



ANALIZA I IMPLEMENTACIJA KNJIGE POLJA U OBLIKU GEOPORTALA
ANALYSIS AND IMPLEMENTATION OF THE FIELD BOOK IN THE FORM OF A
GEOPORTAL

Anđela Radišić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GEODEZIJA I GEOINFORMATIKA

Kratak sadržaj – U radu su analizirane teorijske osnove rješenja knjige polja. Analiza obuhvata model podataka i kreiranje jednog modela za slučaj knjige polja. Analizirana je mogućnost primjene sa praktičnim primjerima podataka koji sadrže rasterske i vektorske podatke, kroz implemetaciju i publikovanje takvih podataka na Geoportalu. Rješenje je dokumentovano.

Ključne reči: *Knjiga polja, Geoportala, Angular, GeoServer, PostgreSQL, PostGIS*

Abstract – *This paper describes the theory behind solutions of the field book. The analysis includes the data model and the creation of a model for the field book case. The possibility of application was analyzed with practical examples of data containing raster and vector data, through the implementation and publication of such data on the Geoportala. The solution was documented.*

Keywords: *Field Book, Geoportala, Angular, GeoServer, PostgreSQL, PostGIS*

1. UVOD

Predmet istraživanja u ovom radu odnosi se na kreiranje Geoportala koji će služiti kao digitalna knjiga polja. Modelovana je geoprostorna baza podataka kroz *PostgreSQL + PostGIS*, razvijen je geoportala upotrebom *Angulara*, a povezani su kroz servise i *GeoServer*. Kreirani Geoportala omogućava korisniku prikaz, izmjenu i manipulaciju podacima.

2. TEHNOLOGIJE I STANDARDI ZA RAZVOJ TROSLOJNE ARHITEKTURE

Troslojna arhitektura distribuiranog GIS sistema sastoji se iz slojeva: sloj podataka (sadrži podatke u bazi podataka ili sistemskoj datoteci); sloj servisa (kreira servise koji implementiraju *OGC* interfejsse *WMS, WFS, WCS, WPS*, itd) koji posreduju između sloja podataka i aplikativnog sloja tako što na zahtjev korisnika pristupaju sloju podataka, preuzimaju podatke, vrše obradu i isporučuju podatke korisniku; aplikativni sloj koji predstavlja skup aplikacija koje pristupaju servisima (ove aplikacije se mogu izvršavati u internet pretraživaču ili kao softverske aplikacije koje imaju podršku za *OGC* interfejsse [1]).

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Dušan Jovanović.

2.1. Geoprostorni podaci

Geopodaci i geoinformacije dobijene kroz kombinovanje geopodataka opisuju teritoriju i njene karakteristike upotrebom prostorno referenciranih podataka kao što su koordinate, poštanske adrese, nazivi naselja i slično [1].

Podaci u digitalnoj kartografiji dostupni su iz različitih izvora, a često postoje u standardnim GIS formatima dostupni za preuzimanje preko internet servisa ili se generišu premjerom [2].

Geokodiranje predstavlja proces preuzimanja tekstualnog opisa lokacije, kao što je adresa ili naziv mjesta i konvertovanje tog opisa u geografske koordinate, najčešće u obliku geografska širina i dužina putem kojih se identifikuje lokacija na površini Zemlje. Postoji i obrnuta operacija, inverzno geokodiranje.

2.2. Baza podataka

Baza podataka predstavlja kolekciju strukturiranih podataka. Baze podataka su najčešće veliki skupovi podataka organizovanih u obliku tabela [2].

Sistem za upravljanje bazom podataka je softver koji upravlja strukturom i kontroliše pristup podacima uskladištenim u bazi. Ovaj sistem omogućuje definisanje baze podataka, kreiranje baze podataka, manipulaciju bazom podataka, vršenje upita i ažuriranje baze podataka [3].

Prostorna baza podataka je baza podataka koja podržava poseban tip podataka u okviru tabela odnosno moguće je zadati atribut koji je predstavljen kolonom u tabeli tako da definiše geometriju tj. prostorni podatak [2].

Prostorne baze omogućavaju ne samo klasične, već i prostorne upite, kao i prostorno indeksiranje podataka koristeći neki od deklarativnih jezika, kao što je *SQL*. Prostorne baze su sistemi za skladištenje prostornih podataka, ali su ujedno i relacione baze [2].

