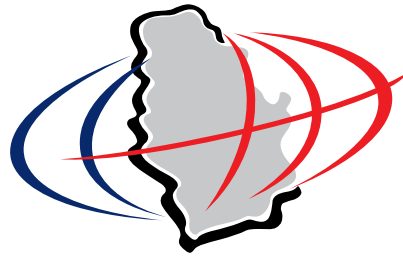




СТРУЧНИ ЧАСОПИС
РЕПУБЛИЧКОГ ГЕОДЕТСКОГ ЗАВОДА

ГЕОДЕТСКА СЛУЖБА



РЕПУБЛИЧКИ ГЕОДЕТСКИ ЗАВОД

ГЕОДЕТСКА СЛУЖБА

ЧАСОПИС ЗА ГЕОДЕЗИЈУ, КАРТОГРАФИЈУ И КАТАСТАР НЕПОКРЕТНОСТИ

118

Часопис излази 43 године

Београд, 2014.

„ГЕОДЕТСКА СЛУЖБА“

часопис

Републичког геодетског завода

Издавач:

Републички геодетски завод, Београд, Булевар војводе Мишића 39
Главни и одговорни уредник:
Проф. др Зоран Поповић

Заменик главног и одговорног уредника:

Ванр. проф. др Милан Трифковић

Почасни редакцијски одбор:

Проф. др Крунислав Михаиловић

Проф. др Александар Беговић, Проф. др Душан С. Јоксић, Проф. др Богдан Богдановић,
Проф. др Мирослав Марчета

Редакцијски одбор:

Верољуб Матић, Проф. др Иван Алексић, Проф. др Тоша Нинков, Проф. др Манојло Миладиновић,
Проф. др Славољуб Томић, Доц. др Загорка Госпавић, Доц. др Синиша Делчев,
Доц. др Бранислав Бајат, мр Жарко Несторовић

Издавачки савет:

Миљана Кузмановић Костић,
Проф. др Мирољуб Миливојчевић, Доц. др Мирко Борисов, Доц. др Стеван Радојчић,
Горан Маринковић

Технички уредник:

Славица Милосављевић

Сарадник на УДК класификацији:

Живорад Окановић

Прелом и припрема за штампу:

Слободан Ивашковић

Адреса редакције:

Републички геодетски завод
Булевар војводе Мишића 39
11000 Београд

Контакт:

Телефакс: (011) 2653-418
e-mail: redakcija@rgz.gov.rs
www.rgz.gov.rs/gz

Рукописи и цртежи се не враћају

Тираж:

10 примерака

Штампа:

Републички геодетски завод

САДРЖАЈ:

УВОДНА РЕЧ.....	4
Мирко Борисов, Владимир М. Петровић, Миливој Вулић ПРВА ДИГИТАЛНА ГЕОГРАФСКА КАРТА У СРБИЈИ – ИЗАЗОВИ И НОВЕ МОГУЋНОСТИ	5
Мирослав Старчевић БРЗИНА РОТАЦИЈЕ ЗЕМЉЕ И ПЛАНЕТА СУНЧЕВОГ СИСТЕМА КРОЗ ВРЕМЕ.....	13
Дејан Стојановић, Данко Дучић РАЗВОЈ ИНТЕРНЕТ ПРЕЗЕНТАЦИЈЕ КОНТРОЛНОГ ЦЕНТРА АГРОС	17
Даниел Милојевић, Вук Јевтић ВЕБ СЕРВИСИ РГЗ-А КОЈИ ДОПРИНОСЕ РАЗВОЈУ Е-УПРАВЕ ЗАСНОВАНИ НА INSPIRE ДИРЕКТИВИ.....	25
Саша Миленковић ПРИМЕНА КВАТЕРНИОНА У ХЕЛМЕРТОВОЈ ТРАНСФОРМАЦИЈИ СЛИЧНОСТИ	32
Александар Илић, Бобан Милојковић ГЕОПРОСТОРНИ МЕТАПОДАЦИ	43
Владимир Булатовић ДАЉИНСКО МЕРЕЊЕ НИВОА ВОДА	51
Сава Станковић НАЈСТАРИЈИ ТЕХНИЧКИ УНИВЕРЗИТЕТ У СВЕТУ.....	59
Живорад Окановић ВОЈНОГЕОГРАФСКИ ОПИСИ СРБИЈЕ У ФУНКЦИЈИ ВЕЛИКОГ РАТА.....	67

CONTENTS:

FOREWORD.....	4
Mirko Borisov, Vladimir M. Petrović, Milivoj Vulić THE FIRST DIGITAL GEOGRAPHICAL MAP IN SERBIA – CHALLENGES AND OPPORTUNITIES.....	5
Miroslav Starčević THE VELOCITY OF EARTH ROTATION AND SUN SYSTEM IN TIME	13
Dejan Stojanović, Danko Dučić THE DEVELOPMENT OF AGROS CONTROL CENTER WEBSITE	17
Daniel Milojević, Vuk Jevtić RGA'S INSPIRE BASED WEB SERVICES CONTRIBUTING E-GOVERNMENT DEVELOPMENT.....	25
Saša Milenković QUATERNION BASED HELMERT TRANSFORMATION	32
Aleksandar Ilić, Boban Milojković GEOSPATIAL METADATA	43
Vladimir Bulatović REMOTE WATER LEVEL MEASUREMENT	51
Sava Stanković THE OLDEST TECHNICAL UNIVERSITY IN THE WORLD	59
Živorad Okanović MILITARY AND GEOGRAPHICAL DESCRIPTIONS OF SERBIA IN THE FUNCTION OF THE GREAT WAR.....	67

ПОШТОВАНИ ЧИТАОЦИ ГЕОДЕТСКЕ СЛУЖБЕ,

Геодетска служба излази непрекидно од 1971. године са променљивим бројем годишњих издања. Овај 118. број *Геодетске службе* излази после скоро годину дана од претходног броја.

Од овога броја, импресум страна је ажурирана са именима одговорних лица у Редакцијском одбору, Издавачком савету и других одговорних за садржај и квалитет будућих бројева *Геодетске службе*.

Уређивачки и издавачки тим ће настојати да се подигне квалитет свих радова, посебно оних са тематиком о новим технологијама из геодетског и геоинформатичког домена. Мотивацијом аутора да своје радове све више објављују у *Геодетској служби*, обезбедиће се континуитет овог најстаријег геодетског часописа у Србији као и циљ да се достигне статус еминентног научног часописа.

У нади да ће у предстојећем времену бити адекватних материјалних услова за чешће и редовније излажење *Геодетске службе*, Редакција и уреднички тим позивају ауторе да нам шаљу више својих научних и стручних радова.

Уређивачки и издавачки тим ГС

ПРВА ДИГИТАЛНА ГЕОГРАФСКА КАРТА У СРБИЈИ – ИЗАЗОВИ И НОВЕ МОГУЋНОСТИ

Доц. др **Мирко Борисов**, дипл.инж.геод.¹
М.Сс. **Владимир М. Петровић**, дипл.прост.планер.²
Проф. др **Миливој Вулић**, дипл.инж.геод.³

Оригинални научни рад
УДК: 912.43 : 656.7(084.3-16)](491.11) : 004.9

РЕЗИМЕ

У раду се описују идеја и значај дигиталне географске карте у размери 1:1000000, прве дигиталне карте која је урађена у Србији и ближем окружењу. Производ је добијен потпуно аутоматизованим картографским поступком и заокружен је на нивоу GIS пројекта. Такође, анализирају се одређене технолошке новине и њихов утицај на промене у картографији, односно прилагођавање прве дигиталне географске карте новим решењима и стандардима. До сада су се примењивале, а и убудуће ће се различите географске карте користити за приказ и анализу геопростора. Међутим, са појавом нових технологија мења се начин њиховог креирања и употребе, па самим тим и картографија као наука стално је у процесу промена. Дигитална географска карта у размери 1:1000000 није само графичко-ликовни израз или обични картографски цртеж у тој размери, већ поседује одређене потенцијалне могућности интеракције, динамике, анимације, па и мултимедијалности у приказу простора. При том информације и дигитални подаци о простору (растер или вектор) постају све више доступни путем интернета, па самим тиме и актуелни већем броју корисника.

Кључне речи: прва дигитална карта, изазови, нове технологије, база података, DMT, интерактивност, мултимедија.

THE FIRST DIGITAL GEOGRAPHICAL MAP IN SERBIA – CHALLENGES AND OPPORTUNITIES

Ph.D. **Mirko Borisov**
M.Sc. **Vladimir M. Petrović**
Ph.D. **Milivoj Vulić**

ABSTRACT

The article deals with idea and importance of the digital geographical map at scale 1:1000000, the first digital map which is made in Serbia and near environment. This product is made in automatic cartographic way and it has been finished to the level of GIS product. Also, the paper analyzes with issues of the technological changes and its impact on cartography, apropos on adaptation of the first digital geographical map to the new solutions and standards. Until now be applied, and the future will be different geographic maps used for the display and analysis of geospace. However, the advent of new technologies are changing the way of their creation and use, and therefore cartography as science constantly undergoes the process of changing. Digital geographical map at scale 1:1000000 is not only graphic-art expression or cartographic representation at this scale, but must have some potential interactivity capabilities, dynamics, animations and multimedia considering representation. At the same information and digital spatial data (raster or vector) are becoming increasingly available through the internet, and thus the current multiple users.

Key words: the first digital map, challenges, new technologies, database, DTM, interactivity, multimedia.

1. УВОД

Развој информатике у другој половини прошлог века битно је утицао на формирање новог начина размишљања и метода рада у геодезији и картографији. Наиме, изналажење и примена нових картографско-репродукцијских решења и техничко-технолошких поступака при изради дигиталних географских карата, управо се догодила код нас пре двадесет година. Тим поводом, предмет овог рада јесте прва дигитална географска карта у размери 1:1000000 (DGK1000) која је урађена у Србији и ближем окружењу [1].

За ову размеру дигиталног картографског производа одлучило се из више разлога. Прво, сматрало се да представља добру основу за сагледавање земље на глобалном нивоу, а истовремено задовољава многе друге потребе (анализу и планирање развоја земље на глобалном нивоу), па ће несумњиво наћи своје место на неком од нивоа развоја дигиталне картографије и геоинформационих система (GIS). Друго, у односу на крупније размере просторног приказа, овај производ је могуће лакше и брже реализовати. То је било нарочито значајно из разлога што је код нас у том периоду развој дигиталне картографије био на самом почетку. И треће, то је географ-

¹ Факултет техничких наука Нови Сад, Трг Доситеја Обрадовића 6, Нови Сад, e-mail: mirkoborisov@gmail.com

² Универзитет у Београду, Институт за хемију, технологију и металургију, Центар за екологију и техноекономику, Његошева 12, 11000 Београд, Република Србија, e-mail: vladimirpetrovic.gis@gmail.com

³ Факултет природних и техничких наука, Катедра за рударска испитивања и примењену геофизику, Универзитет у Љубљани, Ашкерчева 12, 1000 Љубљана, Република Словенија, e-mail: milivoj.vulic@guest.arnes.si

ска карта која је изворно недостајала у размерном низу службених карата. При том, основни циљ у раду јесте да се презентује идеја и истакне почетак дигиталне картографије код нас, односно обележи двадесетогодишњица прве дигиталне географске карте урађене на овим просторима. Такође, постоји жеља да се опише значај првог дигиталног картографског производа који је реализован на један оригинални начин и потпуно аутоматизованим картографским поступком. И оно што је веома важно за даљу будућност, а то је њено прилагођавање новим информационим технологијама и стандардима.

2. РАЗВОЈ ТЕХНОЛОГИЈЕ И ТРАНЗИЦИЈЕ У КАРТОГРАФИЈИ

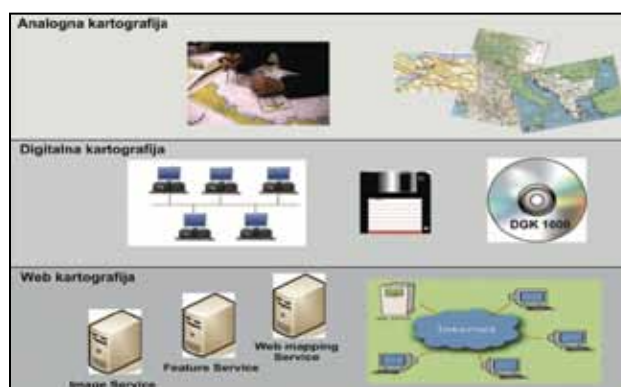
У развоју картографске делатности и уопште науке и технологије, постојала је стална потреба за истраживањем и приказивањем ближе и даљње географске околине. На почетку су то биле обичне скице и цртежи који су одражавали геопросторну стварност, онако како су је појединци и сами картографи доживљавали. Примерци су исцртани слободном руком и то на неком тврдом материјалу (плоча, платно, папир). Касније, развојем науке, посебно геодезије и картографије, долази до првих научно заснованих метода и техника у премери и картирању државне територије. Наиме, појављују се прве географске и топографске карте које су у почетку биле ретки примерци. Са појавом репродукцијске технике и штампе, дошло је до њиховог умножавања у већем броју примерака. Ово је била епоха *класичне (аналогне) картографије* и она је имала најдужу историју, али и најмању ефикасност у изради и коришћењу картографских материјала [2].

Крајем прошлог века дошло је до великих технолошких новина и то је значајно утицало на даљи статус и развој картографије у свету и код нас. Новине се, првенствено, огледају у методама прикупљања, приказа и анализе података о простору. Наиме, пред картографску делатност постављен је нови задатак: да о објектима и стањима на Земљиној површи и облику њеног рељефа створи фонд података у дигиталном облику, и да те податке одржава и даје на располагање заинтересованим корисницима [2]. Ово је епоха *дигиталне картографије*. Један од начина како би се технолошки и хронолошки уочиле досадашње промене у службеној картографији код нас, приказано је на слици 1, где се могу запазити три основне епохе и два транзициона периода.

Дакле, прва основна транзиција у нашој службеној картографији, односи се на прелаз од аналогне ка дигиталној картографији. Ово се догодило 1995. године, изградом DGK1000, у Војногеографском институту. Са појавом дигиталне технологије, постојала је велика жеља и стални изазов за проналажењем и применом нових метода и техника картографског процесирања, односно брже израде географских карата и са што ажурнијим подацима. Овакав изазов је и даље актуелан, али

са другачијим приступом и технологијама које мењају основни концепт, па и филозофију картографије [3].

Као једно од технолошки напреднијих информатичких решења јесте систем чија је архитектура дизајнирана и прилагођена интернет окружењу и парадигми рачунарског облака (енг. *cloud computing*). Cloud computing представља модел коришћења рачунарских ресурса на начин да се ресурси унајмљују, а не купују. Подацима је додељен нови смисао кроз могућност дељења пројекта и могућност сарадње већег броја корисника на истом пројекту у реалном времену, и то независно од локације на којој се налазе. Наиме, коришћење нових технологија и нових геоинформатичких решења у јавном сектору може довести до врло значајних помака везаних за доступност потребних геопросторних података крајњим корисницима, тј. државним службеницима и грађанима [4]. Прелаз на ову технологију означава другу транзицију у картографији, односно прелаз од дигиталне ка *веб картографији* (слика 1).



Слика 1. Епохе и транзиције у картографији код нас

3. ДИГИТАЛНА ГЕОГРАФСКА КАРТА У РАЗМЕРИ 1:1000 000

Историјски и картографски посматрано, различити приступи стручњака и установа у погледу представљања стварне површи Земље на раван у појединим размерама, нису дали јединствену и потпуну слику о међународној повезаности и изгледу Земљине површи [5]. Недостатак једног универзалног приказа веће територије имао је за последицу одређене потешкоће у научним истраживањима, привреди и уопште у домену међународних комуникација и саобраћаја [5]. Из наведених разлога јавила се потреба за изградом јединственог картографског пројекта који ће имати глобални карактер, односно, идеја о изради Међународне карте света размере 1:1000 000 (MKS1000). У том смислу постојале су одређене потребе и наше државе.



Слика 2. Прегледни лист MKS 1000 [11]

Наиме, DGK1000 урађена је у оквиру истраживачког пројекта израде листова Међународне карте света (MKS1000, NL - 34 Beograd, NK - 34 Skopje) који покривају територију ондашње државе (слика 2) тј. израде магистарског рада под називом: “Општа географска карта СР Југославије 1:1000 000”, на Грађевинском факултету Универзитета у Београду (слика 3). Због непостојања квалитетног и ажурног картографског материјала у размери 1:1000 000, подаци су преузети са картографских извора крупније размере, односно прегледнотопографске карте размере 1:500 000. То је имало за последицу спровођење комплетне процедуре картографског генералисања.

