Razvoj veb kartografske aplikacije SeismoPortal za predikciju štete prouzrokovane zemljotresom

NEMANJA S. PAUNIĆ, Univerzitet u Beogradu,
Građevinski fakultet, Beograd

Stručni rad
UDC:699.841:004.738.12
DOI: 10.5937/tehnika1705647P

U radu je prikazan razvoj veb aplikacije za predikciju štete prouzrokovane zemljotresom SeismoPortal, kroz radni okvir za izradu veb aplikacija Django sa prostornim modulom GeoDjango. Rad se pored tematike razvoja veb aplikacije bavi razvojem QGIS proširenja ZRisk za predikciju štete od zemljotresa za zgrade i ljude koji borave u tim zgradama, izraženom kroz oštećenje objekta u procentima i broju poginulih.

Ključne reči: Django, GeoDjango, QGIS, Python, predikcija štete, zemljotres

1. UVOD

Prema globalnoj statistici broj prirodnih katastrofa i ljudi pogođenih njima je u porastu. U odnosu na broj katastrofa, broj poginulih je u značajnoj meri redukovano od perioda sedamdesetih do danas. Međutim, taj broj je i dalje relativno visok. Na primer, u desetogodišnjim periodima od 1970. do 2010. god., kreće se od 50 do blizu 100 hiljada poginulih. [1]

Među njima, zemljotresi se izdvajaju kao jedan od najteže predvidljivih fenomena koji izazivaju značajne gubitke u pogledu ljudskih života i pričinjene materijalne štete. Prema globalnoj statistici u periodu od 1970. do 2010. godine izdvajaju se među 3 najuticajnije faktora ljudskih gubitaka u prirodnim katastrofama. Kao takvi procena je da su u ovom periodu odneli više od 160 hiljada ljudskih života. [1]

Republika Srbija je pristupila efektivnom smanjenju rizika od katastrofa, obezbeđujući izgradnju jedinstvenog sistema zaštite i spasavanja, u skladu sa Zakonom o vanrednim situacijama [11] i drugim propisima, kao i programima, planovima i drugim dokumentima, koji se odnose na zaštitu i spašavanje i civilnu zaštitu.

Međutim, nakon usvajanja ovih dokumenata, dakle nakon 2015. godine do danas, nije definisan zvanični globalni model podataka, kao ni metodologija ili

softversko rešenja za prikupljanje, njihov prikaz i manipulaciju nad njima u cilju upravljanja ili redukcije rizika.

U cilju što boljeg razumevanja ovih fenomena i donošenja ispravnih i pravovremenih odluka u kritičnim situacijama, ideja kombinovanja ekspertskih znanja i prostornih podataka kroz geografske informacione sisteme nije nova. To je rezultovalo razvojem različitih rešenja koja se nalaze u produkcijskoj upotrebi poput InaSAFE [3], HAZUS-MH [4] i OpenQuake [6] ili predloga različitih rešenja u prototipnoj fazi drugih autora [7, 8]. Iako svrha ovog rada nije direktno upoređivanje sa pomenutim produkcijskim ili prototipnim rešenjima, može se primetiti izvesna sličnost rešenja ZRisk sa QGIS proširenjem InaSAFE [3] u pogledu funkcionalnosti uz naglasak glavne razlike prilagođenog rešenja ZRisk radu sa vektorskim tipom podataka prema zahtevima Republičkog seizmološkog zavoda. Druge bitne razlike ogledaju se u testiranju mogućnosti drugačije razvojne tehnologije veb rešenja u odnosu na predloge pomenutih autora [7, 8].

Kroz ovaj rad obrađen je samo uski deo čiji je akcenat na ispitivanju mogućnosti ocene ljudskih gubitaka i ocene oštećenja zgrada u skladu sa mogućnostima geografskih informacionih sistema (GIS - a).

Kao direktni rezultati rada, nastala su dva besplatna softverska rešenja otvorenog koda, i to:

- ZRisk – QGIS proširenje za računanje ocene gubitka ljudi i oštećenja zgrada;
- SeismoPortal – Veb kartografska aplikacija za procenu štete od zemljotresa kao alternativa QGIS proširenju ZRisk;

Adresa autora: Nemanja Paunić, Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet, Beograd, Bulevar kralja Aleksandra 73

e-mail: paunicnemanja@gmail.com

Rad primljen: 28.06.2017.

Rad prihvaćen: 10.08.2017.

