



## GI ASPEKTI KONTINUALNOG PRAĆENJA INDIKATORA HAZARDA NA TERITORIJI VOJVODINE

**Srđan Popov, Dušan Sakulski, Đorđe Ćosić**

Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

### Abstract:

U proteklom periodu detektovano je više desetina požara u zoni Nacionalnog parka Fruška gora, koji su prčinili značajnu materijalnu štetu i skrenuli pažnju javnosti na ranjivost životne sredine. Prepoznatljivi su hronični negativni vodni bilans Vojvodine i višegodišnje suše koji u nanose štetu poljoprivredi. Poljoprivreda je, kao i stanovništvo, takođe ugrožena od plavljenja nereguliranih rečnih tokova. Geoinformatički aspekti prostorno vremenske distribucije pomenutih hazarda na ovoj teritoriji, kao i načini i mogućnosti primene informacionih, satelitskih i komunikacionih tehnologija u što ranijem upozorenju i minimiziranju posledica njihovog nastanka, tema su ovog rada.

### Key words:

geografski informacioni sistemi,  
hazard,  
rizik,  
prostorno vremenska distribucija.

### UVOD

Iz socio-ekonomskih i humanih razloga je potrebno smanjenje rizika od hazardnih događaja. Dominantni parametri, koje treba pratiti su hazard, ranjivost, izloženost, i izdržljivost. Smanjenje rizika podrazumeva smanjenje nekih od navedenih parametara. Za prostorno-vremensko praćenje svakog od navedenih parametara neophodan je čitav niz indikatora. Za svaki od izabranih indikatora značajni ulazni podaci se mogu kontinualno prikupljati iz različitih izvora, koncentrisani kroz jedan servis [3] ili pak generisati tačku koncentracije servisa.

Problem ovakvog i sličnih istraživanja jeste utvrđivanje mogućnosti uspostavljanje servisa za prikupljanje satelitskih snimaka i senzorskih podataka sa različitih platformi (stacionarnih, pokretnih, zemaljskih, atmosferskih ili satelitskih) za potrebe kontinualnog praćenja indikatora hazarda. Kontinualno prikupljanje ulaznih podataka sa terena, koje uključuje ljudski faktor, u domenu srednjih i velikih razmera, postaje sve skuplje. Sa druge strane satelitski snimci pokrivaju veći deo teritorije. Iz njih se mogu dobiti značajni ulazni podaci za potrebe zaštite životne sredine, upravljanja prirodnim i vodnim resursima, i smanjenja rizika od događaja sa katastrofalnim posledicama.

Svakodnevne operativne aktivnosti u mnogim oblastima, pa i u smanjenje rizika od hazarda sa katastrofalnim posledicama, suočavaju se sa problemom nedostatka adekvatnih informacija. Potrebna je optimizacija i automatizacija prijema, protoka i primene satelitskih snimaka i senzorskih podataka za potrebe kontinualnog prostorno-vremenskog praćenja indikatora.

Za početak je trebalo detektovati karakteristične prirodne hazarde u Vojvodini, potom pronaći postojeće servise za dobavljanje podataka, pokrivenost servisima i formate podataka. Sledeći korak je uspostavljanje komunikacionih protokola za kontinualan prijem odabranih serija. Nakon toga treba rešiti problem sladištenja heterogenih i često anahronih podataka. Dok je modelovanje, vizuelizacija i interoperabilnost karakterističnih serija i tumačenje podataka naredni korak.

### PRIRODNI HAZARDI NA TERITORIJI VOJVODINE

Teritorija Pokrajine Vojvodine u Republici Srbiji, na žalost, nije izuzetak kada su u pitanju hazardne pojave. Njena teritorija je takođe kontinualno izložena različitim tipovima hazardnih pojava čiji je uticaj često tragičan.

