



## GEOPORTAL ZA 3D PRIKAZ GRADSKIH PODRUČJA GEOPORTAL FOR 3D REPRESENTATION OF CITY AREAS

Nastasija Grujić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

### Oblast – GEODEZIJA I GEOMATIKA

**Kratak sadržaj** – Prikazani su tehnički aspekti vezani za razvijanje Geoportala, standardi i regulative koje se primenjuju u oblasti upravljanja prostornim podacima, kao i koncepti 3D vizuelizacije gradova. U okviru studije slučaja urađena je vizuelizacija prostornih podataka korišćenjem Leaflet i MapBox JavaScript biblioteke, pri čemu je MapBox biblioteka iskorišćena za 3D vizuelizaciju gradova, dok je Leaflet iskorišćena za 2D vizuelizaciju vektorskih podataka. Izvršena je i 3D vizuelizacija oblaka tačaka koji su nastali terestričkim laserskim snimanjem Petrovaradinske tvrđave u Novom Sadu. Svi ti podaci su integrisani u jednu web aplikaciju koja čini simulaciju Geoportala. Za implementaciju aplikacije, iskorišćena su besplatna softverska rešenja: Django sa ekstenzijom GeoDjango, PostgreSQL sa ekstenzijom PostGIS i RESTful web servisi.

**Ključne reči:** Django, GeoDjango, Potree, 3D vizuelizacija gradova, Geoportala, vizuelizacija

**Abstract** – This paper presents technical aspects related to the Geoportala development, standards, and regulations applied in spatial data management, as well as the concepts of 3D visualization of cities. As part of the case study, visualization of spatial data was made using the Leaflet and MapBox JavaScript libraries, where the MapBox library was used for 3D visualization of cities, while Leaflet was used for 2D visualization of vector data. 3D visualization of points cloud created by terrestrial laser scanning of the Petrovaradin Fortress in Novi Sad was performed. All of these data are integrated into one web application that simulates Geoportala. The application was implemented using the free software: Django with GeoDjango, PostgreSQL extension with PostGIS and RESTful web services.

**Keywords:** Django, GeoDjango, Potree, 3D city visualization, Geoportala, vizuelizacija

### 1. GEOPORTALI I VIZUELIZACIJA PROSTORNIH PODATAKA

Geoportala je korisnički interfejs ka kolekciji online geoprostornih resursa, koji uključuju skupove podataka i servise. Služi za prikaz prostornih podataka, njihovog pregleda, izmene i pretrage. Mnoge zemlje sveta razvijaju infrastrukturu prostornih podataka (SDI – engl. *Spatial Data Infrastructure*) sa krajnjim ciljem kreiranja globalne infrastrukture prostornih podataka (GSDI - engl. *Global Spatial Data Infrastructure*).

#### NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Miro Govedarica, red. prof.

Iako postoje velike razlike u ekonomskim, socijalnim i pravnim okvirima, u različitim zemljama sveta je razvoj SDI podstaknut dogovorom o zajedničkom pristupu u razvoju infrastruktura prostornih podataka i implementaciji u praksi, što u mnogome ubrzava razvoj GSDI-ja.

Referentna arhitektura Geoportala treba da omogući lakšu, bržu i jeftiniju implementaciju geoprostorne portal aplikacije bazirane na standardima. Definiše obim, ciljeve, ponašanje portala i identifikuje njegove funkcionalne komponente. Sadrži četiri različite klase servisa koji podržavaju zahteve geoprostornih portala:

- Portal servisi – obezbeđuju jedinstvenu tačku pristupa geoprostornim podacima na portalu; omogućavaju upravljanje i administraciju geoportala
- Katalog servisi – koriste se za lociranje geoprostornih servisa i podataka i pružaju informaciju o pronađenim prostornim servisima i podacima
- Servisi za prezentaciju – koriste se za procesiranje geoprostornih podataka i pripremu za njihovu prezentaciju korisniku
- Servisi podataka – pružaju geoprostorni sadržaj i procesiraju podatke

Ovakva servisna arhitektura u kojoj su komponente razdvojene i nemaju nikakvo znanje o definiciji druge komponente se naziva servisno orjentisana arhitektura (SOA) i bazira se na web servisima. U kontekstu SOA, portal predstavlja most između odvojenih „ostrva“ podataka i servisa obrade [1].