S obzirom na pretpostavku da Republika Srbija ne raspolaže svim neophodnim, prikupljenim i objedinjenim podacima, kao i da je terensko prikupljanje zahtevan, dugotrajan i skup proces, rad se bavi razmatranjem i razvojem kraudsorsing (eng. Crowdsourcing) dela aplikacije. Uloga ovog dela je brzo prikupljanje podataka neophodnih za predikciju ljudskih gubitaka i oštećenja zgrada bez neophodnosti ekspertskog učešća u prikupljanju, što predstavlja bitnu razliku među pristupima drugih autora [7, 9] koji pod ovim pojmom uglavnom podrazumevaju upotrebu kartografskih podloga koje su nastale kao kraudsorsing produkt. Takođe, rad se bavi i implementacijom interaktivnog kartografskog prikaza obrađenih podataka u realnom vremenu.

Rad je nastao kao odgovor na konkretne zahteve i problematiku Republičkog seizmološkog zavoda u cilju ocene gubitka ljudi i ocene oštećenja zgrada, uz neophodnu stručnu pomoć i podršku predstavnika Republičkog seizmološkog zavoda kroz neophodna objašnjenja i uvođenje u problematiku zemljotresa, rizika i upravljanja rizikom. Prikazane ideje, detalji i rešenja originalno predstavljaju delove nastale u toku izrade master rada [10] na Građevinskom fakultetu, Odseku za geodeziju i geoinformatiku.

Razvoj softverskih rešenja baziran je na simuliranim podacima čije karakteristike u osnovnim aspektima odgovaraju realnim primerima koji će uslediti u budućnosti.

2. IMPLEMENTACIJA

2.1. Funkcionalni zahtevi aplikacije ZRisk

Osnovne karakteristike za razvoj desktop rešenja ZRisk [26] za procenu rizika od seizmičkog hazarda nad zgradama i ljudima koji borave u tim zgradama, odnose se na sledeće zahteve iznete od strane Republičkog seizmološkog zavoda:

1. Razvijeno softversko rešenje treba da bude razvijeno kao desktop rešenje koje predstavlja proširenje softverskog paketa QGIS [12];
2. Razvijeno softversko rešenje treba da manipuliše ulaznim podacima zadatim u ESRI Shapefile formatu (*.shp) [13] tipa multipoligon (lejer sa seizmičkim hazardima) i poligon (lejer sa zgradama) kao i podatkom o vrednostima krivih povredljivosti za zgrade i ljude za odgovarajuću vrednost intenziteta seizmičkog hazarda, definisanom kao tabela u Delimited text formatu;
3. Softversko rešenje treba da ima sposobnost da izvrši linearnu interpolaciju vrednosti funkcije povredljivosti za zgrade i ljude ukoliko se vrednost komponente površinskog ubrzanja tla (eng. Peak ground acceleration, skr. PGA) nalazi između dve tablične vrednosti;

4. Softversko rešenje treba da pruži procenu rizika od seizmičkog hazarda za svaku pojedinačnu zgradu kao stepen oštećenja zgrade izražen u procentima;

5. Softversko rešenje treba da pruži procenu rizika od seizmičkog hazarda za ljude u svakoj od zgrada pojedinačno, izraženo u broju poginulih;

6. Izlazni podatak razvijenog softverskog rešenja je modifikovan ulazni lejer sa zgradama u koji su nakon proračuna upisani podaci o procenjenom riziku za zgrade i ljude koji u njima borave, takođe u ESRI Shapefile formatu (*.shp);

S obzirom na navedene zahteve realizovano je softversko rešenje bazirano na sledećoj arhitekturi: QGIS kao bazno GIS softversko okruženje za koje se razvija proširenje, programski jezik Python [14] kao programski jezik za razvoj proširenja, PyQt [15] skup modula povezanih sa Python-om namenjenim za izradu grafičkog interfejsa i QtDesigner aplikacija za izradu grafičkog korisničkog interfejsa (eng. Graphical User Interface, skr. GUI).

2.2. Funkcionalnosti aplikacije SeismoPortal

SeismoPortal [27] ima za cilj da prikaže koncept izrade kraudsorsing (eng. Crowdsourcing) veb aplikacije za proračun rizika od seizmičkog hazarda za zgrade i ljude.

Pojam kraudsorsing je relativno nov, a prema nekim autorima njegove definicije glase:

1. To je delegiranje zadataka velikoj grupi ljudi, gomili (eng. Crowd) umesto dodeljivanja takvih zadataka zaposlenima ili angažovanju drugih lica [20];
2. To je strateški model za privlačenje zainteresovanih pojedinaca ili zajednice (eng. Crowd) sposobnih da omoguće rešenje boljeg kvantiteta i kvaliteta na način koji tradicionalne metode nemaju [21];
3. To su metode pribavljanja rešenja za zadatke preko otvorenog poziva širokoj zajednici [22];
4. Novi model distribuiranog onlajn rešavanja problema u kome umreženi ljudi sarađuju u izvršenju zadatka [23];
5. To je poslovna praksa koja doslovno znači angažovati masu za rešavanje neke aktivnosti [24];

Na osnovu izloženih definicija i detaljnije analize nekih autora [19] može se zaključiti da je kraudsorsing termin u razvoju koji se menja pojavom novih primena. Većina autora se slaže oko činjenice da je to postupak koji angažuje veliku grupu ljudi (eng. Crowd) za rešavanje aktivnosti. Pri čemu postoje interesi te gomile koji najčešće nisu materijalni.

