

RAZVOJ GEOPORTALA ZA PRIJAVU ŠTETE NAKON VREMENSKIH NEPOGODA DEVELOPMENT OF A GEOPORTAL FOR DAMAGE REPORTING AFTER WEATHER HAZARDS

Aleksandar Lang, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GEODEZIJA I GEOINFORMATIKA

Kratak sadržaj – U ovom radu je prikazan razvoj geoportala za prijavu štete nakon vremenskih nepogoda. Angular komponente omogućavaju prikaz tabela i interakciju sa bazom podataka putem REST servisa za preuzimanje, prikaz i izmenu podataka u PostGIS bazi. OpenLayers biblioteka je korišćena za vizuelizaciju prostornih podataka na mapi, pružajući korisnicima mogućnost interakcije sa mapom i pristup detaljnim informacijama o parcelama i objektima.

Ključne reči: Prostorni podaci, PostGIS, GeoServer, REST, Angular, OpenLayers, Geoportal

Abstract – This paper presents the development of a geoportal for damage reporting following weather hazards. Angular components allow the display of tables and interaction with the database via REST services for retrieving, displaying, and modifying data in the PostGIS database. The OpenLayers library was used for visualizing spatial data on the map, providing users with the ability to interact with the map and access detailed information about parcels and objects.

Keywords: Spatial data, PostGIS, GeoServer, REST, Angular, OpenLayers, Geoportal

1. UVOD

U današnjem svetu, koji se sve više oslanja na digitalne tehnologije, prostorno zasnovani podaci postaju ključni u raznim sektorima kao što su urbano planiranje, upravljanje prirodnim resursima, transport i turizam. Pored geografskih lokacija, ovi podaci sadrže brojne dodatne attribute koji pružaju vredne uvide za donošenje odluka i analizu prostora. Ovaj rad ima za cilj da predstavi implementaciju geoportala sa troslojnom arhitekturom u Angular okruženju, koristeći OpenLayers biblioteku. Geoportal olakšava prijavu štete nakon vremenskih nepogoda i ubrzava proces terenskog uvida od strane komisije za procenu štete.

2. VIZUELIZACIJA GEOPROSTORNIH PODATAKA I GEOPORTAL

Geoprostorni podaci su informacije povezane sa specifičnim geografskim lokacijama na Zemlji. Vizuelizacija tih podataka kroz karte i geoinformacione sisteme olakšava razumevanje prostornih obrazaca i

odnosa, igrajući ključnu ulogu u analizi i donošenju odluka u nauci i industriji [1]. Geografski informacioni sistem (GIS) omogućava upravljanje i analizu prostornih podataka, pružajući korisnicima interaktivne alate za pretragu i prikaz podataka. GIS, kao "pametne karte", omogućava analizu i prilagođavanje informacija. Geoportali olakšavaju pristup i manipulaciju prostornim podacima, povećavajući njihovu dostupnost [2].

Rasterski podaci predstavljaju prostorne informacije u obliku matrice ćelija (pikseli), često korišćeni za prikaz kontinuiranih pojava kao što su temperatura i visina, ili skenirane mape i satelitske snimke [3].

Vektorski podaci koriste tačke, linije i poligone za prikazivanje objekata u prostoru, kao što su putevi, zgrade i granice, omogućavajući preciznu analizu prostornog odnosa između entiteta [4].

Hibridni podaci kombinuju raster i vektor podatke u jedinstvenom sistemu, omogućavajući složene vizualizacije i analize [5].

3D podaci omogućavaju stvarni prikaz prostora, koristeći se u oblastima kao što su arhitektura i urbanizam za složene analize i simulacije [6].

3. TEHNOLOGIJE I STANDARDI

3.1 Standardi

Standardi definišu pravila i smernice koje osiguravaju interoperabilnost između različitih sistema. Glavne organizacije koje postavljaju standarde za prostorne podatke su sledeće.

3.1.1 INSPIRE

Direktiva Evropske unije koja omogućava standardizovan pristup prostornim podacima radi podrške ekološkim i drugim politikama koje utiču na životnu sredinu [7].

3.1.2 Open Geospatial Consortium

Open Geospatial Consortium (OGC) predstavlja međunarodno udruženje za otvorenost prostornih podataka, koje čine više od 340 kompanija, vladinih agencija i univerziteta, s ciljem kreiranja standarda za razmenu prostornih podataka. Neki od najpoznatijih OGC standarda uključuju:

Web Map Service (WMS) – Omogućava razmenu mapa putem interneta, generisanjem rasterskih mapa koje klijenti mogu zahtevati u realnom vremenu preko HTTP protokola [8].