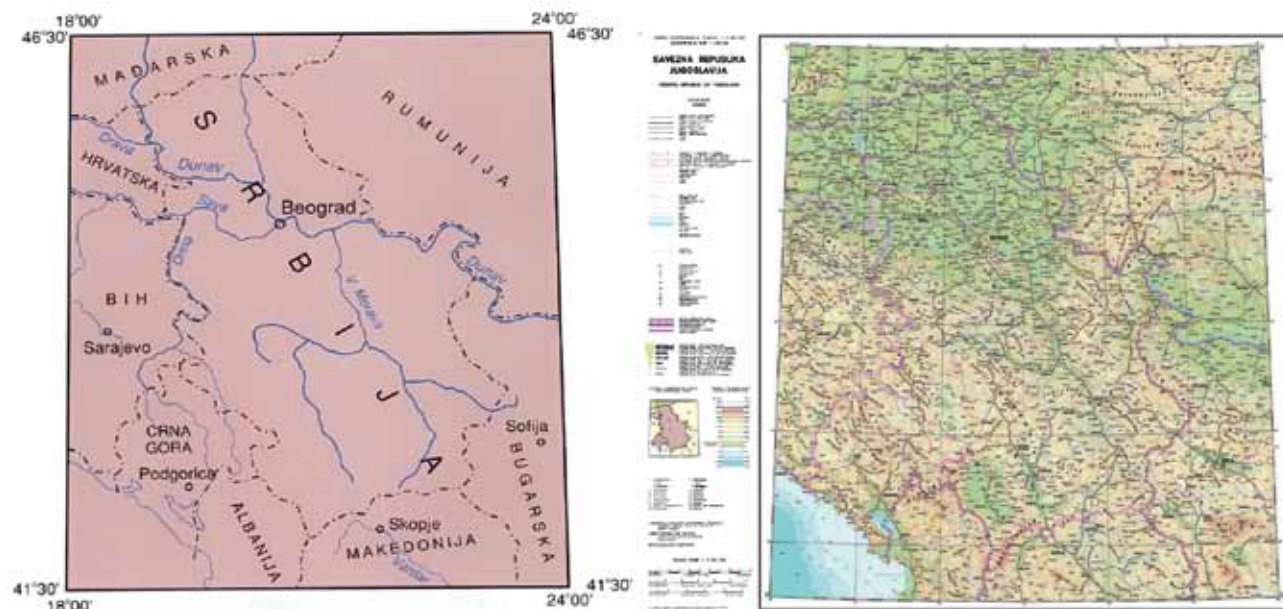
Репродукцијски оригинали прегледнотопографске карте размере 1:500 000 (изворне карте) су скенирани, а затим су тако добијени растерски подаци геореференцирани (афина трансформација) у математички дефинисану пројекциону раван (конформна конусна Ламбертова пројекција са две стандардне паралеле).

Овим поступком добијена је растерска слика која је представљала основни картографски извор и подлогу за добијање векторских података по одређеним слојевима (тематских целина). Картографски подаци су креирани методом дигитализације на екрану (*head up* – дигитализација) током којег су векторски подаци исцртавани преко растерске подлоге. Овај метод је изабран јер се, с обзиром на већ поменућу потребу картографског генералисања садржаја, показао као најјекономичнији.

Садржај географских елемената на карти у размери 1:1000 000, сличан је елементима приказаним на прегледно-топографским картама, односно картографском садржају који се базира на државном топографско-фотограметријском премеру. Сви географски елементи су приказани са једнаком важношћу, без посебног истацања ма ког од њих. Међутим, приказ података знатно је генералисан и у складу је са датом размером и наменом карте. Из тих разлога, ова карта је по свом садржају општегеографска, а по начину приказа прегледно-топографска. Она је, пре свега намењена за потребе:

- анализе геопростора и процене општих карактеристика терена;
- сагледавања и праћења појава на широј територији;
- пројектовања и израде тематских приказа, као и других задатака на глобалном нивоу земље.

У принципу, DGK1000 задовољава многе друге потребе. Поред њеног дигиталног и традиционалног (класичног) картографског издања, урађена је база геоподатака у еквивалентној резолуцији. Посебну употребну вредност има формирање дигиталног модела терена (DMT) који омогућава учовавање геоморфолошких облика и рељефа државне територије на глобалном нивоу.



Слика 3. Дигитална географска карта у размери 1:1000 000 [1]

3.1. Изазови и значај прве дигиталне географске карте

Познато је да географске карте постоје и користе се већ много векова у сличном или мање-више истом, класичном облику. Такве, оне имају многе недостатке. Прво, представљају замрзнуто стање приказаних података и због тога су непогодне за ширу примену, као и скупе за ажурирање садржаја. Друго, приликом коришћења таквих карата, готово немогуће је прећи из једног координатног система или пројекције у другу, из једне картографске размере у другу тј., мењати било какав садржај на њима. Треће, карте у класичном облику постоје као одвојени листови картографског приказа, што отежава њихову везу и практичну примену, нарочито на угловима где се међусобно спајају.

Као такве, географске карте представљају уопштене картографске приказе, који омогућавају просто прегледање, али не и ефикасну анализу и промену података околине на који се односе. Имајући у виду одређене изазове и достигнућа у домену картографије и GIS током времена, као и све веће захтеве корисника за подацима о геопростору у дигиталном облику, израда прве дигиталне географске карте имала је одређене последице код нас. Оне се огледају у:

- освајању аутоматизованог поступка израде дигиталне географске карте 1:1000 000;
- примени исте или сличне методологије и технологије у изради осталих дигиталних карата;
- пројектовању и формирању базе геоподатака и ДМТ;
- стварању могућности за даљу аутоматизацију рада са картографским подацима, тј. дистрибуција и размена информација са другим корисницима.

Припрема за штампу и штампање садржаја географске карте било је могуће на два начина: компјутерски подржаном картографијом и GIS технологијом. Излази на основу дигиталног садржаја могући су у различитој густини података и размери приказа, на екрану рачунара или произвољном формату папира и са разноврсном картографском пројекцијом и тематиком садржаја. Такође, могуће је и штампање појединих слојева графичких података, или било које њихове комбинације, као и штампање мешовитог растерско-векторског садржаја.

Први начин припреме подразумевао је поступке традиционалног картографског издаваштва, али са компјутерском подршком. Резултат тог начина су репродукцијски оригинали и штампа географске карте у класичном облику. Други начин се заснивао на примени GIS технологије, где се различитим упитима над базом геоподатака или специфичног избора садржаја добијају производи који су слични традиционалним картографским приказима тј. представљају њихову супституцију.

4. ПРИЛАГОЂАВАЊЕ ДИГИТАЛНЕ КАРТЕ НОВИМ ТЕХНОЛОГИЈАМА

Развој информационих технологија и уопште наука о простору условило је нове начине коришћења географске карте. Прва верзија DGK1000 урађена је применом софтвера Microstation 32, фирме Bentley. Међутим, касније су примењивана и друга програмска окружења за рад. На пример, избор GIS софтверске платформе условљавао је иновирање процеса на основу кога је урађена нова верзија DGK1000. За основну GIS платформу, у овом случају је изабрано софтверско решење ArcGIS (ESRI – Environmental Systems Research Institute). При том нова технологија и нови алати захтевали су и нову организацију и модел података [6]. Основне фазе рада, са низом међуфаза, обухватале су:

- структурирање и израду модела података;
- израда дигиталног картографског кључа (DCK); и
- креирање пројекта (*.mxd) и базе геоподатака (*.mdb).

4.1. Структурирање и израда модела података

За структурирање и израду модела података DGK1000, било је неопходно обавити потпуну анализу поступка израде прве верзије дигиталне карте. Основна карактеристика израде модела података, везана је за чињеницу, да предходна верзија карте урађена у софтверу Microstation 32, има екстензију *.dgn (опште познати векторски формат). Наиме, то је омогућило прекомпоновање тематских слојева и њихово прилагођавање новом софтверском окружењу (ArcGIS).

У процесу израде логичке структуре, у потпуности су примењени принципи геометријског моделовања података и обављена декомпозиција садржаја дигиталне географске карте на основне геометријске примитиве са пратећим ознакама: тачке (Т), линије (L) и полигони (P). Нови начин организације условио је креирање осам изворних векторских тематских целина и то:

- *Насељена места* – датотека А;
- *Објекти* – датотека В;
- *Пруге* – датотека С;
- *Путеви* – датотека D;
- *Хидрографија* – датотека Е;
- *Релјеф* – датотека F;
- *Тло и вегетација* – датотека G; и
- *Називи* – датотека H.

У табели 1, дат је пример и приказан део логичке структуре података и преглед кодова по темама, конкретно за теме насељена места и објекте.

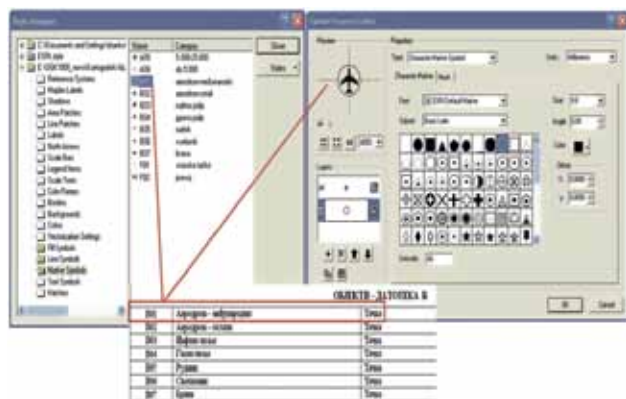
Притом конкретни елементи географске карте, раслојени по тематским целинама, решени су системом „кодова“ и припадајућом симболијом (дигитални картографски кључ). Укупан број кодова којим се репрезентује садржај векторског сета података је око 70.

Табела 1. Приказ дела логичке структуре геоподатака и преглед кодова по темама

Код	Садржај	Тип елемента	Број нивоа
НАСЕЉЕНА МЕСТА – Датотека А			
A01	Насеља преко 1000 000 становника	Полигон	
A02	Насеља од 500 000 до 1000 000	Полигон	
A03	Насеља од 100 000 до 500 000	Полигон	
A04	Насеља од 25 000 до 100 000	Полигон	
A05	Насеља од 5000 до 25 000	Тачка	
A06	Насеља до 5 000	Тачка	
ОБЈЕКТИ – Датотека В			
B01	Аеродром - међународни	Тачка	
B02	Аеродром - остали	Тачка	
B03	Нафтно поље	Тачка	
B04	Гасно поље	Тачка	
B05	Рудник	Тачка	
B06	Светионик	Тачка	
B07	Брана	Тачка	

4.2. Израда дигиталног картографског кључа

Традиционални топографско-картографски кључ преведен је у дигитални облик, а логичким моделом су подаци структурирани и организовани у варијанте конкретних елемената садржаја. На слици 4, приказана је веза између логичке структуре (KOD) и симболије *DGK1000.style*, на примеру симбола – аеродроми међународни.



Слика 4. Веза између логичке структуре (KOD) и симболије *DGK1000.style*

Број знакова у дигиталном картографском кључу (DKK) за географску карту у размери 1:1000 000, идентичан је броју кодова (у укупан број се не рачунају кодови везани за тему назива). Процес генерисања DKK имао је низ фаза, које су биле неопходне да би се добила коначна форма DKK, у већ наведеном софтверском окружењу. Део генерисаних симбола коришћен је из понуђених библиотека знакова.

4.3. Креирање пројекта (*.mxd) и базе геоподатака (*.mdb)

Креирање пројекта и базе геоподатака за DGK1000 јесте фаза која се одвија пре него што се пређе на дораду векторизованог садржаја, по већ претходно наведеној организацији. Притом, претходна верзија географске карте у потпуности је била усмерена на листове који су по формату и димензијама одговарали листовима MKS1000. За сваки лист карте формирана је база података, (NL34 – Beograd.mdb и NK34 – Skorje.mdb). Такође, за сваку базу података дефинисан је координатни систем и креиране класе објеката (растер и вектор). На слици 5, приказана је организација података за лист, NL34 – Beograd.



Слика 5.

Организација података за лист, NL 34 - Beograd

Ради оптимизације и исказаних нових потреба, пројектован је и дефинисан један лист географске карте

размере 1:1000 000. Процес припреме и дораде садржаја везан је за успостављање два претходно основна листа карте MKS1000 (NL – 34 Beograd, NK – 34 Skorje) који су репрезентовали прву верзију DGK1000. После наведених активности по фазама, креиран је *.mxd пројекат за сваки лист. Применом нове организације и новог модела података као и ДКК, приступило се следећој фази рада. То је подразумевало усаглашавање, а у неким случајевима и додатно векторизовање садржаја за геопростор који није у потпуности био обухваћен првом верзијом карте (величина простора је $2 \times 1^{\circ}30' \times 6^{\circ}$).



Слика 6. Висинска представа терена - DMT

С обзиром на дугу традицију висинског приказа земљишта, односно рељефа, извлачење изохипси представља и даље, расположиву могућност дигиталног приказа терена. То је посебно занимљиво за картографске потребе. Међутим, важно је напоменути да сада подаци о висинама не представљају само одговарајућу базу података о терену, већ и одговарајућу могућност 3D визуализације терена (слика 6). Процедуре и алгоритми за интерполацију нових тачака терена и рељефних одлика, дизајнирају се у складу са организацијом и структуром базе геоподатака. Оне се не могу посматрати одвојено, већ су интегрални део пројекта DGK1000.

У следећој фази урађено је ажурирање садржаја DGK1000 који датира из 1995. године. Као основни извор података у допуни првог издања дигиталне карте, коришћене су топографске карте и расположиви статистички подаци. Касније су коришћени и сателитски снимци.

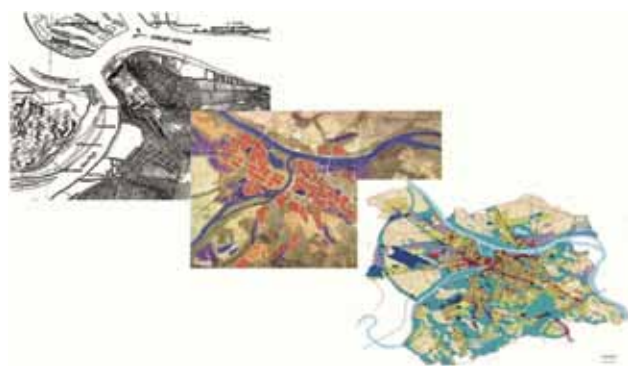
4.4. Картографске анимације и нове могућности у визуализацији геопростора

У последње време појављују се нове могућности и методе у картографском приказивању простора. Нарочите предности система за приказ података о простору су у корисничком интерфејсу. Ови системи су интуитивни и препознатљиви кориснику који има одређену представу геопросторне стварности. А један од начина јесте анимирано картографски приказ више растерских или

векторских слика као једне, при чему се дефинише временски период појављивања слике, односно секвенци приказа [8]. Примена ове врсте анимација може се видети на многим сајтовима, на пример, који се баве регистровањем и праћењем временских прилика. Имајући у виду одређене врсте промена, могуће су и одређене врсте картографских анимација које репрезентују [8]:

- стање и промене које се одвијају на терену кроз време тј. хронолошки (статички прикази);
- стање и измене у приказу, на пример, промена размере или атрибута (динамички прикази);
- промене положаја (локације), односно кретање у простору; и
- мултимедијални картографски прикази.