#### 1.1. Kartografska vizuelizacija

Kartografska vizuelizacija podrazumeva primenu svakog grafičkog interfejsa čija je osnovna namena poboljšanje razumevanja prostornih odnosa, koncepata, uslova i procesa [2].

U poslednje vreme sve više i više je zastupljena 3D vizuelizacija. Prednost takvih modela je što daju stvarni doživljaj prostora. Pored toga, nad 3D modelima moguće je vršiti značajno složenije analize u okviru GIS alata, poput računanja kubatura i površina, automatskog iscertavanja profila i slično.

#### 1.2. 3D prikaz gradskih područja

Informacije koje se dobijaju od 3D modela gradova su od izuzetnog značaja za projektovanje i izgradnju novih gradskih područja i saobraćajnica, ali i za održavanje i rekonstrukciju postojeće infrastrukture. Još jedna velika primena je u oblasti telekomunikacija. 3D modeli gradova su jako značajni za planiranje i postavljanje telekomunikacionih antena i savlađivanje tzv. mrtvih područja mobilne telefonije. 3D prikaz gradskih područja je našao

primenu i u oblastima ekologije, analize zagađenosti vazduha, proučavanje prostiranja zvučnih talasa, signala i mikro-klimatskih istraživanja. Takođe, i navigacioni sistemi koriste primenu trodimenzionalnih podataka gradova [3].

Kada je u pitanju skladištenje ovih podataka, ne postoji jedinstveno rešenje. Koristi se baza podataka i sistem čuvanja zasnovan na fajlovima (engl. *file-based*). Ne postoji jedinstvena reprezentaciona šema zbog heterogenosti i raznolikosti sadržaja gradskog 3D modela [4].

OGC (engl. *The Open Geospatial Consortium*) definiše eksplicitni format razmene zasnovan na XML formatu za 3D modele gradova – CityGML format. CityGML format je prostorni informacioni model za prikaz urbanih područja i prezentaciju 3D objekata baziran na ISO19100 seriji standarda.

Pored CityGML-a postoji i DXF format za 3D modelovanje gradova, razvijen od strane kompanije Autodesk. Za razliku od CityGML-a koji se koristi za GIS bazirana rešenja, DXF se koristi za CAD rešenja. Takođe, još se koriste i formati KML, ESRI GRID i GeoVRML.

## 2. TEHNIČKO REŠENJE

Prilikom realizacije tehničkog rešenja korišćena je PostgreSQL baza podataka, na serverskoj strani su implementirani Django okvir i REST servisi, dok je na klijentskoj strani iskorišćen Bootstrap web okvir, JINJA notacija za dinamičko uređivanje stranica i JavaScript biblioteke Leaflet i MapBox.

### 2.1 PostgreSQL baza podataka

PostgreSQL je besplatni objektno-orjentisani sistem za upravljanjem bazom podataka. Koristi SQL, ali podržava i većinu skriptnih programski jezika kao što su Python, Perl i Ruby.

Sa PostGIS ekstenzijom dobija se mogućnost upravljanja geoprostornim bazama podataka, odnosno mogućnost dodavanja polja geometrije podacima. PostGIS funkcije su u skladu sa OpenGIS specifikacijom „*Simple Features Specification for SQL*“.

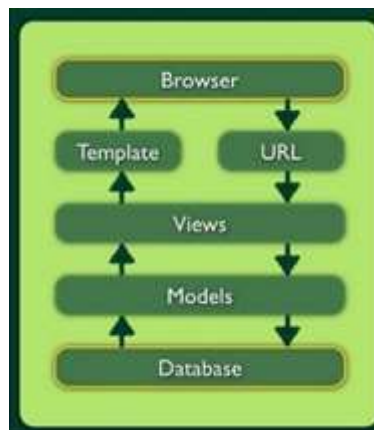
### 2.2 Django okruženje sa dodatkom GeoDjango

Django je popularni okvir za razvoj web aplikacija pisan na programskom jeziku Python. Django sadrži:

- Biblioteke koje povezuju objekte iz baze podataka uz pomoć relacija među njima i koda aplikacije, te ih spaja bez pisanja SQL naredbi (engl. *object relation mapper*),
- Skup HTTP biblioteka u kojim je definisan način prikaza u prikladnom formatu u skladu sa zahtevom korisnika (engl. *HTTP libraries*),
- Biblioteka za definisanje URL-a (engl. *URL routing library*),
- Biblioteka za prikaz formi i potvrdu unosa od strane korisnika,
- Sistem paterna (engl. *template*) koji dopušta kombinovanje HTML koda i podataka iz koda aplikacije za prezentovanje podataka korisniku [5].

