

## Disiminacija Copernicus Land Monitoring podataka za Srbiju kroz razvoj geoportala na Cesium virtuelnom globusu

STEFAN R. MILUTINOVIĆ, Univerzitet u Beogradu,  
Građevinski fakultet, Beograd

Stručni rad  
UDC: 007:528.28]:004  
DOI: 10.5937/tehnika1801031M

*U radu je prikazano rešenje za disiminaciju Copernicus Land Monitoring podataka, njihova vizuelizacija na virtuelnom globusu, mogućnost preuzimanja podataka, pregled i preuzimanje podataka o podacima – metapodata. Izrada geoportala izvršena je korišćenjem modernih veb tehnologija – JavaScript, HTML5, CSS3 i geoprostornih veb servisa - Geoserver i GeoNetwork, na Cesium virtuelnom globusu u open-source okruženju.*

**Ključne reči:** *Web Services, Cesium, Geoserver, GeoNetwork, Geospatial Metadata, Geospatial data, Copernicus Land Servis*

### 1. UVOD

Razvojem satelitskih tehnologija za osmatranje Zemljine površine, svakodnevno se prikuplja velika količina geoprostornih informacija - Big Data [1].

Značaj geoprostornih informacija osmatranja Zemljine površine u različitim oblastima doveo je do kreiranja globalnih, regionalni i nacionalnih programa za prikupljanje geoprostornih informacija. Copernicus je program Evropske unije, koji ima za cilj prikupljanje geoprostornih podataka i kreiranje Evropskog informacionog servisa, baziran na podacima satelitskog osmatranja Zemlje i neprostornih podataka sa terena [2].

Disiminacija prostornih podataka u ovom istraživanju je izvršena nad pan-evropskim podacima Copernicus Land servisa koji pokrivaju čitavu Evropu, za područje Republike Srbije. Portal koji je kreiran je u skladu sa OGC (Open Geospatial Consortium) standardima.

Standardizacijom geoprostornih podataka, geoprostornih formata za razmenu podataka i geoprostornih veb servisa [4], omogućava se veća interoperabilnost i iskorišćenost dostupnih geoprostornih podataka [45].

Za veliki broj ovih standarda direktno je zaslužan

i zadužen Open Geospatial Consortium (OGC) [3]. OGC konstantno radi na unapređenju standarda i na kreiranju novih standarda, kao potreba za sve većom količinom i raznovrnošću geoprostornih podataka koji se konstantno prikupljaju.

Ubrzani razvoj web i internet tehnologija, JavaScript, HTML5, CSS3 i različitih framework-a i biblioteka, omogućeno je kreiranje kvalitetnih, responzivnih web aplikacija [5].

Razvoj i korišćenje geoprostornih veb servisa je veoma važno, jer korisnicima „serviraju“ geoprostorne podatke putem interneta ili na lokalnoj mreži, na standardizovan način poštujući standarde OGC. Geoserver [6] i GeoNetwork [7].

Kada je reč o vizuelizaciji geoprostornih podataka, uglavnom prva stvar na koju se pomisli jeste karta. Karta ima različite definicije „karta je reprezentacija, u razmeri, i na ravnoj površini, odabranih delova Zemljine ili cele Zemljine površine“ [8]. Razvojem Google Maps-a [9], a kasnije OpenLayers-a [10], Leaflet-a [11] i drugih biblioteka, omogućen je razvoj i prikaz digitalnih 2D karata u veb pretraživaču.

Pojavom Google Earth-a 2005. godine pocinje revolucija 3D virtuelnih globusa. Danas, razvojem Cesium JavaScript biblioteke, dobijen je moćan alat za razvoj 3D virtuelnih globusa, bez instaliranja dodatka (plug-in-a), direktno u veb pretraživaču.

Razvojem internet tehnologija i veb servisa, stekli su se preduslovi za kreiranje kvalitetnih Geoportala. Značaj geoportala je veliki [12], jer značaj geoprostornih podataka postoji i maksimizira se jedino kada

---

Adresa autora: Stefan Milutinović, Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet, Beograd, Bulevar kralja Aleksandra 73

e-mail: milutinke@gmail.com

Rad primljen: 23.08.2017.