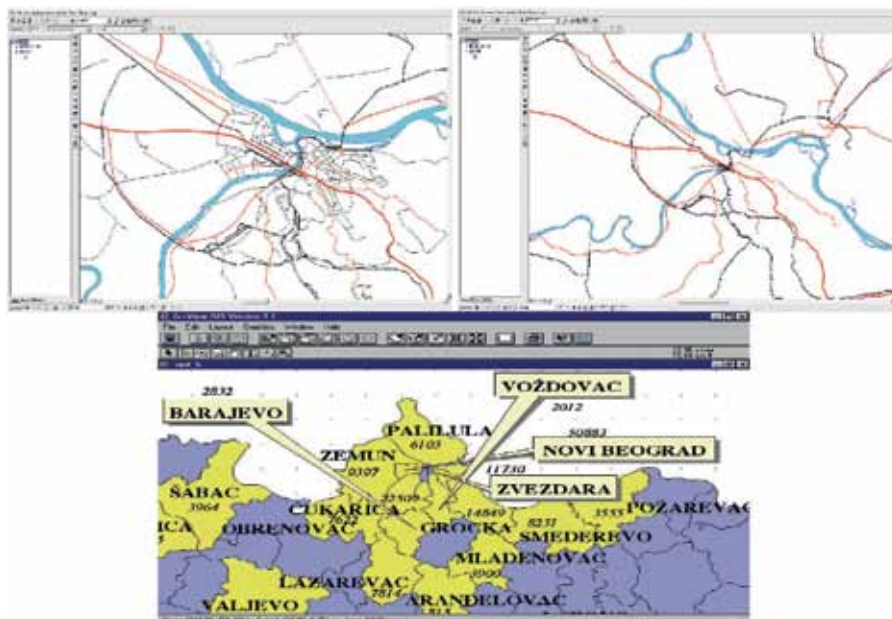
Нове могућности у смислу израде апликација и промене протока података, односно, претраге и кретање по подацима дигиталне географске карте, пружају и нове концепције од досадашњих. Основу нове концепције чине такозвани хиперлинкови, који омогућују да се позиционирањем на одређена места, остварује прелазак на следећу страну истог документа или на други документ односно картографски приказ, у зависности од периода или промена на терену кроз време тј. хронолошки (слика 7).



Слика 7. Картографска анимација – промене простора кроз време [7]

Код анимација картографских приказа истог подручја, али са променом детаљности графике или обима атрибута, у зависности од размере (резолюција) или задатих параметара атрибута (на пример, густина или прираштај становништва у датом временском периоду на одређеној територији), добија се нови картографски приказ исте локације (слика 8). Дакле, код ове врсте анимација, долази до измена и динамичности у картографском приказивању. Анимација картографских приказа се одвија кроз процесе избора, филтрирања, генералисања и визуализације података за конкретну географску локацију или у систему изабраних објеката и атрибута.

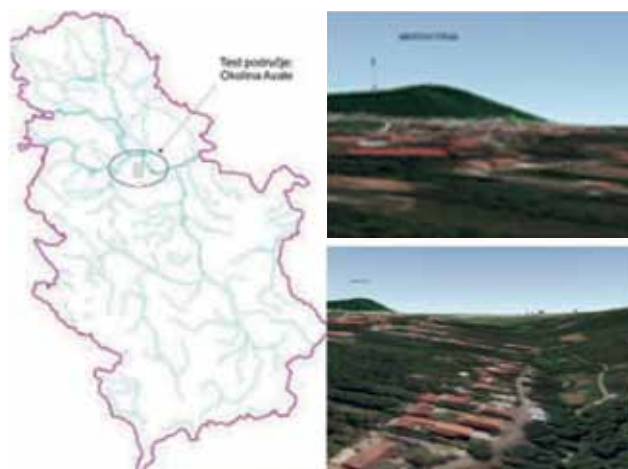
Такође, треба имати у виду и једну нову врсту картографских анимација, односно анимацију код које се приказује виртуелно померање и кретање у простору. Код овог типа картографских анимација, атрибут и време су фиксирани, а промена положаја се постиже коришћењем



Слика 8. Картографска анимација – промена размера и атрибута у приказу простора

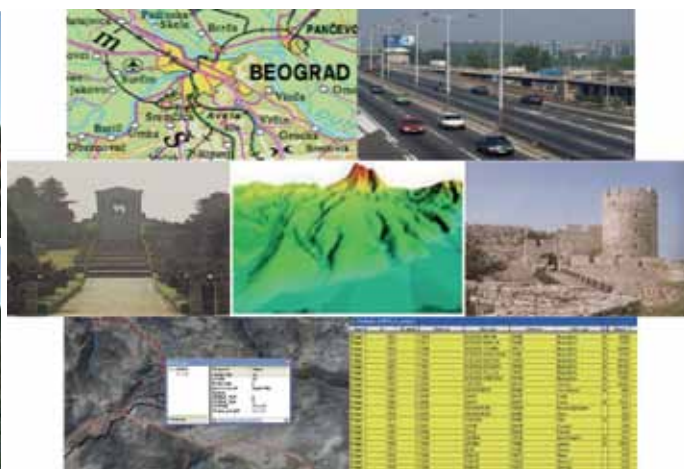
видео записа. Применом софтвера (*ArcGIS – ArcScene*) може се велики број слика повезати у кратким временским интервалима појављивања и тиме постићи ефекат кретања у простору. Овде се интерактивност добија кроз могућност заустављања на одређеној секвенци видео записа, враћања уназад или пребацивања унапред у односу на текућу секвенцу. Креиране анимације дају могућност приказа промене положаја у простору (виртуално кретање), односно приближавање или удаљавање неком објекту као што је, на слици 9, приказан Авалски торањ.

мације су, осим тога, садржајније и динамичније од интерактивних картографских приказа [9]. На пример, метеоролошка ситуација се мења сваких неколико сати. Такође, корисник карте није више ограничен на само један “поглед” који нуди класичан пример, већ се могу пружити разне алтернативе приказа који могу да створе комплетнију слику околине, стања и процеса. Тиме се географски и тематски подаци презентују на разноврснији и ефикаснији начин, односно могу се приказивати мултимедијално (слика 10).



Слика 9. Картографска анимација – промене положаја (кретање) у простору

Анимације постају трендови у картографији и оне омогућују кориснику преглед садржаја, геопросторних информација или оно што је посебно важно омогућују преглед промена садржаја геопросторне стварности кроз време или виртуелно кретање у простору. Картографске ани-



Слика 10. Мултимедијални картографски приказ

Картографски прикази постају мултимедијални и хипермедијални [10], где се поред графике, текста, фотографије, аудио или видео записа, подаци моделују и описују неким од метајезика (*Unified Modelling Language – UML, eXtensible Markup Language – XML, Geography Markup Language – GML*). Такође, све више је актуелан

и интересантан глобални информациони систем, назван *World Wide Web* (веб). Овај систем у знатној мери олакшава комуникацију са многим субјектима, али и приступ информационим ресурсима. При том, омогућава свакоме да своје податке прикаже или да на једноставан начин приступи другим расположивим подацима [10].

5. ЗАКЉУЧАК

Пројекат DGK1000 је прва успешно урађена дигитална географска карта код нас. Њена појава је битно утицала на даљу примену информационих технологија у државној картографији. За разлику од методологије израде осталих дигиталних карата, а пре свега карте размере 1:300 000 и 1:25 000, где је обављено директно превођење података из аналогног у дигитални облик, при креирању DGK1000 то није био случај. Садржај карте је добијен извођењем из крупније размере у ситнију, односно картографским генералисањем садржаја, што је изазивало додатни напор, али истовремено је утицало и на комплетно освајање процеса аутоматизоване картографске производње. На пример, извадци боја карте (четворобојна штампа) добијени су из векторског садржаја потпуно аутоматизованим поступком за картографско издаваштво и репродукцију.

При том, подаци DGK1000 се нису чували стриктно у графичкој форми прописаној за класичну штампу, већ су организовани и структурирани тако да су омогућили израду и развој низа других производа у аналогном и дигиталном облику. Они се могу мењати и прилагођавати на више начина и корисничких потреба. Прво, послужили су за пројектовање и креирање одговарајуће базе геоподатака и ДМТ. И друго, омогућили су управљање и даљи развој у картографији и GIS-у. Ово се посебно односи на динамику, интерактивност и анимације у картографији, тј. на:

- статичке и динамичке картографске приказе;
- картографске приказе у складу са упитима и анализама (интерактивност);
- картографске анимације и мултимедијалне картографске приказе.

На крају треба рећи и то, да нешто што се не може предвидети у овом тренутку, а то је како ће се картографски и уопште, геоинформациони процеси даље одвијати. Међутим, реалност је да подаци треба да имају дигиталну форму чије је значење универзално, без обзира на садашњи и будући развој технике и технологије.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Borisov, M. (1996): *Opšta geografska karta SR Jugoslavije 1:1000 000*, Magistarski rad, Građevinski fakultet - Institut za geodeziju, Beograd, Srbija.
- [2] Hasegawa, H., Ishiyama, N. (2013): *Publication of the digital maps*, Article, Bulletin of the Geospatial information authority of Japan, ISSN 2185-3681, Vol. 60, pp. 19-24, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Tokyo, Japan.
- [3] Ohno, H., Suzuki, T., Ishiyama, N. (2013): *Publishing of digital topographic map 25000*, Article, Bulletin of the Geospatial information authority of Japan, ISSN 2185-3681, Vol. 60, pp. 25-36, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Tokyo, Japan.
- [4] Buckley, A. (2012): *Designing Great Web Maps*, Esri Mapping Center, Redlands, USA.
- [5] Ubukawa, T., Ando, A., Saito, T., Ueda, M., Yamada, A., Suga, M. (2013): *Steering global mapping project and developing global map version 2*, Article, Bulletin of the Geospatial information authority of Japan, ISSN 2185-3681, Vol. 61, pp. 1-7, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Tokyo, Japan.
- [6] Environmental Systems Research Institute (2010): *ArcGIS, User Guide*, Redlands, USA.
- [7] Javno urbanističko preduzeće /Urbanistički zavod Beograd (2008): *Beograd u mapama i planovima od XVIII do XXI veka*, Monografija, Beograd, Srbija.
- [8] Cartwright, W., Peterson, M., Gartner, G. (2007): *Multimedia Cartography*, Second edition, Springer, Berlin, Germany.
- [9] Lechthaler, M. (2004b): *The relevance of cartographic scale in interactive and multimedia cartographic information systems*, Kartografija i geoinformacije. Scientific and Professional Information Journal of the Croatian Cartographic Society, pp. 6-20, Zagreb, Croatia.
- [10] Republički geodetski zavod /RGZ (2012): *Geodetska delatnost u Srbiji 1837-2012.*, Monografija, Beograd, Srbija.
- [11] URL 1: Vojnogeografski institut. <http://www.vgi.mod.gov.rs/proizvodi/digitalni/dogk1000/dogk1000.html>
- [12] URL 2: Republički geodetski zavod. <http://www.geosrbija.rs>

БРЗИНА РОТАЦИЈЕ ЗЕМЉЕ И ПЛАНЕТА СУНЧЕВОГ СИСТЕМА КРОЗ ВРЕМЕ

Проф. др Мирослав Старчевић, дипл.инж.геоф.¹

Оригинални научни рад

УДК:

52-327 : 523.4] + 56] : [521.933 + 115.4 + 531.111.4] ”45

РЕЗИМЕ

У свакодневној животној пракси сматра се да је земљина ротација константна у протоку времена и да се следствено томе дужина дана не мења. Наравно, с обзиром на релативно кратак животни век човека, а посебно на кратак период времена у коме се осавремењавањем технологије постигло да се физичке величине могу мерити врло прецизно, потврђено је да се брзина ротације Земље у току геолошке историје непрекидно смањивала и да се, следствено томе, дужина дана непрекидно повећавала, што је доводило до смањивања броја дана у години. Као главни узрок томе, обично се наводи плимско трење изазвано међусобним дејством гравитационих сила Земље, Месеца, Сунца и планета сунчевог система. Будући да располажемо само са савременим подацима о физичким особинама Земље, поставља се питање промене брзине њене ротације у прошлости, као и предвиђање исте у будућности на дужи временски период, имајући у виду да су те промене веома споре.

Велику помоћ у решавању овог задатка, може нам пружити геологија - првенствено палеонтологија. Палеонтолошка проучавања скелета (епитека) фосилних корала су, наиме, показала да они представљају својеврсне „геолошке часовнике“.

У раду су приказане нове формуле које нам могу дати претпоставке о дужини трајања дана на планети Земљи у блиској и далекој прошлости, као и предвиђања колика ће та дужина бити у блиској и далекој будућности.

Кључне речи: ротација Земље, дужина дана, гравитациона сила, геолошки часовник.

THE VELOCITY OF EARTH ROTATION AND SUN SYSTEM IN TIME

Prof. Dr Miroslav Starčević, geophysicist

ABSTRACT

In everyday man living life it is considered that Earth rotation is constant in time, and consequently the day length doesn't change. Of course, having in mind that man living life is relative short, especially according to up to date technology what caused that physical values could be measured very precisely, it was adopted that velocity of Earth rotation was changed in geological time. It means that the day length arised and consequently the number of days in year decreased. The main reason for this is mainly because of tidal friction, caused by interactive gravity forces between Earth, Moon, Sun and planets of Sun system. According to the fact that we have the data only on contemporary physical characteristics of the Earth and other objects, it is the question how to calculate the velocity of Earth rotation for the past and for the future for long period as well, having in mind that these changes are very slow.

To find solution for this task, geology (paleontology) could be of great help. Paleontology investigations of epitecs coral fossils shows that these epitecs are sort of "geology clocks".

New formulas for day length on planet Earth in the past and the future are presented in this paper.

Key words: Earth rotation, day length, gravity forces, geology clock.

1. УВОД

На основу теоретских разматрања међусобног гравитационог дејства између Сунца и планета сунчевог система, дошло се до закључка да током времена, услед плимског ефекта долази до успоравања ротације планета. Још један ефекат који се при томе јавља је постепено удаљавање планета од Сунца, али у овом случају тај ефекат нећемо разматрати. Успоравање ротације је врло споро и по неким прорачунима за планету Земљу оно износи око 2 секунде на сваких 100 000 година. Међутим, с обзиром на дуге временске интервале, као што су настајак наше планете пре око 4.5 милијарди година и мо-

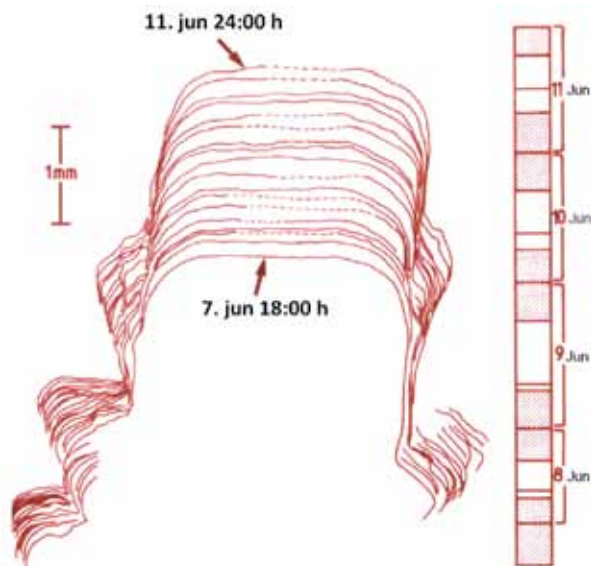
гућност њеног трајања вероватно још толико година, успоравање ротације може имати вредности које износе и више часова.

2. ГЕОЛОШКИ АСПЕКТ

Из палеонтологије је познато да епитека корала садржи прстенове годишњег раста које се могу видети и голим оком, а који се састоје од наизменично распоређених светлијих и тамнијих трака (видљивих само под микроскопом). Светлије и шире траке одговарају дневном расту, а тамније и уже – ноћном расту. Мо-

¹ Републички геодетски завод, Булевар војводе Мишића 39, Београд, e-mail: mstarcevic@rgz.gov.rs

гуће грешке у одређивању броја трака могу бити до око 2%. На слици 1 приказана је шема раста корала у периоду од 7. до 11. јуна 1982. године у јужном делу Тихог океана.



Слика 1. Шематски приказ епитека корала са приказом његовог раста у периоду од 4 дана

На десној скали тамнијом бојом приказан је ноћни раст, а светлијом бојом раст у току дана.

Могућност коришћења ових прстенова и трака као “геолошких часовника” открио је Wells (1963). Проучавајући епитеку средњодевонског корала *Cyathophyllum helianthoides*, овај аутор је установио да прстен годишњег раста садржи 400 дневних прираштајних трака, што сведочи да је година тада имала 400 дана. Код савременог корала *Mancina areolata*, прстен годишњег раста има број дана који приближно одговара дужини трајања савремене године, односно око 365 трака.

Слична проучавања вршили су следећи аутори: код горњокарбонских корала - Scrutton (1965), а код доњотријаских корала Beauvais и Chevallier (1980). Они су установили да је у горњем карбону година имала 385-390 дана, а у доњем тријасу око 380 дана (табела 1).

Приказ резултата оваквих палеонтолошких проучавања скелета корала, дала је Кузмичева (1982). У табели 1, поред колоне са бројем дана у години, дата је и колона са бројем сати у једном дану.