Django koristi MVT (engl. *Model-Template-View*) arhitekturu za razdvajanje logike aplikacije od prikazanog dela aplikacije (slika 1). Sastoji se od tri dela:

1. Modela (engl. *Model*) – model podataka u bazi podataka
2. Pogleda (engl. *Template*) – prikaz modelovanih podataka (ono što vidi krajnji korisnik)
3. Kontrolera (engl. *View*) – kontroliše korisničke zahteve, zadužen za logiku aplikacije i povezivanje modela i pregleda



Slika 1. MVT arhitektura [6]

GeoDjango je dodatak Django okvira koji pruža mogućnost korišćenja prostornih podataka. Omogućava vrlo jednostavnu manipulaciju prostornim podacima i vezu sa prostornom bazom podataka. GeoDjango koristi geometrijske tipove podataka koji su u skladu sa „*OpenGIS Simple Features*“ specifikacijom.

### 2.3 REST servisi

REST servisi definišu način komunikacije između klijenta i servera prilikom korišćenja mrežnih resursa pomoću HTTP protokola. Zasnivaju se na prikazu stanja resursa. Resurs može biti bilo koji smisleni, adresibilni koncept, a prikaz resursa je uglavnom dokument koji sadrži trenutno stanje resursa. REST servisi dozvoljavaju korišćenje bilo kog formata za prezentaciju resursa. Formati koji se najviše koriste su JSON (engl. *JavaScript Object Notation*) i XML. Format za prezentaciju resursa koji je u ovom slučaju iskorišćen je GeoJSON.

### 2.4 GeoJSON format

GeoJSON je JSON-ov proširen format koji služi za kodiranje različitih prostornih podataka. GeoJSON objektima se mogu definisati različiti tipovi geometrije: tačke, linije, poligoni i kombinacije navedenih. GeoJSON sadrži i koordinatni sistem u kom je objekat definisan, ukoliko nije definisan, podrazumevani će biti WGS84.

### 2.5 HTML

HTML (engl. *HyperText Markup Language*) je standardni jezik za označavanje i služi za kreiranje stranica na webu. HTML opisuje strukturu web stranice upotrebom označavanja. Njegovi elementi čine gradivne blokove HTML stranica i predstavljaju se oznakama koje se nazivaju tagovi. Najnoviji standard je HTML5.

### 2.6 CSS

CSS (engl. *Cascading Style Sheets*) je jezik kojim se opisuje izgled HTML dokumenta, odnosno to je jezik koji opisuje kako će se prikazati HTML dokument. Nastao je

kako bi se odvojio sadržaj od prezentacijskog dela web stranica. Najnoviji standard je CSS3.

## 2.7 JINJA

Jinja je jedan od najčešće korišćenih alata za parsiranje šablona za programski jezik Python. Koristi se za kreiranje dinamičkog sadržaja HTML stranica. U suštini Jinja omogućava programiranje u HTML fajlovima, odnosno korišćenje promenljivih, petlji, uslova i slično. Promenljive i logika se pišu između dva znaka procenta i vitičastih zagrada, dok se sadržaj koji se prikazuje na stranici definiše između dve vitičaste zagrade [7]. Trenutno je aktuelna Jinja2 verzija koja je i korišćena u ovom projektu.

## 2.8 Leaflet biblioteka

Leaflet je vodeća JavaScript biblioteka za interaktivne mape prilagođene mobilnim uređajima i računarima. Na Leaflet mapi su učitani vektorski podaci preuzeti sa Geoportala Srbije (slika 2). Dodate su odgovarajuće funkcionalnosti poput pretrage, merenja na mapi, mogućnosti isključivanja i uključivanja slojeva prikazanih na mapi i određivanja lokacije uređaja preko kog je pristupljeno mapi.



Slika 2. Vizuelizacija podataka na Leaflet mapi

## 2.9 MapBox JS biblioteka

MapBox je JavaScript biblioteka koja koristi WebGL (engl. *Web Graphics Library*) standard za renderovanje interaktivnih mapa. Iskorišćena je za 3D vizuelizaciju gradova (slika 3). Podatak o visini objekata je preuzet sa *OpenLayersMap-a*.