Web Feature Service (WFS) – Omogućava pristup i razmenu vektorskih podataka, pružajući korisnicima

NAPOMENA:

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

mogućnost pretraživanja, modifikacije i manipulacije prostornim entitetima.

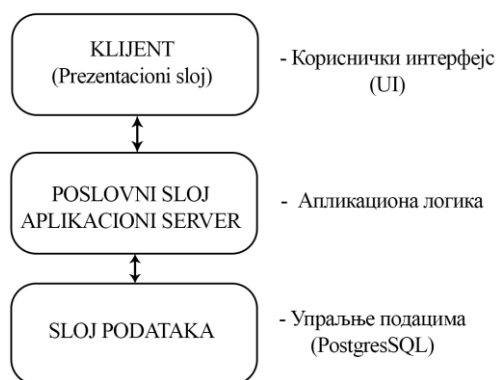
Web Coverage Service (WCS) – Fokusira se na razmenu rasterskih podataka, omogućavajući korisnicima pristup sirovim podacima o prostornim fenomenima kao što su temperatura i visina, što je značajno za primene u meteorologiji i klimatologiji [8].

3.1.3 ISO

International Organisation for Standardization (ISO): ISO 19100 serija pruža okvire za organizaciju, razmenu i upravljanje geografskim podacima, sa fokusom na kvalitet i interoperabilnost podataka [9].

3.2 Tehnologije

Troslojna SOA arhitektura deli sistem na tri sloja: sloj podataka, servisni sloj i korisnički sloj. Svaki sloj ima jasno definisanu funkciju, gde sloj podataka upravlja bazama, servisni sloj posreduje između korisničkog interfejsa i podataka, a korisnički sloj omogućava interakciju sa korisnicima putem interfejsa [10].



Slika 1. Šema troslojne arhitekture

3.2.1 Sloj podataka

Za sloj podataka korišćena je PostgreSQL baza sa PostGIS ekstenzijom, što omogućava manipulaciju prostornim podacima. PostgreSQL je besplatni *open-source* sistem za upravljanje bazama podataka (SUBP), koji podržava i prostorne tipove podataka, kao što su tačke, linije i poligoni. PostGIS dodaje mogućnost skladištenja i upravljanja geometrijskim objektima u skladu sa OGC standardima, uključujući funkcije za konverziju podataka u formate kao što su GeoJSON i WKT [11].

3.2.2 Aplikacioni sloj

Za implementaciju aplikacionog sloja korišćen je Spring Boot, koji je omogućio izradu REST servisa. Ovi servisi omogućavaju klijentima da šalju zahteve, a server vraća odgovarajuće podatke u formatu JSON ili XML. Pored toga, *Java Persistence API (JPA)* je korišćen za objektno-relaciono mapiranje, što omogućava laku manipulaciju podacima u PostgreSQL bazi. GeoServer, open-source server za razmenu geoprostornih podataka, koristi se za vizuelizaciju prostornih informacija na mapi [12].

3.2.3 Prezentacioni sloj

Prezentacioni sloj je kreiran korišćenjem *HyperText Markup Language (HTML)* i *Cascading Style Sheets (CSS)*, koji obezbeđuju strukturu i izgled web stranica.

HTML je korišćen za označavanje osnovnih elemenata stranice, dok je CSS primenjen za stilizaciju tih elemenata, što omogućava fleksibilan i pristupačan dizajn. Pored toga, JavaScript je korišćen za dodavanje dinamičnosti stranici, dok je TypeScript uveden radi lakše organizacije i održavanja koda. Angular okvir je korišćen za razvoj jednostraničnih aplikacija (SPA), omogućavajući korisnicima interaktivnu vizualizaciju prostornih podataka [13].

4. GEOPORTALI U OBLASTI

4.1 Primeri u Evropi

Poglavlje analizira postojeće evropske portale koji se bave upravljanjem rizicima od katastrofa. Fokus je na tehnologijama i arhitekturama koje omogućavaju razmenu podataka i podršku u donošenju odluka.

4.1.1 Risk Data Hub

Risk Data Hub (RDH) integriše evropske i nacionalne baze podataka o rizicima, pružajući korisnicima alate za analizu i vizualizaciju prostornih podataka. Ova platforma podržava donosioca odluka i istraživače u proceni rizika, koristeći troslojnu arhitekturu za upravljanje, analizu i prezentaciju podataka [14].