Imajući u vidu da je procena rizika od prirodnih hazarda projekat od javnog interesa, to daje ključno uporište ideji primene kraudsorsinga metodologije budući da je u interesu samih građana da poznaju uslove sredine u kojoj žive i rade. Takav pristup može se

smatrati uključivanjem širokog spektra ljudi u mere prevencije čime se vrši globalno podizanje svesti i bezbednosti. Ekonomski gledano, postojanje takve veb aplikacije omogućava siromašnim i infrastrukturalno slabije razvijenim zemljama da na relativno jeftin način izgrade svoju prostornu bazu podataka koja raspolaže visokim stepenom ažurnosti. Značajna karakteristika postojanja takvog rešenja može se ogledati i u njegovoj ponovnoj upotrebljivosti za iste ili slične probleme što dovodi do smanjenja redundantnosti prikupljenih podataka i omogućavanju njihove uniformnosti prilikom objedinjenja za nove analize i rešavanje kompleksnih problema.

U odnosu na funkcionalnosti ZRisk aplikacije, veb aplikacija SeismoPortal, pored procene štete od seizmičkog hazarda ima mogućnost interaktivne karte za pregled dobijenih rezultata i razmatra mogućnosti razvoja kraudsorsing dela koji služi da obezbedi brz i jeftin način prikupljanja podataka na terenu.

Veb aplikacija SeismoPortal ne predstavlja deo zahteva Republičkog seizmološkog zavoda, međutim, predložena je kao moguće rešenje čije karakteristike treba razmotriti. Dakle, ovaj deo rada predstavlja prikaz sveobuhvatnijeg rešenja čija bi primena mogla da smanji troškove prikupljanja terenskih podataka rezultujući istim ili višim kvalitetom podataka.

U skladu sa iznetim, pored navedenih funkcionalnih zahteva iz poglavlja 2, veb aplikacija bi trebalo da zadovolji i sledeće funkcionalnosti:

- Softversko rešenje treba da pruži mogućnost interaktivnog pregleda dobijenih rezultata procenjenog rizika od seizmičkog hazarda u vidu interaktivne karte;
- Softversko rešenje treba da pruži mogućnost prikupljanja nedostajućih podataka kroz kraudsorsing deo;
- Softversko rešenje treba da pruži mogućnost preuzimanja dobijenih podataka u nekom od standardnih formata;

S obzirom na definisane zahteve realizovano je softversko rešenje bazirano na sledećoj arhitekturi. Kao osnovni programski jezik za izradu serverskog dela aplikacije izabran je programski jezik Python. Za radni okvir (eng. framework) odabran je radni okvir za veb Django [16] sa svojim geoprostornim modulom GeoDjango [17] trenutne verzije 1.10. Za bazu projekta odabrana je PostgreSQL (sa PostGIS-om). Za klijentski deo aplikacije vezane za kartografski prikaz odabrana je Leaflet JavaScript [18] biblioteka.

3. OPIS ULAZNIH PODATAKA

Za verifikaciju rešenja korišćeni su podaci obezbeđeni su od strane Republičkog seizmološkog zavoda koji su definisani kao:

1. ESRI Shapefile „475 hazard“ sa geometrijskim podacima tipa multipoligon, koji predstavlja kartu seizmičkog hazarda za teritoriju grada Kragujevca (Slika 1) izraženu preko komponente površinskog ubrzanja tla PGA. Lejer raspolaže sa 11 različitih vrednosti PGA.

Slika 1 - Simulirana karta seizmičkog hazarda

2. ESRI Shapefile „zgrade“ sa geometrijskim podacima tipa poligon, koji predstavlja lejer sa horizontalnom predstavom 780 osnova zgrada za teritoriju grada Kragujevca (slika 2), definisanim preko sledećih atributa od značaja:

- broj stanara – predstavlja broj ljudi koji borave u zgradi,
- krivapov - predstavlja tip funkcije krive povredljivosti za datu zgradu,
- krivaljudi - predstavlja tip funkcije krive povredljivosti za ljude u datoj zgradi,
- oštećenje - predstavlja polje u koje će biti upisan ocenjen rizik izražen u oštećenju zgrade,
- ljudi - predstavlja polje u koje će biti upisan ocenjen rizik izražen u broju poginulih i
- PGA - predstavlja komponentu površinskog ubrzanja tla koja se dobija prostorne pripadnosti zgrade odgovarajućem multipoligonu karte hazarda.

