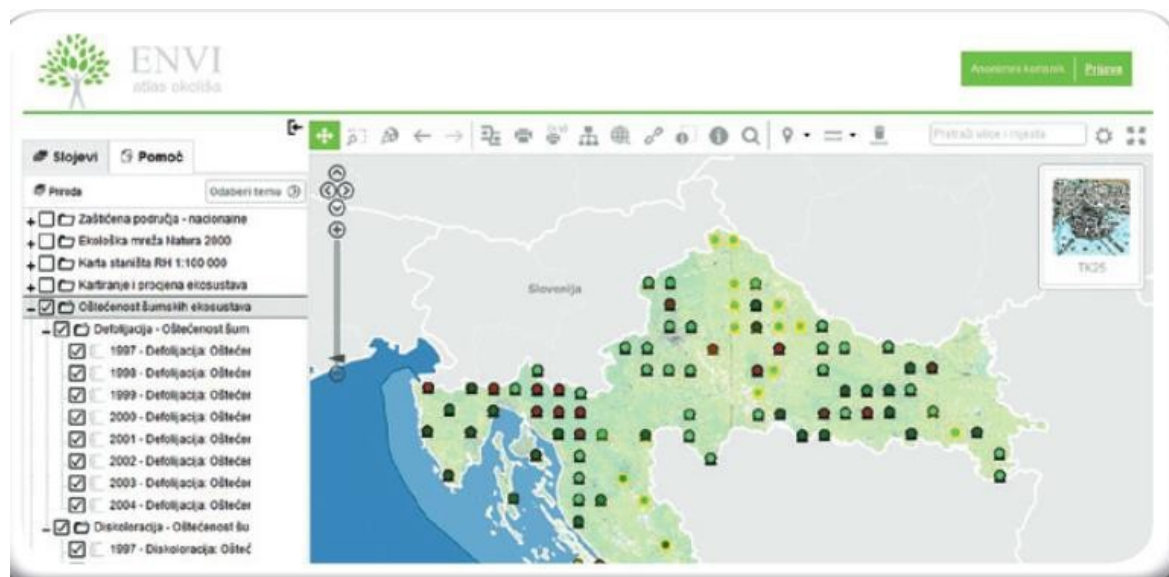
- Geoportal;
- ISPU-lokator;
- eNekretnine;
- eKatalog s eRegistrom prostornih planova;
- ePlanovi;
- eDozvola;
- eInvesticije;
- eProstorna inspekcija;
- eEnergetski certifikat;
- ePlanovi editor;
- eGrađevinski dnevnik.

Može se zaključiti kako se ovim sustavom modernizira javna uprava, pojednostavljuje korištenje usluga koje one nude, ali i unaprjeđuje sama učinkovitost rada, efikasnost te mogućnost kontrole kvalitete i zakonitosti u korištenju.

### **3.3. INFORMACIJSKI SUSTAV U EKOLOGIJI**

Kao što i sam naziv ukazuje, ovaj se sustav koristi u svrhu ekologije na nekom području. Primjerice, na razini Hrvatske, on se koristi s ciljem upravljanja ekologijom, zaštite prirode i provedbe ekološke politike. Korisnici ovog sustava su, prije svega, ekolozi, stručnjaci u području zaštite okoliša, šuma i vode, biolozi, geolozi, prostorni planeri, ali i ostali indirektno povezani dionici. Prikazan je na slici 5.

## Slika 5. Informacijski sustav oštećenih šumskih područja u Hrvatskoj



Izvor: HAOP (2017.) Sustavi HAOP. Dostupno na: [http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/specificni-dokumenti/publikacije/knjige/Katalog\\_ISZOP\\_2017\\_Sustavi\\_HAOP.pdf](http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/specificni-dokumenti/publikacije/knjige/Katalog_ISZOP_2017_Sustavi_HAOP.pdf). Pristupljeno : 14.01.2023.

Sustav se koristi u svrhu (Jurišić, Plaščak, 2009):

- prikupljanja, obrade, analiziranja i tumačenja te prezentiranja podataka u svezi okoliša;
- modeliranja podataka;
- permanentnog prikupljanja vektorskih i rasterskih podataka;
- povezivanja podataka s prostornim lokacijama;
- specifičnih potreba.

Ovaj sustav može se, primjerice, koristiti i za potrebe planiranja i razvoja turizma ili poljoprivrede. U tom kontekstu, usporedno s ostalim informacijskim sustavima, on koristi alate i daje informacije o poljoprivrednim i šumskim područjima, područjima od posebnog interesa, zaštićenim područjima i slično. Također daje uvid u kvalitetu i namjenu zemljišta, a time i u mogućnosti korištenja i razvoja prostora.

### **3.4. MREŽNI INFORMACIJSKI SUSTAV**

Mrežni informacijski sustav sljedeća je vrsta ovih sustava. On se koristi u vrlo širokom rasponu područja i za potrebe raznih skupina dionika. Smatra se kako ima najširu namjenu, a to se ovim dijelom poglavlja nastoji i potvrditi.

Sam sustav djeluje ili funkcionira na potpuno jednak način kao i ostali sustavi, no namijenjen je drugačijim područjima, zbog čega koristi specifične podatke, karakteristične baš za potrebe svakog od tih područja. Primjerice, koriste ga gospodarski i ekonomski subjekti te stručnjaci, komunalne službe, razvijeni informacijski sustavi, to jest razne institucije, i ostali.

Mrežni GIS sustav tako će se, na primjer, koristiti kod planiranja komunalne mreže i izvedbe na nekom prostoru. U Hrvatskoj je aktualno pitanje izgradnje kanalizacijske mreže u mnogim naseljima. U tom primjeru poslužit će upravo ovakav sustav.

### **3.5. SPECIJALIZIRANI INFORMACIJSKI SUSTAV**

U konačnici, prezentira se i specijalizirani informacijski sustav. Ovi sustavi imaju posebnu klasu GIS sustava. Namijenjeni su, te se kao takvi i razvijaju, za specijalizirane zahtjeve i potrebe korisnika.

Ogledni primjer ovakvog sustava može biti sustav namijenjen za potrebe prometa i putovanja, to jest avio navigacije. Ovi sustavi funkcioniraju na isti način kao i ostale vrste, no imaju vrlo ograničenu namjenu. Često su zbog tog obilježja i financijski opterećeniji (Dhanda, 2013).

Treba istaknuti kako se često u praksi koristi kombiniranje, odnosno povezivanje i integriranje ovih sustava. Točnije, riječ je o kompleksnijim zahtjevima korisnika i složenijim projektima izvedbe, kod kojih se zahtijevaju različite informacije, a sukladno tome koriste se i različite baze podataka i analize. Općenito govoreći, umrežavanje ovih sustava jedna je od njihovih odlika, a smatra se vrlo značajnom u praksi.



## **4. ELEMENTI I SADRŽAJNOST GEOGRAFSKOG INFORMACIJSKOG SUSTAVA**

Kao i svaki informacijski sustav, i sustav općenito, GIS sustav sastoji se od nekoliko elemenata. Dijelom je o ovome već bila riječ, no smatra se kako je za spoznaju funkcionalnosti i koristi sustava važno detaljno razmotriti njegovu strukturu, to jest podsustave koji ga čine.

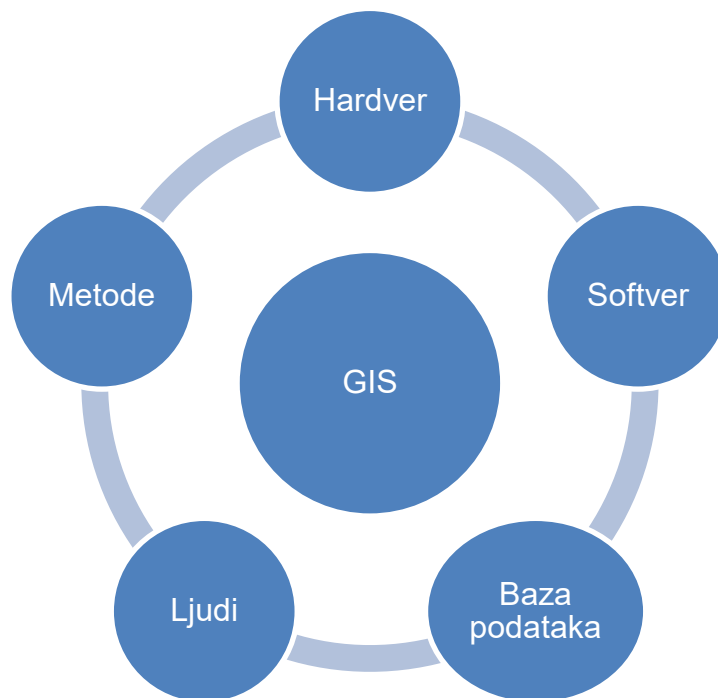
Vrlo je značajno iskazati da su svi podsustavi ili elementi ovog sustava usko povezani i imaju podjednaki značaj. Oni djeluju sinkronizirano, a bilo kakve oscilacije u jednom od njih destabiliziraju čitav sustav i onemogućuju njegovo korištenje i funkcionalnost.

U poglavlju se ističu elementi ovog sustava, te se svaki od njih detaljnije analizira. S ovim poglavljem povezana su i ostala poglavlja, a ono čini dio temelj za provedbu istraživanja autora, to jest za predmetne studije slučaja.

### **4.1. ELEMENTI GEOGRAFSKOG INFORMACIJSKOG SUSTAVA**

Iako je o nekim osnovnim komponentama ovog sustava već bila riječ, detaljnije se o njegovim elementima raspravlja u ovome poglavlju. Osnova ili suština GIS-a je baza podataka, što je već i zaključeno. Ona sadrži objekte koji su locirani i u prostoru i u vremenu. Geografski objekti, kao temeljni objekt razmatranja, određeni su koordinatama, metrikom, topologijom i atributima. Zemljišta i prostori su izmjereni, a prikazuju se digitaliziranim satelitskim snimkama ili kartografski. Elementi GIS-a mogu se predočiti na sljedeći način (Slika 6.)

Slika 6. Elementi geografskog informacijskog sustava



*Izvor: Izrada autora.*

Razrada ovih podskupova i njihovih komponenti slijedi u nastavku poglavlja.

#### **4.1.1. HARDVER**

Hardver čini opipljive elemente ovog sustava. To je dio složene infrastrukture koju čine računala i ostali uređaji. Danas postoje razne vrste ili oblici računala. Pod time se misli na (Brukner et al., 1994):

- ručna računala,
- terenska računala,
- prijenosna i osobna računala,
- radne stanice,
- velika računala.

U hardveru se ubrajaju i uređaji za digitalizaciju. Oni uglavnom služe za otiskivanje, to jest prikaz podataka, pretvorbu podataka i unos podataka u sustave. Ti uređaji su (Bbrukner et al., 1994):

- stolni skener,
- skener velikih formata,
- rotirajući skener,
- ručni digitlizador.

Osim ovih uređaja koriste se i uređaji za pohranu podataka. To su, primjerice, tvrdi diskovi, CD-i, USB stickovi, memorijske kartice i slično. Za prikaz i ispis podataka koriste se monitori, pisači ili printeri, te projektori, kao najnapredniji uređaji za prikaz sadržaja.

#### 4.1.2. SOFTVER

Softver predstavlja neopipljivi podskup ili element GIS-a. To su zapravo programi, odnosno programska rješenja koja omogućuju funkcioniranje sustava, to jest provedbu njegovih funkcija, alata i metoda kojima je namijenjen. U načelu, softver čine sljedeće komponente (Heywood et al., 2006):

- alati za unos i obradu podataka;
- alati za upravljanje bazom podataka;
- alati za prostorne analize i vizualizaciju;
- arafičko sučelje koje služi jednostavnom pristupu alatima.

Bez softverske podrške, niti jedan uređaj, sustav i slično ne bi imao mogućnost rada. Tada ne bi bilo moguće niti govoriti o njima, što znači da softver čini specifični element svakog sustava. Hardver je njegova podrška, to jest infrastruktura za korištenje.

Autori Jurišić i Plaščak (2009) identificiraju neke od osnovnih kategorija softvera. Uglavnom ih dijele na softver za obradu teksta i softver za obradu ostalih sadržaja. Neki od konkretnih primjera su (Jurišić, Plaščak, 2009):

- softver obrade teksta: Microsoft Office, Corel WordPerfect, LaTeX, Lapis, Macromedia Dreamweaver i ostali;
- stolno nakladništvo: Adobe, Microsoft MS Publisher i slično;

- softveri za obradu rasterskih slika: Adobe Photoshop, Corel PhotoPaint, PhotoPaint;
- softveri za obradu vektorskih slika: CorelDraw, Adobe Illustrator, FreeHand;
- softveri za dizajn, CAD (engl. *Computer-aided Design*);
- softveri za baze podataka: Microsoft Access, Dbase, Oracle i slični;
- softveri za GIS uređivanje/dizajn: Microstation MGE, ARC/View, MapInfo, ArcGIS, IDRISI, GeoMedia, Ilwis.

#### 4.1.3. *PODACI*

O podacima je već bila riječ u ovome radu. Misli se na razne vrste podataka koji se obrađuju u konkretne informacije. Treba istaknuti kako one u suvremeno doba imaju strateški značaj i često se smatraju temeljnim resursom.

Na primjeru GIS-a, ti se podaci uglavnom odnose na prostorne podatke i one pridružene. Treba istaknuti da oni mogu biti kvantitativni ili brojčani i kvalitativni, opisni. Detaljnije o podacima slijedi u narednom dijelu poglavlja, gdje se usporedno promatraju sa sustavom globalnog pozicioniranja i funkcionalnim konceptom.

#### 4.1.4. *LJUDSKI RESURSI*

Često se u ekonomiji raspravlja o nezamjenjivosti ljudskog kadra u određenim djelatnostima ili područjima njihova interesa. Iako se u suvremeno doba ekonomija i svakodnevne aktivnosti sve više informatiziraju, digitaliziraju i zamjenjuju radom inovacija i tehnoloških dostignuća, robotizacije i slično, nedvojbeno je kako je ljudski kadar jedinstven resurs i nezamjenjiv u raznim segmentima. Jednako je i u kontekstu djelovanja ili funkcioniranja ovog i sličnih sustava.

Istaknuto je kako je softver srž sustava, a podržava ga hardver. Međutim, ovi elementi imaju visoku vrijednost, no nikakav značaj bez potpore ljudi. Pri tome se ne misli na ljudske potencijale samo u smislu njihova fizička rada, to jest korištenja hardvera i

softvera, već se podjednako misli i na intelektualni kapital, to jest znanja i vještine, te iskustvo zaposlenika.