PostgreSQL je sistem za upravljanje bazom podataka otvorenog koda koji koristi i proširuje *SQL* jezik kombinovan sa mnogim mogućnostima za sigurno skladištenje najkomplicovanijih vrsta podataka. Izvršava se na svim značajnim operativnim sistemima i posjeduje moćna proširenja kao što je *PostGIS* proširenje za geoprostorne baze podataka [4].

PostGIS implemetira *OGC* model geometrije u *PostgreSQL* bazi kao tipove podataka: geometrijski i geografski [5].

2.3. ETL alati - Safe Software FME

Koncept *ETL* (engl. *Extract-Transform-Load*) pruža zapis podataka iz različitih izvora u bazu podataka. Ekstrakcija podataka, kao prva stavka, podrazumijeva prikupljanje podataka iz raznih izvora. Ova faza se odnosi i na čišćenje podataka.

Druga faza je transformacija podataka i odnosi se na pripremu podataka na smještanje u bazu. Podaci se konvertuju upotrebom različitih pravila, uz verifikaciju i standardizaciju. Učitavanje podataka, kao posljednja faza, podrazumijeva smještanje podataka u bazu u relanom vremenu ili u unaprijed zadato vrijeme putem severa [1].

Safe Software FME Workbench je fleksibilno rješenje za prevođenje, transformisanje i integraciju geoprostornih podataka u različite formate i u različite aplikacije [1].

2.4. GeoServer

GeoServer je internet server otvorenog koda koji omogućava serviranje mapa i podataka iz različitih formata ka klijentima kao što su internet pretraživači i GIS softveri. Podaci su objavljuju putem standarda baziranim na interfejsima kao što su *WMS*, *WFS*, *WCS*, *WPS* i drugi. Osnovno svojstvo *GeoServer*-a je serviranje podataka iz različitih izvora, kao što su vektorski podaci (*Shapefile*, eksterni *WFS*, *PostGIS*, *ArcSDE* i drugi) i različiti rasterski podaci (*GeoTIFF*, *JPG*, *PNG* (sa *world* datotekom), *GDAL*, mozaik itd) [6].

2.5. Geoportal

Geoportal predstavlja polaznu tačku do geoprostornih sadržaja na internetu. Geoportal je mjesto na kojem se organizuju sadržaji i servisi poput direktorijuma, alata za pretraživanje, podataka i aplikacija. Oni obezbjeđuju vršenje upita nad metapodacima u cilju pronalaska bitnih podataka i servisa, te direktno povezuju sa sadržajem samog servisa na internetu [1].

GIS aplikacije putem geoportala dobijaju sposobnosti pretrage, mapiranja, publikovanja i administracije geoprostornih informacija. Pretraga se vrši putem prostornih i atributskih filtera. Mapiranje predstavlja vizuelizaciju pronađenog sadržaja. Ako sadržaj potiče sa različitih servisa, rezultat se grupiše u jedinstvenu mapu [1].

Tehnologije korišćene za izradu geoportala:

- *Eclipse/Spring Tool Suite* – razvojno okruženje;
- *NodeJS* – *JavaScript runtime*;
- *Angular* – okruženje za *front end* razvoj;
- *Angular Material* – biblioteka za razvoj grafičkog korisničkog interfejsa;
- *OpenLayers* – grafička biblioteka za rad sa geoprostornim podacima;
- *GeoServer* – server za geopodatke koji podržava *OGC* standarde;
- *Spring Boot* – okruženje za *back end* razvoj.

3. STUDIJA SLUČAJA

Pri izradi ovog rada proučeno je više rješenja tzv. knjige polja odnosno evidencije o parcelama u posjedu poljoprivrednika za koje je potrebno voditi određene evidencije, od opštih informacija do informacija vezanih za aktivnosti na parceli.

3.1. Knjiga polja individualnih poljoprivrednika

Knjiga polja individualnih poljoprivrednika predstavlja dokument donesen od strane Instituta za primjenu nauke u poljoprivredi pod okriljem Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije.