Rad prihvaćen: 30.01.2018.

se geoprostorni podaci mogu lako naći, pretraživati, vizuelizovati na odgovarajući način [13] i preuzimati.

Koristeći standardizovane podatke o podacima – metapodatke u skladu sa ISO i INSPIRE standardima, u kombinaciji sa veb servisima za katalogiranje geoprostornih podataka, kao što je GeoNetwork omogućava se lakše lociranje i čitljivost geoprostornih podataka na internetu i za korisnike i za softvere koje pretražuju geoprostorne podatke na internetu [14].

Podaci koji se koriste u ovom radu su otvoreni podaci open-data i sve prethodno navedene tehnologije, servisi i biblioteke koje se koriste su otvorenog tipa – open-source.

Open-data i open-source imaju veliki značaj kada je reč o iskorišćenosti geoprostornih podataka i mogućnosti primene podataka i kreiranja različitih geoinformacionih sistema [15], a naročito u naučnoj zajednici.

## 2. OPIS PODATAKA

Primer za kreiranje virtuelnog globusa i disimnacija prostornih podataka je izvršena na proizvodima Copernicus Land servisa i odnosne se na pan-evropske podatke [31] o zemljišnom pokrivaču.

Cilj servisa je prikupljanje i kreiranje ažurnih informacija o zemljišnom pokrivaču, kako bi se donele kvalitetne odluke i odgovorilo na probleme pogoršavanja kvaliteta životne sredine, gubitak kvalitetnog poljoprivrednog zemljišta, klimatske promene i druge probleme nastale menjanjem životne sredine pod uticajem čoveka. Dve vrste podataka su korišćene:

Corine Land Cover (CLC) [35] - Karta zemljišnog pokrivača, u vektorskom (\*.shp [32]) formatu, za područje Srbije, u epohama 2000, 2006. i 2012. godine i promene zemljišnog pokrivača između epoha.

High Resolution Layers (HRL) [34] – reč je o lejerima visoke rezolucije (20 m) u rasterskom (\*.tiff [33]) formatu za područje Srbije. Pruža informacije o konkretnim karakteristikama zemljišnog pokrivača i komplementarni su sa CLC podacima. Podaci sadrže informacije o nepropustljivosti zemljišta, gustina šuma i tip šuma.

Takođe u portal su uključeni i metapodaci. Metapodaci su u skladu sa INSPIRE inicijativom (Infrastructure for spatial information in Europe – inicijativa SDI za Evropu) u XML formatu [36].

## 3. IMLEMENTACIJA VIRTUELNOG GLOBUSA

### 3.1. Funkcionalni zahtevi veb aplikacije

Funkcionalni zahtevi aplikacije su:

- Vizuelizacija podataka
- Dobijanje informacija o podacima na konkretnoj lokaciji

- Preuzimanje podataka u vektorskom i/ili rasterskom formatu
- Pregled i preuzimanje metapodataka.

### 3.2. Tehnologije, servisi i biblioteke za razvoj geoportala

Ubrzani razvoj web tehnologija u poslednjih nekoliko godina doveo je do velikog izbora različitih tehnologija i komponenata za razvoj veb aplikacija.

Ova veb aplikacija je u potpunosti Client-Side [16] aplikacija, odnosno Single-Page [17], što znači da se celokupna aplikacija izvršava u veb pretraživaču i na jednoj veb stranici.

Sadržaj veb strana je u potpunosti definisan Hyper-Text Markup Language (HTML). Osim HTML-a, osnovni delovi za moderne browser-based (aplikacije koje rade u pretraživaču) uključuju JavaScript (JS) i Cascading Style Sheets (CSS) [18].

Single-Page aplikacije, su veb bazirane aplikacije koje učitavaju HTML stranicu i dinamički (uz pomoć JS) ažuriraju sadržaj stranica, kako korisnik interaguje sa veb aplikacijom [18].