S gledišta ljudskih potencijala i tehnologije, posebno je značajno uzeti u obzir dinamičnost tehnoloških promjena u suvremeno doba, kao i u budućnosti, s obzirom

Na očekivanja u svezi njezina razvoja. Sukladno tome, pri analizi ljudskih potencijala, izniman značaj ima i spremnost zaposlenika na cjeloživotno obrazovanje i intelektualni razvoj, što će u budućnosti biti od izuzetne važnosti.

#### *4.1.5. METODE RADA*

Kada se govori o metodama rada, misli se na element sustava GIS-a koji služi poštovanju propisa, normi, zakona, odredbi i sličnih čimbenika kako bi se izvršile određene aktivnosti ili akcije. Metode rada zapravo su upute o tome kako se koristiti određenim elementima ovog sustava i sustavom kao takvim. To su ujedno i upute ili preporuke o tome na koji način obrađivati podatke, tumačiti informacije, povezivati podatke ili provoditi određene promjene na njima, kao i promjene koje su njima potaknute i na njima utemeljene.

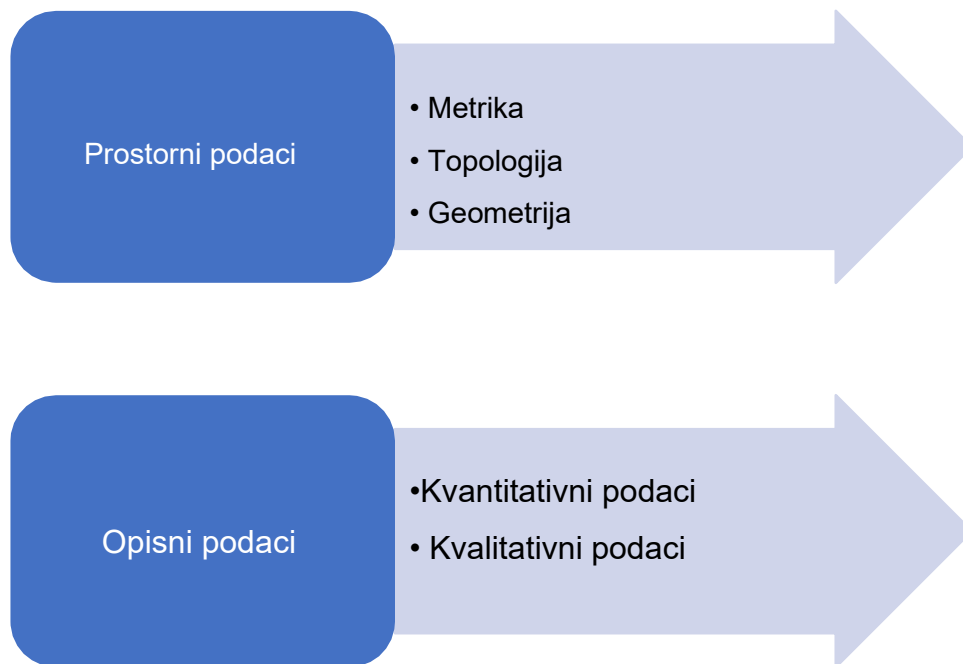
## **4.2. SADRŽAJNOST GEOGRAFSKOG INFORMACIJSKOG SUSTAVA**

Podaci GIS-a i funkcionalni koncept razmatraju se sukladno elementima ovog sustava. Razlog tome je činjenica da se njima treba posvetiti posebna pozornost, jer čine osnovu ovog sustava, to jest njegovu sadržajnost.

### *4.2.1. PODACI I ANALIZE*

Geografski podaci koji se koriste u ovome sustavu mogu se najjednostavnije predočiti kako slijedi (Slika 7. ):

## Slika 7. Geografski podaci



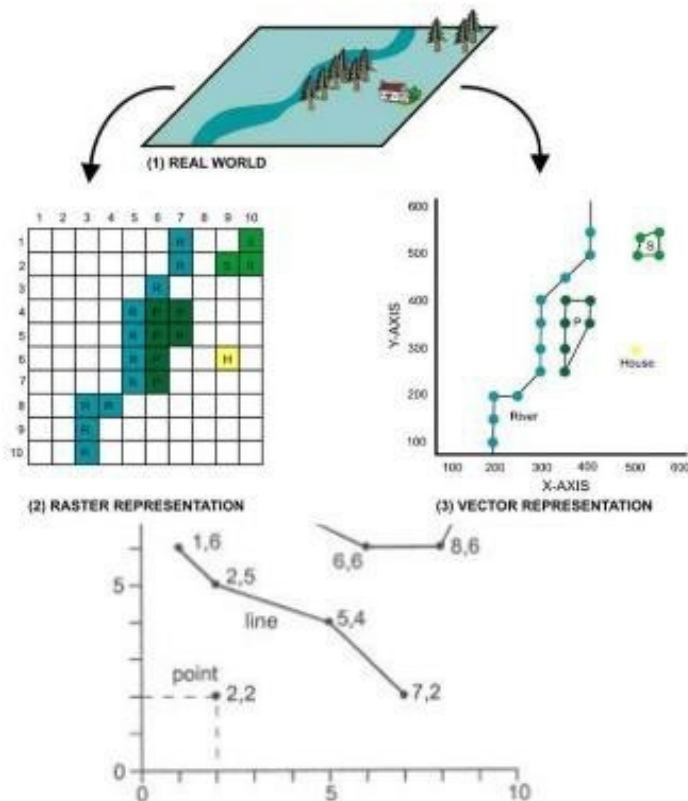
*Izvor: Izrada autora prema: Pahernik, M. (2006.) Uvod u geografsko informacijske sustave. Zagreb: Zapovjedništvo za združenu izobrazbu i obuku.*

Prostorne se informacije odnose na sve one informacije u svezi položaja u odnosu na Zemlju. One se temelje na iskazivanju koordinata nekog prostora ili objekta, ulične adrese na kojoj se nalazi, općine i županije kojoj pripada i slično. Prostorne podatke čine metrika, topologija i geometrija. Osim prostornih podataka, postoje i opisni, a u njih se svrstavaju atributni, to jest kvalitativni i kvantitativni podaci, koji pobliže određuju one prostorne.

Osim ovakve klasifikacije podataka u GIS-u, koristi se i ona koja prepoznaje spomenute vektorske i rasterske podatke. U tom smislu, govori se o strukturi podataka.

Vektorski model naziva se i modelom entiteta te se koristi za precizno definiranje granica objekta (Slika 8.).

## Slika 8. Vektorski model podataka

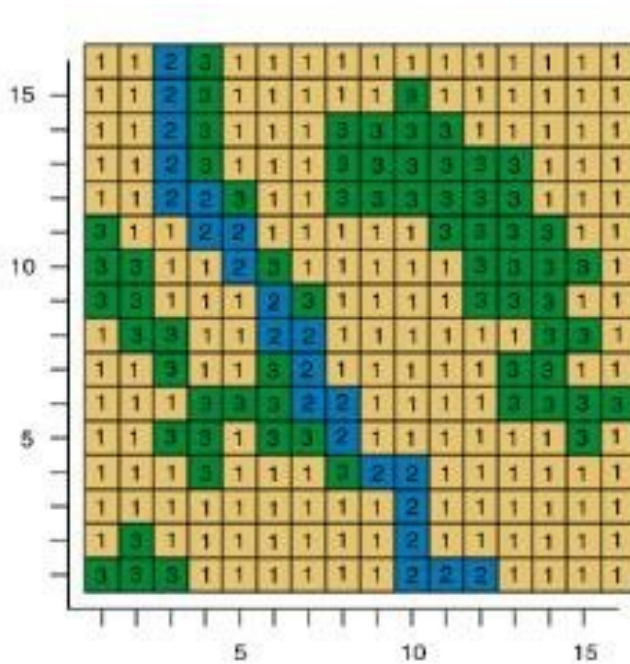


Izvor: UP4C (2015.) GIS osnove. Dostupno na: [https://www.up4c.eu/wp-up4c/wp-content/uploads/2015/02/gis\\_osnove.pdf](https://www.up4c.eu/wp-up4c/wp-content/uploads/2015/02/gis_osnove.pdf). Pristupljeno: 19.01.2023.

Vektorski model prikaza podataka koristi se kako bi se oni iskazali kao koordinatne točke, crte i mnogokute. U tu svrhu, upotrebljava se takozvani Kartezijev x,y koordinatni sustav. On je određen koordinatom x i koordinatom y, odnosno dvjema točkama kada je riječ o ravnoj crti, većim brojem točaka kod zakrivljene crte, te crtama i točkama kod mnogokutnog prikaza (Enciklopedija, 2022).

Kod rasterskog modela podataka, objekti imaju precizno definirane granice i mogu se izbrojati. Ovaj model daje realan prikaz, a konačni broj varijabli mjerljiv je u svakoj točki površine. Kod njega se za prikaz koristi mreža ćelija ili polja podijeljena u retke i stupce (Slika 9.).

## Slika 9. Rasterski model podataka



Izvor: UP4C (2015.) GIS osnove. Dostupno na: [https://www.up4c.eu/wp-up4c/wp-content/uploads/2015/02/gis\\_osnove.pdf](https://www.up4c.eu/wp-up4c/wp-content/uploads/2015/02/gis_osnove.pdf). Pristupljeno 19.01.2023.

Svako polje, odnosno ćelija osnovni je element modela i naziva se pikselom. Vrijednost ćelije odgovara objektu stvarnog svijeta, a lokacija se određuje stupcem i retkom mreža. Razlučivost rastera određena je veličinom ćelije, a kada je ćelija veća, manja je točnost prikaza lokacije i obrnuto.

Ovaj se model koristi kod sljedećih primjera u praksi (UP4C, 2015):

- satelitske snimke;
- digitalni modeli visina;
- digitalni rasterski format;
- grafičke datoteke, odnosno zemljovidi, fotografije i slike.



Osim vektorskih i rasterskih podataka, GIS ima i atributne podatke. Opisni ili kvalitativni podaci koriste se kao atributni podaci, to jest epiteti koji dopunjuju tumačenje prethodnih podataka. Iako imaju nešto manji značaj od prethodnih, vrlo je važno usporedno ih tumačiti i analizirati s prethodnim podacima.

Atribut je svojstvo podataka. Drugim riječima, odnosi se na negeometrijske podatke (Slika 10.).

### Slika 10. Atributni podaci

ID	Naziv	BrojStan
1	Beli Manastir	10,986
2	Belišće	11,786
3	Donji Miholjac	10,265
4	Đakovo	30,092
5	Našice	17,320
6	Osijek	114,616
7	Valpovo	12,327
8	Antunovac	3,559
9	Bilje	5,480
10	Bizovac	4,979
11	Feričanci	2,418

Izvor: UP4C (2015.) GIS osnove. Dostupno na: [https://www.up4c.eu/wp-up4c/wp-content/uploads/2015/02/gis\\_osnove.pdf](https://www.up4c.eu/wp-up4c/wp-content/uploads/2015/02/gis_osnove.pdf). Pristupljeno: 23.01.2023.

Kod ovih podataka, svaki je red neki objekt, a svaki stupac njegov je atribut. Pri tome, objekt može imati nekoliko atributa, to jest stupaca koji ga opisuju. Atributni podaci javljaju se kao tekstualne i numeričke ili brojčane vrijednosti, datum, vrijeme i slično.

Kod podataka je vrlo važno ukazati na formate vektorskih i rasterskih podataka. Pri tome se misli na (UP4C, 2015):

- formate vektorskih podataka: Shapefile, XML (GML, KML, GPX), CAD (DWG, DGN, DXF), ESRI Coverage, ESRI Geodatabase, Geomedia;

- formate rasterskih podataka: TIFF, GeoTIFF, JPG, JPEG2000, IMG, MrSID, ESRI Grid, BIL.

Svi ovi podaci koriste se za razne analize, a jednako tako one rezultiraju novim podacima. Kada je riječ o analizama, radi se o upitima, reklasifikaciji, analizi terena, preklapanju, analizi blizine i mreže. Upiti se odnose na jednostavno selektiranje bez promjena podataka.

Reklasifikacije predstavljaju dodjeljivanje novih vrijednosti ili podataka. Analiza terena podrazumijeva određivanje visina, dok preklapanja podrazumijevaju kombiniranje podataka u svrhu dobivanja novih. Analiza blizine određuje udaljenosti između točaka, objekata i slično, dok je analiza mreže određivanje optimalne rute (Heywood et al., 2006).

#### 4.2.2. SUSTAV GLOBALNOG POZICIONIRANJA

Sustav za globalno pozicioniranje (engl. *Global Positioning System* – GPS) jedan je od kompleksnih proizvoda nastalih zahvaljujući geografskom informacijskom sustavu i poduzetnim istraživanjima za potrebe njegova razvoja. Prema definiciji, to je sustav koji je osmišljen za potrebe globalnog pozicioniranja, a razvilo ga je američko Ministarstvo obrane (U.S. Department of Defence), koje ga ujedno i održava.

Ovo inovativno dostignuće, koje danas predstavlja često korišten alat, kako u poslovnom, tako i svakodnevnom životu, daje korisnicima mogućnost da bilo gdje na površini Zemlje odrede trodimenzionalne, to jest prostorne lokacije, brzinu i vrijeme. Preciznost sustava veća je od svih takvih sustava do danas (Prometna zona, 2022).

Razvoj ovog sustava započeo je u novije vrijeme, točnije 1973. godine. Nakon punih pet godina istraživanja, konačno je lansiran satelit, a daljnje proširivanje nastupilo je 1989. godine. Sustav kao takav dovršen je i proglašen u potpunosti operativnim 1995. godine, od kad se koristi sve intenzivnije (Prometna zona, 2022).

Ovaj sustav čine tri komponente ili segmenta (Federal Aviation Administration, 2022):

- svemirska komponenta koju čine 24 satelita,
- kontrolna komponenta, odnosno serija kontrolnih stanica koje se nalaze diljem svijeta,
- korisnička komponenta, odnosno GPS prijamnik i antena.

Sustav funkcionira tako da 21 satelit i pričuvna 3 satelita dva puta tijekom dana okruže zemaljsku kuglu, pri čemu svake sekunde odašilju signal, i to kontinuirano. Signal o poziciji satelita šalje se prema GPS prijamniku. Kad prijamnik zaprimi minimalno tri signala, moguće je izračunati točnu poziciju, pri čemu se očitavaju zemljopisna širina, dužina, te geografska visina. Veći broj satelita i odaslanih signala osigurava veću točnost prostorne lokacije (Slika 11.).