Табела 1

Геолошка епоха	Милиони година	Број дана у години	Број сати у дану
Холоцен	0	365	24
Доњи тријас	220-230	380	23.1
Горњи карбон	285-310	385-390	22.8 - 22.5
Средњи девон	370-385	400	21.9

На основу података из табеле 1 може се срачунати да успоравање ротације планете Земље износи око 20 секунди на 1.000.000 година. За период почетка палеозоику, који је одређен на пре око 600 милиона година, може се срачунати колико је брзина ротација била већа: 600 милиона година поделимо са 1.000.000 година и добијемо број 600 који множењем са 20 секунди даје време од 12.000 секунди, што износи 3.3 сата. То значи да је дан почетком палеозоику, пре око 600 милиона година, трајао 20.7 сати, односно 20 сати и 42 минута.

Датирање старости из Табеле 1 врши се поступком одређивања старости стена на основу радиоактивног распада појединих елемената и у широкој је употреби већ више од пола века. До данас је усавршено преко 40 оваквих поступака где сваки користи различит радиоактивни елемент или различиту методу мерења његовог садржаја. До данас је такође постало сасвим јасно да различите методе дају међусобно сагласне резултате и кохерентну слику према којој је планета Земља настала веома давно. Даља потврда њихове поузданости потиче од потпуне сагласности резултата добијених овим методама са резултатима других метода одређивања старости као што су годови дрвета или језгра леда из дубоких бушотина на Гренланду и другим местима.

3. МОДЕЛ ПРОРАЧУНА

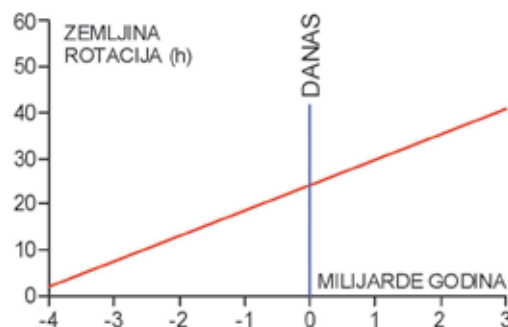
Ако се претпостави да се брзина Земљине ротације у току времена линеарно смањује по стопи од 20 секунди на милион година (за 400 милиона година смањење је 2.1 час или 7500 секунди), онда се може одредити функционална зависност ових величина на следећи начин:

$$h = 5.556b + 24$$

где је: h - дужина трајања дана у часовима

b - време у милијардама година (данас = 0)

Из горњег израза следи да је пре 4 милијарде година дужина дана износила око 2 часа, а да ће кроз 3 милијарди година иста износити око 40 часова (слика 2).



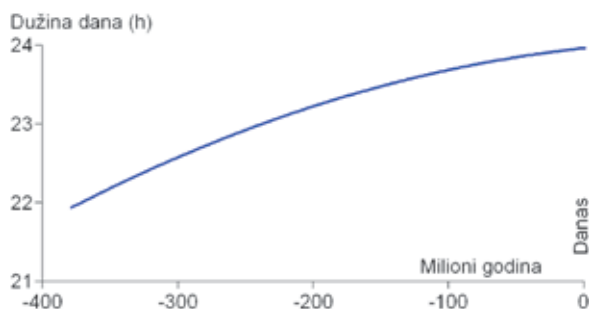
Слика 2. Трајање дневне ротације Земље (у часовима) у прошлости и будућности по линеарном закону

Међутим, када се има у виду чињеница да су на смањивање брзине Земљине ротације могли утицати

и многи други фактори и то у току веома дугог времена (преко 4000 милиона година), онда се може поставити питање веродостојности претпоставке о линеарном смањивању ове брзине.

Да би се добили квалитетнији подаци за полазне претпоставке о функционалној промени брзине ротације са временом, користимо геолошке податке из епитека раста корала.

Ако податке из табеле 1 прикажемо графички, добићемо дијаграм зависности дужине трајања дана за временски интервал од пре око 400 милиона година до данас. Овај дијаграм је приказан на слици 3.



Слика 3. Трајање дневне ротације Земље од девона до данас

За одређивање аналитичког израза за промену брзине Земљине ротације током времена по закону који није линеаран, могу се искористити подаци за интервал времена од пре 400 милиона година до данас и на основу тога извршити апроксимација за дужи временски период.

Међутим, за целовито сагледавање и решавање третиране проблематике промене брзине Земљине ротације, треба узети у обзир и релевантне податке о другим планетама Сунчевог система и извршити њихову компаративну анализу. Ови подаци приказани су у табели 2.

Може се, у правој апроксимацији, претпоставити да се за прорачун промене времена ротације планета првенствено морају узети у обзир савремено време ротације и револуција, односно време обиласка пуног круга око Сунца. Ови подаци приказани су у табели 3.

С обзиром да је успоравање ротације планета условљено растојањем од Сунца, у последњој колони табеле 3 приказан је однос револуције (у данима) и ротације (у данима) за сваку планету. Овај однос представља неименован број и у даљем тексту биће означаван словом *K*.

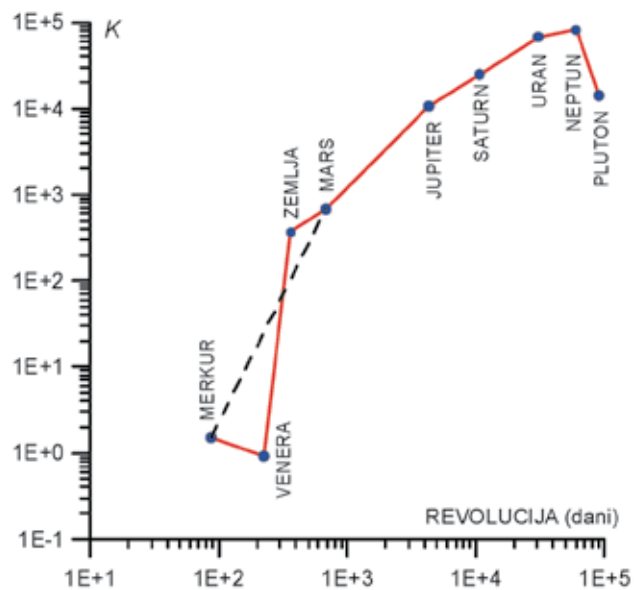
На слици 4 приказан је дијаграм промене односа *K* датог у табели 3 у функцији револуције планета.

Табела 2

Име	Растојање од Сунца [x 1000 km]	Револуција (дана)	Нагиб путање [°]	Ексцен-третет	Полупречник [km]	Маса [тона]	Густина [g/cm ³]	Број сателита
Меркур	57910	87,97	7,00	0,21	2440	3,30e23	5,43	-
Венера	108200	224,70	3,39	0,01	60,52	4,87e24	5,24	-
Земља	149600	365,26	0,00	0,02	6378	5,97e24	5,52	1
Марс	227940	686,98	1,85	0,09	3397	6,42e23	3,93	2
Јупитер	778330	4332,71	1,31	0,05	71492	1,90e27	1,33	61
Сатурн	1429400	10759,50	2,49	0,06	60268	5,68e26	0,69	31
Уран	2870990	30685,00	0,77	0,05	25559	8,68e25	1,32	21
Нептун	4504300	60190,00	1,77	0,01	24766	1,02e26	1,64	11
Плутон	5913520	90800	17,15	0,25	1150	1,27e22	2,06	1

Табела 3

(1)	(2)	(3)	(4)
Планета	Ротација (дана)	Револуција (дана)	$K=(3)/(2)$
Меркур	59	88	1.49
Венера	243	224.7	0.92
Земља	1	365.24	365
Марс	1.02	687	674
Јупитер	0.41	4329	10558
Сатурн	0.43	10753	25007
Уран	0.45	30660	68133
Нептун	0.74	60225	81385
Плутон	6.39	90520	14166



Слика 4. Дијаграм промене односа K: револуција (дани)/ротација (дани)

На дијаграму се може запазити да постоји извесна правилност у облику дијаграма, која је нарушена само за три планете: Венеру, Земљу и Плутона. Ова одступања могу се објаснити ако се узму у обзир посебне одлике ових планета у односу на остале.

Венера је једина планета у Сунчевом систему која има ретроградну ротацију, што је вероватно последица судара са неким објектом у далекој прошлости. Овај судар је знатно успорио ротацију Венере, тако да је период једне ротације већи од револуције, што није случај ни код једне друге планете Сунчевог система.

Земља има велики сателит - Месец, који има релативно велику масу и налази се на релативно малој удаљености од Земље, што је вероватно довело до корекције у њеној ротацији. Такође, по неким астрономима, Месец је настао као последица судара великог тела са Земљом, што је довело до стварања овог двојног система.

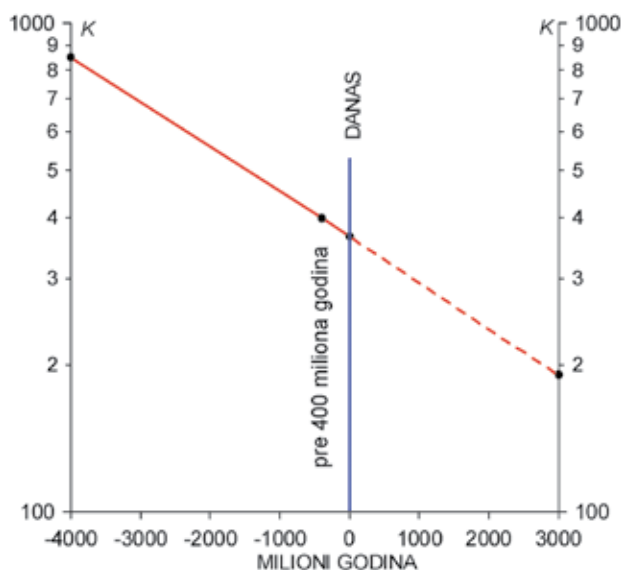
Плутон је планета са врло ексцентричном орбитом која у неким периодима времена пресеца Нептунову орбиту, тако да је нејасно да ли је то планета која припада низу од самог стварања Сунчевог система, или је настала касније у процесу неких судара или одвајања од постојећих планета. Данас се, чак, сматра да Плутон и није планета сунчевог система с обзиром на облик путање и њену величину.

Као што је напред речено, основа за даље прорачуне су палеонтолошки налази о дужини трајања дана на Земљи према дневном и годишњем расту скелета - епитека фосилних корала.

Ако се претпостави да је револуција планета (у часовима) константна током дугог временског периода, може се срачунати однос K за планету Земљу за временски период девона на основу података из табеле 1, из односа:

$$K = \frac{\text{Revolucija(sati)}}{\text{Rotacija(sati)}} = \frac{8766}{21.9} = 400.27$$

На слици 5 приказан је дијаграм односа K у функцији времена од пре 4000 милиона година до 3000 милиона година у будућности за планету Земљу, имајући у виду да је пре 400 милиона година тај параметар износио 400.27. С обзиром на логаритамску размену, јасно је да је зависност величина експоненцијална.



Слика 5. Дијаграм односа K за планету Земљу

На основу података са дијаграма на слици 3 може се срачунати да је пре 4000 милиона година време ротације Земље износило:

$$\text{Rot} = \frac{\text{Rev}}{K} = \frac{8766}{850} = 10.3h$$

У будућности, кроз 3000 милиона година, ротација ће износити:

$$\text{Rot} = \frac{\text{Rev}}{K} = \frac{8766}{195} = 45h$$

Ако се претпостави да је пре 4000 милиона година време ротације за све планете било приближно исто, што значи око 10 часова, као што је добијено за Земљу, могуће је добити сличне дијаграме и за остале планете.

4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Илић, М., Старчевић, М., Пешић, Л., Челебоновић, В., 1996: *Нека разматрања о промени времена ротације земље на основу астрономских и геолошких података. Геолошки Анали Балканског полуострва*, Рударско-геолошки факултет ХХВ, pp. 64-69.
- [2] Wells, J.W., 1963, *Nature*, Vol. 197, No. 4871, p. 948.

РАЗВОЈ ИНТЕРНЕТ ПРЕЗЕНТАЦИЈЕ КОНТРОЛНОГ ЦЕНТРА АГРОС

Дејан Стојановић, проф. технике и информатике¹
Данко Дучић, мастер инжењер геодезије²

Стручни рад
УДК: [528.3 + 629.7.08] : 004.78](497.11)

РЕЗИМЕ

У складу са константном тенденцијом повећања транспарентности рада Контролног центра АГРОС мреже, развијене су и публиковане нове интернет странице које би требало да омогуће корисницима система и свим заинтересованим појединцима и институцијама свеобухватнији и квалитетнији увид у резултате GNSS анализа спроведених у локалном аналитичком центру европске мреже перманентних станица (*EUREF Permanent Network Local Analysis Centre – EPN LAC*), који званично функционише под окриљем Републичког геодетског завода од априла 2011. године.

У фебруару 2013. године извршен је редизајн интернет презентације Контролног центра АГРОС мреже, доступне на адреси <http://agros.rgz.gov.rs>. Нови садржаји пружају могућност прегледа графички визуелизованих GNSS података и фактора који су релевантни за поступак GPS теренских мерења. У реалном времену су приказане предиковане позиције сателита као и број тренутно активних корисника система, симулиран је принцип функционисања ровера на терену, а креирана је и секција за преузимање апликативних софтвера, упутстава и месечних извештаја контроле квалитета координата националне мреже GNSS станица Републике Србије.

Кључне речи: АГРОС, GNSS, Bernese, CORS, EPN LAC.

THE DEVELOPMENT OF AGROS CONTROL CENTER WEBSITE

Dejan Stojanović, professor of technique and computer science
Danko Dučić, MSc in Geodesy

ABSTRACT

In accordance with a continuous tendency to increase working transparency of AGROS network Control center, a new web pages have been developed and published which provide the system users and all interested individuals and institutions a more comprehensive and qualitative insight into the results of GNSS analysis conducted in the local analysis center of a European CORS network (*EUREF Permanent Network Local Analysis Centre - EPN LAC*), which officially operates under the auspices of the Republic Geodetic Authority since April 2011.

A general redesign of AGROS Control center internet presentation, available at <http://agros.rgz.gov.rs>, was implemented in February 2013. New contents provide the option for reviewing a graphically visualized GNSS data and many factors relevant for the procedure of GPS field measurements. The predicted positions of the satellites and current number of active system users are displayed in real-time, the principle of GNSS rover functioning is simulated and also the download section with application software, manuals and monthly reports of coordinate quality control in the national network of GNSS stations of the Republic of Serbia is created.

Key words: AGROS, GNSS, Bernese, CORS, EPN LAC.

1. УВОД

Активна Геодетска Референтна Основа Србије (АГРОС) подразумева перманентни сервис прецизног сателитског позиционирања на територији Републике Србије. АГРОС чини 30 CORS (*Continuously Operating Reference Station*) станица, релативно правилно распо- ређених, на просечном међусобном растојању од око 70 km. Применом система АГРОС могу се одређивати координате тачака при реализацији и одржавању свих референтних мрежа у Србији, детаљног гравиметријског премера, астрогеодетских одређивања, као и при одређивањима неопходним за рачунање параметара трансформације и дискретних вредности аномалијских висина.

