

UNIVERZITET U BEOGRADU  
RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET

Tehničko rešenje: Geoportal istražnih radova ugljenih basena Srbije

Beograd, 2015

Vrsta tehničkog rešenja	Softver M85
Autori tehničkog rešenja	Ranka Stanković, Nikola Lilić, Božo Kolonja, Olivera Kitanović, Dejan Stevanović, Dragan Ignjatović, Dinko Knežević, Ljiljana Kolonja, Aleksandra Tomašević, Milica Pešić-Georgijadis  Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, Đušina 7, nikola.lilic@rgf.bg.ac.rs
Naziv tehničkog rešenja	Geoportal istražnih radova ugljenih basena Srbije
Za koga je tehničko rešenje rađeno	Elektroprivreda Srbije, Beograd, RB „Kolubara”, Lazarevac
Godina izrade tehničkog rešenja	2015. u okviru projekta "Unapređenje tehnologije površinske eksploatacije lignita u cilju povećanja energetske efikasnosti, sigurnosti i zaštite na radu" (TR 33039) koji finansira Ministarstvo za prosvetu i nauku Republike Srbije u okviru programa istraživanja u oblasti Tehnološkog razvoja za period 2011-2015. godina
Verifikacija rezultata	Od strane recenzenata:  Prof. dr Ivan Obradović Prof. dr Samir Nurić
Ko je prihvatio tehničko rešenje:	Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet
Primena rezultata	Geoinformatika, rudarstvo, energetika, geologija

## **Oblast na koju se tehničko rešenje odnosi**

Tehničko rešenje se odnosi na novo softversko rešenje koje omogućava analizu geoprostornih i atributskih podataka o kvalitetu uglja u Elektroprivredi Srbije, uz GIS portal koji omogućava integrisanje tematskih slojeva koji se direktno i indirektno odnose na površinsku eksploataciju lignita u cilju povećanja energetske efikasnosti, sigurnosti i zaštite na radu. Softverskim rešenjem se ostvaruje interdisciplinarno integrisanje softverskih sistema koji se koriste u rudniku korišćenjem informaciono-komunikacionih tehnologija (ICT), geoinformacionih tehnologija, rezultata geoloških istraživanja i rudarske eksploatacije.

## **Problem koji se tehničkim rešenjem rešava**

Površinska eksploataciju lignita u Elektroprivredi Srbije odlikuju se veoma složenim sistemima uslovima, koje karakteriše veliki broj skupova podataka koje je potrebno analizirati kako bi se ostvarilo povećanja energetske efikasnosti, sigurnosti i zaštite na radu. Podaci iz istražnih radova su svakako osnov za kreiranje geološkog modela, koji u sprezi sa opremom koja se koristi za eksploataciju i zahtevima proizvodnje predstavlja osnovu za tehnološki model. Svi ovi podaci se prepliću kako prostorno tako i atributski, te je neophodno kreirati geoportal na kom bi bili dostupni svi skupovi podataka potrebni za povećanje energetske efikasnosti, sigurnosti i zaštite na radu. To je moguće ostvariti kroz celokupno povezivanje i nadogradnju postojećih sistema.

Savremena organizacija rudarskog kompleksa podrazumeva objedinjavanje informacionih tokova geoloških službi, laboratorija, službi za planiranje proizvodnje, eksploataciju uglja, dispečerskog sistema i menadžmenta. Međutim, u praksi, ovi sektori su, iako funkcionalno nerazdvojivi, delovi različitih sektora (organizacionih celina) i razmena informacija se odvija otežano i uglavnom kasni. U sklopu modernizacije i unapređenja poslovanja, uvedeno je više softverskih rešenja, koja uglavnom funkcionišu nezavisno, neka od njih nisu ni predviđena za višekorisnički simultani rad. Izgrađenim Veb portalom se omogućava integrisanje informacionih tokova, pretraživanje elektronskih resursa (dokumentacije, gridova, izvornih podataka,...) i vizuelizacija digitalnih karata (veb kartografije).

Komponente sistema pružaju podršku geološkom modeliranju, izradi geološke dokumentacije, planiranju proizvodnje implementacijom statističke i geostatističke analize velike količine podataka kompleksne strukture, potom selekcijom podataka po određenim kriterijumima uz obezbeđenje interoperabilnosti sa specijalističkim geološkim i rudarskim softverima (MINEX, Surpac, GDM, ArcGIS), čime se pruža podrška planiranju rudarskih radova i održivom upravljanju resursima.