#### **Slika 11. GPS satelit**



*Izvor: Federal Aviation Administration (2022.) Satellite Navigation – Global Position System.*

*Dostupno*

*na:*

[https://www.faa.gov/about/office\\_org/headquarters\\_offices/ato/service\\_units/techops/navserv/ices/gnss/gps](https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/techops/navserv/ices/gnss/gps). *Pristupljeno: 26.01.2023.*

Inicijalno je ovaj sustav osmislila Amerika u političke, vojne i sigurnosne svrhe. Međutim, nakon nekog razdoblja, značajnije i svakodnevno ga počinje koristiti međunarodno civilno društvo. Danas je njegova uporaba vrlo raširena, a koriste ga gotovo svi ljudi diljem svijeta, posredno ili neposredno. Osim u navigaciji, GPS se koristi u geoznanostima, prometu, sigurnosti i mnogim drugim područjima. Činjenica je da je korištenje ovog sustava sve učestalije i sve raširenije, a nastavak takvog trenda izvjestan je i u budućnosti.

Današnji GPS prijamnici javljaju se u obliku osobnih mobilnih uređaja, a opremljeni su mogućnošću simultanog praćenja najviše dvanaest satelita. Signal zaprimaju na gotovo svim područjima, neovisno o tome da li je riječ o nenaseljenim šumskim dijelovima, kanjonima i slično. Zahvaljujući broju signala koje primaju, današnji GPS prijamnici imaju mogućnost određivanja pozicije unutar jedne do dvije minute, te je osvježavaju svake sekunde.

#### *4.2.3. FUNKCIONALNI KONCEPTI*

Kako bi se dodatno pojasnilo funkcioniranje GIS-a, važno je još razmotriti koncept funkcionalnosti. U tom kontekstu, razmatra se funkcionalni koncept GIS-a kao jednostavnog alata korisnog na više načina, koji je namijenjen rješavanju svakodnevnih problema i zahtjeva. Kod temeljnog koncepta, prostorni podaci iskazuju se preko digitalnih karata tako da su razvrstani kroz nekoliko tematskih slojeva.

Prilikom korištenja ovog koncepta i razumijevanja načina na koji GIS funkcionira, važno je razlučiti nekoliko pojmova. Primarno je potrebno ukazati na pojam geokodiranja. Riječ je o postupku ili procesu određivanja položaja korištenjem atributnih podataka, poput adrese, općine ili naselja. Time se zapravo iskazuju osnovne informacije u prostoru (Pahernik, 2006).

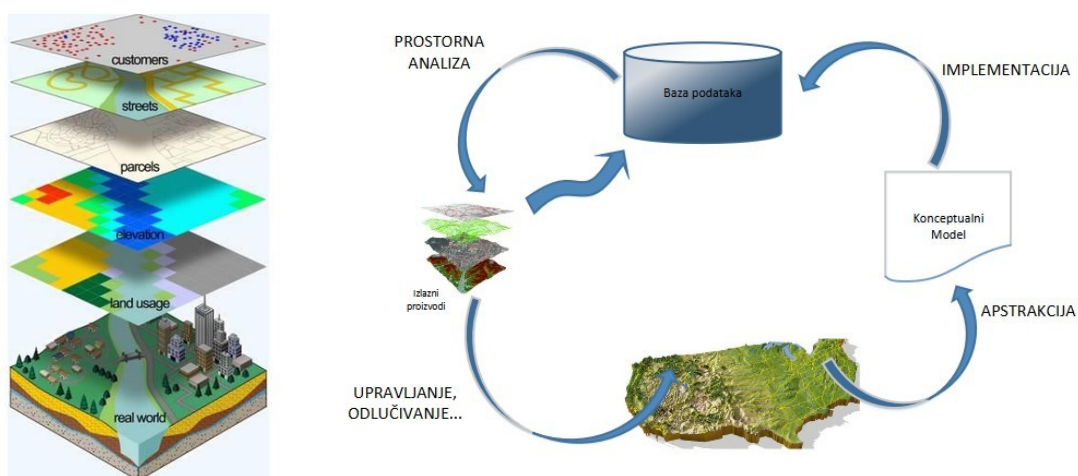
GIS funkcionira na način da povezuje diverzificirane i brojne informacije o prostoru i ukazuje na njihovu korelaciju, to jest odnos. Temelj funkcioniranja GIS-a je korištenje središnje i opsežne baze podataka, koju čini veći broj manjih baza podataka, grafičkih prikaza, tema i slično. Funkcioniranjem GIS-a, u načelu se povezuju grafički prikazi i svi pripadajući podaci, opisni, tablični i ostali, o kojima je već bila riječ.

Objekti kao ključni elementi GIS-a sadrže prostorne informacije o njihovom geografskom položaju, to jest koordinate prostornog smještaja, reprezentni oblik i simbol koji ukazuje na specifičnu značajku objekta ili nekoliko njih. Opisni podaci o objektima tablično su pohranjeni u bazama podataka. Važno je istaknuti da se slični objekti grupiraju u bazama, a neki od primjera mogu biti prometnice, rijeke i slično. Objekti, osim ovih informacija, imaju pridružene i razne rasterske slike, ostale tablične podatke, gotove kartografske prikaze i drugo.

Ključna akcija koja se provodi u GIS-u je modeliranje podataka. Taj proces moguć je jedino uz uvjet da se u sustavu nalazi dovoljno kvalitetnih podataka koji su bazno organizirani i kao takvi segmentirani. Korištenjem tih podataka, generiraju se odluke u prostoru i o prostoru, a neke od njih mogu se integrirati ponovno u postojeće baze.

Koncept GIS-a prikazan je na Slici 12.

### Slika 12. Koncept GIS-a



Izvor: Blagonić, B. (2021.) *Geoinformacijski sustav*. Dostupno na: <https://www.istrapedia.hr/hr/natuknice/4139/geoinformacijski-sustav-gis>. Pristupljeno: 26.01.2023.

Predočena slika dočarava funkcioniranje ovog sustava. Prikazani su temeljni postupci unutar njega, a koji se odnose na stvaranje baze prostornih podataka na temelju entiteta. Upravo to predstavlja modeliranje podataka. Time se može zaključiti kako se koncept

funkcioniranja ovog sustava zapravo temelji na modeliranju kao procesu stvaranja realnog svijeta u prostornoj bazi podataka ovog sustava.

Konceptualni model, koji predočava funkcioniranje sustava, dolazi u obliku dijagrama koji omogućuje proces kodiranja u određenoj platformi. S druge strane, fizički model određuje stvarne fizičke predodžbe koristeći raspoloživi hardver i medij prikaza.

Kada se GIS koristi u svrhu nekog projekta i njegove realizacije, misli se na finalni korak u njegovu funkcioniranju. Realizacija objedinjuje sljedeće korake (Pahernik, 2006):

- određivanje konkretnog objekta;
- izgradnju baze podataka o objektu;
- analizu podataka o objektu;
- prezentaciju rezultata.

Realizacija se sastoji od dva koraka modeliranja i dva koraka vizualizacije podataka. Ujedno se potvrđuje kako je riječ o procesnom sustavu koji povezuje sve korake ili segmente.

Realizacija zapravo ukazuje i na stvaranje, odnosno razvoj GIS-a. Kod stvaranja dizajna podataka, primarno je odrediti granice istraživanja, koordinatni sustav, slojeve i pripadne objekte, te attribute. Nakon toga slijedi konvertiranje kartografskih objekata, odnosno slijedi stupanj razvoja baze podataka. U tu svrhu koristi se spomenuti proces digitalizacije.

Nakon navedenoga, pristupa se upravljanju bazom podataka. To se odnosi na radnje u svezi provjere slojeva, preciznosti i atributnih podataka objekta. Često se tome priklanja i metodologija razvoja aplikacija. U tu fazu uvršteno je definiranje potreba, prototipa, te izrada i provedba testiranja. Studije potreba odnose se na prepoznavanje problema i definiranje njegovih obilježja i zahtjeva. To podrazumijeva specificiranje željenih obilježja i podrški koje će softver osigurati. U tu svrhu izrađuje se prototip kao gruba verzija. Daljnjim testiranjem i provjerama prototipa, dolazi se do konačne izrade i testiranja kao posljednje potvrde odgovara li dobiveno željenom.

## 5. GRAD PULA – GIS PORTAL

Grad Pula nalazi se u Istarskoj županiji, jednoj od razvijenijih županija, koja je predvodnica u raznim segmentima. Ovaj grad ima vrlo razvijen turizam, čemu pogoduju sama lokacija, raspoloživost atrakcija, tradicija poslovanja u turizmu i ostalo. Među bogatom kulturno povijesnom baštinom i raznolikom atrakcijskom osnovom, javljaju se i tvrđave te utvrde Grada Pule koje datiraju iz austro-ugarskog razdoblja.

Kada se govori o tvrđavama na području ovoga grada, usporedno se razmatraju i podzemni putevi. Riječ je o fortifikacijama, koje su za sada nedovoljno istražene i kao takve valorizirane. Nastavno tome, u ovome se poglavlju detaljnije predstavlja ova resursna osnova, te se istražuje GIS portal Grada Pule.

Na temelju ovoga poglavlja, a uzimajući u obzir teorijske osnove u svezi GIS-a, načina funkcioniranja, koristi i namjene u praksi, pristupa se istraživačkom pothvatu autora. Isto se provodi u sljedećem poglavlju i predstavlja se studija slučaja koja analizira GIS za potrebe fortifikacije Grada Pule.

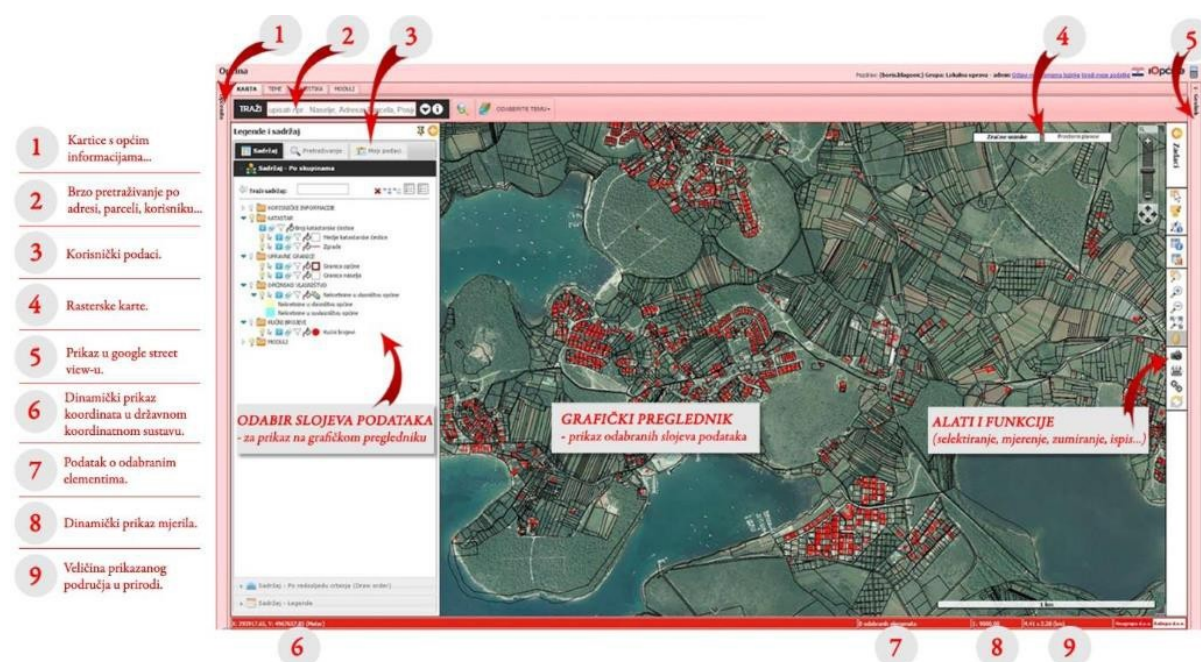
GIS portal Grada Pule implementiran je uz financijsku podršku Europskog strukturnog fonda za regionalni razvoj Europske unije. Riječ je o značajnijem projektu nabave opreme u ovu svrhu i osiguranje infrastrukture za njegovo korištenje.

GIS portal definira se kao centralizirana GIS baza prostornih podataka Grada Pule. Zahvaljujući ovom sustavu, omogućeno je samostalno pregledavanje, pretraživanje, analiziranje i ispisivanje raznih prostornih podataka i informacija, koji su predočeni na kartografskom prikazu. Sustav uključuje (GIS portal, 2022):

- katastar;
- ortofoto snimke;
- topografski plan;
- prostorni plan;
- građevinska područja;
- objekte s kupnim brojevima, adresama;
- komunalnu infrastrukturu;
- općinsko vlasništvo.

Svrha ovog sustava odgovara osnovnim teorijskim uvjerenjima i postavkama. Pritom se misli na bolji uvid u prostorne podatke i upravljanje prostorom, uštedu vremena i financijskih sredstava, bolju komunikaciju među dionicima i ostalo. Sustav je vrlo jednostavan za korištenje, prijavom u aplikaciju ([www.gisportal.hr](http://www.gisportal.hr)) (Slika 13.).

**Slika 13. GIS portal Grada Pule – sučelje**



Izvor: GIS portal (2022.) Baza znanja. Dostupno na: <https://gisportal.hr/baza-znanja/>.  
 Pristupljeno 26.01.2023.

Podaci koji su integrirani u ovu bazu odnose se na sve vrste podataka koje GIS sustavi sadrže. Sučelje omogućuje pretraživanje svih skupova podataka, odabir slojeva za prikaz, dodavanje podataka i ostalo. Ovim je portalom omogućena vizualizacija preklapanja podataka na nekom području.