TABELA 1. KATASTROFE I BROJ ŽRTAVA U SRBIJI ZA POSLEDNJIH 15 GODINA (CRED)

Katastrofa	Datum	Br. žrtava
Poplava	Jul-1999	11
Ekstremne Temperature	Jan-2006	3
Ekstremne Temperature	Jul-2000	3
Poplava	Apr-2005	2
Poplava	Nov-1992	1
Zemljotres	Apr-2002	1

Tabela 1. prikazuje broj ljudi pogodjenih katastrofama, na teritoriji Srbije, u poslednjih 15 godina. Evidentno je da je najfrekventniji hazard na našoj teritoriji poplava.



Od 2000.godine pa do danas zabeležene su letnje temperature najviše od kada postoje merenja na teritoriji Srbije, a posebno Vojvodine. Odstupanja od srednjih letnjih temperatura od proseka bila su znatna. Broj tropskih dana i tropskih noći bile su dvostruko, a ponegde i trostruko veće od uobičajenih.

Materijalna šteta od prirodnih katastrofa takodje ima rastući trend. Razlozi za to su dvojake prirode: broj prirodnih katastrofa je se povećava, a što je još značajnije, obim i vrednost izgrađene infrastrukture je u stalnom porastu, kao posledica sve veće urbanizacije.

TABELA 2. KATASTROFE I BROJ LJUDI POGODJENIH U POSLEDNJIH 15 GODINA (CRED)

Katastrofa	Datum	Br. ljudi pogodjen
Poplava	Jul-1999	70,678
Poplava	Apr-2006	35,000
Poplava	Nov-1992	6,000
Poplava	Apr-2000	4,000
Poplava	Apr-2005	3,790
Poplava	Jun-2002	2,400
Poplava	Dec-2000	2,000
Poplava	Feb-2006	1,200
Epidemija	Avg-1999	699
Poplava	Dec-1999	330

Kada god se na teritoriji Republike Srbije/Vojvodine dogodila katastrofa, bilo prirodna ili izazvana ljudskom aktivnošću, reakcija je bila haotična, što je samo po sebi predstavljalo jednu novu katastrofu. U osnovi, regulative vezane za katastrofalne pojave jesu "reaktivne". Bazirane su na starim regulativama iz domena civilne zaštite, isključivo se odnose na hitne reakcije neposredno posle događaja, i nastavlja se bez koordinacije, delimično u pravcu opravka i rehabilitacije.

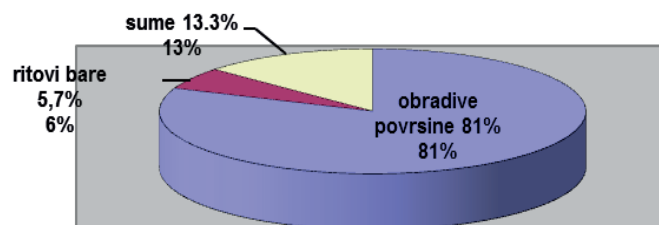
## POPLAVA JE DOMINANTNI HAZARD

Ako posmatramo ostvarenja hazarda u proteklih 15 godina, poplava se nameće kao dominantna. Kao najvažniji indirektni uzroci poplava mogu se navesti sledeći:

- ♦ veličina i oblik sliva
- ♦ gustina rečne mreže
- ♦ reljef i njegove karakteristike
- ♦ zasićenost zemljišta vodom
- ♦ stanje vodostaja podzemnih voda
- ♦ stepen pošumljenosti i način obrađivanja poljoprivrednih površina u slivu
- ♦ ljudski faktor odnosno ne pridržavanje određenih propisa
- ♦ požari većih i manjih razmera koji uništavaju šume i biljni svet, čime omogućavaju erozije, klizišta, promene klime
- ♦ neredovno i nedovoljno pažljivo čišćenje nanosa u rekama i akumulacijama

- ♦ nedovoljno odgovarajućih odbrambenih nasipa, obala i utvrda
- ♦ promene klime na našem geografskom području

Teritorija Vojvodine je uvek bila izložena opasnosti poplava. Smatra se da je 46% ukupne teritorije Pokrajine ugroženo od nje. Ukupna površina teritorije Vojvodine iznosi 2.150.600 ha. Od toga je 81% obradivo zemljište, 13,3% šume i neplodno zemljište, dok 5,7% zemljišta zauzimaju ritovi, bare, ribnjaci i močvare.