Evropski Geoportal kao jedna od celina Evropske infrastrukture geoprostornih podataka (European Spatial Data Infrastructure, ESDI) olakšava povezivanje različitih servera i portala uz on-line pristup kolekcijama prostornih podataka i usluga na internacionalnom nivou (Bernard, 2005). Pozitivna iskustva ovog geoportala su iskorišćenja pri kreiranju geoportala istražnih radova EPSa.

## Stanje rešenosti ovog problema u svetu

Postoje brojni paketi za statistiku i geostatistiku, među kojima se izdvajaju R, MatLab, Statistika,... ali bi njihovo integrisanje sa BpUBS zahtevalo od korisnika rukovanje podacima koje prevazilazi znanja koja se očekuju od inženjera rudarstva i geologije. Alat Geostatistical Analyst ima mogućnost integrisanja svojih rutina sa .Net aplikacijama, što je iskorišćeno u konceptu ovog rešenja. Web geoportali se u svetu sve više koriste u različitim oblastima vezanim za upravljanje prirodnim resursima (David 2005), pa tako i u rudarstvu. Kreiranje centralnih repozitorijuma za pohranjivanje i publikovanje različitih skupova podataka je trend u svetskoj praksi koji sledi izgradnja prezentovanog rešenja. Standardizovani formati podataka i harmonizovani rečnici klasifikacije omogućavaju višestruko korišćenje podataka za različite namene i u različitim kontekstima (Kolonja, 2015). EarthResourceML (2013) je zasnovan na XML standardu za prenos podataka za razmenu digitalnih informacija o mineralnim pojavama, rudnicima i rudarskim aktivnostima, a koristi ISO i OGC standarde podataka, uključujući GML i GeoSciML.

## Suština tehničkog rešenja

Programsko rešenje BpUBS razvijeno kroz prethodne istraživačke aktivnosti tima je unapređenje geološke baze podataka softverskom komponentom za statističke i geostatističke analize. Baza podataka je implementirana u ArcSDE proširenju SQL Server baze podataka, a samo softversko rešenje je razvijeno u .Net-u. Procedure za logičku kontrolu podataka su unapređene, dopunjena je komponenta za uvoz/izvoz podataka i komunikaciju sa drugim komponentama sistema, implementirane su statističke analize, kao i upiti i skladištene procedure za pripremu i eksportovanje podataka za specijalizovane softvere: MINEX, Surpac, GDM, ArcGIS. Za kreiranje različitih vrsta variograma (oblaka, linijskih, mape) i ostale geostatističke analize se koriste procedure ArcGIS Geostatistical Analyst-a verzija 10.0, čije funkcionalnosti su povezane sa aplikacijom za upravljanje kvalitetom SUKU korišćenjem ArcObject modela i .Net softverske komponente, sledeći principe razvoja veb GIS rešenja (Pinde, 2011).

## Detaljan opis tehničkog rešenja sa karakteristikama:

### Korisnički interfejs geoportala

Interdisciplinarno integrisanje softverskih sistema koji se koriste na površinskim kopovima je ostvareno kroz povezivanje i nadogradnju postojećih sistema za koje su definisani interfejsi, metapodaci i formati razmene podataka kako bi ove heterogene komponente mogle da funkcionišu kao jedna celina. Harmonizacija domenskih rečnika klasifikacije je takođe bila važan preduslov za uspešnu integraciju.

Jedna od osnovnih komponenti je BpUBS -Baza podataka Ugljenih basena Srbije u kojoj su pohranjeni podaci o istražnim bušotinama, bunarima, laboratorijskim analizama, litologiji, geomehanici i sl. razvijena je kao Windows Desktop aplikacija instalirana u geološkim službama i Kolubari i EPS-u (Gojak, 2011). Postoji potreba da širi krug korisnika

ima uvid u neke od skladištenih podataka i da može da ih preuzme radi dalje analize i obrade u drugim alatima, te bi kreiranje veb portala u mnogome unapredilo razmenu podataka koja sada ide putem e-maila.

Aplikacija za modeliranje ležišta Minex je jednokorisnička aplikacija koja ne radi nad relacionim sistemom za upravljanje bazom podataka, već ima interni fajl sistem. Kao ulaz se koriste podaci iz BpUBS, a rezultat predstavlja model ležišta u vidu gridova (mreža), odnosno matrica blokova koje definišu krovine i podine ugljenih slojeva, debljine i kvalitet uglja u svakom bloku. Da bi tako kreirani gridovi bili dostupni i onima koji ne koriste Minex, koristi se centralna baza podataka i veb portal na kom se serviraju numerički podaci i kartografski veb servisi. Veb GIS omogućava prostornu vizuelizaciju istražnih radova digitalnim kartografskim slojevima koji se mogu preklapati prema konkretnim potrebama.