Aplikacija omogućuje čitav niz radnji, kao što su (GIS portal, 2022):

- grafički prikaze sadržaja nekog područja;
- pretraživanje prostora;
- priprema kartografskih prikaza i izvještaja;
- slanje pregleda e-poštom;



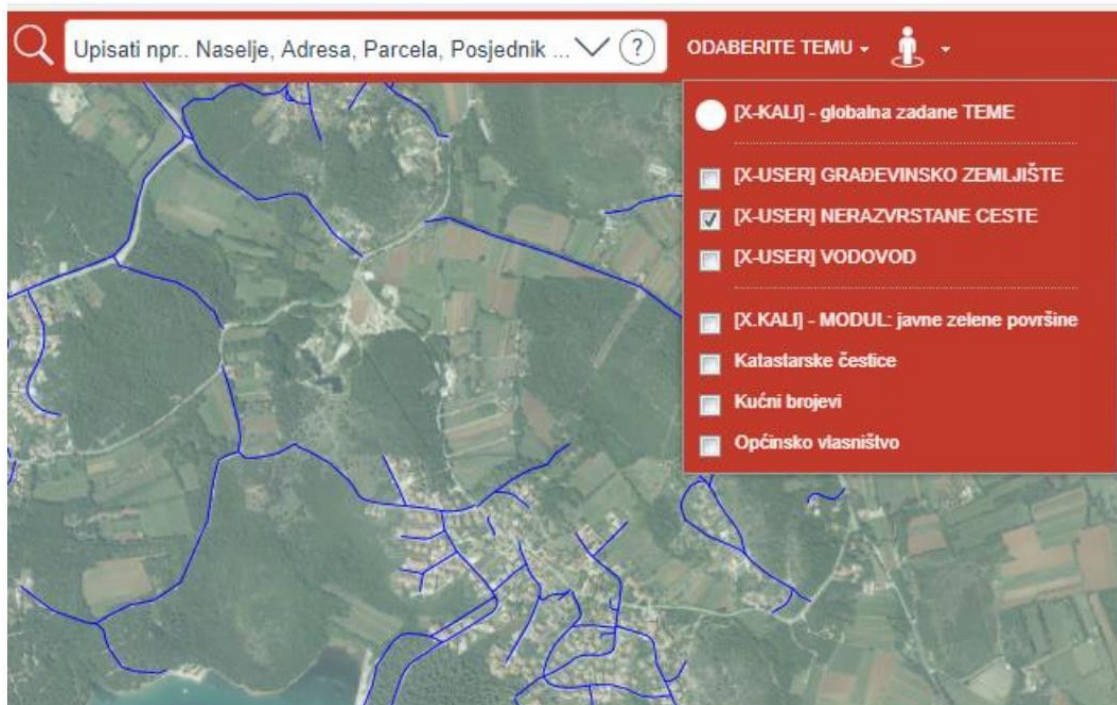
- analiza količina;
- interaktivne prostorne analize;
- ispisi raznih izvješća;
- izmjeri udaljenosti i najboljih ruta;
- prikazivanje rasterskih slojeva;
- pohranjivanje tema;
- povezivanje s ostalim GIS sustavima;
- pretraživanje okolnih objekata, i
- ostalo.

Sustav je dostupan svim građanima i vrlo je jednostavno koristiti ga. Preko službene stranice portala, moguće je izvršiti prijavu za pristup aplikaciji. Za to je potrebno imati računalnu opremu osnovne komponente i instaliran jedan od web preglednika, kao što je, primjerice, Internet Explorer. Pristup je moguć za fizičke osobe bez ulazne zaporke ili registracije.

Važno je istaknuti da je na pregledniku, to jest u sklopu aplikacije, objavljena i dostupna brošura kao uputa za korištenje sustava/aplikacije. To dodatno pojednostavljuje njenu upotrebu za dionike.

Aplikacija ima veći broj tema koje služe jednostavnijem pretraživanju podataka i provedbi analiza. Istovremeno je moguće uključiti veći broj slojeva i tema za prikaz (Slika 14.).

## Slika 14. Prikaz preko GIS portala



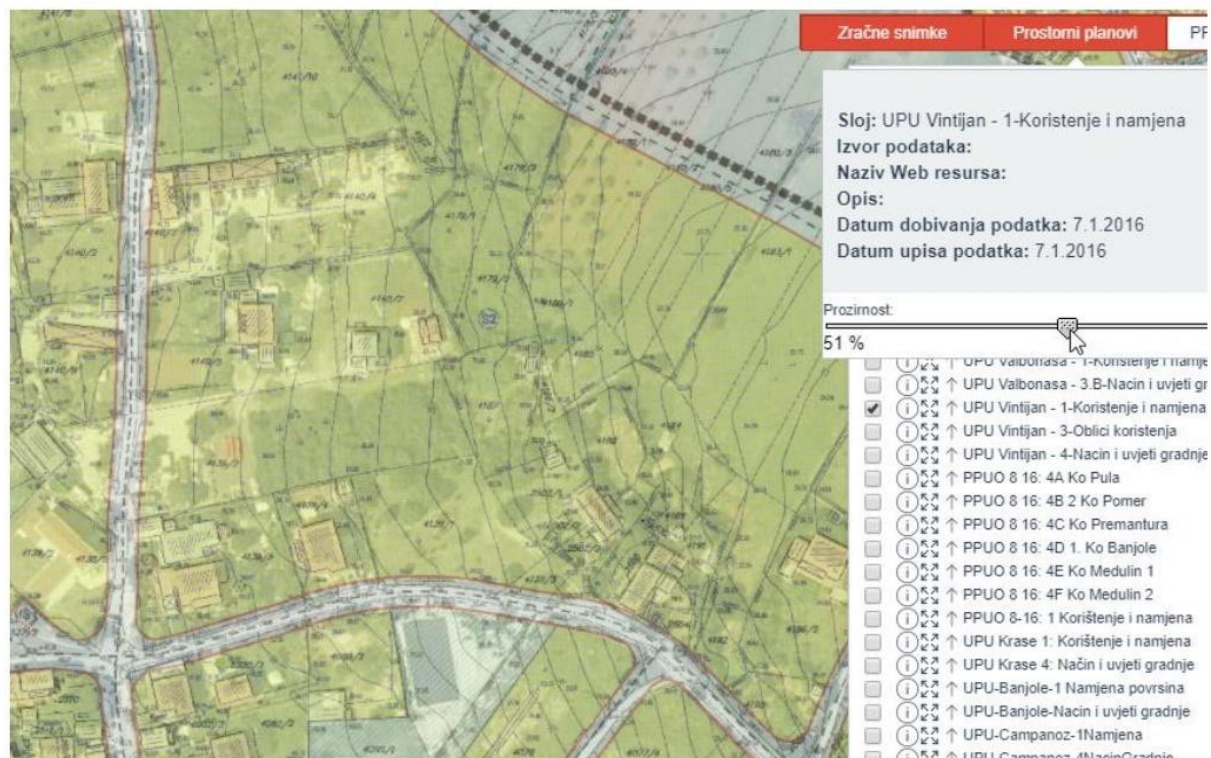
Izvor: GIS portal (2022.) Baza znanja. Dostupno na: <https://gisportal.hr/baza-znanja/>.  
Pristupljeno: 26.01.2023.

Vidljivo je kako aplikacija ima i prozorčić brzog pretraživanja, koji, primjerice, služi za pregled prostora neke općine, grada, ulice, objekta ili pak nekog specifičnog zahtjeva, katastarske čestice i ostalo. Portal ujedno daje prikaz i općinskog vlasništva, to jest svih zemljišta i objekata koji su u javnom vlasništvu općine.

Osim navedenoga, aplikacija omogućuje pregled namjene nekretnine, svrstavajući ih pri tome u određene skupine. Sve to pogoduje uvidu u prostorno planiranje i samom prostornom planiranju.

Kod ispisa rasterskih podataka, na raspolaganju su zračne snimke i prostorni planovi. Kod pregleda i ispisa, moguće je korigirati prozirnost kako bi se osigurala kvaliteta preklapanja s podlogom (Slika 15.).

## Slika 15. Rasterski podaci



Izvor: GIS portal (2022.) Baza znanja. Dostupno na: <https://gisportal.hr/baza-znanja/>.

Pristupljeno: 26.01.2023.

Aplikacija je obogaćena naprednim funkcijama. Moguće je, primjerice, povezivanje s Google Street Viewom. Osim toga, omogućeno je i provođenje opsežnih i specijaliziranih analiza u prostoru, među koje se svrstava i predmetna fortifikacija Grada Pule. Također, moguće je i korištenje modula za unos i planiranje prostora i površina zemljišta. U suvremeno doba, vrlo je značajno korištenje i mobilne aplikacije, koja je podržana na pametnim telefonima i tabletima.

## **6. KATASTAR FORTIFIKACIJA AUSTRO-UGARSKE U ISTRI**

### **6.1. POVIJEST FORTIFIKACIJSKOG SUSTAVA**

Kada je riječ o fortifikacijskom sustavu grada Pule, pod time se smatra mreža utvrda, bunkera, tunela i ostalih objekata koji su Pulu učinili ili pretvorili u glavnu ratnu luku Austro-Ugarske Monarhije. Pulski zaljev bio je izvrsno geografski pozicioniran i pogodovao je svim ratnim, odnosno obrambenim zahtjevima u tim vremenima. Kako je nepovoljna politička situacija u Italiji Veneciju učinila nesigurnom lukom za monarhiju, bili su prisiljeni potražiti novu lokaciju te je iz ranije navedenih razloga odabir pao na pulski zaljev. Car Franjo Josip I., tijekom svog posjeta 1950. godine, izdao je zapovijed o gradnji Arsenala, što je Pulu pretvorilo u najznačajniji grad u Istri i pokrenulo izgradnju sve potrebne infrastrukture kako bi Pula postala glavna luka Austro-Ugarske Monarhije. Izgrađene utvrde prostirale su se od Barbarige preko Rta Kavran, Marlere u Ližnjanu, te Rta Kamenjak na samome jugu, pa obalom sve do brijunskog otočja, što će kasnije u radu biti prikazano kroz primjenu geoinformacijskog sustava.

### **6.2. PRIKUPLJANJE PODATAKA O FORTIFIKACIJSKOM SUSTAVU**

U prijašnjem dijelu rada ukratko sam se osvrnuo na početak razvoja samog obrambenog sustava, dok ću u ovom dijelu prikazati katastar lokacija pojedinih utvrda kako bi se dobio uvid u njihove položaje i lokacijski značaj. Obrambeni sustav se, između ostaloga, sastojao od utvrda, tornjeva i bitnica, od kojih će se prikazati sljedeće:

- Oklopna utvrda
  - Paravia West
  - Paravia Ost
  
- Lučka utvrda
  - Kaštel
  
- Obalna utvrda
  - Punta Christo

- Brioni Minor
- Peneda
- Tegetthoff
- Forno
- Kaiser Franz I
- Veruella
- Stoja
- Musil
- Marie Louise
  
- Kopnena utvrda
  - San Danielle
  - Valmarin
  - Kaštelir
  - Turtian
  - Pomer
  
- Topnički toranj
  - Monvidal
  - San Giorio
  - Grosso
  - Munide
  - San Michelle
  - Casoni Vecchi
  - Maximillian

Obalne utvrde nalaze se na obalnom pojasu, poredane vanjskom i unutarnjom stranom pulskog zaljeva. Utvrda Punte Christo u Štinjanu ujedno je najveća i najjača obalna utvrda koja je brojala 24 topa i 21 postolje za puške. Danas je to ujedno i omiljena utvrda za žitelje grada Pule i turiste, s prekrasnim pogledom na brijunsko otočje.

Kopnene utvrde izgrađene su približno pet kilometara od gradske jezgre. Izgradnja ovih pet poligonskih utvrda započela je 1881. godine i završena 1888. godine. Kroz godine, utvrde su nadograđivane kako bi štatile grad na kopnenom dijelu koji je ujedno bio i najosjetljiviji, s obzirom na to da je luka bila veoma dobro zaštićena s obalne strane.

Na gore navedenom popisu nalazi se 26 utvrda. Svaka od njih broji 11 atributa kako bi se omogućio što detaljniji uvid u pojedinu utvrdu. Atributi od kojih se utvrde sastoje su id, ime, originalno ime, obrambeni okrug, vrsta, tip, geometrijska veličina, dimenzija, širina, dužina i OG\_naziv. Svi navedeni atributi uneseni su Excel tablicu (slika 16.) i datoteka je spremljena u .csv obliku kako bi, prilikom unosa atributne tablice, Qgis mogao prepoznati navedene stavke, odnosno podatke. Podaci su prikupljeni iz raznih izvora, među kojima su i knjige dva cijenjena autora o pulskoj fortifikaciji, Attilija Krizmanića i Danijela Tatića. Kako bih prikazao točne lokacije utvrda, s Google Mapsa sam kopirao podatak o geografskoj širini i dužini te spremio u odgovarajuću kolonu u tablici.

**Slika 16. Excel tablica atributa**

Id	Ime	Originalno ime	Obrambeni okrug	Vrsta	Tip	Geometrijska veličina	Dimenzija	Širina	Dužina	OG_NAZIV
1	1 Monvidal	Thurm Monvidal	I	Topnički toranj	Potkovasta	Promjer	37 metara	44,8733105832978000	13,8570035958581000	Pula
2	2 San Giorgio	Thurm San Giorgio	I	Topnički toranj	Kružna	Promjer	34 metara	44,8820948200406000	13,8555282823660000	Pula
3	3 San Daniele	Thurm San Daniele	IV	Kopnena utvrda	Poligonalna	Dužina	120 metara	44,8841212703694000	13,8906286124622000	Pula
4	4 Valmarin	Fort Bradamante	III	Kopnena utvrda	Poligonalna	Dužina	183 metara	44,90034512250914000	13,8643081099100000	Pula
5	5 Kaštelir	Fort Castellier	III	Kopnena utvrda	Poligonalna	Dužina	165 metara	44,8978529061066000	13,8284941636427000	Pula
6	6 Grosso	Thurm Grosso	II	Topnički toranj	Potkovasta	Promjer	45 metara	44,8864380681699000	13,8101857228444000	Pula
7	7 Munide	Thurm Munide	II	Topnički toranj	Kružna	Promjer	34 metara	44,8821876476700000	13,8149987194578000	Pula
8	8 Punta Christo	Kustenfort Punta Christo	II	Obalna utvrda	Poligonalna	Dužina	260 metara	44,8927213819597000	13,7977136652863000	Pula
9	9 Brioni Minor	Kustenfort Brioni Minor	VIII	Obalna utvrda	Poligonalna	Dužina	178 metara	44,9387427892772000	13,7414937381909000	Pula
10	10 Peneda	Kustenfort Peneda	VIII	Obalna utvrda	Poligonalna	Dužina	156 metara	44,8939057300619000	13,7492639075871000	Pula
11	11 Tegetthoff	Kustenfort Brioni	VIII	Obalna utvrda	Kružna	Promjer	105 metara	44,9138501214538000	13,7619940381892000	Pula
12	12 Forno	Kustenfort Forno	IX	Obalna utvrda	Poligonalna	Dužina	208 metara	44,9989623490449000	13,7253967670305000	Pula
13	13 Paravia Ost	Panzerwerk Paravia Ost	IX	Oklopna utvrda	Poligonalna	Dužina	40 metara	45,0038606736123000	13,7960965529406000	Bale
14	14 Paravia West	Panzerwerk Paravia West	IX	Oklopna utvrda	Poligonalna	Dužina	48 metara	45,0070901835382000	13,7948844661757000	Bale
15	15 Turtian	Fort Turtian	V	Kopnena utvrda	Poligonalna	Dužina	116 metara	44,8553952879583000	13,9076506651708000	Pula
16	16 Pomer	Fort Pomer	V	Kopnena utvrda	Poligonalna	Dužina	112 metara	44,8364867507841000	13,8909151409370000	Medulin
17	17 San Michele	Thurm San Michele	I	Topnički toranj	Potkovasta	Promjer	30 metara	44,8663384019437000	13,8538258366452000	Pula
18	18 Kaiser Franz I.	Kustenfort Kaiser Franz I.	VII	Obalna utvrda	Kružna	Promjer	24 metara	44,8720394181684000	13,8256185381865000	Pula
19	19 Kaštel	Hafenkastell	I	Lučka utvrda	Bastionska	Dužina	97 metara	44,8705424862669000	13,8455420256240000	Pula
20	20 Casoni Vecchi	Thurm Casoni Vecchi	I	Topnički toranj	Kružna	Promjer	34 metara	44,8529510829411000	13,8458904805137000	Pula
21	21 Bourguignon	Kustenfort Monsival	VI	Obalna utvrda	Kružna	Promjer	46 metara	44,8472336039397000	13,8334667805133000	Pula
22	22 Verudella	Kustenfort Verudella	VI	Obalna utvrda	Poligonalna	Dužina	104 metara	44,8353510717839000	13,8329964262104000	Pula
23	23 Maximilian	Thurm Maximilian	I	Topnički toranj	Kružna	Promjer	23 metara	44,8621151472098000	13,8235664646149000	Pula
24	24 Stoja	Kustenfort Stoja	VII	Obalna utvrda	Poligonalna	Dužina	135 metara	44,855773868984000	13,8137622400358000	Pula
25	25 Mussil	Kustenfort Mussil	VII	Obalna utvrda	Kružna	Promjer	35 metara	44,8641075095778000	13,8004105727717000	Pula
26	26 Marie Louise	Kustenfort Marie Louise	VII	Obalna utvrda	Kružna	Promjer	110 metara	44,8735602745873000	13,7947080378230000	Pula