Sl. 1. Korišćenje zemljišta u Vojvodini

Zaštita od spoljnih voda na teritoriji Vojvodine je jedna od prvih vodoprivrednih delatnosti koje su se pojavile. Naročito su intenzivni radovi na izgradnji nasipa početkom 20. veka. Kao posledica poplava koje su se desile na Dunavu 1965. god. usvojen je jedinstven princip izgradnje i rekonstrukcije odbrambene linije u Vojvodine.

Radovi i mere na zaštiti od poplava se mogu podeliti u pet aktivnosti:

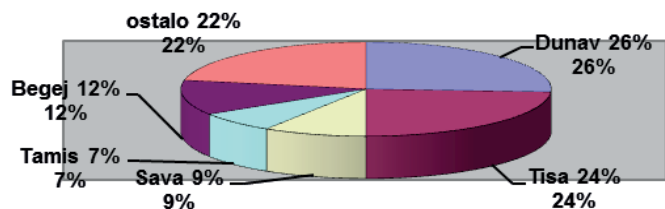
- ♦ Prikupljanje, obrada i distribucija hidrometeo podataka i informacija;
- ♦ Izučavanje hidrološkog režima kompletnih slivova reka i manjih vodotoka;
- ♦ Saradnja sa susednim državama oko izgradnje i održavanja objekata u slivu korita koji mogu da utiču na vodostaj;
- ♦ Investiciona ulaganja u odbrambene objekte;
- ♦ Sprovođenje operativne odbrane od poplava;

Bitno je napomenuti da su odbrambeni sistemi, naročito izgradnja nasipa uticalo da se podigne nivo vode u rekama. Takođe su se u zadnji sto godina vanredne odbrane od poplava javljale svakih sedam godina. Vanredne odbrane se sprovode kada, konkretno za reku Dunav, vodostaj dostigne sedam metara.



Sl. 2. Promene vodostaja (izvor: RHMZ)

U Vojvodini se odbrana od poplava sprovodi na ukupnoj dužini oko 1200 km rečnog toka. To je oko 1361,84 km nasipa.



Sl. 3. Odbrana od poplava u Vojvodini

Za izgradnju nasipa na Dunavu, Savi i Tisi usvojeni su sledeći kriterijumi:

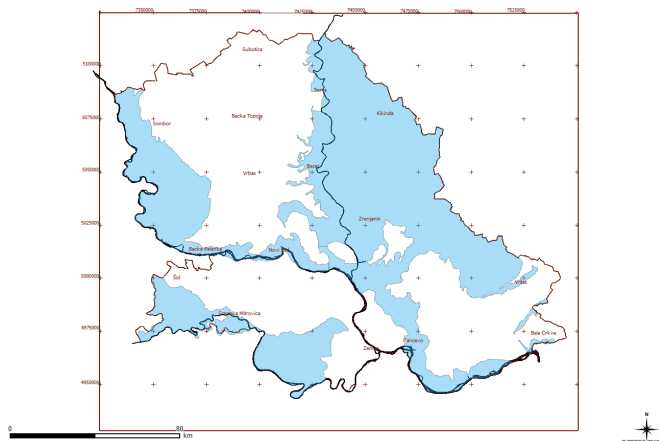
- ◆ Računski vodostaj je 1%,
- ◆ Nadvišenje nad računskim vodostajem je 1,2 m,
- ◆ Nadvišenje nad računskim vodostajem u velikim gradovima je 0,7 m.
- ◆ Glavni problemi kod odbrane od poplave su sledeći:
- ◆ Nedovoljna visina nasipa u odnosu na merodavnu veliku vodu,
- ◆ Nepovoljan poprečni presek nasipa,
- ◆ Neizgrađenost regulacionih građevina za zaštitu obale od erozionog dejstva,
- ◆ Loše fundiranje tela nasipa na mestu preseka rukavaca,
- ◆ Zaštitni šumski pojas se približio telu nasipa tako da ga korenje oštećuje,
- ◆ Veliki broj oštećenja u nožici nasipa usled delovanja životinja.