GIS portal omogućava preklapanje i drugih tematskih slojeva, na primer etaže, transportne trake, bageri, cevovodi, zgrade, putevi, elektromreža, trafostanice, merna mesta za prašinu i buku,... (Tomašević, 2012). Rezultat modeliranja buke i prašine, odnosno njihova distribucija se takođe mogu prikazati kao tematski slojevi na veb karti.

Upravljanje kvalitetom uglja integriše rezultat geološkog modeliranja, model opreme, tehnološke otkopne blokove, deponiju i sinhronizaciju rada bagera. Sistem za podršku odlučivanju integrisan u portal prenosi ključne agregirane podatke iz operativne proizvodnje. Analiza razlika kvaliteta uglja planiranog za otkopavanje i otkopanog uglja (Stevanović, 2014) treba da vrši kontinualnu evaluaciju sistema i da ukaže na eventualnu potrebu za doistraživanjima i unapređenjem geološkog modela, ali je to deo koji se može integrisati tek nakon realizacije projekta "Energetska efikasnost primenom ekološkog sistema za upravljanje kvalitetom uglja" u Rudarskom basenu "Kolubara".

Portal može da ima "klasičan" deo i geoportal deo koji treba da omogući pristup servisima pretraživanja i pregleda za određeni broj metapodataka, skupova prostornih podataka i servisa putem Interneta. Takođe, razvoj GIS-a omogućiće veću integralnost objedinjenog sistema na nivou celog basena, pa i EPS-a.

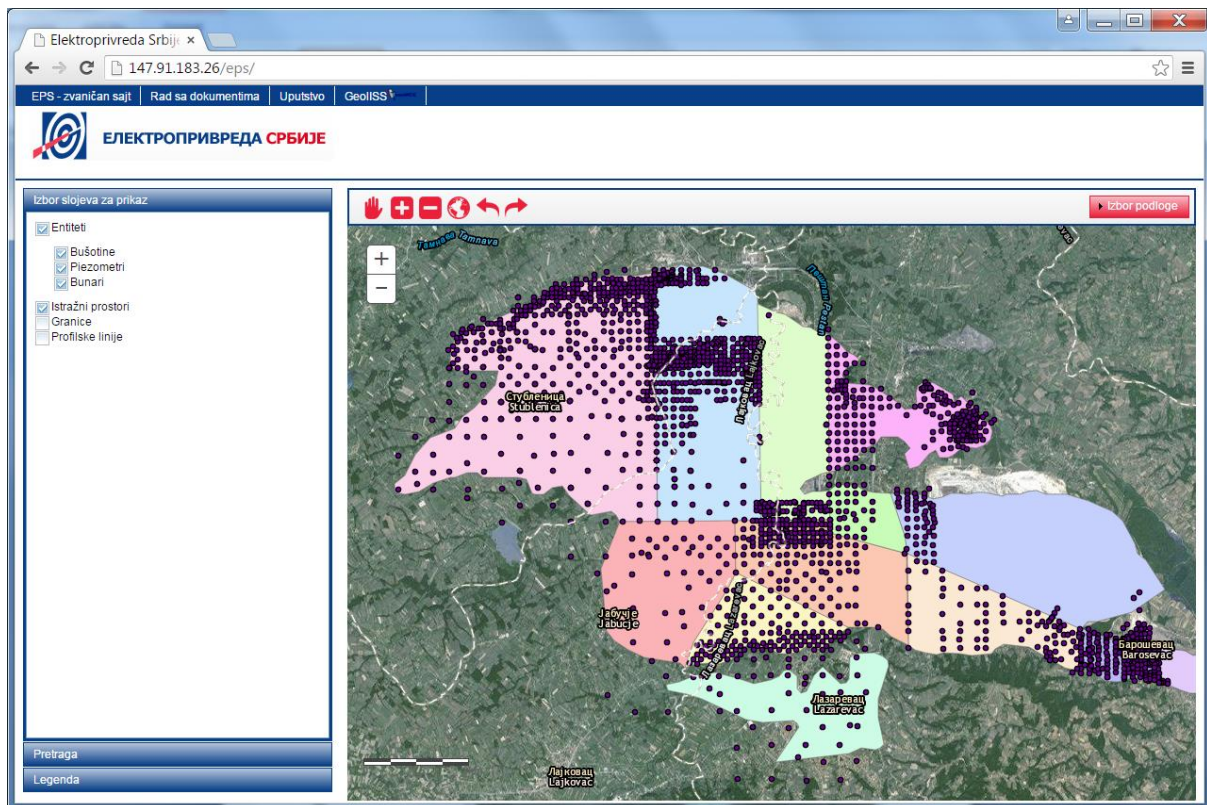
## Arhitektura sistema

Osnovne komponente sistema su:

- Geobaza sa podacima o RB Kolubara
- Geobaza sa istražnim radovima (BpUBS)
- Geoserver za upravljanje prostornim podacima
- Kartografski veb servisi
- Geoportal za prikazivanje veb servisa
- Veb portal sa dokumentacijom i ostalim neprostornim podacima

Geoportal je aplikacija koja objedinjuje sve GIS servise na jednom mestu i pruža popis i sistematizacija svih GIS servisa od značaja za funkcionisanje uz definisanje prava pristupa korisnicima na osnovu kojih se koriste GIS servisi. Važne funkcije geoportala su i indeksiranje i publikovanje geoprostornih metapodataka (slika 1), odnosno opisa GIS

informacija, čime se eliminiše redundantnost podataka, nedoslednost, kašnjenje i rasipanje sredstava.



Slika 1. Veb GIS deo portala sa istražnim podacima

Portal: veb aplikacija za održavanje metapodataka o resursima dostupnim putem geoportala i za njihovu dopunu i povezivanje sa ostalim komponentama informacionog sistema EPS-a, pruža podršku za opisivanje GIS karata, podataka, servisa, aplikacija itd. na jednom mestu. Ova aplikacija je namenjena korisnicima iz Kolubare i EPS-a, koji pristupaju pomenutim sadržajima shodno definisanim pravima pristupa. Značajan doprinos razvijenog sistema je obezbeđivanje sistematskog ažuriranja i dopunjavanja Geoportala podacima od značaja za unapređenje proizvodnje i upravljanje kvalitetom. Integrisanje pretraživanja dokumentacije će ubrzati i olakšati razmenu (dragocenih) podataka, a ujedno sačuvati od zaborava dokumentacioni materijal iz prethodnog (posleratnog) perioda.



Pregled eksternih dokumenata

Pretraga:

Naziv	Tip dokumenta	Naziv fajla	Autor	Datum kreiranja			
1	Elaborat o rezervama lignita u ležištu "Tamnava-zapadno polje"-Kolubarski basen-stanje 31.12.2004.g.	Elaborat	Text_Elaborata.doc	Kitanović Zoran, dipl.inž.geol.	05.10.2009.		
2	"Studija geohemijskih fizičko-hemijskih i petroloških osobina uglja Kostolačkog ugljonošnog basena"	Tekstualni dokument	Text_Studija	Institut za opštu i fizički hemiju	07.10.2009.		
3	Geološki stub polja E.jpg	Slika	GstuppE	Marija Velickovic	29.10.2015.		
4	OJ/Olm-126.25	Tekstualni dokument	OJ-Olm-126.25-SREDJENA.doc	Marija Velickovic	29.10.2015.		
5	Geohemija uglja Kolubarskog basena - Slika 1	Slika	Polje Radljevo-sever.jpg	Marija Velickovic	29.10.2015.		
6	Geohemija uglja Kolubarskog basena - Slika 2	Slika	Polje Tamnava-Istok.jpg	Marija Velickovic	29.10.2015.		
7	Geohemija uglja Kolubarskog basena - Slika 3	Slika	Polje Tamnava-Zapad.jpg	Marija Velickovic	29.10.2015.		
8	PoljeD-2015	rasterski	PoljeD-2015.dwg	Marija Velickovic	29.10.2015.		
9	Elaborat Polje E	elaborat	Elaborat Polje E_31.12.2007.doc	Marija Velickovic	29.10.2015.		
10	Petrografika ispitivanja	tekstualni	S-1 Petrografika ispitivanja.doc	Bogoljub Vuckovic	29.10.2015.		