Izvor: Izradio autor

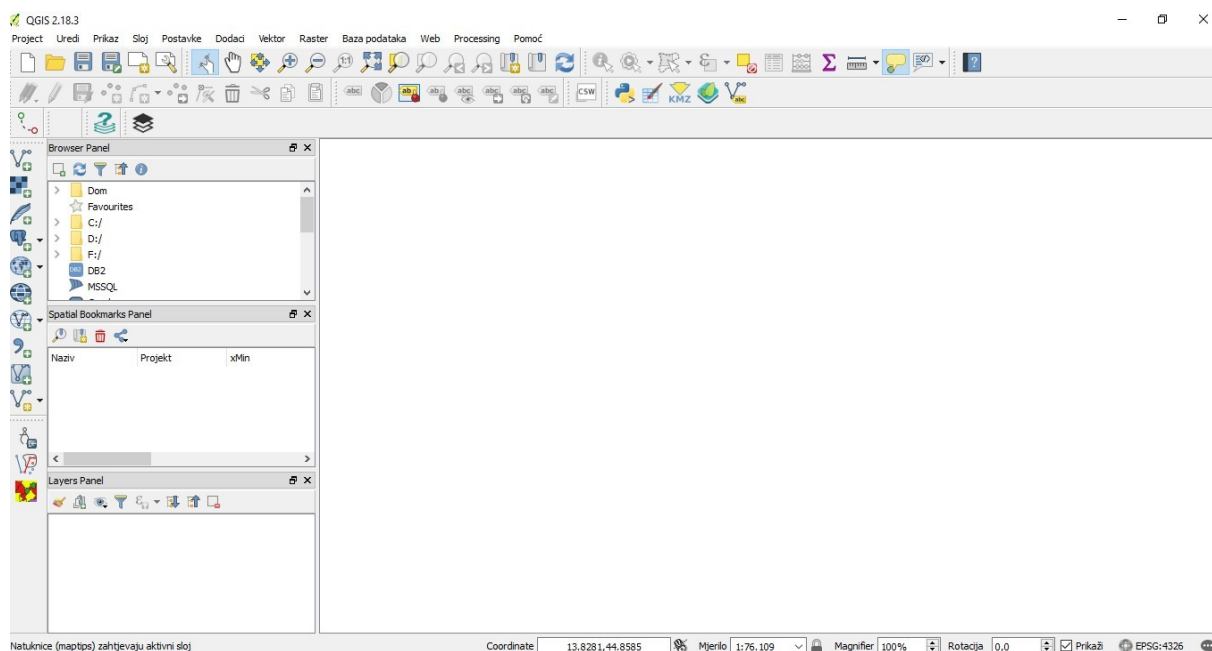


U tablici atributa, Id označava redni broj utvrde od 1 do 26. Podatke o imenu i obrambenom okrugu, kojih je bilo 16, izvukao sam iz knjiga ranije navedenih autora, dok je originalno ime na njemačkom jeziku izvučeno s web stranice Fort Pula, kao i podatak o tipu, veličini i dimenziji pojedine utvrde. OG\_NAZIV predstavlja općinu u kojoj se tvrđava nalazi kako bi kasnije u Qgisu imali uvid u podatak u kojem su broju zastupljene tvrđave u pojedinoj općini

### 6.3. UNOS PODATAKA U QGIS

Prilikom pokretanja Qgis softverskog paketa, otvara se sučelje s alatnom trakom u kojoj izabiremo izradu novoga projekta. Na lijevoj strani sučelja, nalazi se browser panel te layers panel koji će nam kasnije tijekom izrade projekta olakšati pristup funkcijama pojedinih rasterskih i vektorskih slojeva (slika 17).

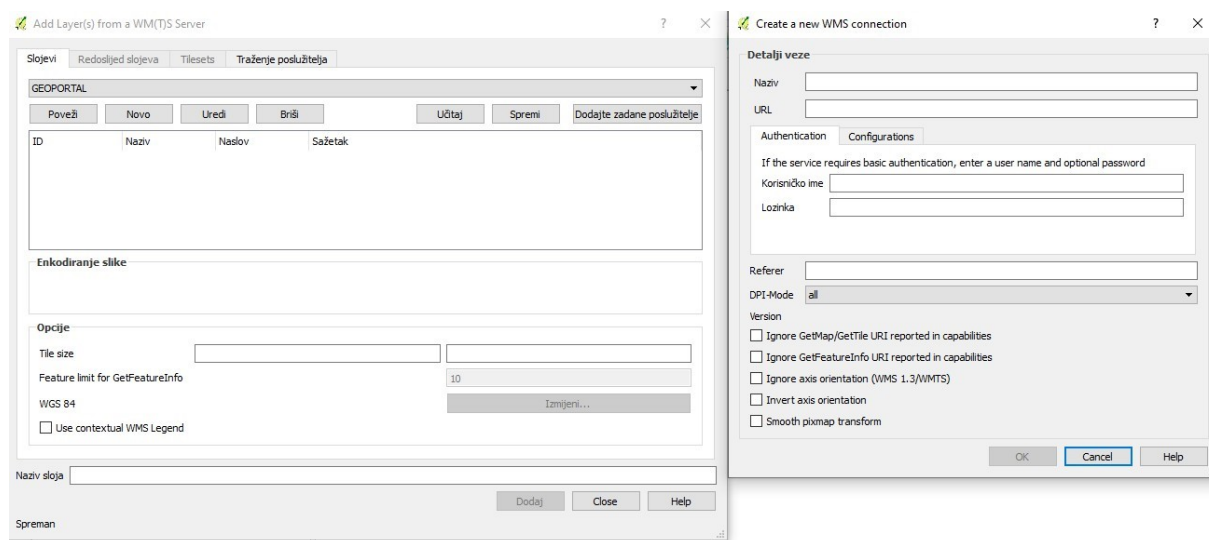
**Slika17: Sučelje QGIS programskog alata**



*Izvor: Izradio autor*

Projekt izrađujemo na način da unosimo nove slojeve s odgovarajućim podacima u svrhu vizualizacije željenih ideja. Iako sloj koji sadrži kartu Hrvatske nije idealan, s obzirom na to da nije vidljiv dio Jadranskog mora, u ovome projektu i nije toliko važan, osim samoga dizajna, zato što se naša tema bazira na tvrdavama koje se nalaze na kopnu. Pristupio sam službenim stranicama geoportala te skinuo WMS sloj karte Hrvatske, koji sam učitao preko odgovarajućeg odabira na lijevoj strani sučelja. Sloj se može učitati i preko alatne trake u kojoj se prate koraci Layer -> Add Layer -> Add WMS/WMTS Layer. Nakon odabira funkcije, pojavljuje se prozor u kojem se klikom na Novo otvara nova WMS konekcija u koju se upisuje ime i URL koji sam skinuo s geoportala. Nakon unesenih podataka, potrebno je spojiti vezu klikom na *connect* i dodati u ovom slučaju nama odgovarajući DOF, odnosno digitalni ortofoto sloj (slika 18.).

### Slika 18. Unos WMS sloja

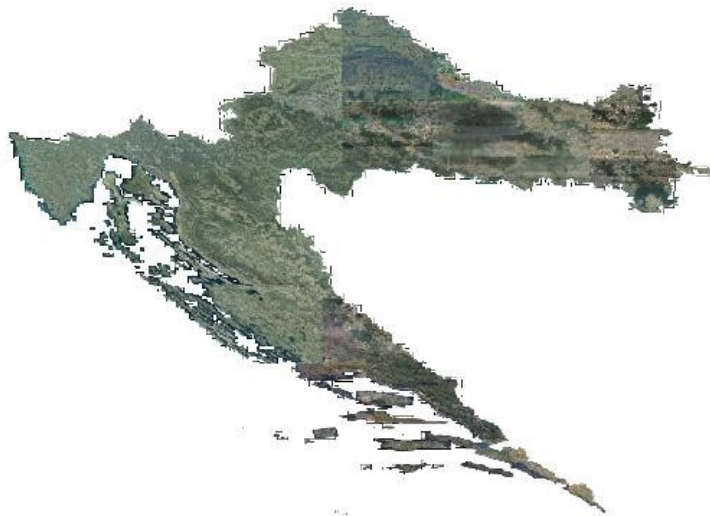


*Izvor: izradio autor*

Nakon dodavanja ortofoto sloja, u sučelju se prikazuje sloj s kartom Hrvatske na koju ćemo dodavati sljedeće slojeve kako bi bilo moguće vizualizirati temu koju obrađujem. Također, kako sam htio prikazati vizualizaciju fortifikacije po općinama, u projekt sam ubacio i vektorski sloj općine koji smo koristili prilikom vježbi na kolegiju Geoinformacijski sustavi. Na Slici 19. i Slici 20., može se vidjeti kako ovi slojevi izgledaju u sučelju softvera.



**Slika 19. DOF (ortofoto) karta Hrvatske**



*Izvor: Izradio autor*

**Slika 20. Vektorski sloj prikaza općina u Hrvatskoj**

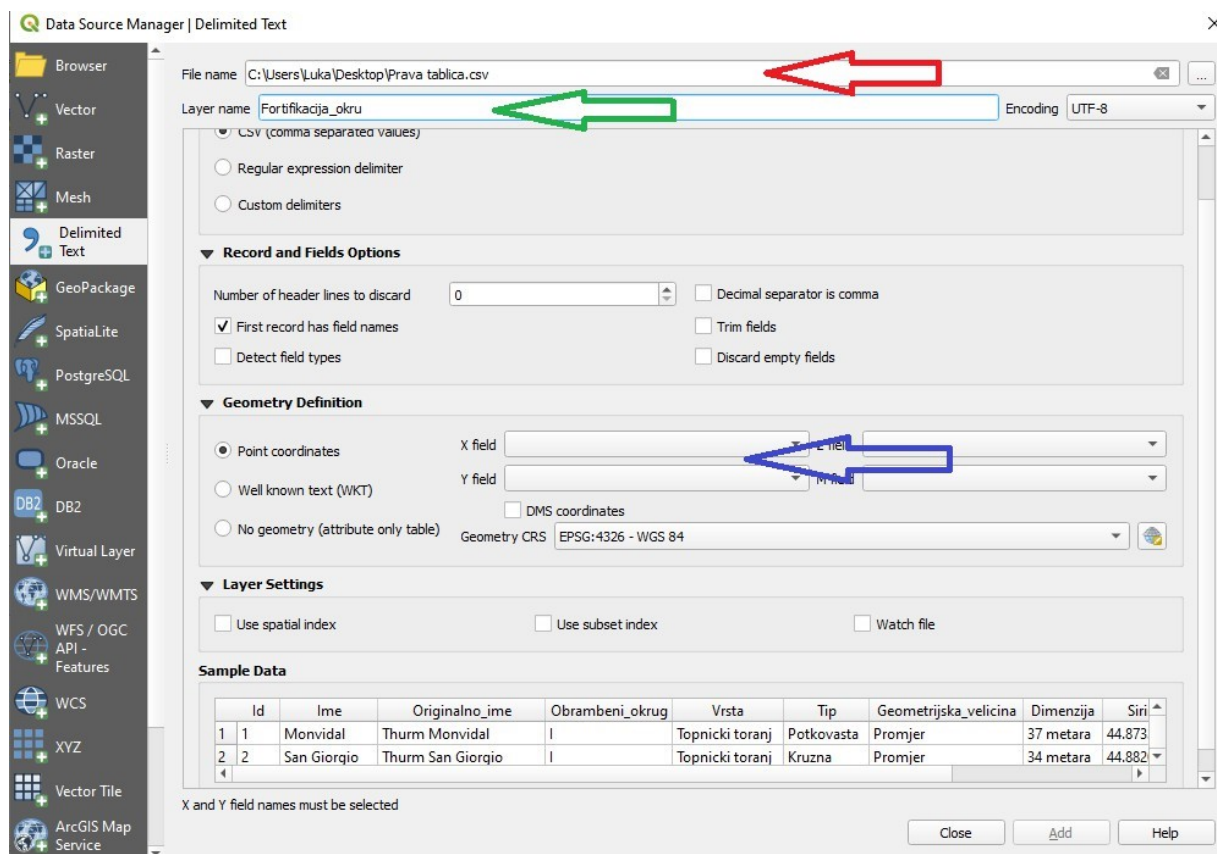


*Izvor: Izradio autor*

Slijedi korak ubacivanja lokacija tvrđava pomoću opcije Layer -> Add Layer -> Add Delimiter Text Layer ili kraćim putem u izborniku na lijevoj strani sučelja (slika 21).

Strelicama sam prikazao polja i opcije koje moramo upisati i prilagoditi kako bi lokacije tvrđava bile uspješno pohranjene i prikazane na karti. Crvena strelica označava tablicu koju smo izabrali u .csv formatu, dok zelena strelica označava naziv sloja koji ubacujemo. U stavci definicija geometrije, koja je označena plavom strelicom, trebamo označiti koordinatne točke te u polja X i Y ubaciti odgovarajuće vrijednosti, odnosno geometrijsku dužinu i širinu koju smo upisivali prilikom izrade Excel tablice.