Na području Vojvodine od 1% velike vode(100 godina povratni period) ugroženo je:

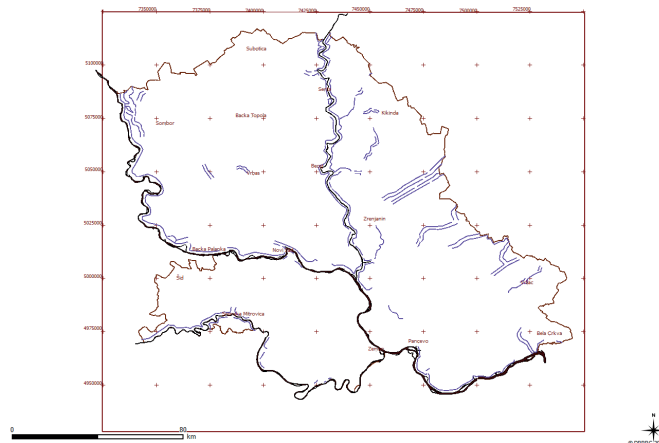
- ◆ 1.000.000,00 ha površine,
- ◆ 260 naselja,
- ◆ 3.840 km puteva i 150 km pruga,
- ◆ 800 industrijskih objekata.

Od većih naselja ugroženi su Novi Sad, Apatin, Bačka Palanka, Senta, Ada, Bečež, Titel, Novi Bečež, Zrenjanin, Sremska Mitrovica, itd...

Slike ilustruju plavne površine kao i odbrambene linije na području Vojvodine.



Sl. 4. Plavne površine u Vojvodini(JP Vode Vojvodine)



Sl. 5. Odbrambene linije na području Vojvodine(JP Vode Vojvodine)

## MODEL GI SISTEMA

Model GI sistema koja se bave informacijama potrebnim za analizu rizika od događaja sa katastrofalnim posledicama je posao koji je već više puta rađen[1][2][3]. Ipak, zbog prirode postojećih sistema, često je to namenski pisana aplikacija. Problem je u tome što ako želite da se povežete na drugačiji sistem, mora se praviti nova aplikacija. Na ovaj način mnogo truda i budžet se troši za stvaranje izolovanih aplikacija. Sa ovim pristupom veza između pojedinačnih čvorova je često osetljiva i otežava interoperabilnost. Promene u jednom sistemu imaju nepredvidive uticaje na ostale i za konektore je potrebno mnogo nege i pažnje. Ovaj problem propagira eksponencijalno sa brojem povezanih sistema. To je razlog zašto softverski pristup integraciji, koji je korišćen u prošlosti, više nije prihvatljiv. Tehničko rešavanje problema je veoma skupo za zainteresovane institucije.

Dostupnost informacija koje su potrebne za analizu rizika od događaja sa katastrofalnim posledicama je veoma osetljivo pitanje. One su heterogene po više osnova, i često bez obzira što postoji tehničko tehnološka dostupnost, korisnicima su nedostupne zato što ne znaju da postoje, ne znaju gde mogu da ih dobave, ili ne mogu da prepoznaju njihovu upotrebnu vrednost.