NAME	ADDRESS	ADDRESS	USER	OFFICE	STANARIMA	KRIVAPOV	KRIVALJUDI	OSTEĆENJE	LJUDI	PGA
zgrade profila	NULL	NULL	NULL	NULL	44 pt	NT	NULL	NULL	NULL	0.290
Coverage 9	NULL	NULL	NULL	NULL	92 pt	NT	NULL	NULL	NULL	0.300
Public Building	NULL	NULL	NULL	NULL	28 pt	NT	NULL	NULL	NULL	0.310
Public Building	NULL	NULL	NULL	NULL	54 pt	NT	NULL	NULL	NULL	0.320
Public Building	NULL	NULL	NULL	NULL	54 pt	NT	NULL	NULL	NULL	0.330
Public Building	NULL	NULL	NULL	NULL	54 pt	NT	NULL	NULL	NULL	0.340
Public Building	NULL	NULL	NULL	NULL	54 pt	NT	NULL	NULL	NULL	0.350
Public Building	NULL	NULL	NULL	NULL	54 pt	NT	NULL	NULL	NULL	0.360
Public Building	NULL	NULL	NULL	NULL	54 pt	NT	NULL	NULL	NULL	0.370
Public Building	NULL	NULL	NULL	NULL	54 pt	NT	NULL	NULL	NULL	0.380
Public Building	NULL	NULL	NULL	NULL	54 pt	NT	NULL	NULL	NULL	0.390

Slika 2 - Simulirani lejer sa zgradama

3. Delimited text „povredljivost.csv“, tekstualni dokument tabličnim vrednostima funkcija povredljivosti za zgrade i ljude u zavisnosti od PGA (slika 3). Prema ovom fajlu postoje 4 tipa zgrade za koja su definisane vrednosti krivih povredljivosti. Vrednosti

sa oznakom h_n predstavljaju vrednost funkcije povredljivosti za ljude, dok vrednosti sa oznakom p_n predstavljaju vrednost funkcije povredljivosti za zgrade. Funkcije povredljivosti su diskretizovane sa 31 tačkom za koju postoji uređen par PGA (a_n) i vrednost odgovarajuće funkcije.

	a1	p1	h1	a2	p2	h2	a3	p3	h3	a4	p4	h4
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	0.021	0.000	0.000	0.020	0.000	0.000	0.113	0.002	0.000	0.071	0.001	0.000
2	0.042	0.000	0.000	0.041	0.000	0.000	0.227	0.009	0.002	0.142	0.003	0.001
3	0.064	0.000	0.000	0.061	0.000	0.000	0.340	0.022	0.005	0.213	0.007	0.002
4	0.085	0.000	0.000	0.081	0.000	0.000	0.454	0.043	0.010	0.284	0.013	0.003

Slika 3 - Definisane vrednosti krivih povredljivosti

Opisani podaci su dostupni u okviru online projekta ZRisk [26].

4. REZULTATI

4.1. Algoritam ocena rizika i rešenje ZRisk

Postupak ocene rizika može se predstaviti kroz nekoliko osnovnih koraka :

1. Učitavanje ulaznih podataka definisanih u poglavlju 2 ovog rada:

- Učitavanje lejera sa seizmičkim hazardom;
- Učitavanje lejera sa zgradama;
- Učitavanje funkcija povredljivosti;

2. Provera prostorne pripadnosti nekom od multipoligona seizmičkog hazarda za svaku zgradu:

- Provera prostorne pripadnosti svake zgrade multipoligonom lejera sa seizmičkim hazardom;
- Nakon utvrđene pripadnosti prepisivanje vrednosti PGA iz lejera seizmičkog hazarda u odgovarajuće polje lejera sa zgradama;

3. Linearna interpolacija za svaku zgradu:

- Linearna interpolacija vrednosti funkcije krive povredljivosti za zgrade;
- Linearna interpolacija vrednosti funkcije krive povredljivosti za ljude;
- Upis interpolovanih vrednosti funkcija povredljivosti u odgovarajuće polje lejera sa zgradama.

4. Procena rizika za svaku zgradu:

- Računanje rizika za zgradu izraženo u procentima;
- Računanje rizika za ljude u zgradi izraženo u broju poginulih;
- Upis sračunatih vrednosti rizika u odgovarajuća polja lejera sa zgradama;

Prikazani koraci predstavljaju osnovni algoritam koji je implementiran u ZRisk proširenje.