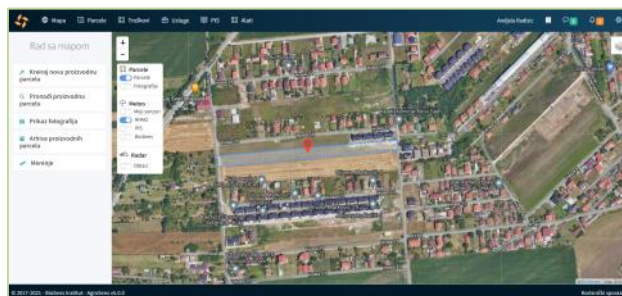
Knjiga polja namijenjena je individualnim poljoprivrednicima za vođenje kompletne evidencije o biljnoj proizvodnji iz oblasti ratarstva i povrtarstva. Knjiga polja omogućava jednostavan unos i analizu podataka o primjenjenim agrotehničkim mjerama, utrošenim sredstvima i ostvarenim prihodima u višegodišnjem periodu. Na osnovu unijetih podataka, proizvođači mogu da sagledaju i poboljšaju proizvodnju na svojim parcelama [7].

U Knjigu polja unose se podaci o individualnom poljoprivredniku, biljnoj proizvodnji vezanoj za određenu parcelu, analizi zemljišta, godini, usjevu, sorti/hibridu, predusjevu, obradi zemljišta, troškovima proizvodnje, prodaji, prihodima proizvodnje [7].

Zemljište koje se koristi u poljoprivrednoj proizvodnji izloženo je različitim promjenama. Sadržaj hraniva u zemljištu se smanjuje: prinosom, ispiranjem u dublje slojeve van domašaja korijenovog sistema, erozijom i gasovitim putem (azot). Gajene biljke, za svoj rast i razviće koriste iz zemljišta mineralne materije, koje predstavljaju njihovu hranu. Od strane biljaka najviše se usvajaju azot, fosfor i kalijum. Njihov sadržaj se obavezno određuje pri standardnoj kontroli plodnosti zemljišta [7].

3.2. AgroSens

Od digitalnih rješenja, proučena je platforma *AgroSens* razvijena od strane *BioSense* instituta u Novom Sadu. Ideja ove platforme jeste da svim domaćim poljoprivrednicima stavlja na raspolaganje satelitske, meteorološke i druge podatke i pruža mogućnost da elektronski, profesionalno i efikasno vode svoje gazdinstvo. Ova platforma je besplatna za korišćenje i poljoprivrednicima omogućava brz i jednostavan pristup podacima i naučnim rezultatima ostvarenim od strane *BioSense* instituta [8].

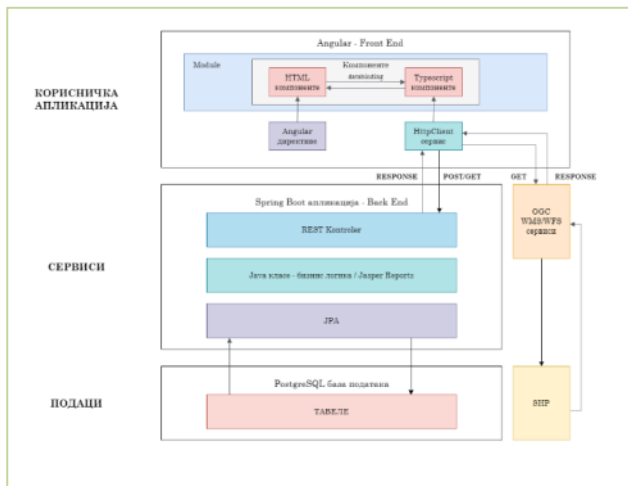


Slika 1. *AgroSens* platforma

Platforma ima više funkcionalnosti, poput pretrage prikaza i unosa parcela putem digitalne mape, meteorološke podatke, računanje troškova, podatke o realizovanim uslugama, alate za različite proračune (količina đubriva, kalkulacija gubitaka univerzalnih žitnih kombajna, razmak sjetve itd.) [8].

4. PRAKTIČNI DIO RADA

Kreirani Geoportal baziran je na troslojnoj arhitekturi koja je prikazana dijagramom na slici (Slika 2).



Slika 2. Troslojna arhitektura

Ovakve aplikacije se projektuju kao klijent-server aplikacije te je neophodno da klijent i server komuniciraju preko određenog protokola – *HTTP/HTTPS* protokol uz upotrebu *REST* pristupa. Podaci koji se razmjenjuju između servera i klijenta su u *JSON* formatu. Serverski dio rješenja oslanja se na *Java* programski jezik uz korišćenje *Spring Boot* okvira koji postavlja i podiže aplikaciju. *JPA* (engl. *Java Persistence API*) se koristi za upravljanje podacima iz *PostgreSQL* baze podataka. *JPA* je specifikacija programskog interfejsa za *Java* aplikacije koja opisuje upravljanje relacionim podacima u aplikacijama. Serverski dio softverskog rješenja naziva se *back end* i kao rezultat obezbjeđuje *REST* servise. U serverski dio ubraja se i *GeoServer* koji obezbjeđuje implementaciju *OGC* servisa (koji su takođe *REST* servisi), a služi za prostorne podatke.