4.1.2 European Flood Awareness System

European Flood Awareness System (EFAS) je sistem za rano upozoravanje na poplave, koji koristi podatke iz meteoroloških modela i satelita. Prognoze su integrisane sa podacima o vodostajima, što omogućava precizne informacije za upravljanje rizikom od poplava u Evropi [15].

4.1.3 Copernicus Emergency Management Service

Copernicus Emergency Management Service (CEMS) je deo programa *Copernicus*, koji pruža satelitske i druge podatke za upravljanje vanrednim situacijama. Omogućava brz pristup podacima o prirodnim katastrofama i podržava donošenje odluka na lokalnom i međunarodnom nivou.

4.2 Primeri u Republici Srbiji

4.2.1 GeoSrbija – registar rizika od katastrofa

GeoSrbija je sistem za upravljanje geoprostornim podacima, koji omogućava razmenu podataka između različitih institucija. Registar rizika od katastrofa obuhvata podatke o poplavama, klizištima i požarima, koji se koriste za planiranje i upravljanje rizicima na nacionalnom nivou [16].

5. METODOLOGIJA IZRADE GEOPORTALA

5.1 Zahtevi i ciljevi sistema

Cilj geoportala je da pojednostavi i ubrza proces podnošenja zahteva za procenu štete od vremenskih nepogoda, omogućavajući korisnicima da identifikuju svoje parcele i podnesu prijave elektronskim putem.

5.2 Odabir tehnologija

Za razvoj sistema koriste se Angular za frontend, Spring Boot za backend, PostGIS za skladištenje prostornih podataka, GeoServer za publikaciju podataka i OpenLayers za vizualizaciju.

5.3 Modeliranje podataka

Podaci su organizovani kroz SQL tabele za parcele i objekte, uključujući geometrijske i atributne podatke.

REST API omogućava komunikaciju između Angular frontend-a i PostGIS baze putem Spring Boot-a.

5.4 Integracija sa GeoServer-om

GeoServer je korišćen za publikaciju slojeva parcela i objekata, dok Styled Layer Descriptor definiše vizuelni prikaz. *GetFeatureInfo* funkcija omogućava prikaz informacija o slojevima klikom na mapu.

5.5 Razvoj korisničkog interfejsa

Korisnički interfejs u Angular-u omogućava unos, pregled i pretragu podataka o parcelama. Vizualizacija je realizovana pomoću OpenLayers, gde je omogućen interaktivan pregled mapa.

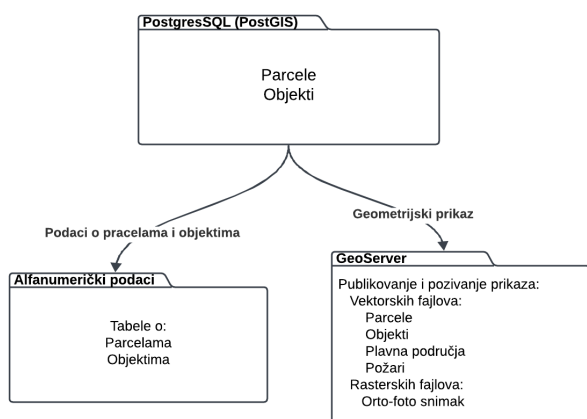
5.6 Testiranje i validacija

Testiranje obuhvata validaciju unosa podataka, prikaz prostornih podataka i integraciju između frontend-a i backend-a, kao i proveru performansi i tačnosti slojeva.

6. STUDIJA SLUČAJA – BEOČIN

6.1 UML dijagrami

UML dijagrami u ovom sistemu prikazuju strukturu podataka i komponente za prijavu štete (Slika 2). Sistem obuhvata prostorne objekte (parcele i objekte) i alfanumeričke podatke, koji su neophodni za procenu i praćenje štete. Prostorni objekti se grafički prikazuju, dok alfanumerički podaci omogućavaju unos informacija o vlasnicima, vrsti štete i drugim relevantnim podacima. Ovaj pristup omogućava jednostavno upravljanje podacima u sistemu i efikasno donošenje odluka [42].



Slika 2. Dijagram strukture podataka

6.2 Opis sistema – način realizacije i funkcionalnosti aplikacije

6.2.1 Implementacija sloja podataka

Prostorni podaci u vektorskom (.shp) i raster formatu (.tiff) prvo su učitani u QGIS kako bi se proverilo da li su podaci u istom koordinatnom sistemu. Ukoliko postoje razlike u koordinatnim sistemima, koristi se GDAL alat za transformaciju podataka u odgovarajući sistem. *Warp (reproject)* algoritam u QGIS-u omogućava automatizovanu transformaciju podataka, čime se obezbeđuje da svi slojevi budu usklađeni i spremni za dalju upotrebu u analizi.