ZRisk predstavlja rešenje razvijeno prema zahtevima iznetim u odeljku 2.1. Dakle, to je proširenje softvera QGIS čijim pokretanjem se otvara dijalog (slika 4) koji korisnika uvodi u proceduru procene rizika od seizmičkog hazarda. Izborom funkcije proširenja u grafičkom delu ili pokretanjem proširenja iz menija Vector pokreće se ZRisk grafički interfejs u kome su neke vrednosti već inicijalno popunjene. Izborom iz ponuđene liste vrednosti, zadaju se zahtevana polja. Klikom na dugme OK pokreće se procena rizika.

Nakon uspešno završene procene javlja se informacioni dijalog koji daje potvrdu da su vrednosti oštećenja zgrada i broja poginulih uspešno sračunate.

Slika 4 - Rešenje Zrisk

Na testnom uzorku od 780 objekata na računaru relativno slabe procesorske moći (Intel Pentium T4500, 2.3 GHz) proračun rizika izvršava se u vremenskim intervalima manjim od 10 sekundi.

Testiranje proširenja je izvršeno na operativnim sistemima Linux Mint 17.3 x64 i Windows 10 x64, za QGIS verzije 2.14.5 i 2.16.1.

Na osnovu izvršenih testiranja nad simuliranim podacima može se zaključiti da je ZRisk uspeo u potpunosti da odgovori na tražene zahteve izložene u odeljku 3.

4.2. SeismoPortal

U skladu sa neophodnim funkcionalnostima (Odeljak 2.2.) SeismoPortal je razvijen tako da u pogledu templejta sadrži:

- Početnu stranu (slika 5);
- Interaktivnu kartu za prikaz gubitka ljudi (slika 6);
- Interaktivnu kartu za prikaz oštećenja zgrada (Slika 7);
- Interaktivnu veb formu za unos objekata (slika 8);
- Formu za registraciju korisnika na SeismoPortal;
- Formu za logovanje korisnika na SeismoPortal
- Podacima za preuzimanje u GeoJSON formatu (slika 9);

Početna strana po sebi nije neophodna za postojanje ove veb aplikacije i njene osnovne funkcionalnosti, međutim u skladu je idejom upućivanja i obaveštavanja potencijalnih posetilaca o kakvoj veb aplikaciji je zapravo reč.

Početna strana SeismoPortal-a (slika 5) sadrži glavni meni koji je prikazan na svakoj od strana aplikacije, kratko obaveštenje i predstavljanje korisniku, kao i dugme koje preusmerava na GitHub nalog [27] na kom je takođe objavljen kompletan kod projekta.

Slika 5 - SeismoPortal početna

Pored početne strane za veb aplikaciju koja se bavi procenom rizika, bilo bi poželjno da postoji još nekoliko strana koje su edukativnog tipa na temu upotrebe same aplikacije, obrade rezultata, njihove svrhe, daljih planova itd.

Slika 6 - Interaktivna karta za prikaz gubitka ljudi

Interaktivna karta za prikaz gubitka ljudi (slika 6) predstavlja prvi od rezultata dobijenih procenom rizika na osnovu ulaznih podataka. Ona predstavlja jednu od ponuđenih motivacionih vrednosti za korisnike koji su učestvovali u prikupljanju podataka. Takođe, ovakva karta je podjednako značajna i samoj instituciji koja prikuplja podatke.

Sa slike (slika 6) može se videti da karta raspolaže sa:

- Opcijom za zumiranje za pregled karte na različitim nivoima detaljnosti;
- Opcijom za vraćanje na predmetno područje ukoliko se ode van njega;
- Geolokacijom koja korisna funkcionalnost za lakše orijentisanje na karti;
- Pretragom po pojmovima definisanih u najvećoj besplatnoj bazi toponima GeoNames [25] koja je

slično geolokaciji značajna za pronalaženje određene adrese ili objekta;

- Interaktivnim dijalogom u kome se ispisuju informacije vezane za zgradu i procenu rizika izraženu u broju poginulih kada se klikne ili postavi kursor na zgradu od interesa;
- Opcijom za promenu baznog lejera koji je po podrazumevanoj vrednosti postavljen na Open Street Map (OSM) kartu, a nudi opciju satelitskog snimka i još par funkcionalnosti;
- Legendom koja na intuitivan način ukazuje vezu između procene broja poginulih i boje objekta. S obzirom na to da ne postoji zvanični katalog klasa i boja u radu je ovaj prikaz izvršen intuitivno. Zelenom bojom su predstavljeni objekti sa niskim brojem poginulih dok su crvenom bojom predstavljeni najnebezbedniji objekti sa visokim brojem poginulih;

Slika 7 — Interaktivna karta oštećenja zgrada

Interaktivna karta za prikaz oštećenja zgrada (slika 7) predstavlja drugi direktan rezultat procene rizika koja po svojim funkcionalnostima ima gotovo identična svojstva kao karta gubitka ljudi.