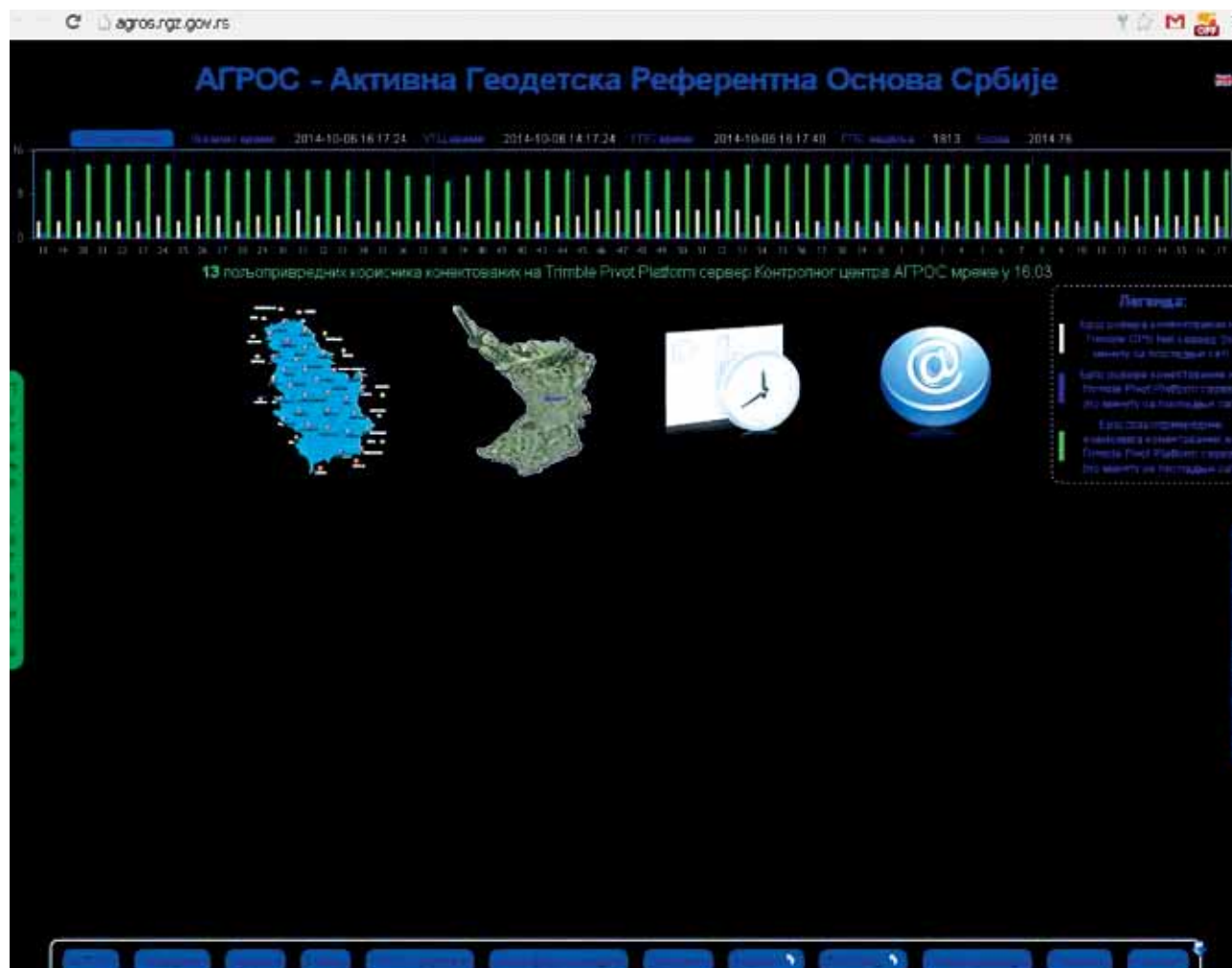
Иницијална идеја за развој интернет презентације контролног центра АГРОС, проистекла је из потребе

приближавања система крајњем кориснику, кроз визуелизацију широког дијапазона његових могућности и пружање комплетнијег увида у квалитет функциони- сања самог система.

У софтверском пакету Bernese развијени су модули за контролу квалитета координата АГРОС базних станица, оцену параметара тропосферске рефракције, прорачун часовних одступања терестричких CORS пријемника и GPS сателита, као и за кумулативну вишегодишњу калкулацију тектонских померања перманентних станица. Такође се врши компаративна анализа тачности јавно доступних сателитских ефемерида које се користе за потребе терестричког позиционирања, као и у накнадној обради података.

Обрада GNSS података се врши на дневном нивоу и свакодневно се ажурирају резултати који су доступни

^{1,2} Републички геодетски завод, Сектор за геодетске радове, Контролни центар АГРОС, Булевар војводе Мишића 39, Београд, e-mail: dejan.stojanovic@rgz.gov.rs, danko.ducic@rgz.gov.rs



Слика 1. Насловна страна web презентације контролног центра АГРОС

за кориснике. Анализа података је максимално аутоматизована креирањем скрипти и апликација које се редовно покрећу у планирано време.

2. ТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

Претходна верзија Web презентације је развијена у програмском језику PHP верзија 5.2.2, а у циљу очувања компатибилности, PHP верзија није промењена. Извршена је надоградња Apache web сервера на верзију 2.2.22 и инсталирана је база података MySQL верзија 5.5, за складиштење података о корисницима и евиденцији коришћења АГРОС сервиса. База података је синхронизована са програмом за евиденцију података о корисницима како би све промене корисничког налога, попут уплата и редовног коришћења, биле јавно видљиве на web-у.

Серверске апликације и скрипте су развијене у више програмских језика, а највећим делом је заступљен PHP, као програмски језик за серверско програмирање web апликација. Креиране су скрипте које преузимају и об-

рађују GNSS податке и припремају их за приказ на web странама. Извршавањем поменутих скрипти припремају се подаци о тренутном броју активних корисника АГРОС мреже и добијају резултати који су неопходни за компаративни аналитички приказ сателитских ефемерид, регионалног јоносферског модела, координатних одступања, тропосферске рефракције и тектонских помераја CORS станица. Нека ограничења PHP програмског језика су превазиђена употребом програмског језика Java (преузимање датотека са FTP сервера, манипулација датотекама у мрежном окружењу и сл). Такође су развијене и адаптиране PERL скрипте за потребе аутоматизације алгоритамских процедура које се изводе у радном окружењу Bernese програмског пакета.

На клијентској страни, динамички ефекти су постигнути употребом Javascript библиотека. Основа клијентског програмирања је библиотека jQuery, која обухвата основне Javascript методе и подржава мулти-платформско програмирање, односно подржана је од стране већине Интернет претраживача. За креирање графика је коришћена Javascript библиотека jqPlot, а додатни ефекти су постигнути цртањем у HTML5 canvas елементу по-

моћу Javascript библиотеке jQuery. На Google картама су приказане локације Контролног центра АГРОС, односно Републичког геодетског завода, као и предиковани приказ позиција сателитских система у реалном времену.

Све веб странице приказују садржај у HTML5 формату и користе предности новог HTML стандарда, као што су canvas или video елементи. С друге стране, не подржавају сви Интернет претраживачи у потпуности HTML5 стандард (нпр. Internet Explorer, верзије <9), па је додатно кодирана подршка за овакве претраживаче.

Комплетан садржај веб презентације је двојезичан. Подржан је српски језик, ћирилично писмо, и енглески језик. Промена интерфејса се врши тренутно, помоћу Javascript кода, без поновног учитавања странице.

3. ОПТИМИЗАЦИЈА ПРИКАЗА

Посебан труд је уложен у оптимизацију кода како би корисницима био омогућен најбржи приказ страна. Сви приказани подаци се унапред обрађују и чувају у формату који обезбеђује најбржи одзив сервера. Анализа садржаја сваке стране је извршена помоћу Google алата PageSpeed Insights. На основу анализа и препорука, уведена су следећа побољшања:

- Компресија садржаја од стране веб сервера;
- Оптимизација и компресија слика;
- Минимизација Javascript датотека;
- Кеширање података на клијентској страни;
- Употреба CDN (Content Distribution Network).

Овим мерама је знатно убрзан приказ веб страна и побољшан кориснички доживљај приликом посете Интернет презентацији Контролног центра АГРОС.

4. ОБРАДА GNSS ПОДАТАКА

Комплетна процедура математичке обраде RINEX датотека, која се реализује у оквиру редовних активности контролног центра АГРОС, врши се софтверским пакетима **Bernese GPS Software Version 5.0** и **Bernese GNSS Software Version 5.2**. Програм *Bernese* припада класи академских, тј. универзитетских софтвера који се ко-

ристе у научно-образовне сврхе. Развијен је од стране научних радника и професора на Астрономском институту Универзитета у Берну, у Швајцарској.

Важно је напоменути да је локални аналитички центар Републичког геодетског завода (RGA LAC) међу првим установама тог типа у Европи, које су успешно извршиле процес имплементације нове алгоритамске стратегије процесирања, у радном окружењу 5.2 верзије Bernese програмског пакета (од 1752. GPS недеље). Према експлицитним директивама, датим на радном састанку аналитичких центара, одржаном маја 2013. године у Бриселу, усвојена је употреба сателитских ефемериди и часовних корекција које објављује Европски центар за прецизно одређивање сателитских орбита Астрономског института Универзитета у Берну (*AIUB CODE*), као и примена Бечког тропосферског редукционог модела (*VMF – Vienna Mapping Function*) и GLONASS корекција у поступку изравњања мреже.

Улазни параметри који је неопходно унети у радно окружење апликације **Bernese GPS Software Version 5.0**, за потребе дневног процесирања сирових RINEX GNSS података регистрованих на станицама АГРОС мреже, дати су у табели 1.

Поред набројаних података који се аутоматски преузимају са наведених адреса FTP сервера, такође се користе и RINEX подаци са одговарајућих EPN станица. Посебна апликација је развијена за потребе презимиња свих јавно публикованих датотека неопходних за обраду GNSS података.

5. САДРЖАЈ WEB ПРЕЗЕНТАЦИЈЕ КОНТРОЛНОГ ЦЕНТРА АГРОС МРЕЖЕ

Насловна страна апострофира најважније линкове и график који приказује тренутни број активних геодетских корисника Trimble GPS Net и Trimble Pivot Platform система, као и број пољопривредних корисника конектованих на Trimble Pivot Platform систем. Подаци се освежавају сваког минута, са историјом активних корисника по минути за последњих сат времена. Омогућен је и кориснички систем упозорења базиран на провери доступности датотека које садрже податке о сателит-

Табела 1. Списак улазних параметара који се користе за потребе дневног Bernese процесирања

Улазни подаци	Интернет линк до извора података
Брзе IGS ефемериде GPS сателита	ftp://igs_cb.jpl.nasa.gov/pub/product/gpsweek/
Океанографски параметри и параметри Земљине ротације	ftp://igs_cb.jpl.nasa.gov/pub/product/gpsweek/
Параметри сателитских часовника	ftp://igs_cb.jpl.nasa.gov/pub/product/gpsweek/
Брзе CODE глобалне јоносферске мапе	ftp://ftp.unibe.ch/aiub/CODE/
Диференцијална одступања часовника	ftp://ftp.unibe.ch/aiub/CODE/
Положаји фазних центара GNSS антена	ftp://ftp.epncb.oma.be/pub/station/general
Координате EPN CORS станица	ftp://ftp.epncb.oma.be/pub/station/coord/EPN

ским путањама (ултра-брзе ефемериде). Распољивост наведених датотека утиче на прецизност GPS мерења на терену, а упозорење за кориснике се манифестује променом боје позадине прозора. Са насловне стране је омогућена пријава регистрованих корисника и провера детаља корисничког налога.

Апликација за симулацију рада GNSS ровера (<http://agros.rgz.gov.rs/agros/monitor.php>) приказује хоризонталну и вертикалну тачност мерења, која се може остварити на терену у реалном времену, као и време неопходно за постизање иницијализације. Апликација је повезана са пријемником чија се антена налази на крову зграда седишта Републичког геодетског завода у Београду.

На јоносферским картама (<http://agros.rgz.gov.rs/agros/jonosfera.php>) су представљене вредности утицаја јоносферске рефракције на квалитет фазних мерења из L1 и L2 фреквентног опсега, срачунате на основу Klobuchar математичког модела. Подаци на страници се освежавају сваког минута, тако да можемо слободно рећи да се статус јоносфере прати у реалном времену. На овај начин је, поред сервиса за СМС обавештавање и сервиса за симулацију рада ровера, корисницима омогућен јаснији увид у функционално стање Контролног центра АГРОС мреже, а уједно и обезбеђена могућност квалитетније организације, сврсисходнијег планирања и оптималне реализације теренских мерења, што резултира битним уштедама у погледу редукције непотребних расхода.

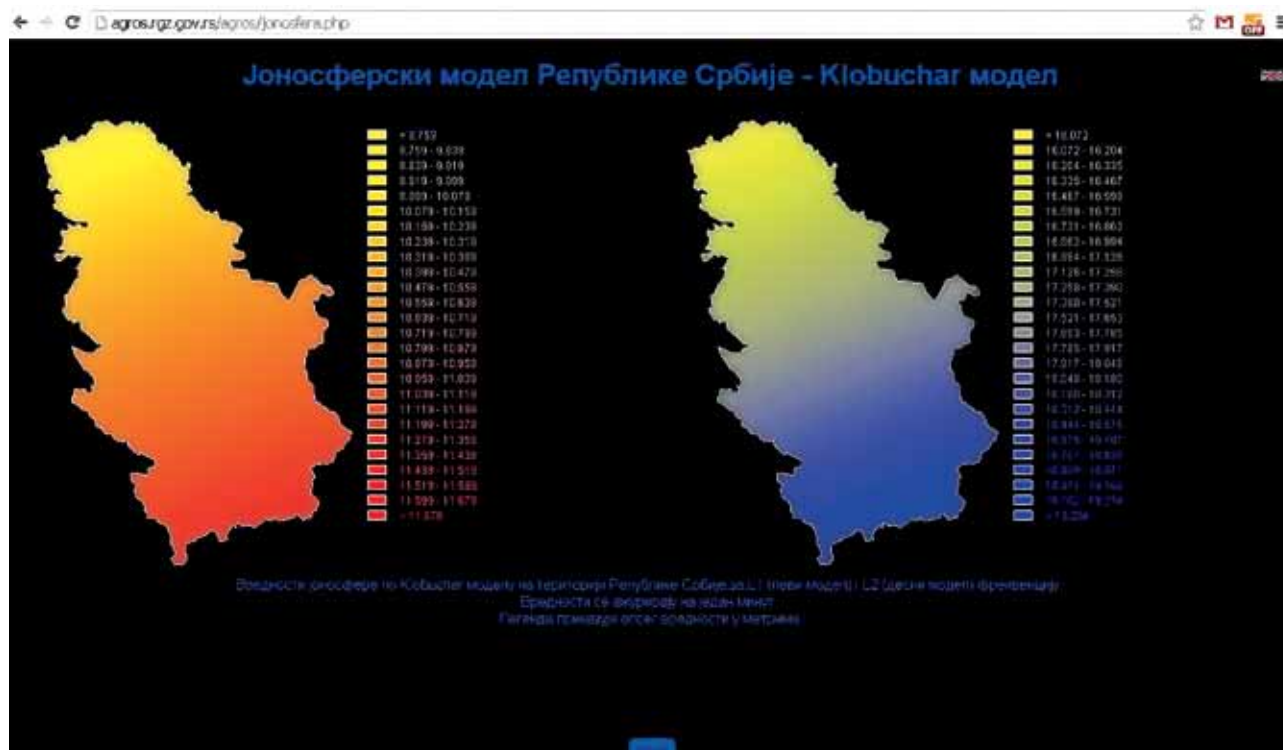
У Секцији за преузимање (<http://agros.rgz.gov.rs/agros/download.php>) омогућен је приступ апликацијама, упутствима, извештајима и другим датотекама од

значаја за крајње кориснике и геодетске стручњаке. Листа датотека и програма се редовно допуњује новим садржајима припремљеним у Контролном центру АГРОС.

Пољопривредни корисници имају могућност да погледају видео снимак практичне примене GPS навигације у обављању пољопривредних задатака (<http://agros.rgz.gov.rs/agros/video.php>). Изузетно прецизно управљање пољопривредним машинама, где возач има улогу контролора система, има све већу примену у Србији, а наведена страна је креирана у циљу популаризације ове технологије.

Компаративна анализа дијаграма доступна у оквиру web стране Поређење ефемерида (<http://agros.rgz.gov.rs/agros/efemeride.php>) може послужити корисницима услуга Контролног центра АГРОС као валидан извор информација о квалитету сателитских орбиталних параметара, који се користе приликом накнадне обраде сирових ГПС мерења прикупљених на терену. С обзиром да су за поређење поред 24-часовних брзих и дефинитивних ефемерида, коришћене и ултра-брзе IGS (International GNSS Service) ефемериде које обухватају временски интервал од 48 сати, на графицима су приказане и вредности разлика сателитских координата које се односе на период предикције, тј. непосредно пре и после изабраног дана, у зависности од тога када су ултра-брзе ефемериде публиковане (00h, 06h, 12h или 18h по UT временској скали).