Baza podataka je kreirana korišćenjem pgAdmin 4 uz PostGIS ekstenziju, koja omogućava rad sa geoprostornim podacima. Podaci o parcelama i objektima se učitavaju u bazu iz QGIS-a, a novi atributi kao što su tip zemljišta,

vrsta štete, i kontakt informacije se dodaju putem SQL upita. Baza je strukturisana tako da podaci budu segmentisani po katastarskim opštinama, omogućavajući lakše upravljanje i obradu.

Nakon pokretanja GeoServer-a, pristupa mu se putem URL-a: <http://localhost:8080/geoserver/web/>, gde se kreira nova radna površina (*Workspace*) koja se povezuje sa prethodno uspostavljenom PostGIS bazom podataka.

Nakon publikacije prostornih slojeva, njihov vizuelni prikaz može biti prilagođen korišćenjem *Styled Layer Descriptor (SLD)* standarda, omogućavajući preciznu kontrolu nad stilizacijom podataka prema potrebama aplikacije.



Slika 3. Prikaz stilizovanih parcela

6.2.2 Implementacija serverske strane (back-end) aplikacije

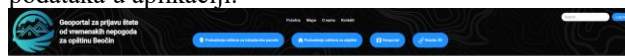
Serverski deo aplikacije koristi Spring Boot za komunikaciju sa bazom podataka i Angular interfejsom. Korišćenjem JPA, podaci se automatski čuvaju u bazu i izvlače preko REST servisa u JSON formatu (Slika 4). Ovo omogućava korisnicima pristup podacima o parcelama i objektima i njihovo ažuriranje u realnom vremenu.

```
{
  "id": 1,
  "kat_opst_1": "BEOČIN",
  "brparcela": "1468/2",
  "povrsina": "278",
  "tip_zemljista": null,
  "kultura_zemljista": null,
  "vrsta_stete": null,
  "ime": null,
  "prezime": null,
  "kontakt_telefon": null
},
```

Slika 4. Prikaz tabele "parcele_beo" u JSON formatu
Kontroleri u Spring Boot-u obrađuju HTTP zahteve i omogućavaju osnovne operacije kao što su unos, izmena i brisanje podataka. JPA repozitorijum obezbeđuje pristup podacima, omogućavajući fleksibilno upravljanje bazom i automatizovane upite bez potrebe za ručnim SQL kodom.

6.2.3 Implementacija prezentacionog sloja

U ovom poglavlju je opisana implementacija Angular komponenti koje upravljaju prikazima tabela i mapa na geoportalu. Kroz *app.routing.module.ts* definisane su sve rute koje omogućavaju navigaciju i prikaz različitih podataka u aplikaciji.



Slika 5. Prikaz UI aplikacije

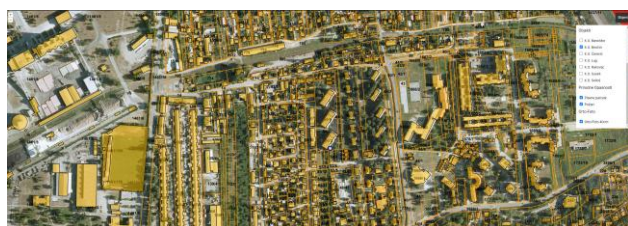
Angular komponente kao što su *ParceleBeoComponent* (Slika 6) i *ObjektiBeoComponent* obezbeđuju pregled i unos podataka u tabelarni oblik za parcele i objekte, podeljene prema katastarskim opštinama. Komunikacija sa backend-om ostvaruje se putem REST servisa (GET,

POST, PUT, DELETE), čime se omogućava unos, izmena i brisanje podataka iz PostGIS baze.

Parcela	Broj parcela	Prostorna površina	Tip zemljišta	Klasifikacija zemljišta	Opis objekta	Stat	Prostorna	Statistika
1631/54	1631/54	275						
1631/54	1631/54	475						
1631/54	1631/54	575						
1631/54	1631/54	675						
1631/54	1631/54	775						

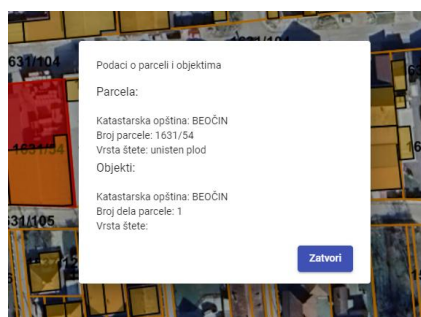
Slika 6. *Alfanumerički prikaz parcela*

Geoportal komponenta prikazuje prostorne podatke na mapi, omogućavajući korisnicima da biraju između različitih podloga (satelitski ili ortofoto snimak), kao i da uključuju i isključuju slojeve parcela i objekata po katastarskim opštinama. Pored toga, dostupne su opcije za prikaz slojeva prirodnih opasnosti poput poplava i požara.