Iz prethodnog, direktno sledi da tehnologije koje su korišćene za razvoj veb aplikacija su:

- JavaScript
- HTML5
- CSS3

Servis koji su korišćeni, jesu servisi koji su definisani od strane OGC, a koji implementira server za serviranje prostornih podataka Geoserver i to su:

- Web Map Service (WMS) – Servis za prikaz podataka u formatu slika [19];
- Web Feature Service (WFS) – Servis za kreiranje, modifikovanje i razmenu vektorskih formata. WFS [20] kodira i ramenjuje podatke u Geography Markup Language (GML) [21] formatu;

Za stilizaciju podataka serviranih preko WMS servisa koristi se, takođe OGC standard, Style Lazyer Descriptor – SLD. SLD je XML bazirana šema za stilizaciju prikaza simbola i boja vektorskih i rasterskih podataka [22].

Za stilizaciju veb aplikacije, odnosno stranice u ovom slučaju, korišćen je Bootstrap framework, takođe open-source alat, za razvoj responzivnog dizajna, koristeći HTML, CSS i JS [23].

Dve JavaScript biblioteke su korišćene su za razvoj veb aplikacije, jedna je Cesium, a druga Knockout.js.

Cesium.js [24] – je state-of-the-art open-source JavaScript biblioteka za 3D virtuelne globuse i karte. Cesium koristi WebGL (Web Graphics Library) [25]. WebGL dozvoljava programerima da iskoriste pun potencijal 3D kompjuterskog renderovanja.

Za razliku od Google Earth-a [26] koji je do sada bio dominantni 3D virtuelni globus, Cesium nudi mnogobrojne prednosti:

- Cesium je open-source, što znači da je besplatan za korišćenje i moguće je opsežno prilagođavanje od strane korisnika;
- Cesium omogućava 3D renderovanje direktno u veb pretraživaču, bez instalacije dodatka (plugin) koristeći WebGL;
- Cesium podržava 3D vizuelizaciju terena koristeći web servise za služenje podataka o terenu;
- Cesium podržava prikaz i preuzimanje podataka iz različitih izvora: WMS, TMS, WMTS, Bing Maps, Mapbox, OpenStreetMap, ArcGis MapServer, sve ostale standardne rasterske formate i sve standardne vektorske formate KML, GeoJSON, TopoJSON, za razliku od Google Earth-a koji podržava samo KML format podataka;
- Cesium podržava iscrtavanje 3D modela koristeći glTF [27] format, kojim se veoma efikasno vrši vizuelizacija miliona 3D objekata istovremeno na Cesium virtuelnom globusu. OGC je prepoznao kvalitet ovog formata i potrebu za standardizacijom formata za 3D tajlove, na čemu aktivno radi sa Cesium zajednicom;

Knockout.js – je besplatna, open-source biblioteka, bazirana na čistom JavaScript-u, što omogućava da radi sa svim veb okruženjima i skoro svim veb pretraživačima.

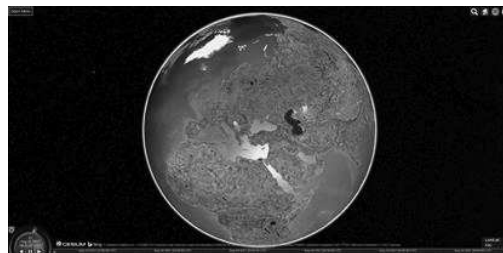
Knocout.js omogućava jednostavno kreiranje Single-Page aplikacija, implementirajući dinamični JavaScript korisnički interfejs kroz tzv. Model-View-ViewModel (MVVM) šemu. [21]. MVVM se sastoji od tri komponente:

- Model – predstavlja deo koji upravlja svim zadacima koji su povezani sa podacima [29]. Model sadrži informacije, a ne ponašanja i servise za manipulaciju podacima [30].
- View – (pogled) je odgovoran za grafički korisnički interfejs. To je jedina stvar preko koje korisnik vrši interakciju sa veb aplikacijom
- ViewModel – služi za upravljanje događajima koji se mogu pokrenuti tako što korisnik interaguje sa aplikacijom. ViewModel vrši interakciju sa Model-om u svrhu dobijanja podataka i generisanja View-a [29].

## 4. REZULTATI

### 4.1. Prikaz terena

Prednost virtuelnih globusa u odnosu na karte je upravo njihova 3D komponenta.