**Slika 21. Izrada sloja s lokacijama tvrđava**

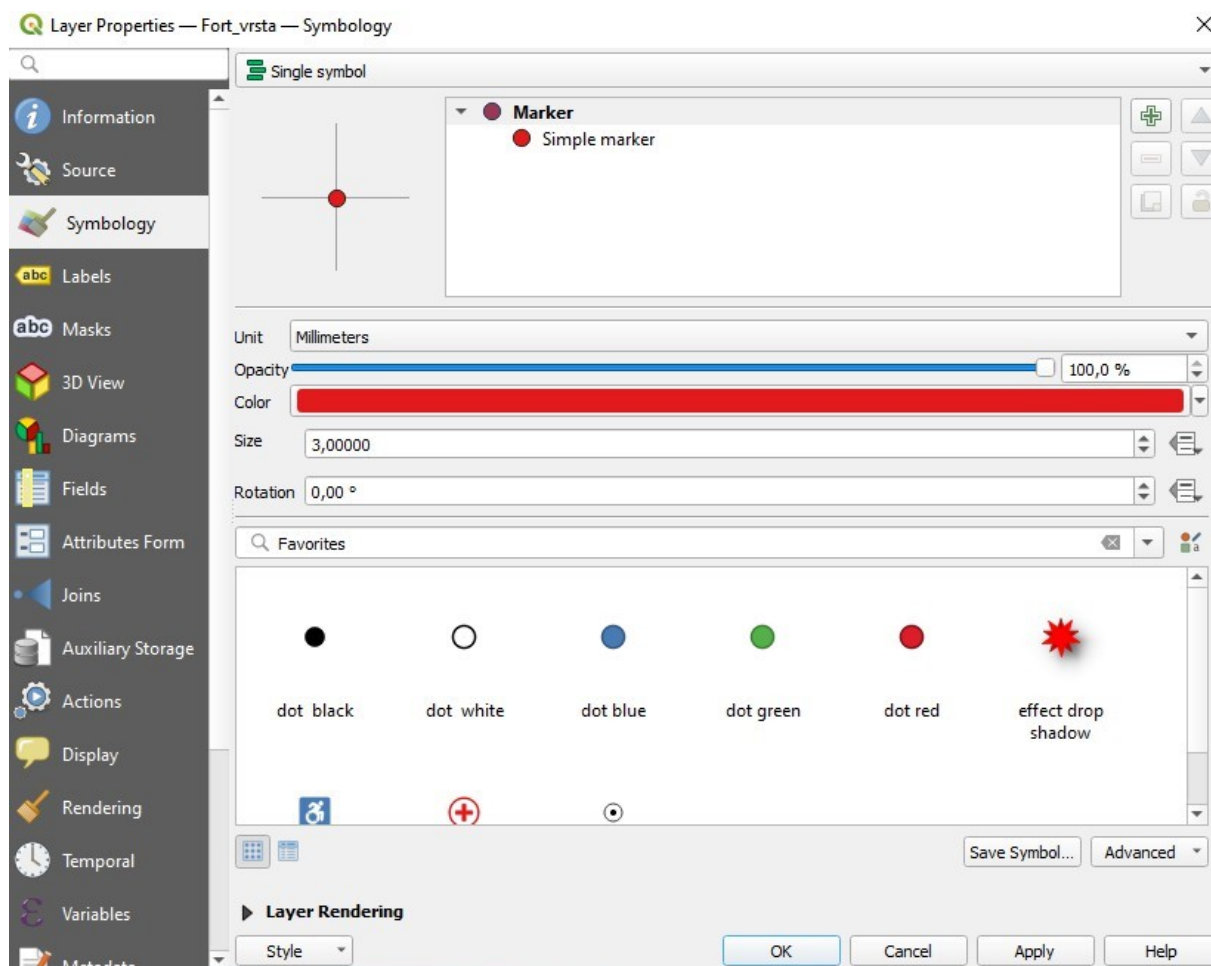


Izvor: izradio autor

Kako bi projekt funkcionirao, korišten je EPSG:4326 – WGS84 koordinatni sustav zemljopisne dužine i širine koji se, između ostaloga, koristi i za GPS sustav.

Svi potrebni slojevi ubačeni su u projekt i vidljivi u panelu slojeva. Kao što je ranije u tekstu navedeno, aktivacijom ili deaktivacijom kvadratića ispred naziva slojeva prikazujemo ih na glavnom dijelu sučelja. Ako želimo mijenjati izgled, tekst boje i slično, desnim klikom miša na *properties* otvara se novi prozor s opcijama za razna podešavanja osobina sloja (Slika 22.).

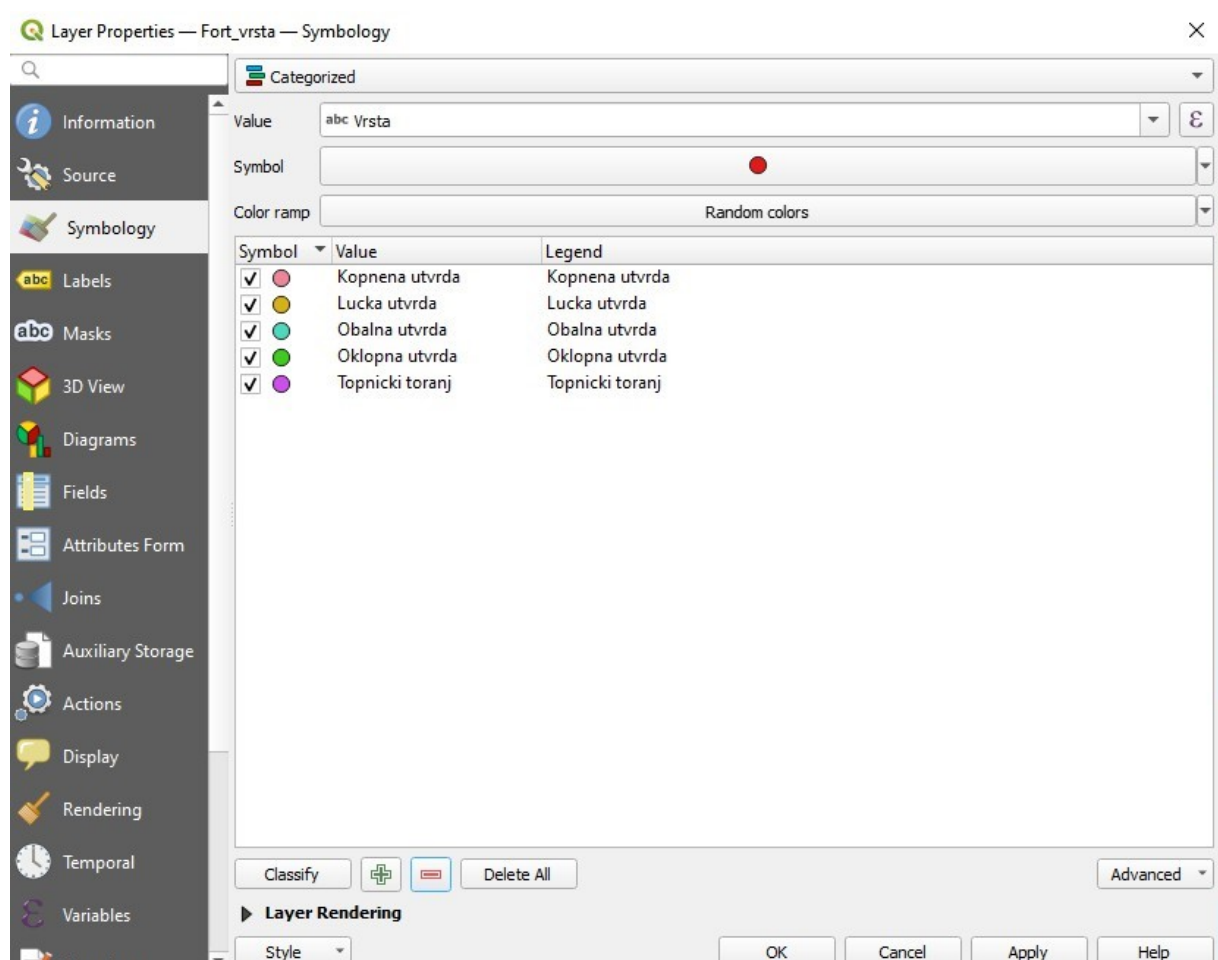
## Slika 22. Osobine slojeva



Izvor: izradio autor

Fortifikacijski sustav vrlo je kompleksan i kao takav je sadržavao više vrsta utvrda koje su bile podijeljene u više obrambenih okruga. Kako bih to prikazao u osobinama sloja Fort\_vrsta, pod osobinom „stil“ odabrao sam kategorizirani stil kako bi svaka skupina tvrđava iste vrste bila prikazana istom bojom. To sam postigao na način da sam u koloni *Value* postavio atribut vrsta i u *color ramp* opciji nasumične boje (Slika 23.).

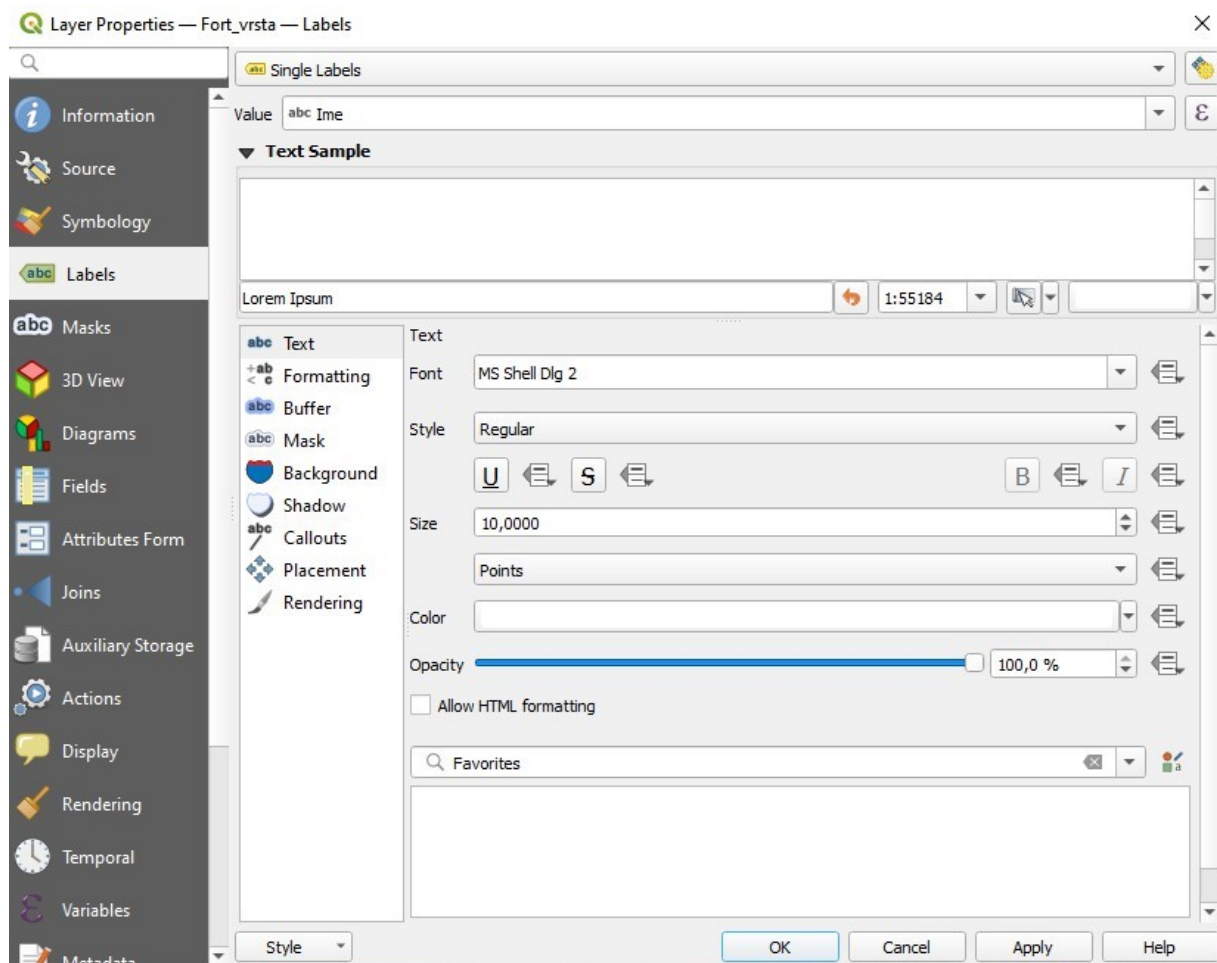
**Slika 23. Osobina Stil**



*Izvor: izradio autor*

Isti sam princip koristio i sa slojem fortifikacija-okrug kako bi sve tvrđave u istom okrugu bile označene u istoj boji. U osobini oznake, postavio sam opciju *Show labels for this layer* te u sloj postavio atribut „ime“ kako bi na karti bila ispisana imena svake utvrde (Slika 24.).

## Slika 24. Osobina Oznake

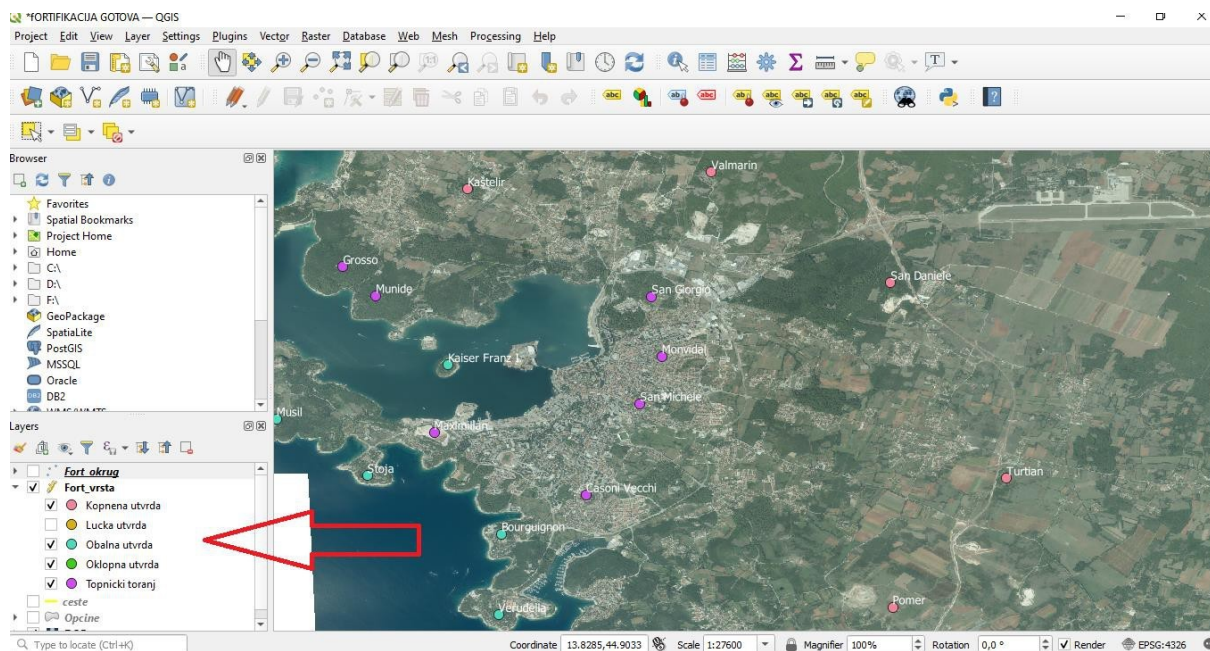


Izvor: Izradio autor

Kako bismo mogli vidjeti koje je vrste bila određena tvrđava u *Layers Panelu*, koji je označen crvenom strelicom, pritisnemo na kockicu ovisno o tome koja nas vrsta tvrđava zanima. Na Slici 25. prikazane su sve vrste tvrđava osim lučke utvrde Kaštel koja nije označena. Istim principom, na Slici 26. prikazani su okruzi na kojima su utvrde bile podijeljene. Na slici se vidi da su prikazane utvrde u svim okruzima osim Okruga V, što je i naznačeno crvenom strelicom na slici.