На интернет адреси (<http://agros.rgz.gov.rs/agros/clock.php>) се могу пратити вредности часовних корекција на свим перманентним станицама које раде у



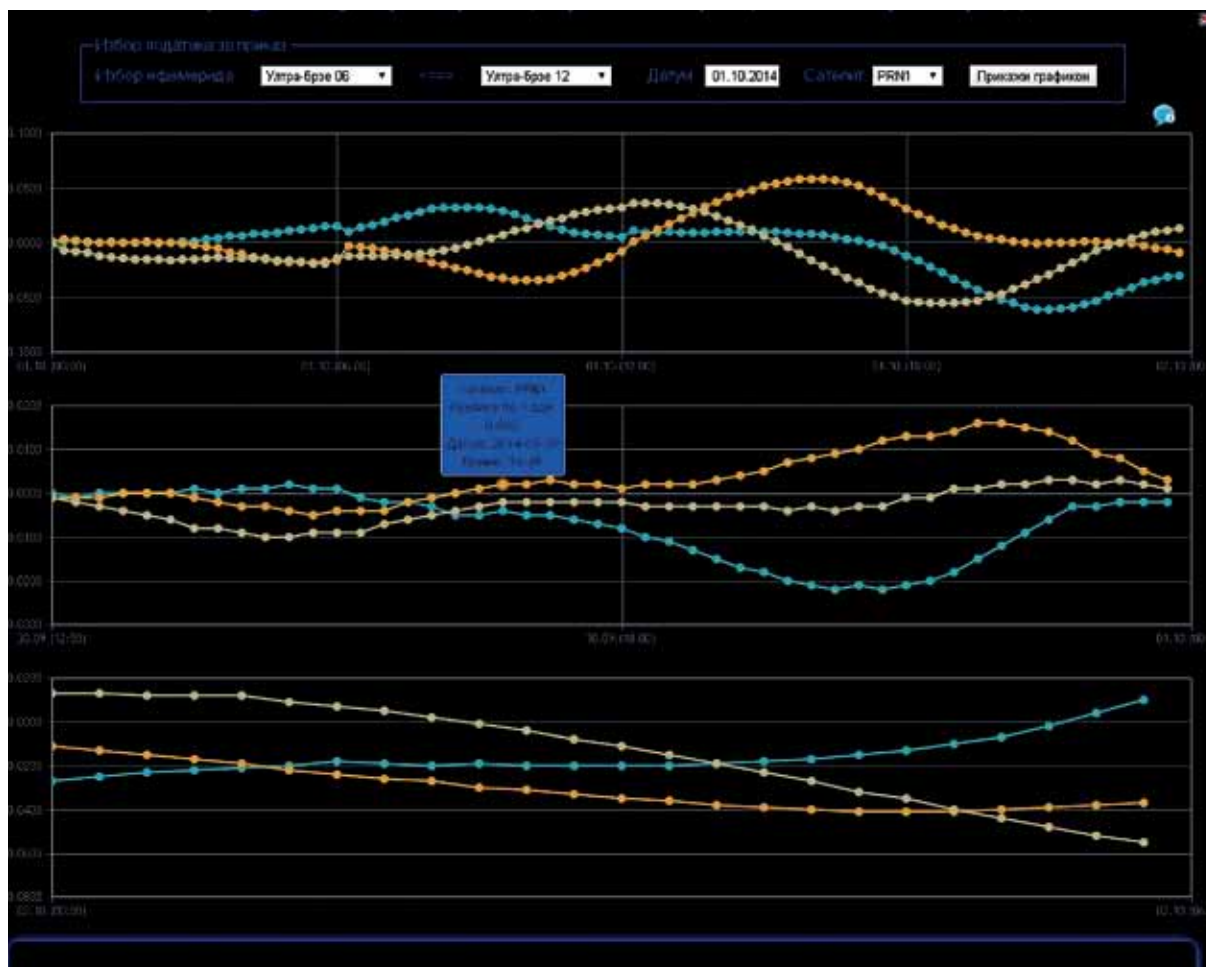
Слика 2. Приказ јоносферског модела Републике Србије

Преузимање датотека

Овде можете пронаћи и преузети датотеке које су направљене у Контролном центру АГРОС за потребе корисника. Датотеке су доступне у HTML, Microsoft Excel и PDF формату. Датотеке које садрже координатне информације се могу издати у АГРОС формату.

Име датотеке	Упутства	Презентација	Слика	Датум издања	Ефекативност	
• RINEX издат				Датум издат	Величина (KB)	Број преузимања
• RINEX издат				RINEX Tools.zip	18.105.50	37
• Трансформација референцијалног система БРС89				inf2euf.zip	241.22	18
• ГПС календар				GPSremita.rar	141.73	38
• ГПС апликација за андроид апликација				GPS.apk 20130927.zip	310.10	114
• UTM трансформација				UTM.rar	303.30	61
• Преузимање пријемника на терену коришћењем АГРОС контролног центра				GPSCLIENT v2.0.1.rar	119.03	93
• Геоидна података				Geoida iudlaoja Republike Srbije.rar	421.24	53
• Контрола RINEX фајла				Kontrola Rinex izvestaja.rar	30.19	24

Слика 3. Секција за преузимање датотека



Слика 4. Приказ дијаграма за компаративну анализу ефемериде

оквиру Контролног центра АГРОС, као и одступања сателитских часовника. Часовне поправке представљају битну компоненту у раду сваког GNSS пријемника, тако да је пружањем увида у квалитет овог параметра омогућен транспарентнији рад АГРОС система.

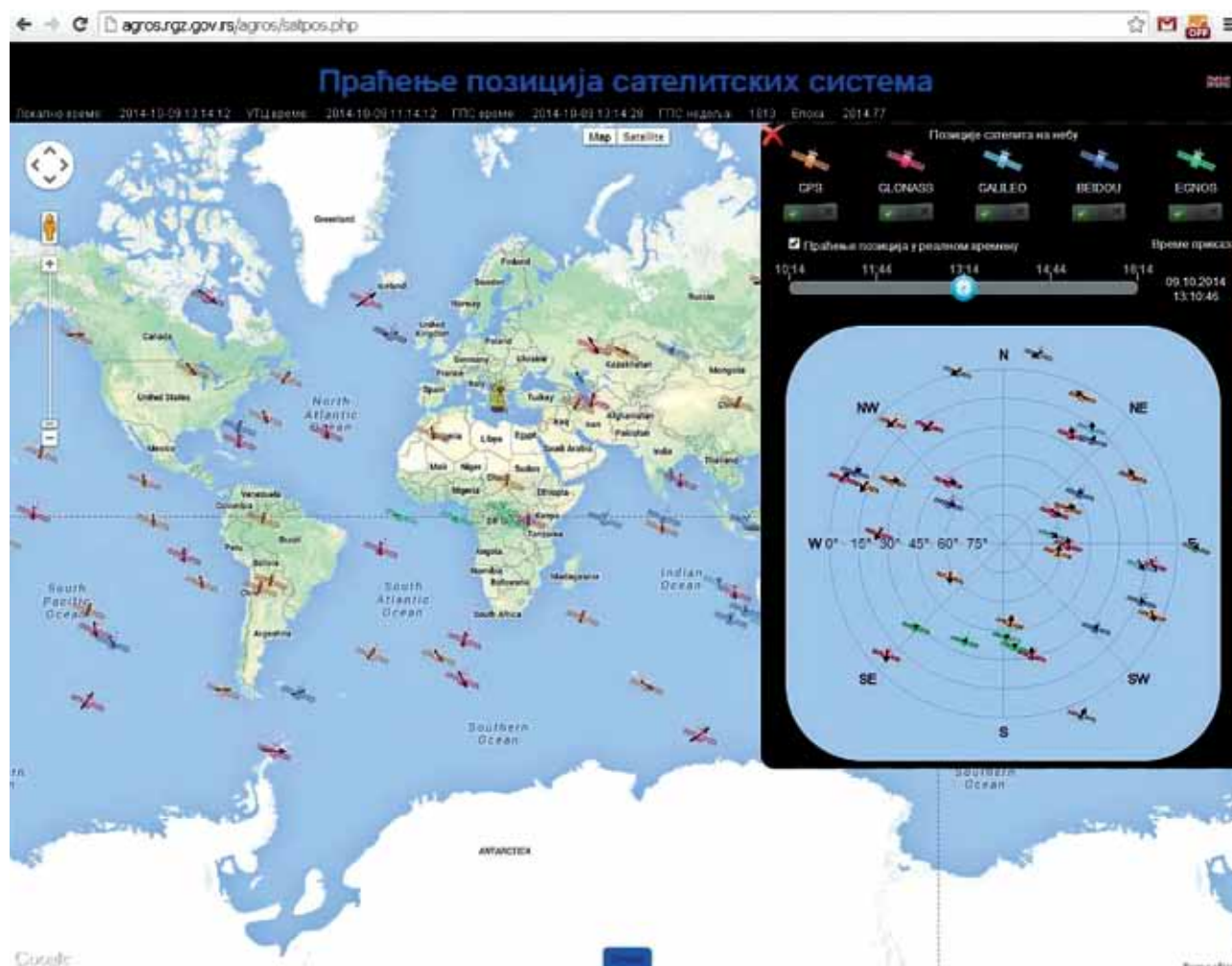
Картографски приказ кумулативно срачунатих вектора брзина померања перманентних станица АГРОС мреже, који је дат у оквиру странице (<http://agros.rgz.gov.rs/agros/velocity.php>) обезбеђује свим заинтересованим корисницима јасан увид у интезитет помераја евроазијске тектонске плоче за територију Републике Србије за конкретан датум који је могуће изабрати из интерактивног календара.

У оквиру секције EPN LAC основног менија на располагању су линкови ка интернет страницама на којима је дата графичка презентација параметара тропосферске рефракције (<http://agros.rgz.gov.rs/agros/tropoern.php>), статистичких показатеља координатне варијабилности (<http://agros.rgz.gov.rs/agros/timeseries.php>) као и тектонских помераја CORS станица (<http://agros.rgz.gov.rs/agros/velocityern.php>), који се свакодневно рачунају у локалном аналитичком центру РГЗ LAC на основу података

са 98 перманентних станица (од чега су 54 CORS станице из европске референтне подмреже, 30 АГРОС базних станица са територије Републике Србије и 14 станица македонске националне GNSS мреже – МАКРОС).

Значајна новина је развој web апликације GNSS праћење (<http://agros.rgz.gov.rs/agros/satpos.php>) која омогућава интерактивни преглед предиктованих позиција и брзина кретања GNSS сателита из фреквентно доступних констелација (GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU, EGNOS) на Google картографским подлогама у реалном времену, са приказом основних техничких спецификација сателита. Такође је могуће анализирати просторни распоред електронски видљивих сателита од хоризонта према зениту на делу неба изнад изабране локације посматрача у реалном времену, као и за трочасовни период предикције пре и после текућег момента (Skypilot), што кориснику АГРОС система може послужити као веома користан алат у фази оптималног планирања GNSS теренских мерења.

На интернет линку <http://agros.rgz.gov.rs/agros/tropoern.php> су у виду графикона представљене оцењене вредности утицаја тропосферске рефракције на ква-



Слика 5. Праћење позиција сателитских система у реалном времену



Слика 6. Графички преглед статистика варијабилности координатних разлика CORS станица

литет GNSS мерења, математички моделиране на дневном нивоу применом коефицијената Бечке редукционе функције (VMF – Vienna Mapping Function).

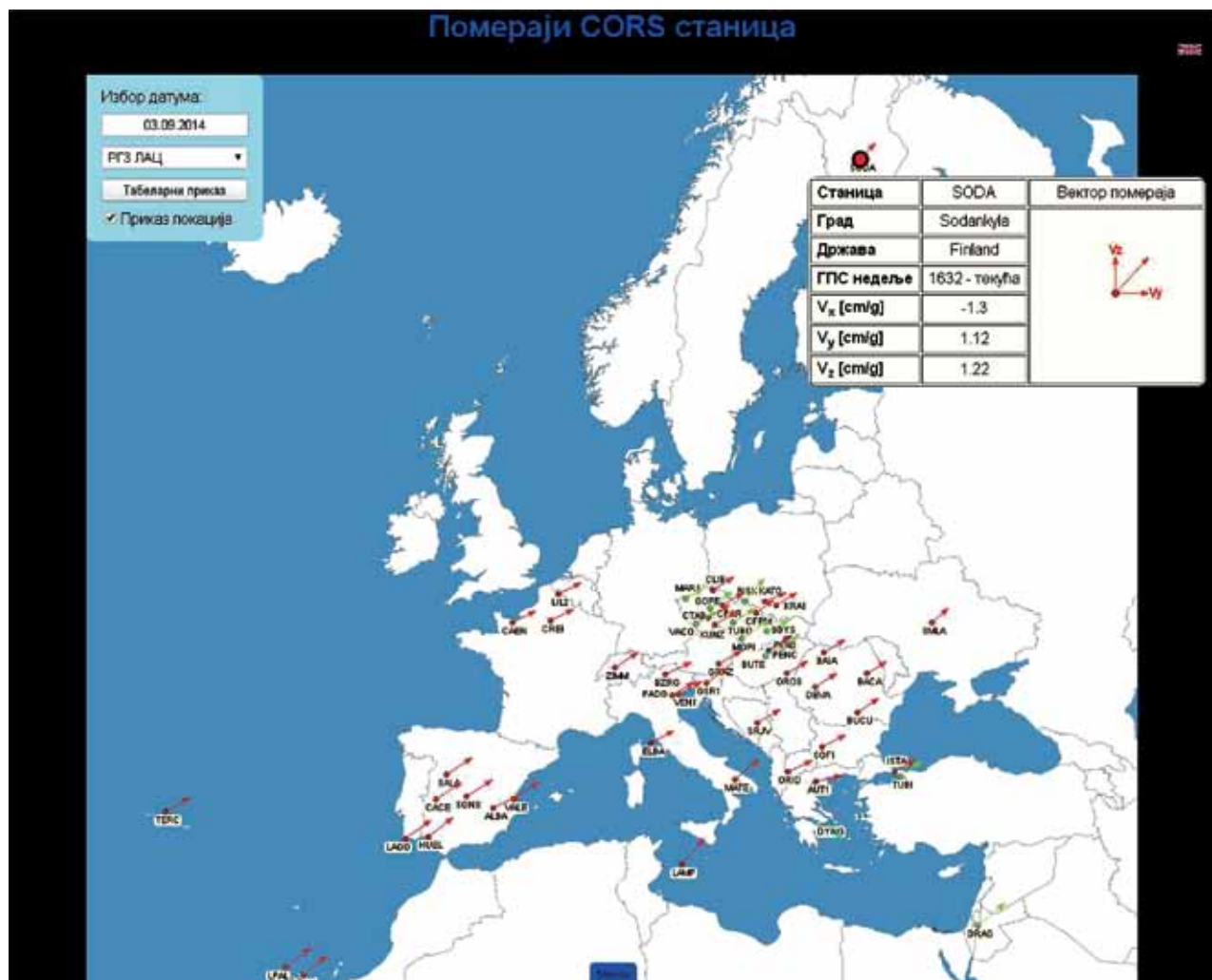
Прегледне статистике варијабилности координатних разлика CORS станица, које се обрађују у LAC центру, могу се пронаћи на интернет страници <http://agros.rgz.gov.rs/agros/timeseries.php>. На дијаграмима је дат компаративни приказ критеријума квалитета координатне променљивости на недељном нивоу, који отвара могућност брзе и једноставне идентификације евентуалног проблема на некој од базних станица у мрежи, кроз детекцију дисконтинуитета у подацима, тј. неуобичајено велике вредности средње квадратне грешке која одступа од свог униформног тренда, што може бити последица неког крупног поремећаја на станици, узрокованог било каквим спољним утицајима.

Интерактивни картографски и табеларни преглед вектора тектонских померања европских, српских и македонских перманентних GNSS станица доступан је на адреси <http://agros.rgz.gov.rs/agros/velocityepn.php>. Помераји станица се свакодневно прерачунавају решавањем

система нормалних једначина, по принципу вишегодишње кумулативне обраде. Оваква презентација пружа свим заинтересованим корисницима јасан увид у померај евроазијске тектонске плоче на територији западног Балкана и југоисточне Европе, па самим тим и могућност прецизније трансформације координата на том подручју из било ког интернационалног или европског референтног оквира у било коју пројекцију и обрнуто. Моделирање овог геодинамичког феномена води унификацији геодетског датума АГРОС GNSS мреже са глобалним европским референтним геодетским датумом и уједно га чини отпорнијим на геометријске деформације до којих долази услед сталног кретања тектонских плоча.

6. ЗАКЉУЧАК

Контролни центар националне АГРОС мреже ће наставити са позитивном праксом развоја нових апликација и усавршавања постојећих сервиса, а све у циљу праћења



Слика 7. Праћење тектонских помераја CORS станица

савремених трендова у домену GNSS анализа и прилагођавања потребама крајњих корисника.