Slika 7. *Geoportal komponenta*

Korišćenjem *GetFeatureInfo* funkcionalnosti, korisnicima je omogućeno da klikom na parcelu ili objekat dobiju detaljne informacije o katastarskoj opštini, broju parcele ili broju dela parcele kada je reč o objektima (Slika 8). Ukoliko je prijavljena šteta, ona se takođe prikazuje u okviru informacija o odabranoj parceli ili objektu, čime se pruža sveobuhvatan pregled stanja na terenu.



Slika 8. *Info komponenta*

Poslednja komponenta obuhvata 3D prikaz naselja Beočin u LoD 1 nivou, gde su objekti prikazani na *OpenStreetMap (OSM)* podlozi. Prikaz je realizovan korišćenjem *QGIS2Threejs* plugina, koji omogućava izvoz 3D modela iz QGIS-a u web pretraživač.



Slika 9. *3D Beočin*

7. ZAKLJUČAK

Ovaj rad pružio je detaljan uvid u implementaciju geoportala sa troslojnom arhitekturom, razvijenom u Angular okruženju koristeći OpenLayers biblioteku i PostGIS bazu podataka. Geoportal je osmišljen da olakša

korisnicima podnošenje zahteva za procenu štete nastale usled vremenskih nepogoda, dok istovremeno pomaže komisijama u efikasnijem planiranju terenskih obilazaka i analizi štete. Povezivanje prostornog i alfanumeričkog prikaza podataka omogućava brzo i precizno ažuriranje informacija.

Primena troslojne arhitekture omogućava jasno razdvajanje slojeva podataka, aplikacije i prezentacije, čime se postiže veća fleksibilnost i skalabilnost sistema. Korišćenje PostGIS baze omogućava prostornu analizu i vizualizaciju, dok Angular komponente omogućavaju unos, izmenu i pregled podataka, koji su sinhronizovani sa GeoServer-om.

Iako je aplikacija razvijena za područje opštine Beočin, njena primena je univerzalna i može se koristiti za slične situacije u različitim regijama. Dalje unapređenje sistema može uključivati proširenje funkcionalnosti za podršku dodatnim tipovima prostornih podataka i naprednim alatima za analizu.

8. LITERATURA

- [1] Borisov M. (2006), „Razvoj GIS“, Monografija
- [2] Borisov M, Nikolić G, Petrović V, Đur ović R, Sušić Z, „Primena GIS u sistemu praćenja životne sredine“
- [3] M. Neteler and H. Mitasova. A GRASS GIS Approach. Springer, New York, 2008.
- [4] ESRI Shapefile Technical Description
- [5] Open Source Geospatial Foundation.
<https://gdal.org/en/latest/> Online; Datum pristupa: 04.09.2024.
- [6] Igor Antolović, Miroslav Milivojević, Dejan Rančić, Vladan Mihajlović, „Modelovanje i vizuelizacija 3D objekata korišćenjem modularnih servisa“
- [7] euprava.gov.rs <https://euprava.gov.rs/eusluge/> Online; Datum pristupa: 07.09.2024.
- [8] OGC standards, <https://www.ogc.org/standards/> Online; Datum pristupa: 08.09.2024.
- [9] ISO-LINK <https://iso-standards.rs/standardi/> Online; Datum pristupa: 08.09.2024.
- [10] 3 Tier Architecture,
<https://www.ibm.com/topics/three-tier-architecture> Online; Datum pristupa: 08.09.2024.
- [11] PostgreSQL,
<https://en.wikipedia.org/wiki/PostgreSQL> Online; Datum pristupa: 06.09.2024.
- [12] John Cowan (2005), „RESTful Web Services“
- [13] HTML and CSS explained – WP workshop
- [14] Risk Data Hub
- [15] European Flood Awareness System – EFAS
- [16] GeoSrbija, <https://tmp.geosrbija.rs/o-nama/> Online; Datum pristupa: 14.09.2024.

Kratka biografija:



Aleksandar Lang rođen 1998. godine u Novom Sadu, završio srednju tehničku školu smer geodezija 2017. god. Iste godine upisuje Fakultet tehničkih nauka, smer geodezija i geomatika. Diplomirao je 2023. god. i iste upisuje master studije na istom smeru.