Slika 2. Upravljanje dokumentacijom

## Kako je rešenje realizovano, gde se primenjuje, odnosno koje su mogućnosti primene

Softversko rešenje počinje da se primenjuje u Elektroprivredi Srbije u Beogradu i u RB „Kolubara”, Lazarevac. Konkretno, serverska instalacija baze podataka je u informacionom centru EPS-a, koordinaciju korišćenja i unapređenja sistema obavlja služba EPS-a: Proizvodnja uglja - Sektor za proizvodnju, preradu i transport uglja i otkrivke - Služba za geologiju, odvodnjavanje i vodosnabdevanje. Korisnici su inženjeri geologije i rudarstva u Direkciji za razvoj i investicije i geolozi na kopovima, koji se povezuju na centralni repozitorijum. Razvijeni analitički alati značajno unapređuju kvalitet obrade istražnih radova, procenu kvaliteta i rezervi uglja i vizuelizaciju rezultata. Prototip geoportala je u fazi testiranja i verifikacije na serveru <http://147.91.183.26/eps>, nakon čega će biti prebačen na produkcionu server u data centru EPS-a.

## Zaključak

Savremena organizacija rudarskog kompleksa podrazumeva objedinjavanje informacionih tokova geoloških službi, laboratorija, službi za planiranje proizvodnje, eksploataciju uglja, dispečerskog sistema i menadžmenta. Prikazanim softverskim rešenjem je ostvareno interdisciplinarno integrisanje postojećih softverskih sistema koji se koriste za analizu rezultata geoloških istraživanja i planiranje eksploatacije uglja na površinskim kopovima.

Geoportal omogućava prostornu vizuelizaciju istražnih radova digitalnim kartografskim slojevima koji se mogu preklapati prema konkretnim potrebama. Razvijeno veb GIS rešenje omogućava preklapanje i drugih tematskih slojeva, na primer etaže, transportne trake, bageri, cevovodi, zgrade, putevi, elektromreža, trafostanice, merna mesta za prašinu i buku,... Rezultat modeliranja buke i prašine, odnosno njihova distribucija se takođe mogu prikazati kao tematski slojevi na veb karti.

Za uvođenje u svakodnevne aktivnosti nije potrebna nikakva dodatna obuka, jer je interfejs intuitivan i postoji prigodno korisničko uputstvo. Sve aktivnosti i istraživanja opisana u ovom rešenju se u tehničko-tehnološkom smislu mogu realizovati i na drugim površinskim kopovima.

## Literatura

1. Bernard, L., Kanellopoulos, I., Annoni, A., & Smits, P., 2005, The European geoportal - one step towards the establishment of a European Spatial Data Infrastructure. *Computers, Environment and Urban Systems*.
2. David J. Maguire, Paul A. Longley, 2005, The emergence of geoportals and their role in spatial data infrastructures, *Computers, Environment and Urban Systems*, Volume 29, Issue 1, January 2005, Pages 3–14, *Geoportals*
3. EarthResourceML, 2013, Resource Repository <http://www.earthresourceml.org/>
4. Pinde Fu, Jiulin Sun, 2011., "Web GIS: Principles and Applications"
5. Gojak, Z., Mitrović, S., Stanković, R., Kitanović, O., 2011, BPUBS: Informacioni sistem za istražne radove ugljenih basena Srbije, Zbornik radova V međunarodne konferencije UGALJ 2011, Jugoslovenski komitet za površinsku eksploataciju, 2011, pp. 66-73, 978-86-83497-17-1
6. Jovanović, M., Tomašević, A., Stanković, R., 2010, Integrisanje alata za modeliranje ležišta u informacioni sistem za upravljanje kvalitetom uglja, 3rd International Symposium ENERGY MINING 2010, 08 - 11. September 2010., Banja Junakovic, Apatin, Serbia, Univerzitet u Beogradu - Rudarsko-geološki fakultet, pp. 503-509, ISBN 978-86-7352-215-9.
7. Kolonja, Lj., Stanković, R., Obradović, I., Kitanović, O., Cvjetić, A, 2015, Development of terminological resources for expert knowledge: a case study in mining, *Knowledge Management Research & Practice*, (14 September 2015) doi:10.1057/kmrp.2015.10KMRP.
8. Kresse, W., & Fadaie, K., 2004, „ISO standards for geographic information. Springer Science & Business Media.“
9. Stevanović, D., Banković, M, Pešić Georgiadis, M., Stanković, R. 2014, Approach to operational mine planning: Case study Tamnava West, *Tehnika, Savez inženjera i tehničara Srbije*, Beograd, pp. 952-959, ISSN 0040-2176.
10. Tomašević, A., Kolonja, Lj., Obradović, I., Stanković, R., Kitanović, O., 2012, "Razvoj ARCGIS geobaze površinskog kopa korišćenjem UML CASE alata/Using Uml Case Tools For Development Of An Open Pit Arcgis Geodatabase", *Podzemni radovi/Underground Mining Engineering*, 20-Univerzitet u Beogradu - Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, Srbija, pp. 89-98, ISSN 0354-2904.