Namena predloženog modela je da prevaziđe prethodno navedene probleme. Model je postavljen na osnovu tri premissa:

1. Institucije koje se mogu smatrati kao stvaraoci i korisnici podataka, pre svega Republički hidrometeorološki zavod, Javna vodoprivredna preduzeća, Vojnogografski institut i sl. trebaju da razvijaju lokalne infrastrukture podataka i da poštuju u njima sve specifičnosti oblasti u kojima se nalaze. Oni se nalaze u "data driven" zoni modela. Jedino odnos sa drugim akterima ovog modela treba da bude kroz standardne OGC/ISO servise (WMS, WFS, WCS, GML, CityGML, KML, Web3D...).
2. Nacionalni 3D SDI repozitorijum sa bazom skupih, frekventno potrebnih i retko promenljivih podataka. Odnosno podataka koji su ostalim akterima potrebni, a sami nisu tehnološki, finansijski, kadrovski, politički, ili zbog orijentacije poslovanja



u mogućnosti da ih dobave. Ovaj 3D SDI mora da ima model terena nacionalne teritorije, senzorske snimke iz različitih satelitskih sistema, vremenske serije satelitskih snimaka, avio snimke velike rezolucije zona od posebnog interesa (posebno zona koje su pod velikim rizikom). I ova komponenta modela je u "data driven" zoni i odnos sa drugim akterima ovog modela takođe treba da bude kroz standardne OGC/ISO servise (WMS, WFS, WCS, GML, CityGML, KML, Web3D...).

3. Tačke koncentracije podataka zasnovane na 3D vizualizacionim servisima koje služe svim akterima da u kontekstu 3D scene i situacije vide dostupne podatke u prostornom odnosu, i preuzmu ih ili u koncentraciono/vizualnom 3D formatu direktno sa tačke koncentracije, ili kada znaju koji im podaci trebaju (na osnovu 3D scene), direktno od stvaraoča ili dobavljača podatka. Ova komponenta modela je u "Event driven" zoni i primarno je zasnovana na 3D vizualizacionim servisima CityGML/KML/Web3D.

## UPRAVLJANJE PODACIMA

Upravljanje podacima je u srcu SDI-a. Moćna baza podataka je potrebno za efikasno upravljanje i administriranje 3D podataka[4][5]. Objektno-relacione baze podataka kao što su PostGIS ili OracleSpatial su već uspešno primenjene za rukovanje geografskim informacijama. Mnogo posla je već urađeno u tom pogledu. U cilju stvaranja 3D sloj za skladištenje podataka koji može da se koristi kao izvor za našu W3DS, testirane su komercijalne i otvorene baze podataka o mogućnostima geometrije modela, izvornih formata, dostupnost[6][7][8], itd.

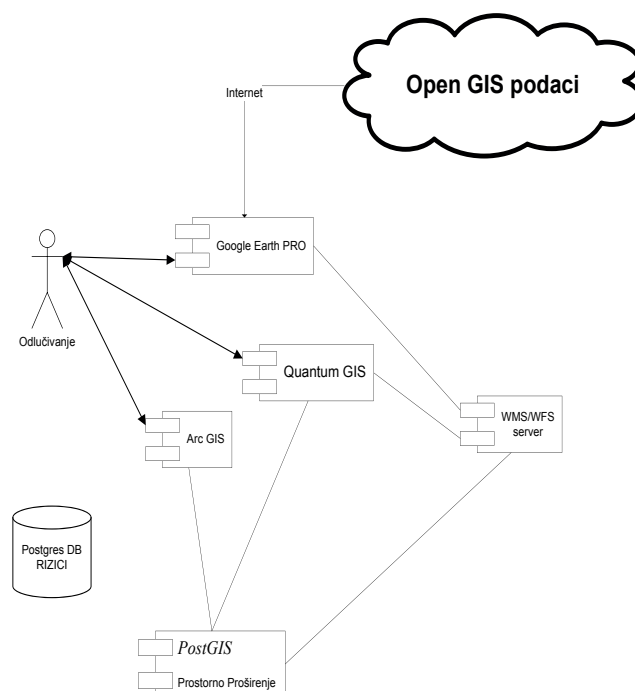
Trenutno koristimo poznato PostGIS proširenje na PostgreSQL za 2D podatke i 3D tačke DEM-a, kao i VRML odlomaka koda, ali nakon nekoliko evaluacija pomenutih projekata proširiti ćemo upravljanje podacima da server podržava native 3D tipove podataka u okviru baze podataka. Razmena 3d modela kroz CityGML isporučениh od WFS je sledeća tema i već se na njoj radi u projektima kao što su iGeo3D itd.