Slika 1 - Prikaz Cesium globusa

Cesium virtuelni globus (slika 1) omogućava nekoliko prikaza konfiguracije terena [37]. Sva tri su i implementirani u aplikaciji, kao što se može videti na slici (slika 2) i dati na raspolaganje korisniku da bira željeni i to:

Cesium Terrain Server - 3D konfiguracija terena visoke rezolucije za ceo svet, koji omogućava implementaciju efekata osvetljenja i senkiosvetljenjem, efektom vode, u zavisnosti od provajdera terena Elipsoid – koji kreira glatku površinu elipsoida, ali kome nedostaje realističan prikaz terena VT MAK VR-TheWorld Server – kreira teren koristeći karte visina dobijenih od VR-TheWorld Server-a.



Slika 2 - Prikaz Mount Everest-a na Cesium globusu koristeći Cesium Terrain Server

### 4.2 Manipulacija podataka

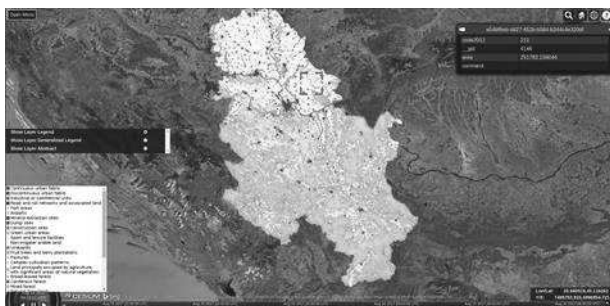
Svi podaci koji se koriste u veb aplikaciji servirani su preko Geoserver-a. Zbog eventualnih promena samog servera, dodavanja, brisanja ili editovanja postojećih podataka na serveru, aplikacija je napravljena tako da bude dinamična, odnosno nezavisna od toga. Koristeći WMS GetCapabilities [38] i WFS GetCapabilities [39] koji kao rezultat isporučuju XML [40] dokument, preko kojih je na odgovarajući način ekstrahovana lista svih dostupnih WMS i WFS lejera.



Slika 3 - Prikaz svih dostupnih lejera sa dodatnim opcijama

Prikaz svih dostupnih lejera (slika 3) omogućava nekoliko opcija. Korisnik ima opciju da prikaže/ugasi prikaz lejera na globusu, da menja njegovu providnost (transparency) i menja redosled iscrtavanja lejera na globusu, što je naročito korisno pri upoređivanju dva ili više lejera međusobno.

Prikaz lejera na globusu i informacije o lejeru (slika 4) prikazuje vizuelizaciju lejera na globusu. Takođe prikazane su informacije o lejeru, sa vrednostima, za konkretnu lokaciju na površini zemlje i koordinate lokacije (donji desni ugao) u WGS84 i 7. zoni Gaus-Kriggerove projekcije. Korisnik može da bira prikaz legende ili opislejera.



Slika 4 - Prikaz lejera na globusu i informacije o lejeru

Na slici (slika 5) korisnik može da preuzme lejer koji je izabran u meniju. Preuzimanje je dostupno u sve WMS formate, nebitno da li je reč o vektorskom ili rasterskom tipu lejera, i WFS formate, ako je izabrani lejer isključivo vektorskog tipa. Svi dostupni formati su podržani od strane Geoserver-a koristeći WMS GetMap [41] [42], odnosno WFS GetFeature [43] [44] servis.



Slika 5 - Izbor WMS i WFS formata za preuzimanje i pregled metapodataka

## 5. ZAKLJUČAK I DISKUSIJA

Količina geoprostornih informacija koje se svakodnevno prikupljaju su sve veće i veće. Zbog toga se veliki akcenat stavlja na standardizaciji prostornih podataka.

Ubrzani razvoj internet tehnologija doveo je do veće dostupnosti, a samim tim i veće mogućnosti korišćenja geoprostornih podataka. Da bi se geoprostorni podaci maksimalno iskoristili, potrebno je da korisnici mogu lako da pronađu podatke koji su im potrebni, da pregledaju podatke koje su našli i preuzmu podatke koji će im koristiti.