Razlika se ogleda u činjenici da se u interaktivnom dijalogu sada ispisuju vrednosti oštećenja zgrade umesto broja poginulih.

Druga razlika je u broju klasa za prikaz oštećenja objekta u procentima. Trenutno nepostojanje definisane zvanične klasifikacije stepena oštećenja je rezultovalo proizvoljnom klasifikacijom autora na 5 klasa. Korisnik, klikom ili prelazom kursora iznad željene zgrade, u interaktivnom dijalogu dobija informacije vezane za njen rizik od oštećenja.

Interaktivna veb forma (slika 8) predstavlja centralni deo aplikacije, tj. onaj deo koji se odnosi na kraudsourcing i najveću interakciju sa korisnikom, pa stoga predstavlja i najzahtevniji deo za razvoj.

U ovoj formi važnost funkcija za interaktivni prikaz dolazi do izražaja. Forma je zamišljena da prikaže geometriju svih objekata na nivou teritorije od interesa. U konkretnom slučaju, prikazuje raspoložive objekte na teritoriji grada Kragujevca.

Zahvaljujući funkcionalnostima panovanja i zumiranja, kretanje kroz veliku količinu podataka je jako lako. Međutim, kako bi se uštedelo vreme s obzirom na veliki broj objekata, na osnovu geolokacije moguće je izvršiti automatsko pozicioniranje u blizini zgrade.

Slika 8 - Interaktivna forma za kraudsorsing

Geolokacija takođe smanjuje grešku korisničkog unosa ukoliko postoji dilema prepoznavanja objekta. Mogućnost pretrage po adresama i pojmovima, služi kao alternativa za pomoć u orijentaciji. Na primer, korisnici koji budu unosili podatke nisu ograničeni nužno na stanare zgrade. Očekivanje da neko od stanara zgrade unese podatke za svoju zgradu je još uvek u domenu idealnog rešenja. Realno očekivanje je da deo podataka bude unet popisivačima na terenu, koji ne moraju poznavati kvart za koji prikupljaju podatke. Ovde, pretraga po adresama i objektima dolazi do izražaja.

Prilikom unosa forma razlikuje slučaj dopune informacije o objektu i slučaj kreiranja novog objekta. Na osnovu ulaznih podataka stekao se utisak realnosti ova dva slučaja.

Na primer činjenično stanje je da sve i da postoji geometrija objekta, ne postoje svi neophodni podaci kao što su godina izgradnje, tip konstrukcije, spratnost i broj stanara. Ti podaci direktno utiču na kategorizaciju objekta u pogledu krivih povredljivosti za ljude i objekte. U ovom slučajevima korisnik vrši dopunu podataka klikom na zgradu od interesa, a zatim unosom podataka u formu koja se pokreće nakon klika na zgradu.

Drugi slučaj reprezentuje primer nepostojanja zgrade u podacima (ali beleži se njeno postojanje na karti ili satelitskom snimku) usred recimo njegove nelegalnosti.

Iako je zgrada nelegalna, ne može biti zanemarena činjenica od opasnosti da neko pogine, pa se podaci i za ove objekte moraju prikupiti.

Šta više, intuitivnim razmišljanjem upravo među ovakvim objektima može biti onih koji su potencijalno najugroženiji. Primer nelegalne zgrade koja nije dobila dozvolu za izgradnju usled nepovoljnog terena (postojanja klizišnog područja). Sledeći primer bi bila zgrada

koja dobila dozvolu za izgradnju, ali nema upotrebnu dozvolu usled nepoštovanje projekta pri izgradnji radi investitorove uštede ili loše izvedenih radova. Neispunjenost standarda od kojih su neki direktno vezani za seizmički rizik direktno povećava rizik za ovakve zgrade.

Prilikom unosa podataka za drugi slučaj, korisnik najpre bira između alati za crtanje koje od kojih su raspoloživi poligon i pravougaonik. Nakon izbora, korisnik ucrtava geometriju zgrade. Nakon toga se pokreće forma za unos traženih atributa neophodnih za proračun.

Slika 9 - Mogućnost izvoza obrađenih podataka

Poslednja za sada podržana funkcionalnost koja pruža vrednost za korisnike je mogućnost izvoza obrađenih podataka u GeoJSON format (slika 9).

Na zadati upit iz baze je moguće u realnom vremenu dobiti sve obrađene podatke eksportovane u format GeoJSON. Navedena funkcionalnost je podržana, ali ne i implementirana u potpunosti. Preuzimanje kompletnih podataka usled većeg projekta je nepraktično. Međutim, definisanjem određenih korisnički upita ovaj problem bi mogao da bude lako prevaziđen, pa bi na primer u toj situaciji bilo moguće preuzeti podatke za određeni projekat, određeni datum prikupljanja, određeno naseljeno mesto i slično. Razvijanje ovakve funkcionalnosti nije predmet ovog rada.