## IMPLEMENTACIJA

Implementacija u najvećoj mogućoj meri prati model servisa, jedino ograničenje su implementacije standarda koje postoje i dostupne su za javno korištenje. Ključne komponente modela 3D SDI, kontekstno vođen lokalni SDI i tačka koncentracije su implementirani u dovoljnoj meri kako bi se mogao proveriti kvalitet modela. Tačka koncentracije servisa je implementirana kao WEB portal[9][11]. Portal je aplikacija zasnovan na "Openlaiers" API-ju. Realizovan je kombinacijom Java apleta, php stranica i javascript koda.

Kontekstno vođen deo modela je testiran na sistemu za podršku odlučivanju za proceni rizika sa katastrofalnim posledicama, prilikom infrastrukturne ranjivosti na poplavni talas nastao izlivanjem reke Dunav. Za potrebe

projekta razvijen je GIS sistem sa komponentama arhitekture potrebnim za klasično 2D i takođe za 3D sagledavanje prostora. Arhitektura sistema je prikazana na slici 6.



Sl. 6. Arhitektura GIS sistema razvijenog za praćenja indikatora hazarda

Svrha je, u oba slučaja (i 2D i 3D sagledavanja), unaprediti kvalitet odluke koje su u vezi sa prostornim podacima. Unutar ovog sistema, GIS nudi okvir za analizu prostornog položaja podataka koji se obrađuju. Povezivanje tehnologije, podataka i strategije je fundamentalno za uključivanje tehnike u proces analize prostornih podataka u cilju povećanja efikasnosti određenih projekata.

Tipovi prikaza podataka koji su formirani za prototipsku implementaciju:

- ◆ Prikaz različitih tipova geografskih podataka;
- ◆ Prikaz mape ili karte koja sadrži elemente i objašnjava njihove odnose u skladu sa geografskim položajem;
- ◆ Prikaz modela do kojeg se dolazi primenom određenih analitičkih funkcija na poznate podatke;

Prilikom projektovanja sistema vodilo se računa o specifičnim potrebama vezanim za podršku u odlučivanju u oblasti procene rizika prikazanog u doktorskoj disertaciji doc. dr Djordja Čosića "Razvoj integralnog modela osiguranja u cilju smanjenja rizika od hazardnih pojava". Specifičnost ovog sistema je u tome što se 2D i 3D podaci analiziraju ne samo u klasičnom GIS kontekstu nego i u kontekstu 3D scene.

Ovako prototipski sistem je proširen tačkom koncentracije servisa za integraciju i vizualnu interpretaciju prostornih i prostorno zasnovanih podataka. Servisi koji su korišteni su:

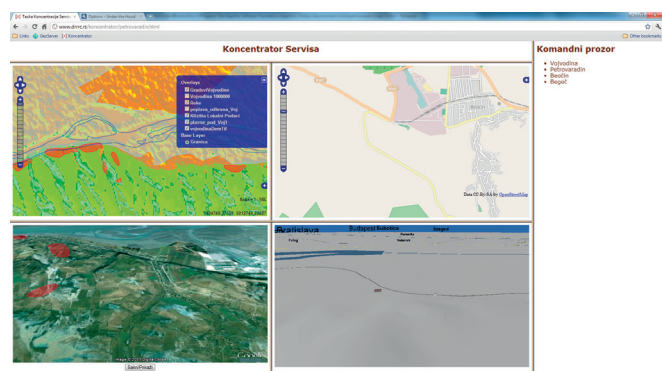
- ◆ CityGML
- ◆ WMS
- ◆ WFS
- ◆ KML





## ZAKLJUČAK

Kao izlaz iz jednog ovako koncipiranog sistema je interaktivna, servisno bazirana 3D mapa hazarda Sl. 7.