Ova aplikacija u potpunosti zadovoljava i koristi standarde geoprostornih tipova podataka, standarde geoprostornih veb servisa, i pruža standardizovane metapodatke o podacima koji se serviraju.

Ovim geoportalom zadovoljene su tri od pet funkcionalnosti mrežnih servisa definisani INSPIRE direktivom.

Ovakva arhitektura sistema, bazirana na standardizovanim veb servisima za deljenje geoprostornih podataka i katalogiranje geoprostornih podataka korišćenjem metapodataka, i to u open-source okruženju, pruža mogućnost za kreiranje različitih geoportala i geoprostornih aplikacija za vizuelizaciju i deljenje podataka i metapodataka na lokalnom, regionalnom i globalnom nivou.

## LITERATURA

- [1] Huadong Guo, Lizhe Wang, Dong Liang. „Big Earth Data From space: a new engine for Earth science“. *Science Bulletin*. Vol. 61(7), April 2016, pp. 505-513
- [2] Copernicus program. Preuzeto 15.08.2017 sa <http://www.copernicus.eu/main/overview>.
- [3] Open Geospatial Consortium. Preuzeto 15.08.2017. sa <http://www.opengeospatial.org/>.
- [4] Open Geospatial Consortium Standards. Preuzeto 17.08.2017. sa <http://www.opengeospatial.org/standards/commo>.
- [5] Farrukh Shahzad. *Modern and Responsive Mobile-enabled Web Applications*. Vol. 110, pp. 410-415, 2017.
- [6] GeoServer. Preuzeto 16.08.2017. sa <http://geoserver.org>.
- [7] GeoNetwork. Preuzeto 16.08.2017. sa <http://geonetwork-opensource.org/>.
- [8] Internacional Cartographics Association. „Terms of Reference“ 1980.
- [9] Google Maps. Preuzeto 17.08.2017. sa <https://developers.google.com/maps/>.
- [10] OpenLayers 3. Preuzeto 17.08.2017. sa <http://openlayers.org/>.
- [11] Leaflet. Preuzeto 17.08.2017. sa <http://leafletjs.com/>.
- [12] David J. Maguire, Paul A. Lognley. „The emergence of geoportals and their role in spatial data infrastructure“. *Computers, Environment and Urban Systems*. Vol. 29(1), Jan 2005, pp. 3-14
- [13] Jan H. Kwakkei et. al. „Visualizing geo-spatial data in science, technologz and innovation“. *Technological Forecasting and Social Change*. Vol. 81, pp. 67-81, Jan 2014.
- [14] Scott Simmons. „Metadata and Spatial Data Infrastructure“. *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. Comprehensive Geographic Information Systems*, pp. 110-124, 2018.