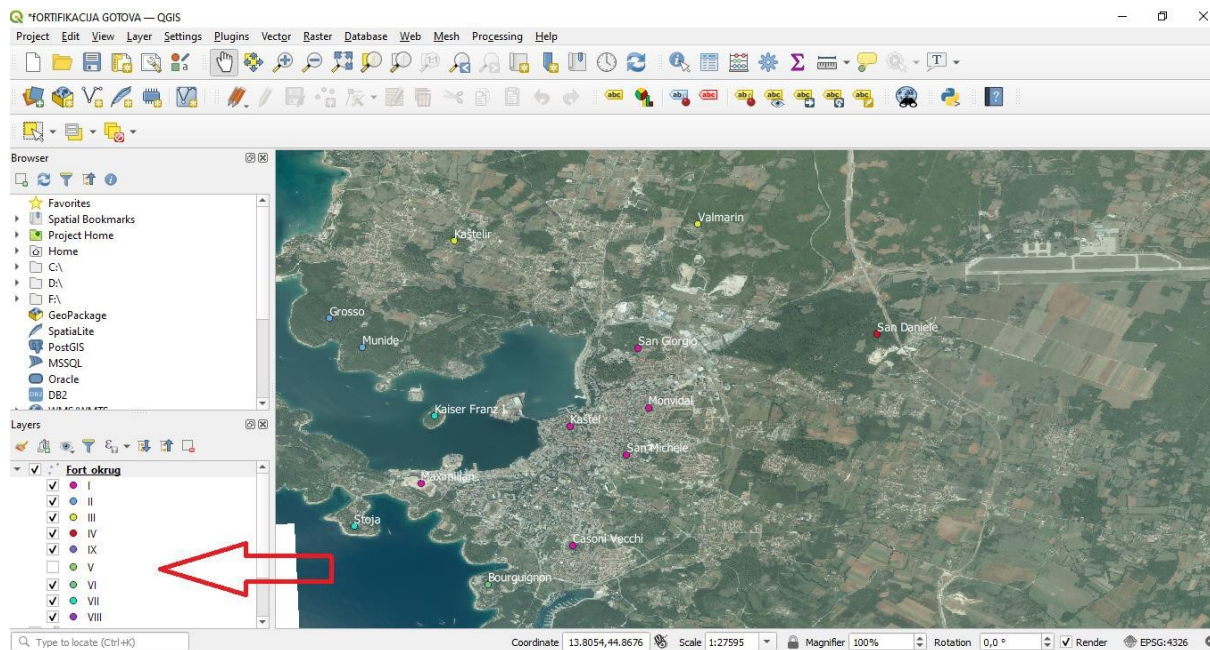


## Slika 25. Prikaz vrsta utvrda



Izvor: Izradio autor

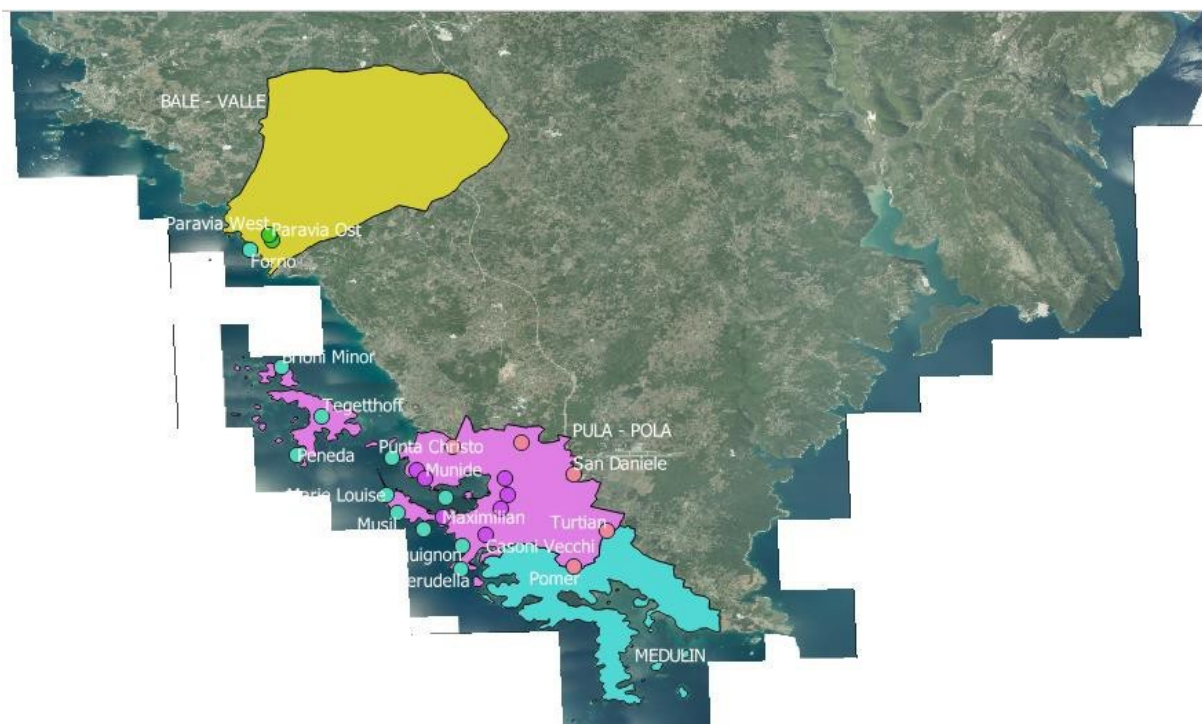
## Slika 26. Prikaz okruga utvrda



Izvor: Izradio autor

Kako bismo mogli vizualizirati koje se utvrde nalaze u kojoj općini, u projekt sam učitao i vektorski sloj općina. Prilikom učitavanja, sloj se sastojao od svih općina i gradova u Hrvatskoj, stoga sam u osobinama projekta odabrao samo one koje su mi bile potrebne za izradu zadatka, odnosno u kojima se utvrde i nalaze. Također, općinama sam pridodao različite boje i nazive (Slika 27.).

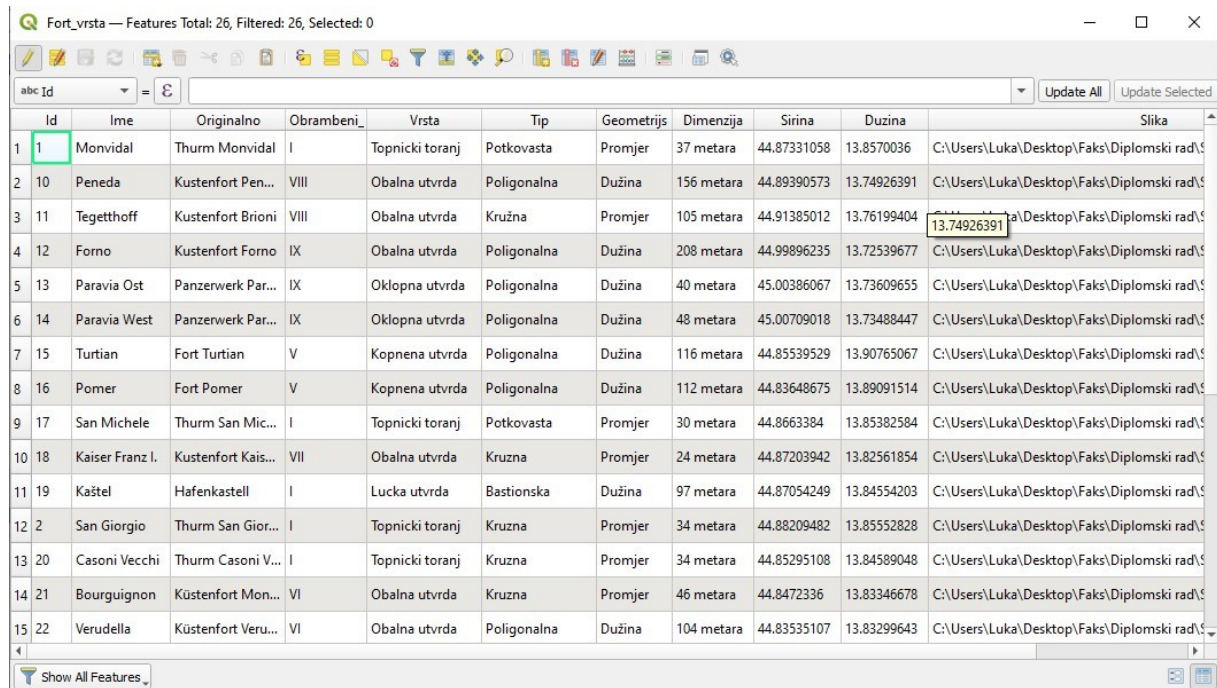
### Slika 27. Utvrde u pojedinim općinama



*Izvor: Izradio autor*

Podatke, odnosno atribute pojedine utvrde moguće je vidjeti desnim klikom miša na sloj Fort\_okrug te odabirom opcije *Attribute Table*. Kako bi korisniku bilo lakše i jednostavnije, a isto tako i preglednije, u tablicu s atributima naknadno sam ubacio kolonu pod nazivom Slika. Dodavanjem nove kolone, sve su vrijednosti automatski postavljene na NULL. Kako bih popunio tablicu, u svako polje za određenu utvrdu povezao sam sliku iz datoteke na računalu u koje sam spremao slike utvrda (Slika 28.).

## Slika 28. Atributi slika



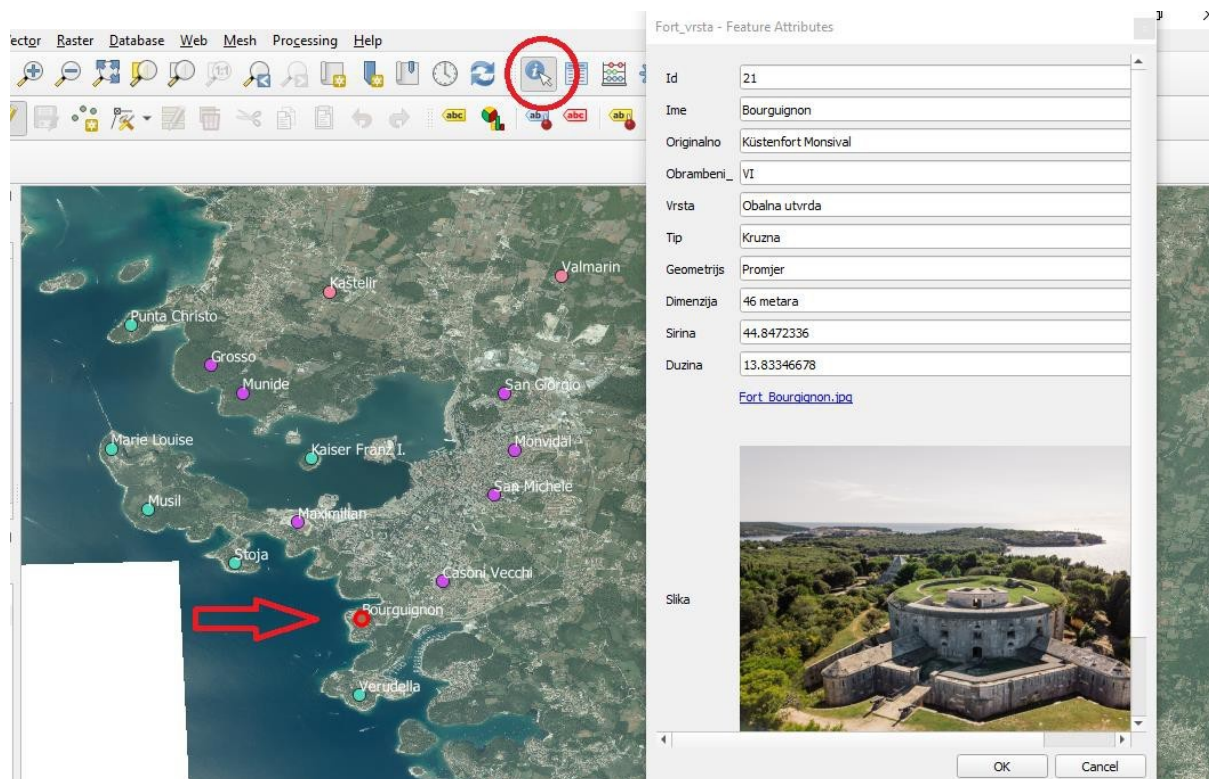
Id	Ime	Originalno	Obrambeni	Vrsta	Tip	Geometrijs	Dimenzija	Sirina	Duzina	Slika
1	Monvidal	Thurm Monvidal	I	Topnicki toranj	Potkovasta	Promjer	37 metara	44.87331058	13.8570036	C:\Users\Luka\Desktop\Faks\Diplomski rad\...
2	Peneda	Kustenfort Pen...	VIII	Obalna utvrda	Poligonalna	Duzina	156 metara	44.89390573	13.74926391	C:\Users\Luka\Desktop\Faks\Diplomski rad\...
3	Tegetthoff	Kustenfort Brioni	VIII	Obalna utvrda	Kruzna	Promjer	105 metara	44.91385012	13.76199404	C:\Users\Luka\Desktop\Faks\Diplomski rad\...
4	Forno	Kustenfort Forno	IX	Obalna utvrda	Poligonalna	Duzina	208 metara	44.99896235	13.72539677	C:\Users\Luka\Desktop\Faks\Diplomski rad\...
5	Paravia Ost	Panzerwerk Par...	IX	Oklopna utvrda	Poligonalna	Duzina	40 metara	45.00386067	13.73609655	C:\Users\Luka\Desktop\Faks\Diplomski rad\...
6	Paravia West	Panzerwerk Par...	IX	Oklopna utvrda	Poligonalna	Duzina	48 metara	45.00709018	13.73488447	C:\Users\Luka\Desktop\Faks\Diplomski rad\...
7	Turtian	Fort Turtian	V	Kopnena utvrda	Poligonalna	Duzina	116 metara	44.85539529	13.90765067	C:\Users\Luka\Desktop\Faks\Diplomski rad\...
8	Pomer	Fort Pomer	V	Kopnena utvrda	Poligonalna	Duzina	112 metara	44.83648675	13.89091514	C:\Users\Luka\Desktop\Faks\Diplomski rad\...
9	San Michele	Thurm San Mic...	I	Topnicki toranj	Potkovasta	Promjer	30 metara	44.8663384	13.85382584	C:\Users\Luka\Desktop\Faks\Diplomski rad\...
10	Kaiser Franz I.	Kustenfort Kais...	VII	Obalna utvrda	Kruzna	Promjer	24 metara	44.87203942	13.82561854	C:\Users\Luka\Desktop\Faks\Diplomski rad\...
11	Kaštel	Hafenkastell	I	Lucka utvrda	Bastionska	Duzina	97 metara	44.87054249	13.84554203	C:\Users\Luka\Desktop\Faks\Diplomski rad\...
12	San Giorgio	Thurm San Gior...	I	Topnicki toranj	Kruzna	Promjer	34 metara	44.88209482	13.85552828	C:\Users\Luka\Desktop\Faks\Diplomski rad\...
13	Casoni Vecchi	Thurm Casoni V...	I	Topnicki toranj	Kruzna	Promjer	34 metara	44.85295108	13.84589048	C:\Users\Luka\Desktop\Faks\Diplomski rad\...
14	Bourguignon	Kustenfort Mon...	VI	Obalna utvrda	Kruzna	Promjer	46 metara	44.8472336	13.83346678	C:\Users\Luka\Desktop\Faks\Diplomski rad\...
15	Verudella	Kustenfort Veru...	VI	Obalna utvrda	Poligonalna	Duzina	104 metara	44.83535107	13.83299643	C:\Users\Luka\Desktop\Faks\Diplomski rad\...