Klijentski dio softverskog rješenja realizovan je upotrebom *Angular* okvira i njegovih priključaka. Aplikacija se sastoji od mnoštva komponenti čiji je izgled opisan *HTML*-om, dok je funkcionalnost opisana skriptom. Klijentski dio aplikacije naziva se *front end*. Za sloj podataka korištena je *PostgreSQL* baza podataka sa prostornim proširenjem *PostGIS*, a geoprostorni podaci su u formi **.shp* datoteka. Šemom baze podataka zadati su tipovi podataka i veze među njima. Realizovan je konceptualni model šeme baze (**Error! Reference source not found.**) podataka kroz softverski paket *Enterprise Architect*. Za povezivanje tabela od interesa korišćene su relacije asocijacije. Tabele su generisane kroz *DDL* (engl. *Data Definition Language*). *DDL* predstavlja skript datoteku sa naredbama za kreiranje tabela i ograničenja nad tabelama, kao i asocicijama između njih, te su izvršavanjem te datoteke u *PostgreSQL*-u kreirane tabele spremne za unos podataka.

4.1. Kreiranje tabela

Za praćenje poljoprivredne proizvodnje, kreirane su sljedeće tabele:

- Poljoprivrednik – sa atributima vezanim za ime i prezime vlasnika/korisnika, ukupnim brojem polja i ukupnom površinom parcela u njegovom posjedu;
- Obračun – sa atributima koji se odnose na troškove, prodaju i prihod, te vezom na poljoprivrednika;
- Parcela – sa atributima za naziv parcele, katastarskim brojem, katastarskom opštinom, opštinom, površinom, tipom zemljišta i geometrijom tipa poligona, te vezom na poljoprivrednika;
- Aktivnosti – sa atributima nazivom aktivnosti, datuma kada je izvršena, opisom aktivnosti, dubinom izraženom u centimetrima i troškom, te vezom na parcelu;
- Proizvodnja – sa atributima vezanim za godinu proizvodnje, usjev, sortu i predusjev na parceli, te vezu sa parcelom;
- Analiza zemljišta – sa atributom šifrom uzorka, bonitetnom klasom zemljišta, geometrijom tipa tačke vezanom za tačku uzorkovanja zemljišta, te vezom na parcelu;
- Hemijski sastav – sa atributima o pH vrijednosti zemljišta, količini kalcijum karbonata, humusa, azota, fosfora i kalijuma, datumu vršenja analize, te vezom na analizu zemljišta;
- Mehanički sastav – sa atributima o količini krupnog pijeska, sitnog pijeska, praha, gline, mjernoj jedinici u kojima su količine izražene, teksturnoj klasi kojoj zemljište pripada, kao i vezi na analizu zemljišta;
- Mikroelementi – sa atributima o količini mikroelemenata u zemljištu, a to su: bor, bakar, cink, mangan, željezo i molibden, te mjernoj jedinici u kojoj su izraženi i vezom ka analizi zemljišta;
- Teški metali – sa atributima o količini kadmijuma, olova, arsena, hroma, nikla, kobalta i žive u zemljištu, mjernoj jedinici u kojoj su izraženi, te vezom ka analizi zemljišta;
- Ostale analize – sa atributima o specifičnim analizama, te vezom ka analizi zemljišta.

4.2. Unos podataka u bazu

Unos alfanumeričkih podataka u bazu izvršen je automatski, putem opcije *Import/Export Data* navođenjem putanje do **.csv* datoteke u kojoj se nalaze podaci. Unos podataka za tabele koje u sebi nose i geometrijske podatke izvršen je putem *FME*-a (engl. *Feature Manipulation Engine*).