Slika 3. Vizuelizacija 3D gradova

## 2.10 WebGL standard

WebGL standard je JavaScript API (engl. *Application Programming Interface*) i služi za renderovanje 2D i 3D grafike. Kompatibilan je sa svakim web pretraživačem, bez potrebe instaliranja bilo kakvog dodatnog plugin-a. Danas je WebGL potpuno integrisan u sve web pretra-

živače, omogućavajući računarskoj grafičkoj jedinici (GPU) ubranu obradu slike i njeno renderovanje [8].

## 3. VIZUELIZACIJA LASERSKIH PODATAKA

Lasersko skeniranje predstavlja metodu prikupljanja podataka o prostoru pomoću laserskog zraka gde se na osnovu merenog ugla i rastojanja određuju X, Y i Z koordinatne tačke. Skup svih tačaka se naziva oblak tačaka (engl. *Point Cloud*), a pored podataka o apsolutnim ili relativnim koordinatama, može sadržati i podatak o intezitetu odbijenog zraka. Oblak tačaka je zapisan u formi ASCII ili binarne datoteke i najčešće se sastoji od nekoliko hiljada do nekoliko miliona tačaka.

Jedan od najpopularnijih formata za skladištenje i razmenu podataka dobijenih laserskim skeniranjem je LAS format. To je u stvari binarni format koji zadržava informacije specifične za prirodu laserskih podataka.

### 3.1. Potree

Potree je besplatan WebGL baziran program koji služi za renderovanje velikih oblaka tačaka. Razvijen je na Institutu za kompjutersku grafiku i algoritme u Beču. Pruža mogućnost prikazivanja oblaka tačaka koji sadrži i do nekoliko milijardi tačaka u realnom vremenu u standardnim web pretraživačima. Jedna od glavnih prednosti Potree-a je što omogućava brzu i jednostavnu publikaciju oblaka tačaka na internetu, bez potrebe instalacije dodatnih programa. Mogućnost prikazivanja ogromne količine podataka se ostvaruje optimalnom hijerarhijskom strukturom koja skladišti podmape originalnih podataka u različitim rezolucijama [9]. Vizuelizacija oblaka tačaka Petrovaradina pomoću Potree softvera može se videti na slici 4.

## 4. REZULTAT

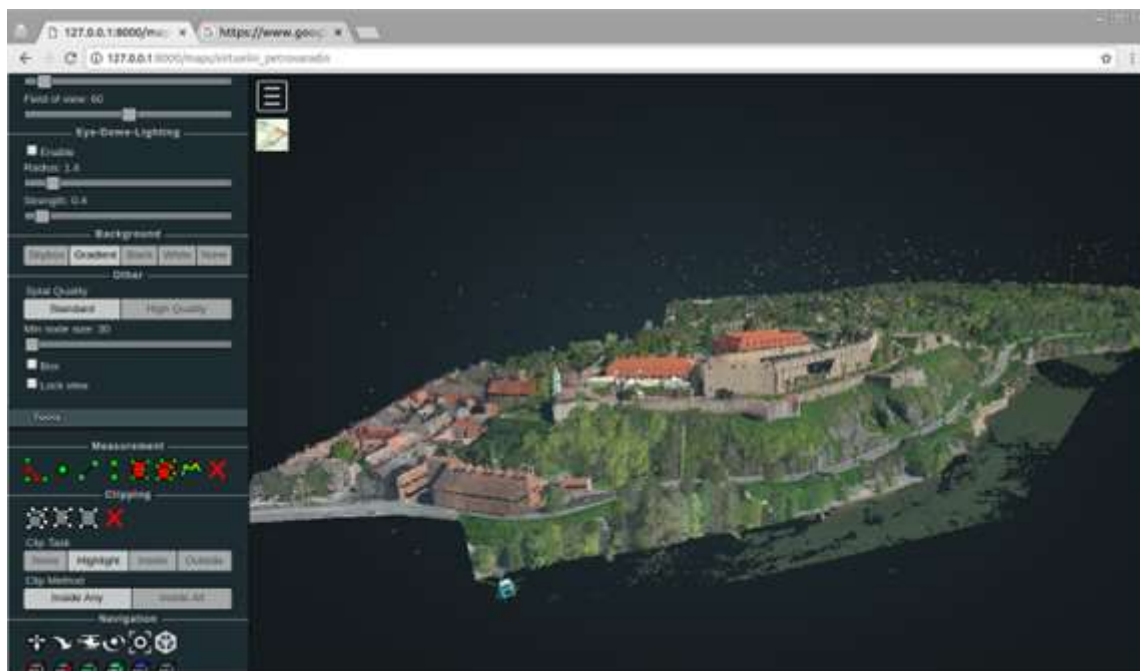
Krajnji produkt ovog rada je simulacija Geoportala sa odgovarajućim funkcionalnostima poput:

- registracije i prijavljivanja korisnika na sistem
- postavljanje odgovarajućih članaka iz admin sekcije
- komentarisanje i brisanje komentara ulogovanih korisnika
- vizuelizacija vektorskih podataka na 2D mapi (slika 2)
- vizuelizacija 3D gradova na MapBox mapi (slika 3)
- vizuelizacija laserskih podataka (slika 4)

Izgled početne stranice Geoportala je prikazana na slici 5.



Slika 5. Početna stranica Geoportala



Slika 4. Vizuelizacija oblaka tačaka

## 8. ZAKLJUČAK

Generalno, vizuelizacija prostornih podataka, a posebno vizuelizacija 3D podataka je zahtevna i kao takva zauzima ogromne resurse računara. U radu su prikazana samo četiri .shp fajla na Leaflet mapi za područje Srbije (2D vizuelizacija) i za njih je bilo potrebno u proseku 5 minuta da se izvrši zahtev poslat serveru, tj da se podaci učitaju na mapi i to je jedna od stavki zašto se prilikom razvoja Geoportala zadržalo samo na nekolicini reprezentativnih fajlova. Laserski podaci mogu da sadrže i više milijardi tačaka. U ovom slučaju, nakon konverzije u Potree format, 4GB podataka je smanjeno na 800MB, međutim i uprkos tome primećuje se smanjena brzina obrade upita. Treba napomenuti da je projekat smešten na računaru performansi: procesor – i7, ram memorija – 16GB, hard disk – 1TB HDD, grafička kartica – NVIDIA GeForce GTX.

Geoportal aplikacija sadrži samo osnovni skup funkcija, te je za njen budući razvoj neophodno poboljšanje funkcionalnosti kroz zaštitu podataka, uvođenje detaljnije pretrage i integrisanje više prostornih podataka. Za primene tehnologije 3D gradova, buduće aktivnosti biće usmerene ka implementaciji 3D vektorskih podataka na mapi, kao i prikazivanje koncepta 3D gradova kroz različite nivoe detalja. Dakle, buduća istraživanja će se razvijati u pravcu kako dalje proširiti i obogatiti prikazano rešenje. Još jedna od ideja je i poređenje komercionalnih rešenja sa besplatnim i davanjem kompletnog pregleda nedostataka jednih i drugih.

## 9. LITERATURA

- [1] <http://geo.ftn.uns.ac.rs/course/view.php?id=308> (pristupljeno u septembru 2018.)
- [2] [https://books.google.rs/books/about/Geographic\\_Visualization.html?id=71rRm1xDEYwC&printsec=frontcover&source=kp\\_read\\_button&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.rs/books/about/Geographic_Visualization.html?id=71rRm1xDEYwC&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false) (pristupljeno u septembru 2018.)
- [3] [https://en.wikipedia.org/wiki/3D\\_city\\_models](https://en.wikipedia.org/wiki/3D_city_models) (pristupljeno u septembru 2018.)
- [4] [https://en.wikipedia.org/wiki/3D\\_city\\_models](https://en.wikipedia.org/wiki/3D_city_models) (pristupljeno u septembru 2018.)
- [5] [https://en.wikipedia.org/wiki/Django\\_\(web\\_framework\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Django_(web_framework)) (pristupljeno u septembru 2018.)
- [6] <http://slides.com/jingchuanchen/a-brief-introduction-to-django/#/4> (pristupljeno u septembru 2018.)
- [7] <http://jinja.pocoo.org/> (pristupljeno u septembru 2018.)
- [8] <https://en.wikipedia.org/wiki/WebGL> (pristupljeno u septembru 2018.)
- [9] [https://www.researchgate.net/publication/309358171-Potree\\_Rendering\\_Large\\_Point\\_Clouds\\_in\\_Web\\_Browsers](https://www.researchgate.net/publication/309358171-Potree_Rendering_Large_Point_Clouds_in_Web_Browsers) (pristupljeno u septembru 2018.)

### Kratka biografija:



**Nastasija Grujić** rođena je u Novom Sadu 1994 god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Geodezije i geomatike odbranila je 2018.god.

kontakt: nastasija19941994@gmail.com