- [15] Xinyue Ye. „Open Data and Open Source GIS“. *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. Comprehensive Geographic Information Systems*. pp. 42-49, 2018.
- [16] Client-Side web applications. Preuzeto 15.08.2017.
- [17] Single-Page web applications. Preuzeto 15.08.2017. sa <https://msdn.microsoft.com/en-us/magazine/dn-463786.aspx>
- [18] Farrukh Shahzad. Modern and Responsive Mobile-enabled Web Applications. Vol. 110, 2017, pp. 410-415.
- [19] Web Map Service (WMS). Preuzeto 15.08.2017. sa <http://docs.geoserver.org/latest/en/user/services/wms/reference.html>.
- [20] Web Feature Service (WFS). Preuzeto 15.08.2017. sa <http://docs.geoserver.org/latest/en/user/services/wfs/reference.html>.
- [21] Geography Markup Language (GML). Preuzeto 15.08.2017. sa <http://www.opengeospatial.org/standards/gml>.
- [22] Style Layer Descriptor – SLD. Preuzeto 17.08.2017. sa <http://www.opengeospatial.org/standards/sld>.
- [23] Bootstrap framework. Preuzeto 15.08.2017. sa <http://getbootstrap.com/>.
- [24] Cesium JavaScript. Preuzeto 15.08.2017. sa <http://www.cesiumjs.org>.
- [25] Tony Parisi. Programming 3D Applications with HTML5 and WebGL. O'Reilly Media, Inc. 2014.
- [26] Google Earth. Preuzeto 21.08.2017. sa <https://www.google.com/intl/sr/earth/>.
- [27] GL Transmission format. Preuzeto 20.08.2017. sa <https://github.com/KhronosGroup/glTF/tree/master/specification/2.0>.
- [28] Knockout JavaScript. Preuzeto 15.08.2017. sa <http://knockoutjs.com/>.
- [29] Dragos-Paul Pop, Adam Altar. Designing an MVC Model for Rapid Web Application Development. „Procedia Engineering“. Vol. 69, 2014, pp. 1172-1179.
- [30] Jeremy Likness. Model-View-ViewModel. Preuzeto 15.08.2018. sa <https://www.codeproject.com/Articles/100175/Model-View-ViewModel-MVVM-Explained>.
- [31] Copernicus Program. Preuzeto 15.08.2017. sa <http://land.copernicus.eu/pan-european>.
- [32] ESRI Shapefile Technical Description (1998). Preuzeto 15.06.2017. sa <http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>
- [33] GeoTiff. Preuzeto 15.08.2017. sa <http://www.fileformat.info/format/tiff/egff.htm>.
- [34] Pan-European High Resolution Layers (HRL). Preuzeto 15.08.2017. sa <http://land.copernicus.eu/pan-european/high-resolution-layers/view>.
- [35] Copernicus Land Cover. Preuzeto 17.08.2017. sa <http://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/view>.
- [36] Copernicus Land Cover Metadata. Preuzeto 15.08.2017. sa [[http://inspire.ec.europa.eu/documents/Metadata/MD\\_IR\\_and\\_ISO\\_20131029.pdf](http://inspire.ec.europa.eu/documents/Metadata/MD_IR_and_ISO_20131029.pdf)].
- [37] Cesium Terrain Provider. Preuzeto 15.08.2017. sa <https://cesiumjs.org/tutorials/Terrain-Tutorial/>.
- [38] WMS GetCapabilities. Preuzeto 15.08.2017. sa [<http://docs.geoserver.org/latest/en/user/services/wms/reference.html#getcapabilities>].
- [39] WFS GetCapabilities. Preuzeto 15.08.2017. sa [<http://docs.geoserver.org/latest/en/user/services/wfs/reference.html#getcapabilities>].
- [40] Extensible Markup Language (XML). Preuzeto 15.08.2017. sa <https://www.w3.org/TR/REC-xml/>.
- [41] WMS GetMap. Preuzeto sa 15.08.2017. sa <http://docs.geoserver.org/stable/en/user/services/wms/reference.html#getmap>.
- [42] WMS GetMap Output Formats. Preuzeto 15.08.2017. sa <http://docs.geoserver.org/stable/en/user/services/wms/outputformats.html>.
- [43] WFS Get Feature. Preuzeto 15.08.2017. sa <http://docs.geoserver.org/stable/en/user/services/wfs/reference.html#getfeature>.
- [44] WFS GetFeature Output Formats. Preuzeto 15.08.2017. sa <http://docs.geoserver.org/stable/en/user/services/wms/outputformats.html>.
- [45] Trent M. Hare et. al. „Interoperability in planetary research for geospatial data analysis“. Planetary and Space Science. 13. April 2017

## SUMMARY

### DISSEMINATION OF COPERNICUS LAND MONITORING DATA FOR SERBIA THROUGH THE DEVELOPMENT OF GEOPORTAL ON CESIUM VIRTUAL GLOBE

*Goal of this paper is dissemination of Copernicus Land Monitoring data for Serbia using modern web technologies for developing responsive geospatial web application - geoportals. Paper describes importance of usage standardize geospatial data formats, geospatial web services, geospatial metadata. System architecture is completely made using modern open-source application such as Geoserver, GeoNetwork for geospatial web services and Cesium JavaScript for visualizing geospatial data u 3D virtual globe. This kind of system architecture can be used to create quality, scalable geoportals for various applications.*

**Key words:** Corine Land Services, Web Services, Geospatial, Cesium, Geoserver, Metadata, GeoNetwork