Izvor: Izradio autor

Sljedeći korak nakon unosa vrijednosti u tablicu jest odabir opcije *Attribute forms* u osobinama sloja, gdje sam popunio i označio sve parametre potrebne za prikaz svih atributa i slika utvrde o kojoj želimo saznati informacije. U alatnoj traci nalazi se opcija *Identify Features*, na slici zaokruženo crvenom bojom, koja nam omogućuje pristup informacijama nakon što označimo željenu utvrdu (Slika 29.).



## Slika 29. Prikaz atributa odabranih utvrda



Izvor: Izradio autor

### 6.4. PRIMJERI RAZVOJA

Austro-ugarska ostavština puna je potencijala, a nažalost je još uvijek nedovoljno iskorištena, osim nekolicine utvrda koje se koriste u svrhu održavanja festivala ili koncerata, kao na primjer Punta Christo u Štinjanu ili Fort Bourguignon na Verudeli (Slika 30.), te tvrđave Pomer u blizini Kaštijuna koja je u službi udruge za zaštitu životinja Snoopy. Ostale tvrđave nažalost su zapuštene i nemaju nikakvu svrhu

Slika 30. Održavanje koncerta na tvrđavi Bourguignon na Verudeli



Izvor: Glas Istre. Dostupno na: <https://glasistrenovine.hr/arhiva-portala/pregled-vijesti/svega-dva-prijedloga-za-fort-bourguignon-544749> Pristupljeno:

Stoga sam kao primjer napravio sloj pod nazivom „ceste“ kako bih prikazao samo jednu od mogućnosti korištenja tvrđava. Funkcijom Layer -> Create Layer -> New Shapefile Layer otvara se novi pozor u kojem treba postaviti liniju kao geometrijski tip, te sam upisao naziv novonastalog sloja. Opcijama *Tool Editing* i *Add Line Feature* na karti sam ucrtao cestu, odnosno prikazao mogućnost izrade biciklističke *cross staze* (Slika 31.) kako bi ljudi, uz fizičku aktivnost, mogli i posjetiti prikazane tvrđave te ponešto naučiti o toj ostavštini. S obzirom na veliki broj tvrđava, uvjeren sam da postoje mnogobrojni cjelogodišnji turistički potencijali kojim bi se zasigurno privukao veliki broj posjetitelja i izvan ljetne turističke sezone

**Slika 31: Prikaz *cross staze* Grosso-Munida**



*Izvor: Izradio autor*

## 7. ZAKLJUČAK

Na temelju ovoga rada, moguće je potvrditi početne hipoteze rada. GIS se može smatrati jednom od prvotnih inovacija ovakve vrste, koja je do danas doživjela brojne modifikacije, a što je rezultiralo širokom primjenjivošću sustava. Sam sustav sačinjen je od nekoliko ključnih elemenata. Osim infrastrukture, koju čini hardver, treba spomenuti srž sustava, programsku podršku, ali i ljude koji omogućuju njegovo funkcioniranje, podatke te metode koje se koriste u svrhu obrade podataka, unosa podataka, tumačenja podataka i slično. Svaki od ovih podsustava ima jednaki značaj za njegovo funkcioniranje.

Kod funkcioniranja GIS-a, misli se na funkcionalni koncept, to jest modeliranje podataka. U ovome procesu ključno je dizajniranje baze podataka kao srži sustava i same svrhe njegova postojanja. Prikupljanjem podataka i izradom atributne tablice prikazane su lokacije utvrda te vizualizacijom koju nam omogućuje ovaj softverski alat možemo steći nove ideje te ih dublje razraditi i pretvoriti u projekte koji su od velike važnosti, kako za Grad tako i za žitelje istoga.

Grad Pula poznat je po tvrđavama i podzemnim putevima. Iako je riječ o resursima i atrakcijama koje danas nemaju poseban značaj, treba ukazati na to da je razlog tome slaba valorizacija. Kako bi se navedeno unaprijedilo u praksi, a ovaj resurs ekonomski valorizirao, važna je podrška adekvatnog informacijskog sustava, u ovom slučaju geoinformacijski sustav, koji će biti na raspolaganju raznim skupinama dionika.

## LITERATURA

### Knjige:

- Brukner, M. et al. (1994.) GIZIS: geografski i zemljišni informacijski sustav Republike Hrvatske. Zagreb: INA INFO
- Cantwell, B., Milem, J. F. (2010.) International Encyclopedia of Education. Elsevier Ltd.
- Heywood, I. et al. (2006.) An introduction to geographical information systems, Madrid: Prentice Hall
- Jurišić, M., Plaščak I. (2009.) Geoinformacijski sustavi: GIS u poljoprivredi i zaštiti okoliša. Osijek: Poljoprivredni fakultet
- Lambin, E. F. (2001.) International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences. Elsevier Ltd.
- Pahernik, M. (2006.) Uvod u geografsko informacijske sustave. Zagreb: Zapovjedništvo za združenu izobrazbu i obuku.
- Tatić, D (2021.) Tvrđava Pula: Fortifikacijski sustav glavne austro-ugarske ratne luke
- Krizmanić, A (2008.) Puska kruna: knjiga I.

## Internet:

- Blagonić, B. (2021.) Geoinformacijski sustav. Dostupno na: <https://www.istrapedia.hr/hr/natuknice/4139/geoinformacijski-sustav-gis>.  
Pristupljeno: 26.01.2023.
- Dhanda N. (2013.) CLEP Information Systems and Computer Applications. Dostupno na: <https://www.scribd.com/read/271630650/CLEP-Information-Systems-Computer-Applications-w-Online-Practice-Exams>.  
Pristupljeno: 14.01.2023.
- Državna geodetska uprava (2022.) Pregled katastra. Dostupno na: <https://oss.uredjenazemlja.hr/public/cadServices.jsp?action=dkpViewerPublic>.  
Pristupljeno: 13.01.2023.
- Državna geodetska uprava Republike Hrvatske (2022.) Početna. Dostupno na: <https://oss.uredjenazemlja.hr/public/index.jsp>.  
Pristupljeno: 13.01.2023.
- Enciklopedija (2022.) Koordinatni sustav. Dostupno na: <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=33043>.  
Pristupljeno: 19.01.2023.
- ESRI (2022.) What is GIS. Dostupno na: <https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/overview>.  
Pristupljeno: 11.01.2023.
- Federal Aviation Administration (2022.) Satellite Navigation – Global Position System. Dostupno na: [https://www.faa.gov/about/office\\_org/headquarters\\_offices/ato/service\\_units/te\\_chops/navservices/gnss/gps](https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/te_chops/navservices/gnss/gps).  
Pristupljeno: 26.01.2023.
- FMLC (2022.) Što je to geografski informacijski sustav (GIS)? Dostupno na: <https://fmlc.com.hr/sto-je-to-geografski-informacijski-sustav-gis/>.  
Pristupljeno: 11.01.2023.
- GIS portal (2022.) Baza znanja. Dostupno na: <https://gisportal.hr/baza-znanja/>.  
Pristupljeno 26.01.2023.
- HAOP (2017.) Sustavi HAOP. Dostupno na: [http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/specificni-dokumenti/publikacije/knjige/Katalog\\_ISZOP\\_2017\\_Sustavi\\_HAOP.pdf](http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/specificni-dokumenti/publikacije/knjige/Katalog_ISZOP_2017_Sustavi_HAOP.pdf).  
Pristupljeno: 14.01.2023.



- Ministarstvo prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine (2022.) e-usluge. Dostupno na: <https://mpgi.gov.hr/eu-sufinanciranja/ispu-i-razvoj-e-usluga/e-usluge/3757>. Pristupljeno: 23.01.2023.
- Montana, L. (2008.) International Encyclopedia of Public Health. Elsevier Ltd.
- Novska (2022.) Prostorni informacijski sustav. Dostupno na: <http://novska.hr/hr/prostorni-informacijski-sustav/>. Pristupljeno:14.01.2023.
- Prometna zona (2022.) GPS – globalni sustav za pozicioniranje. Dostupno na: <https://www.prometna-zona.com/gps-globalni-sustav-za-pozicioniranje/>. Pristupljeno:23.01.2023.
- Steenson, R. (2019.) The history of Geographic Information Systems (GIS). Dostupno na: <https://www.bcs.org/articles-opinion-and-research/the-history-of-geographic-information-systems-gis/>. Pristupljeno: 08.01.2023.
- Tatić, D., Werhas, M. (2014.) Fortifikacijski sustav Pule – Štinjanska skupina utvrda. Dostupno na: [https://www.adrifort.eu/sites/default/files/gestione\\_attivita\\_documento/allegati\\_documento/JURAJ%20DOBRILA.UNIV\\_.Historical%20study.pdf](https://www.adrifort.eu/sites/default/files/gestione_attivita_documento/allegati_documento/JURAJ%20DOBRILA.UNIV_.Historical%20study.pdf).
- Tutić, D. et al. (2006.) Uvod u GIS. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet UP4C (2015.) Dostupno na : [https://www.up4c.eu/wp-up4c/wp-content/uploads/2015/02/gis\\_osnove.pdf](https://www.up4c.eu/wp-up4c/wp-content/uploads/2015/02/gis_osnove.pdf). Pristupljeno: 11.01.2023.
- Glas Istre Dostupno na: <https://glasistrenovine.hr/arhiva-portala/pregled-vijesti/svega-dva-prijedloga-za-fort-bourguignon-544749> Pristupljeno: 11.02.2023.

## POPIS SLIKA

- Slika 1. Globalni informacijski sustav
- Slika 2. Područja primjene geografskog informacijskog sustava
- Slika 3. Zemljišni informacijski sustav Hrvatske
- Slika 4. Prostorni informacijski sustav
- Slika 5. Informacijski sustav oštećenih šumskih područja u Hrvatskoj
- Slika 6. Elementi geografskog informacijskog sustava
- Slika 7. Geografski podaci
- Slika 8. Vektorski model podataka
- Slika 9. Rasterski model podataka
- Slika 10. Atributni podaci
- Slika 11. GPS satelit
- Slika 12. Koncept GIS-a
- Slika 13. GIS portal Grada Pule – sučelje
- Slika 14. Prikaz preko GIS portala
- Slika 15. Rasterski podaci
- Slika 16. Excel tablica atributa
- Slika 17. Sučelje QGIS programskog alata
- Slika 18. Unos WMS sloja
- Slika 19. DOF (ortofoto) karta Hrvatske
- Slika 20. Vektorski sloj prikaza općina u Hrvatskoj
- Slika 21. Izrada sloja s lokacijama tvrđava
- Slika 22. Osobina slojeva
- Slika 23. Osobina stil
- Slika 24. Osobina oznake
- Slika 25. Prikaz vrsta utvrda
- Slika 26. Prikaz okruga utvrda
- Slika 27. Utvrde u pojedinim općinama
- Slika 28. Atributi slika
- Slika 29. Prikaz atributa odabranih utvrda
- Slika 30. Održavanje koncerta na tvrđavi Bourguignon na Verudeli
- Slika 31. Prikaz *cross* staze Grosso-Munida



## **SAŽETAK**

Geografski informacijski sustav danas predstavlja jedan od raširenijih sustava u svijetu. On se koristi u ekonomiji, ali i svakidašnjem životu civilnog društva. Raznolikost namjene ukazuje na brojne vrste ovog sustava, a to potvrđuje njegovu široku primjenu diljem svijeta.

Ovaj sustav koristi se u svrhu prikupljanja, obrade, arhiviranja, prezentiranja i upravljanja geografskim informacijama o objektima. Prostorni podaci, koji su sadržani u bazi podataka, pogoduju znanstvenicima, terenskim radnicima, ali i upravljačkim razinama. Jednaku potrebu iskazuju i dionici u području fortifikacije Grada Pule. Iz tog razloga, u radu se razmatra specifična vrsta geografskog informacijskog sustava, koja bi zadovoljila ove potrebe.

Studija slučaja koja je predmet istraživanja potvrđuje iznimnu ulogu ovog sustava u današnjici, posebice u kontekstu planiranja, upravljanja i razvoja. Ujedno se potvrđuje njegova uloga u uređenju prostora i života u suvremeno doba.

*Ključne riječi: geografski informacijski sustav, fortifikacije, Grad Pula, podaci*

## **SUMMARY**

Geographic information system is one of the most used systems in modern times and the global world. Today, it is used in the economy, everyday activities, and all other needs of the civil society. The diversity of its usage points to different types of this system. This confirms its wide usage in the world.

This system is used for collecting, processing, saving, and using geographical data. Space data has a significant importance for different stakeholders. Some of them are scientists, managers, planners, and other people that are involved in this part of interest.

The case study in this paper confirms the importance of this system in modern times, especially in the field of planning, managing and controlling.

*Key words: geographical information system, fortifications, Pula, data.*