Postojanje ove, praktične vrednosti za korisnike može se reći da je od najvećeg značaja zbog mogućnosti ponovne upotrebe podataka u neke druge svrhe i nove analize. Na dugoročnom planu to predstavlja elemenat novih ušteda u pogledu prikupljanja podataka što doprinosi izgradnji globalne nacionalne baze geoprostornih podataka.

5. ZAKLJUČAK I DISKUSIJA

Značajna karakteristika postojanja rešenja poput veb aplikacije SeismoPortal može se ogledati i u njegovoj ponovnoj upotrebljivosti za iste ili slične probleme što dovodi do smanjenja redundantnosti prikupljenih podataka i omogućavanju njihove uniformnosti prilikom objedinjenja za nove analize i rešavanje kompleksnih problema.

U trenutnoj fazi razvoja veb aplikacije SeismoPortal može se zaključiti da je se odabrana tehnologija pokazala kao prikladna da odgovori na probleme ovog tipa.

Primenom navedene tehnologije moguće je na relativno brz i jeftin način doći razvoja potpuno funkcionalnih GIS rešenja čija je primena moguća u srodnim oblastima.

Kao jedan od glavnih problema vezanih za primenu koncepta crowdsourcing metodologije u prikupljanju podataka, rad prepoznaje opasnost od greškom ili namerno unetih pogrešnih podataka. Takođe, zaključuje da je opasnost od lošeg unosa je neizbežna ali da se ova pojava može minimizovati.

SeismoPortal trenutno ne nudi ni jedno od rešenja zaštite od lošeg unosa, što je pored nepostojanja zvanično definisanog tipa podataka koji se prikupljaju, jedan od glavnih razloga zašto se ne može smatrati aplikacijom za korišćenje u realnim uslovima. Samim tim predstavlja veb aplikaciju korisnih funkcionalnosti koja u trenutnoj fazi nije u stanju da odgovori realnim zahtevima.

Preuzimanje kompletnih podataka usled većeg projekta je nepraktično. Međutim, definisanjem određenih korisnički upita ovaj problem bi mogao da bude lako prevaziđen, pa bi na primer u toj situaciji bilo moguće preuzeti podatke za određeni projekat, određeni datum prikupljanja, određeno naseljeno mesto i slično. Razvijanje ovakve funkcionalnosti predstavlja predmet budućih istraživanja.

SeismoPortal u trenutnoj verziji ne ograničava broj izmena. Dakle, korisnik može neograničen broj puta izmeniti isti objekat. To je dobro u slučaju greške u unosu, ali je loše u slučaju višekorisničkog rada kada bi slučajno ili namerno moglo da dođe do izmene podataka za neke objekte. Razmatranje odgovarajućeg pristupa predstavlja deo budućih istraživanja.

Takođe, kao tema za razmišljanje se nameće mogućnost prečestog ažuriranja podataka, kao i nepostojanje podataka u nekom od vektorskih formata poput formata ESRI Shapefile. Ovaj potencijalni problem mogao bi da se reši uvođenjem mogućnosti preuzimanja podataka koji predstavljaju zvanične preseke stanja u neko vremenskom periodu i koji su prevedeni u druge standardne formate za razmenu.

Usled dobro definisanog pojma rizika i načina njegove primene može se uočiti visoka korelacija u sličnosti procene rizika od seizmičkog hazarda sa procenom rizika od hazarda poplava i klizišta, koji u prethodnim godinama predstavljaju značajno aktuelniji problem od seizmičkog hazarda. Na osnovu toga, jedna od glavnih globalnih tema za unapređenje veb aplikacije kreće se u smeru razvoja novog, univerzalnijeg rešenja.