Sl. 7. 3D mapa hazarda

Premda je implementiran model servisa i model interoperabilnosti podataka, na realizaciji 3D scene se mora još mnogo raditi. Na predloženoj servisnoj arhitekturi treba stvoriti efikasan sistem za prikaz nivoa ranjivosti svakog objekta, pojedinačno, ili skupa objekata, zbirno; ananalizu ranjivosti objekta ili skupa objekata; simulaciju situacija i scenarija u kojima treba oderditi ranjivost objekta ili skupa objekata; prikaz, analizu i simulaciju socijalne ranjivosti; i sve to u prostorno temporalnom domenu.

Takođe treba povećati integraciju podataka nasleđenih sistema, sa jedne strane i senzorskih mreža savremene generacije (senzor Web) sa druge strane.

## LITERATURA

[1] S. Kemec, H. S. Duzgun, Rahman A. A., Zlatanova S., Coors V. , "Use of 3D Visualization in Natural Disaster Risk Assessment for Urban Areas", Springer Berlin Heidelberg, 978-3-540-36997-4, 978-3-540-36998-1, 557-566, 2007

[2] Basanow J., Neis P., Neubauer S., Schilling A, Zipf A., "Towards 3D Spatial Data Infrastructures (3D-SDI) based on open standards – experiences, results and future issues", "Advances in 3D Geoinformation Systems", Springer ISBN 978-3-540-72134-5,2010

[3] Stollberg B., Zipf A., "OGC Web Processing Service Interface for WebService Orchestration Aggregating Geoprocessing Services in a Bomb Threat Scenario", Publisher Springer Berlin / Heidelberg ISSN 0302-9743,2009

[4] Louridas P., "Orchestrating Web Services with BPEL," IEEE Software, vol. 25, 85-87, 10.1109/MS.2008.42,2008

[5] Foerster T., Schaeffer B., Brauner J., Jirka S., "Integrating OGC Web Processing Services into Geospatial Mass-market Applications", 2010

[6] Fleuren T., Müller P., "BPEL Workflows Combining Standard OGC Web Services and Grid-enabled OGC Web Services," seaa, pp.337-344, 2008 34th Euromicro Conference Software Engineering and Advanced Applications, 2008

[7] Weiser A. and Zipf A., "Web Service Orchestration of OGC Web Services for Disaster Management", Book Geomatics Solutions for Disaster Management Publisher Springer Berlin Heidelberg DOI 10.1007/978-3-540-72108-6, ISBN 978-3-540-72106-2, 2007

[8] Isikdag U. , Underwood J., Aouad G., "An investigation into the applicability of building information models in geospatial environment in support of site selection and fire response management processes", Advanced Engineering Informatics 22, 504–519, 2008

[9] Wang H., Song Y., Hamilton A., Curwell S. , "Urban information integration for advanced e-Planning in Europe", Government Information Quarterly 24,736–754, 2007

[10] Glander T., Döllner J., "Abstract representations for interactive visualization of virtual 3D city models", Computers, Environment and Urban Systems 33, 375–387, 2009

## COLLECTION OF INFORMATION FOR THE PRODUCTION OF GIS USING THE METHODS OF AUTOMATIC

### Abstract:

In the previous period, it was detected dozens of wild fires in the area of Fruska Gora National Park, which caused significant property damage and turned attention to the vulnerability of the environment. Chronic negative water balance of Vojvodina and perennial droughts which cause damage to agriculture is recognizable. Agriculture, like the population, is also violated by flooding unregulated rivers. Geoinformatic aspects of spatio-temporal distribution of hazards, the technics of the informatics, and satellite based technologies in an early warning and minimizing the consequences of their occurrence, are the topic of this paper .

### Key words:

Geographic Information Systems, hazard, risk, spatio-temporal distribution.