За више информација и нове садржаје посетите web презентацију Контролног центра АГРОС на адреси <http://agros.rgz.gov.rs/>.

7. ЛИТЕРАТУРА И ЛИНКОВИ

- [1] Стручно упутство о примени активне геодетске референтне основе Републике Србије у основним геодетским радовима и премеу непокретности, бр. 95-83/05 од 30.12.2005. године, Републички геодетски завод, Београд
- [2] Корисничко упутство за програмски пакет Bernese GPS Software Version 5.0, Dach R., Hugentobler U., Fridez P., Meindl M., Астрономски институт универзитета у Берну, Јануар 2007.
- [3] <http://www.epncb.oma.be/>
- [4] <http://www.bernese.unibe.ch/>
- [5] <http://igscb.jpl.nasa.gov/>
- [6] <http://www.unibe.ch/>
- [7] <http://php.net/>
- [8] <http://jquery.com/>
- [9] <http://www.celestrak.com/>

ВЕБ СЕРВИСИ РГЗ-А КОЈИ ДОПРИНОСЕ РАЗВОЈУ Е-УПРАВЕ ЗАСНОВАНИ НА INSPIRE ДИРЕКТИВИ

Даниел Милојевић, дипл. инж. геод.¹

Вук Јевтић, мастер инж. геод.²

Стручни рад

УДК: 004.738.12 : 528(491.11) : [351 + 006.323(4)]

РЕЗИМЕ

У раду се даје приказ тренутно доступних сервиса као и оних сервиса који се развијају од стране Републичког геодетског завода. Република Србија као земља која тежи уласку у Европску унију се придружила другим чланицама ЕУ у имплементацији INSPIRE директиве. Један од најбитнијих циљева је хармонизација сетова података и њихово дељење између државних (јавних) институција. Скоро је немогуће замислити модерно пословање без употребе рачунара и Интернета, па се и државне (јавне) институције морају прилагодити томе. РГЗ је увек био у самом врху по питању информатичке писмености па је и своје активности прилагодио садашњим условима тржишта. Развојем електронских сервиса, корисници услуга више неће морати да иду на шалтере и тиме губе драгоцену време већ ће моћи да их добију преко портала. Ти сервиси омогућају развој е-Управе, а њихова униформност је омогућена применом INSPIRE директиве. Циљ рада је био да се осим сервиса прикаже и оснивање Националне инфраструктуре геопросторних података која је директно проистекла из примене INSPIRE директиве.

Кључне речи: *сервиси, INSPIRE, е-Управа, портал, НИГП.*

RGА'S INSPIRE BASED WEB SERVICES CONTRIBUTING E-GOVERNMENT DEVELOPMENT

Daniel Milojević, M.Sc. in geodesy

Vuk Jevtic, M.Sc. in geodesy

ABSTRACT

This paper gives an overview of the currently available and those services that are developed by Republic geodetic authority (RGA). The Republic of Serbia as a country aspiring to join the European Union has joined other member states in the implementation of the INSPIRE directive. One of the most important goals is data harmonization of data sets and sharing between the state (public) institutions. It is almost impossible to imagine modern business without the use of computers and the Internet, and the state (public) institutions must be aware of it. RGA has always been at the forefront in terms of information literacy and its activities adapted to current market conditions. With the development of electronic services, service users will no longer have to go to the counter and thus lose valuable time but will be able to get them through the portal. These services enable the development of e-Government, and their uniformity is enabled by applying INSPIRE directive. The aim of the study was that in addition to the service to display the establishment of the National Spatial Data Infrastructure which was directly resulted from the implementation of the INSPIRE directive.

Key words: *services, INSPIRE, e-Government, portal NSDI.*

1. УВОД

У многим земљама имплементација инфраструктуре геопросторних података показала је значајан позитиван утицај у областима као што су заштита животне средине, "добра државна управа" и економски развој. Активности на успостављању Националне инфраструктуре геопросторних података имају огроман допринос за европске интеграције, а истовремено су и од посебног значаја за Републику Србију. Имплементација Националне инфраструктуре геопросторних података (у даљем тексту: НИГП) у Србији се заснива на принципима дефинисаним INSPIRE директивом. Републички геодетски завод (у даљем тексту: РГЗ) посвећен је отвореној и конструктивној сарадњи са свим заинтересованим странама. Залаже се за стварање партнерског односа са колегама из јавног и приватног сектора у циљу изградње заједничке инфраструктуре и обезбеђивања једноставног тока података.

Најважнији циљ је подизање нивоа свести јавности о важности просторних података. Један од начина је развијање, публикавање и коришћење веб сервиса који доприносе развоју е-Управе. РГЗ омогућава корисницима коришћење великог броја веб апликација: Национални геопортал - ГеоСрбија, Катастар непокретности - КнВеб, Активна геодетска основа - АГРОС, Централна евиденција хипотека - ЦЕХ, Подношење захтева, Геодетске мреже, Регистар лиценци Геодетских Организација, Картографске публикације, Евиденција цена и процена. Сви ови сервиси се налазе на сајту РГЗ-а, а неки су доступни и на сајту е-Управе. Они омогућавају да у било ком тренутку можете проверити податке о одговарајућој непокретности, прегледати групове просторних података, међусобно их преклапати, он-лине подносити електронске захтеве, чиме се постиже велика уштеда у времену. Неки од ових сервиса биће детаљно објашњени како би будући корисници могли да уоче бенефите њиховог коришћења.

^{1,2} Републички геодетски завод, Сектор за информатику и комуникације, Одељење за НИГП,
Булевар војводе Мишића 39, Београд, e-mail: daniel.milojevic@rgz.gov.rs, vuk.jevtic@rgz.gov.rs

РГЗ је осим тренутно доступних сервиса, у оквиру IGIS пројекта, развио и нове који ће ускоро бити доступни. Главни циљ IGIS пројекта је имплементација интегрисаних технологија у РГЗ-у које ће омогућити процесирање, производњу и чување геоподатака на националном нивоу. У оквиру пројекта осим РГЗ-а учествују и конзорцијум *IGN France International* и *EADS Astrium* (сада под именом *Airbus Defence & Space*). Пројекат је обухватао развијање и организовање инфраструктуре која заокружује читав процес од прикупљања и обраде података па до њиховог објављивања на геопортале.



Слика 1: Партнери у IGIS пројекту.

НИГП ће омогућити смањење трошкова, квалитетније сервисе који ће обезбедити брже и поузданије доношење одлука и побољшање ефикасности јавне администрације са циљем да се пружи подршка привреди.

2. INSPIRE ДИРЕКТИВА КАО ОСНОВА ЗА ИМПЛЕМЕНТАЦИЈУ НИГП-А

Савремено друштво за оптимално управљање ресурсима, ефикасно одлучивање и непрекидан развој, све више захтева квалитетне информације о простору. Просторни подаци и сервиси потребни су за коришћење у областима као што су: тржиште непокретности, управљање земљиштем и водама, транспорт, развој позиционих и навигационих сервиса, одбрана и безбедност, па чак и туризам и рекреативне активности на отвореном.

Међутим, опште стање просторних информација у Европи, па тако и у Србији, карактерише подељеност скупова података и извора података. Скупови података нису хармонизовани, често више институција прикупља исте податке, а један од највећих проблема је тај што подаци нису довољно доступни. Све то отежава коришћење већ расположивих података. У процесима оптималног управљања ресурсима, размене података, доношења одлука и планирања одрживог развоја, геоинформације представљају кључни елемент. Најважнији фактор који доприноси да геоинформације постану обавезни елемент савременог друштва, у највећој мери је стални развој технологије. Како бисмо у Србији у потпуности искористили пуни технолошки потенцијал, потребно је да јавна управа омогући већи приступ просторним информацијама и то кроз инфраструктуру просторних података.

Успостављање НИГПа, заснива се на принципима дефинисаним директивом INSPIRE – Инфраструктура за просторне информације у Европи. Успостављање институционалног оквира представља најважнији корак за оснивање НИГП-а. У Србији Закон о државном премеру и катастру, прихватајући принципе INSPIRE директиве, даје основне одредбе за оснивање, одржавање и коришћење НИГП-а. На састанцима радних група, формиран је радни тим са задатком да припреми текст нацрта закона о НИГП-у ради пуне транспозиције INSPIRE директиве у српско законодавство.

У успостављању НИГП-а, као снабдевач фундаменталним просторним подацима, централну улогу у Републици Србији има РГЗ. Савет НИГП-а руководи креирањем институционалног и техничког оквира за успостављање заједничке геоинформационе инфраструктуре на националном нивоу. Саветом НИГП-а председава представник РГЗ-а.

2.1. Организациона структура НИГП-а

Да би руковођење било ефикасно спроведено, Савет НИГП-а донео је одлуку о оснивању радних група и њиховим надлежностима. Улога радних група је да реализује тематска питања за поједине области као што су техничка инфраструктура, стандарди, метаподаци и просторни подаци, сарадња између учесника, правни оквир, модел финансирања, истраживање, образовање и сл. Задатак Савета НИГП-а је да осигура јединствен развој различитих стратешких компоненти.



Слика 2: Организациона структура НИГП-а.

Како би се постигао одређени степен интероперабилности који је неопходан за спајање различитих националних или регионалних инфраструктура просторних података, INSPIRE прописује велики број техничких спецификација које регулишу технологију и стандарде које пружаоци података треба да користе. На тај начин, захваљујући INSPIRE директиви, сви могу да комуницирају користећи исту терминологију и моделе које сви други разумеју.



INSPIRE је један од главних алата за е-Управу у Европи, јер не мора само да ојача јавну управу, грађане и привреду да доносе на пример добре пословне одлуке, већ мора у потпуности да промени став о дељењу података у Европи. Дељење података води не само економској користи која се огледа у смањењу трошкова и успешном пословном подухвату, већ дељење података може да повећа и унапреди привреду везану за ИТ сектор, подигне квалитет живота и побољша јавну управу повећањем транспарентности и учешћем грађана.

Неке од чињеница везане за INSPIRE директиву:

- INSPIRE прописује општа правила за успостављање инфраструктуре за просторне информације у Европи;
- INSPIRE дефинише 34 просторне теме података у три анекса, од катастарских парцела до станишта и биотопа;
- INSPIRE директива правно обавезује јавне институције које су власници или администратори података који се односе на 34 просторне теме из анекса да учине те податке доступним у складу са INSPIRE спецификацијама;
- Ако се подаци односе на INSPIRE, директива тражи да се они учине доступним преко сервиса прегледа и преузимања, као и да се метаподаци учине доступним за претраживање;
- INSPIRE не захтева прикупљање нових података;
- INSPIRE допушта могућност ограничења приступа података за одређене случајеве или увођење накладе за коришћење.

3. ТРЕНУТНО ДОСТУПНИ ВЕБ СЕРВИСИ НА САЈТУ РГЗ-А

Веб сервиси који су развијени од стране РГЗ-а имају формиране метаподатке и у складу су са INSPIRE директивом.

РГЗ омогућава корисницима коришћење великог броја веб апликација: Национални геопортал - ГеоСрбија, Катастар непокретности - КнВеб, Активна геодетска основа - АГРОС, Централна евиденција хипотека - ЦЕХ, Подношење захтева, Геодетске мреже, Регистар лиценци Геодетских Организација, Картографске публикације, Евиденција цена и процена.



Слика 3: Инфраструктура геопортала.

3.1. Национални геопортал – ГеоСрбија

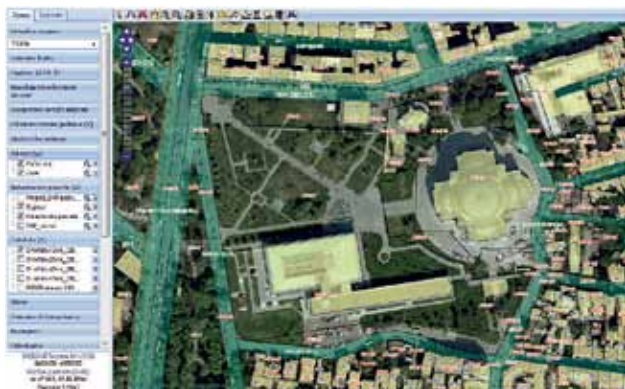
Иницијална верзија геопортала “геоСрбија” пуштена је у рад још у новембру 2009. године. Можете јој приступити преко адресе www.geosrbija.rs.



Слика 4: Приказ почетне стране “геоСрбија”

ГеоСрбија пружа приступ сервисима за претраживање и преглед метаподатака, сетова и сервиса просторних података из надлежности РГЗ-а и партнерских институција и тако обезбеђује јавни приступ информацијама о простору.

Тренутно су на порталу доступни подаци из надлежности РГЗ-а, Републичког завода за статистику, Републичког сеизмолошког завода Републичког хидрометеоролошког завода, Агенције за заштиту животне средине, Министарства одбране – Војногеографског института, ЈП Путеви Србије, Завода за заштиту природе Србије и појединих јединица локалне самоуправе. На геопорталу су доступни просторни подаци из службених евиденција и регистара из надлежности Републичког геодетског завода као што су координатни референтни систем, административне јединице, статистичке јединице, адресе, катастарске парцеле, ортофото, висине и поједине тематске карте за одређена подручја.



Слика 5: Приказ преклопљених слојева на геопорталу

У сарадњи са другим државним институцијама омогућен је јавни приступ геоинформацијама и то: демографија, земљишни прекривач, педологија, хидрологија, климатологија, сеизмологија, топографија, мрежа државних путева, заштићена природна добра, као и поједини просторни и урбанистички планови.



Слика 6: Упоредивање ортофотоа

Битно је истаћи да су обезбеђени подаци сателитских система на основу којих се могу добити информације о обиму поплава које су задесиле Републику Србију и који се користе за потребе планирања активности на санирању штете. Сви ови подаци се могу преклапати са другим слојевима, упоређивати и јавно су доступни.

3.2. Катастар непокретности - КнВеб

Апликација “КнВеб”, која се налази на адреси <http://katastar.rgz.gov.rs/KnWebPublic/>, омогућава он-лине претраживање базе података катастра непокретности. Сервис је доступан за јавни приступ и за регистроване кориснике који са РГЗ-ом потписују уговор о коришћењу. База података представља централну базу података катастра непокретности у Републици Србији и формирана је преузимањем података који се одржавају у службама за катастар непокретности.

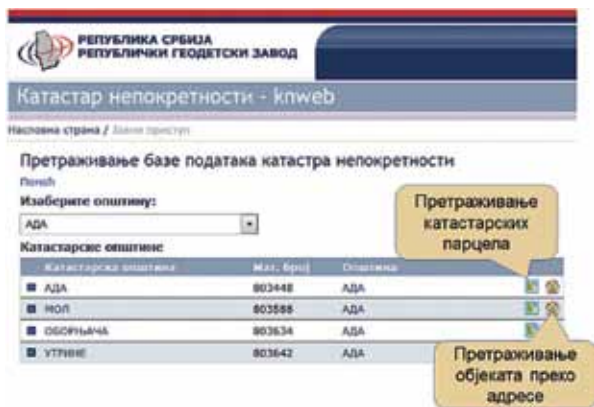


Слика 8: Приказ почетне стране “кнвеб”



Слика 7: Приказ поплављеног подручја

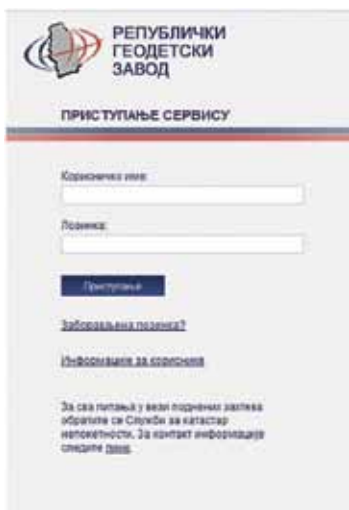
Сервис омогућава претраживање података о непокретностима и стварним правима на њима. Претраживање базе података могуће је преко адресе и броја катастарских парцела. Основни циљ јесте да се омогући грађанима и правним субјектима да изврше увид у податке о непокретностима. Предвиђено је да се омогући и идентификовање непокретности алатима за просторно претраживање и преглед података о непокретностима на дигиталном катастарском плану и ортофотоу.