LITERATURA

- [1] Max Roser. „Natural Catastrophes“ [Internet]. [citirano 15.06.2017.]. Dostupno na: <https://ourworldindata.org/natural-atastrophes/>
- [2] Pranantyo, Ignatius Ryan, Mahardika Fadmastuti, and Fredy Chandra. InaSAFE applications in disaster preparedness (2015.). *AIP Conference Proceedings*. Vol. 1658. No. 1. AIP Publishing, 2015.
- [3] InaSafe [Internet]. [citirano 05.07.2017.]. Dostupno na: <http://inasafe.org/>
- [4] FEMA 2017. Hazus-MH [Internet]. [citirano 05.07.2017.]. Dostupno na: <https://www.fema.gov/hazus>
- [5] C. J. van Westen (end), D. Alkema, M. C. J. Damen, N. Kerle, & N.C. Kingma (2011). *Multi-hazard risk assessment*, Version 2011. United Nations University – ITC School on Disaster Geoinformation Management (UNU-ITC DGIM).
- [6] OpenQuake [Internet]. [citirano 05.07.2017.]. Dostupno na: <https://www.globalquakemodel.org/openquake/-about/>
- [7] Olyazadeh, Roya, et al (2016). Prototype of an open-source web-GIS platform for rapid disaster impact assessment. *Spatial information research* 24.3 (2016): 203-210.
- [8] Delipetrev, Blagoj, and Dimitri Solomatine (2015). Cloud computing application for water resources based on open source software and open standards—a prototype. *Geomatics Workbooks* n° 12 – "FOSS4G Europe Como 2015" 449-454.
- [9] Pasi, Riccardo, Cristian Consonni, and Maurizio Napolitano (2015.). Open Community Data & Official Public Data in flood risk management: a comparison based on InaSAFE. *FOSS4G-Europe 2015, the 2nd European Conference for for Free and Open Source Software for Geospatial*, Como, 2015.
- [10] Nemanja Paunić (2016.) *Razvoj veb kartografske aplikacije za procenu štete od zemljotresa – master rad*. Građevinski fakultet Univerzitet u Beogradu, odsek za geodeziju i geoinformatiku.
- [11] Zakon o vanrednim situacijama („Sl. glasnik RS“, br. 111/2009, 92/2011)
- [12] QGIS. About [Internet]. [citirano 15.06.2017.]. Dostupno na: <http://www.qgis.org/en/site/about/>
- [13] ESRI Shapefile Technical Description (1998.) [Internet]. [citirano 15.06.2017.]. Dostupno na:

- <http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/-shapefile.pdf>
- [14]Python. About – Getting Started [Internet]. [citirano 15.06.2017.] Dostupno na: <https://www.python.org/about/gettingstarted/>
- [15]PyQt [Internet]. [citirano 15.06.2017.]. Dostupno na: <https://www.qt.io/>
- [16]Django [Internet]. [citirano 15.06.2017.]. Dostupno na: <https://www.djangoproject.com>
- [17]GeoDjango. Tutorial [Internet]. [citirano 15.06.2017.] Dostupno na: <https://docs.djangoproject.com/es/1.10/ref/contrib/gis/tutorial>
- [18]Leaflet [Internet]. [citirano 15.06.2017.]. Dostupno na: <http://leafletjs.com/>
- [19]Estellés-Arolas E, Ladrün-de-Guevara F. (2012.). Towards an integrated crowdsourcing definition. *Journal of Information Science*, 38.
- [20]Alonso O. and Lease M. (2011.). Crowdsourcing 101: Putting the WSDM of Crowds to Work for You. In: Proc. 4th ACM International conference on Web search and data mining, WSDM'11, ACM, New York, 2011.
- [21]Brabham D. C (2008.). Crowdsourcing as a Model for Problem Solving: An Introduction and Cases, Convergence. *The International Journal of Research into New Media Technologies* 14(1), 2008.
- [22]DiPalantino D. and Vojnovic M. (2009.). Crowdsourcing and all-pay auctions. In: Proc. 10th ACM conference on Electronic commerce. EC '09, 2009.
- [23]Vukovic M, Crowdsourcing for enterprises (2009.). In: Proc. of the 2009 Congress on Services – I, IEEE Computer Society, Washington, DC, USA 2009.
- [24]Howe J (2008.). *Crowdsourcing, How the Power of the Crowd is Driving the Future of Business*. Business Books, Great Britain, 2008.
- [25]GeoNames [Internet]. [citirano 15.06.2017.]. Dostupno na: <http://www.geonames.org/>
- [26]Git Hub repozitorijum aplikacije ZRisk [Internet]. [citirano 15.06.2017.]. Dostupno na: <https://github.com/nempau/ZRisk>
- [27]Git Hub repozitorijum aplikacije SeismoPortal [Internet]. [citirano 15.06.2017.]. Dostupno na: <https://github.com/nempau/seismoPortal>

SUMMARY

DEVELOPMENT OF SEISMOPORTAL WEB APPLICATION FOR DAMAGE PREDICTION CAUSED BY EARTHQUAKES

This paper describes development of SeismoPortal web application for damage prediction caused by earthquakes, using Django framework with GeoDjango spatial module. Besides the development of web application, the paper deals with development of ZRisk plugin for QGIS that estimates the risk caused by earthquakes to populations and buildings, from earthquakes, expressed in percentage of building damage and in number of casualties.

Key words: Django, GeoDjango, QGIS, Python, Damage prediction, Earthquake