4.3. Servisni sloj – GeoServer

GeoServer je servis koji je iskorišćen kao posrednik između sloja podataka, tako što na zahtjev korisnika pristupa sloju podataka, preuzima podatke, vrši obradu i isporučuje rezultat krajnjem korisniku. Svi slojevi su

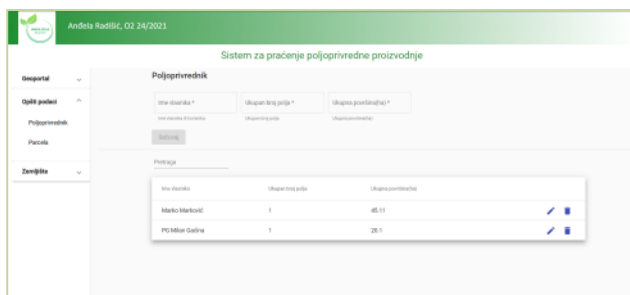
stilizovani upotrebom *SLD* koda. Prikazani su geometrijski podaci (granica parcele, tačke uzorkovanja zemljišta, granice zona bonitetnih klasa zemljišta i rasterski snimak datog područja).

4.4. Geoportal za praćenje poljoprivredne proizvodnje



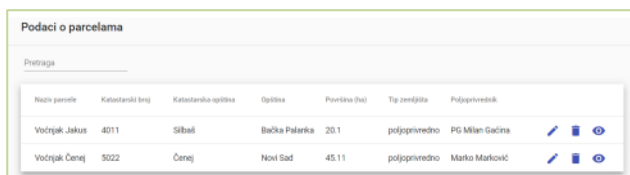
Slika 3. Početna stranica geoportala

Početna stranica geoportala prikazana je na prethodnoj slici (Slika 3). Izgled tabele vezane za poljoprivrednika prikazan je na slici (Slika 4). Omogućen je unos, izmjena, brisanje i pretraga podataka.



Slika 4. Poljoprivrednik

Kod podataka vezanih za parcele (Slika 5), onemogućen je unos podataka kroz geoportal, ali je moguća pretraga, izmjena i brisanje podataka, kao i pregled geometrijskih podataka na geoportalu.



Slika 5. Parcela

Geometrijskim podacima, poput granice parcele, zona bonitetnih klasa, tačaka uzorkovanja i rastera datog područja moguće je pristupi iz tabele ili iz menija na lijevoj strani Geoportala (Slika 6).



Slika 6. Parcela - inicijalni izgled podataka

Svi slojevi mogu da se pale i gase po želji (Slika 7).



Slika 7. Parcela - svi slojevi na geoportalu

5. ZAKLJUČAK

Kreirani geoportal predstavlja interfejs koji omogućava korisnicima da vrše interakciju sa sistemom, a potencijalni korisnici su poljoprivrednici, poljoprivredni stručnjaci i ostali interesanti koji žele da pristupe, pregledaju i analiziraju poljoprivredne podatke. Korisnici dobijaju mogućnost da vode evidenciju o svojim parcelama, finansijama, aktivnostima, proizvodnji, ali i svim analizama koje su vezane za njihovo zemljište.

6. LITERATURA

- [1] M. Govedarica, D. Sladić and A. Radulović, *Infrastruktura geoprostornih podataka i geoportali*, Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka, 2018.
- [2] M. Kilibarda and D. Protić, *Geovizuelizacija i Web kartografija*, Beograd: Građevinski fakultet u Beogradu, 2018.
- [3] P. Rigaux, M. Scholl and A. Voisard, *Spatial Databases with Application to GIS*, San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 2002.
- [4] PostgreSQL, "About PostgreSQL," The PostgreSQL Global Development Group, [Online]. Available: <https://www.postgresql.org/about/>. [Accessed 10 5 2023].
- [5] PostGIS, "PostGIS 3.3.2 Manual".
- [6] "GeoServer," OSGeo, [Online]. Available: <https://www.osgeo.org/projects/geoserver/>. [Accessed 5 9 2023].
- [7] S. Janković and S. Prodanović, "Knjiga polja individualnih poljoprivrednika," Institut za primenu nauke u poljoprivredi IPN, Beograd.
- [8] "AgroSens," Institut BioSense, [Online]. Available: <https://biosens.rs/themes/agrosens>. [Accessed 10 9 2023].

Kratka biografija:



Andela Radišić rođena je 1998. godine u Derventi, a odrasla je u Bosanskom Petrovcu gdje je i završila gimnaziju 2017. godine. Iste godine upisuje Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, smjer geodezija i geomatika, na kojem diplomira 2021. godine sa temom „Beselova rješenja glavnih geodetskih zadataka na elipsoidu“. Iste godine upisuje master koji završava 2 godine kasnije.