Слика 9: Претраживање базе катастра непокретности

3.3. Подношење захтева

Још један од веб сервиса које РГЗ омогућава је он-лине подношење захтева, који се налази на адреси www.rgz.gov.rs/zahtevi/. Ова услуга је омогућена како приватним геодетским организацијама тако и обичним грађанима. Увођењем овог веб сервиса повећава се ефикасност у обради захтева и смањује број долазака корисника услуга. Омогућен је дакле сигуран, једноставан и ефикасан начин да се електронским путем поднесе захтев. Корисници ће овим путем имати и увид у комплетну историју кореспонденције, поднетих и обрађених захтева, као и тренутних статуса обраде.



Слика 10: Приказ почетне стране "Подношење захтева"

4. СЕРВИСИ КОЈИ СЕ РАЗВИЈАЈУ ОД СТРАНЕ РГЗ-А У ОКВИРУ IGIS ПРОЈЕКТА

У оквиру IGIS пројекта ради лакшег приступа подацима и производима, развијају се веб портали за претраживање, преглед и дистрибуцију геоподатака преко Интернета. IGIS пројекат треба да обезбеди две главне компоненте: податке и сервисе. Подаци који се прикупљају у оквиру пројекта се обрађују у различитим радионицама тако да се на крају добијају:

- Сателитски и подаци настали аероснимањем;
- Подаци прикупљени даљинском детекцијом и LIDAR-ом;
- Израда 3Д векторске базе података као и аналогних и дигиталних карата.

Сервиси омогућују приступ тим подацима и они су омогућени путем веб портала. Основне компоненте IGIS система за веб портале су:

- DMC-CDR – решење за смештај и управљање подацима и производима из пројекта;
- FACEO/METIS веб портал – демонстрација и визуализација доступних геоподатака;
- INSPIRE веб портал – претраживање и увид у геоподатаке за јавне институције укључене као партнери у пројекат кроз интранет приступ;
- DataDoors/WebBoutique веб портал – дистрибуција изабраних геоподатака за организације и грађане преко Интернета.

4.1 DMC-CDR систем

Смештај, размена и дистрибуција података и производа са пратећим метаподацима се обавља преко CDR–DMC (Central Data Repository – Data Management Capabilities). Улога CDR–DMC система је да у пројекту омогући размену података између радионица које реализују специфичне тематске задатке, као и припрему података за публикавање на веб портале. Поред података насталих у пројекту, могуће је укључити и друге геоподатке из надлежности РГЗ-а и других институција које учествују у успостаљању НИГПа.



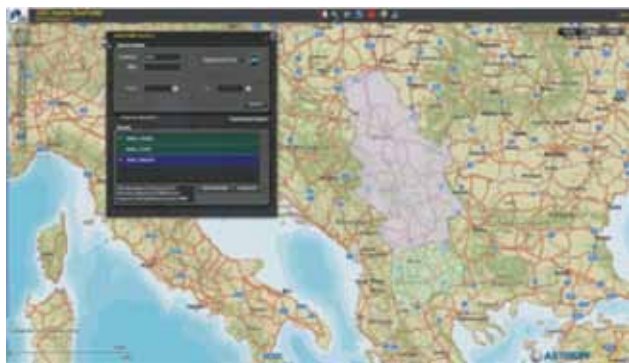
Слика 11: Инфраструктура система

Просторне информације као што су сателитски и авио снимци, дигитални модел висина, топографске и тематске карте и сви други геоподаци произведени у пројекту описани су метаподацима. Предуслов за увоз геоподатака на ЦДР и публикавање на веб портале је креирање пратећих метаподатака, што је важан корак ка имплементацији техничког оквира INSPIRE директиве.

4.2 INSPIRE веб портал

Портал је намењен за кориснике из РГЗ-а и друге јавне институције које сарађују као партнери у реализацији и коришћењу података из пројекта. Корисницима је омогућена претрага и увид у публиковане геоподатке, као и могућност изражавања заинтересованости за преузимање геоподатака.

Геоподаци се приказују на порталу преко WMC сервиса. Приступ порталу је предвиђен преко Интернета уз процедуру за проверу идентитета корисника.



Слика 12: INSPIRE веб портал

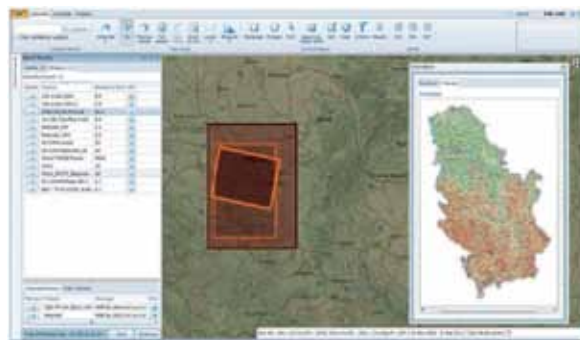
4.3 DataDoors/WebBoutique веб портал

ДатаДоорс систем омогућава припрему и публикавање на веб портал широког спектра просторних података ради обезбеђења наручивања и дистрибуције података путем Интернета.

DataDoors пружа подршку за следеће сервисе:

- Увоз и организација геоподатака
- Управљање правима приступа одређеним подацима
- Проналажење и визуелизација података преко веб клијента
- Наручивање изабраног производа, обрада пре испоруке (избор формата, координатног система и пројекције, начин испоруке и слично)
- Електронско плаћање наручених производа (управљање ценама производа, стратегија наплате, плаћање електронским картицама)
- Испорука података са извештавањем преко електронске поште и преузимање података са пратећом документацијом преко FTP протокола.

DataDoors решење је интегрисано са техничком платформом за портал е-Управе, преко кога се подржава електронско плаћање наручених података. Омогућено је управљање различитим корисничким правима и улогама у оквиру система, као и организовање структуре корисника из других институција које су заинтересоване да користе портал за дистрибуцију сопствених просторних података. На тај начин друге институције могу да администрирају подацима из своје надлежности и дистрибуирају сопствене производе преко интегрисаног веб решења. Приликом испоруке наручених геоподатака достављају се пратећи подаци као што су метаподаци, лиценце, корисничка упутстава и други документи који помажу кориснику да се упозна са начином и условима за употребу података.



Слика 13: DataDoors кориснички интерфејс

4.4 Комбинација IGIS система са постојећом инфраструктуром

За време елементарних непогода које су задесиле Републику Србију, РГЗ је уз помоћ сателитских снимака први проценио површину поплавлених подручја. Снимци су обезбеђени непосредно након поплава и обрађени су од стране стручњака из радионице за даљинску детекцију. Уз помоћ IGIS-INSPIRE портала сателитски снимци су објављени и касније били доступни јавности преко иницијалног портала ГеоСрбија. Преклапањем снимака поплавлених подручја са ранијим снимцима лако је уочити погођене области и степен поплавлениости.



Слика 14: Приказ поплавлениог подручја



Коцелјева

Слика 15: Приказ поплављеног подручја

5. ЗАКЉУЧАК

Коришћење тренутно доступних веб сервиса обезбеђује нове могућности за проналажење, увид и дистрибуцију података о простору. Развој нових сервиса у оквиру IGIS пројекта, омогућиће лакши приступ и размену података између организација из јавног сектора. У текућој години се очекује прелазак INSPIRE и DataDoors/WebBoutique веб портала у оперативну фазу, односно да се портали званично користе у пракси од стране партнерских институција и грађана у складу са дефинисаном функционалношћу.

Републички геодетски завод је одлучан да преузме вођство у развоју стратегије и припадајућег плана за имплементацију НИГП-а без кога не би ни био могућ раз-

вој како геопортала тако и осталих веб сервиса. Кључни фактор за успешну имплементацију НИГП-а је омогућавање корисницима да приступају просторним подацима кроз успешну сарадњу. Наравно да НИГП не може бити креиран и одржаван од стране једне организације па је зато кључна улога РГЗ-а у вођству, развоју и промоцији заједничке инфраструктуре кроз искрен заједнички приступ између свих заинтересованих страна. Досадашња искуства нам показују да је могуће остварити успешну међуинституционалну сарадњу, а само заједничким напорима и улагањима може се остварити заједнички интерес, а то су ажурни и тачни подаци лако доступни путем Интернета.

6. ЛИТЕРАТУРА:

- [1.] <http://www.rgz.gov.rs>
- [2.] <http://www.euprava.gov.rs/>
- [3.] <http://www.airbus-group.com/airbusgroup/int/en.html>
- [4.] Стратегија НИГП за период 2013 – 2015 - Нацрт. Национална инфраструктура геопросторних података. Републички геодетски завод, мај 2013.
- [5.] Стратегија за успостављање инфраструктуре просторних података у Србији 2010 – 2012. Службени гласник РС бр. 81/10. Београд 2010.
- [6.] INSPIRE Национална инфраструктура просторних података у Србији National_report_Serbia 6th study on cadastre and nsdi 2013

ПРИМЕНА КВАТЕРНИОНА У ХЕЛМЕРТОВОЈ ТРАНСФОРМАЦИЈИ СЛИЧНОСТИ

Саша Миленковић, дипл.инж.геод.¹

Стручни рад

УДК: [528.232.1 + 528.236] : [519.654 + 517.444] : 004.9

РЕЗИМЕ

Када је реч о одређивању параметара Хелмертове трансформације из сета тачака са познатим координатама у различитим правоуглим референтним системима, постоје мишљења да мнк-изравнања неизбежно пружају приближно исте али ипак неистоветне резултате.² У овом раду се тврди да је једини узрок неслагања, математички модел који се скоро искључиво користи у пракси - Бурса-Волф/Молоденски-Бадекаш модел. Такође, наведени су и други практични проблеми који проистичу из те несиметричности. Алтернативни модели, који држе строго до ортогоналности матрице ротације, дају боље резултате. Овде је, због своје изузетне нумеричке стабилности, понуђен модел у коме се просторна ротација третира помоћу Хамилтонових кватерниона. Може се рећи да он обезбеђује сагласне резултате.

Кључне речи: Кватерниони, Родригова формула, Хелмертова трансформација, Бурса-Волф, Молоденски-Бадекаш.

QUATERNION BASED HELMERT TRANSFORMATION

Saša Milenković, grad.geod.eng.

ABSTRACT

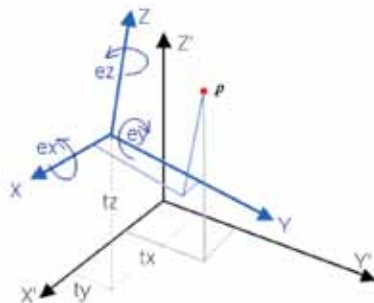
Regarding the problem of Helmert parameters computation from a number of points with known coordinates in two cartesian systems, it is often considered that direct and inverse transformation can not provide symmetric solutions. This article proves that differences descend from Bursa-Wolf/Molodensky-Badekas mathematical model, exclusively. Among alternative models, strictly preserving the orthogonality of rotation matrix, a model of Hamilton's quaternions can be highlighted, because of its extraordinary numerical stability. It can be stated that this model provides identical results.

Key words: Quaternions, Helmert transformation, Rodrigues' formula, Bursa-Wolf, Molodensky-Badekas.

УВОД: ХЕЛМЕРТОВА СЕДМОПАРАМЕТАРСКА ТРАНСФОРМАЦИЈА, БУРСА-ВОЛФ МОДЕЛ

Може се рећи да је седмопараметарска Хелмертова трансформација најчешће примењивани систем за трансформацију координата у ГИС и геодетској пракси. EPSG³ и стандардни системи за описивање локалних референтних система⁴ садрже у себи тагове који се односе на параметре ове трансформације. Овај модел се примењује у програмској библиотеци – *proj*⁵; његовом применом су срачунати национални гридови за конверзију координата у низу земаља⁶, укључујући и Србију⁷; он се масовно примењује у најпознатијим ГИС системима⁸.

У овом моделу, функционална веза између координата тачака у два различита правоугла референтна система дефинисана је параметрима просторне трансације (t_x , t_y , t_z), просторне ротације (ϵ_x , ϵ_y , ϵ_z) и параметром размере (m).



¹ Републички геодетски завод, Сектор за геодетске радове, Контролни центар АГРОС, e-mail: smilenkovic@rgz.gov.rs

² У зависности од смера изравнања, тј. у зависности од тога да ли се користи модел у коме су глобалне координате функција локалних или обрнуто.

³ EPSG - глобална евиденција геодетских референтних система.

⁴ OGC WKT, Esri WKT, proj4, GML, ...

⁵ proj – библиотека за трансформацију координата у различитим геодетским датумима и пројекцијама.

⁶ Аустралија, Бразил, Венецуела, В.Британија, ЈАР, Канада, Француска, Немачка, Н. Зеланд, Португалија, Шпанија, Швајцарска, ...

⁷ <http://www.geomreze.rgz.gov.rs/konvert/izvestaj.pdf>

⁸ PostGIS, OracleSpatial, QGIS, Esri, OpenLayers, UMN MapServer, GeoServer,...

Према томе, једначина за трансформацију координата може се написати у облику:

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{bmatrix} = (1 + m) \cdot R \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \\ t_z \end{bmatrix}$$

где је m – параметар размере, а R – производ матрица ротација око координатних оса, тј.:

$$R_{\varepsilon_x} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \varepsilon_x & -\sin \varepsilon_x \\ 0 & \sin \varepsilon_x & \cos \varepsilon_x \end{bmatrix} \quad R_{\varepsilon_y} = \begin{bmatrix} \cos \varepsilon_y & 0 & \sin \varepsilon_y \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \varepsilon_y & 0 & \cos \varepsilon_y \end{bmatrix} \quad R_{\varepsilon_z} = \begin{bmatrix} \cos \varepsilon_z & -\sin \varepsilon_z & 0 \\ \sin \varepsilon_z & \cos \varepsilon_z & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$R = R_{\varepsilon_x} \cdot R_{\varepsilon_y} \cdot R_{\varepsilon_z} =$$

$$\begin{bmatrix} \cos \varepsilon_y \cdot \cos \varepsilon_z & -\cos \varepsilon_y \cdot \sin \varepsilon_z & \sin \varepsilon_y \\ \sin \varepsilon_x \cdot \sin \varepsilon_y \cdot \cos \varepsilon_z + \cos \varepsilon_x \cdot \sin \varepsilon_z & -\sin \varepsilon_x \cdot \sin \varepsilon_y \cdot \sin \varepsilon_z + \cos \varepsilon_x \cdot \cos \varepsilon_z & -\sin \varepsilon_x \cdot \cos \varepsilon_y \\ -\cos \varepsilon_x \cdot \sin \varepsilon_y \cdot \cos \varepsilon_z + \sin \varepsilon_x \cdot \sin \varepsilon_z & \cos \varepsilon_x \cdot \sin \varepsilon_y \cdot \sin \varepsilon_z + \sin \varepsilon_x \cdot \cos \varepsilon_z & \cos \varepsilon_x \cdot \cos \varepsilon_y \end{bmatrix}$$

Приказани редослед и смер ротација у складу су са онима који се примењују у *proj*-у и који су, могло би се рећи, стандардни⁹. Већ на овом месту (када је реч о класичном приступу који подразумева Ојлерове углове), у пракси може доћи до проблема. Слагање ротација није комутативна операција, а постоји чак 96 комбинација редоследа и смера¹⁰. Деведесет и шест различитих могућности за описивање једне исте просторне ротације!? О томе се мора водити рачуна; није редак случај¹¹ да се у одређивању углова ротације и у њиховој примени, користе различите варијанте што доводи до проблема и неслагања.

У нашем случају, анализирају се одступања геодетских датума, а ту се увек ради о веома малим угловима, реда – неколико лучних секунди. Због тога се, у пракси, користи апроксимативни модел којим се замењују тригонометријске функције у матрици ротације. Косинус малог угла се сматра јединицом, а синус малог угла – самим тим углом ($\varepsilon \approx 0 \Rightarrow \cos \varepsilon \approx 1 \wedge \sin \varepsilon \approx \varepsilon$).

Уз пар додатних апроксимативних претпоставки, долази се до широко примењиваног, легендарног, Бурса-Волф модела:

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 + m & -\varepsilon_z & \varepsilon_y \\ \varepsilon_z & 1 + m & -\varepsilon_x \\ -\varepsilon_y & \varepsilon_x & 1 + m \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \\ t_z \end{bmatrix}$$

Врло често се користи и модификовани систем где у прорачун улазе координате сведене на тежиште. У том случају се ради о Молоденски-Бадекаш моделу. Иако ова два модела резултирају аналогним резултатима, због очигитих нумеричких предности, може се ипак препоручити модел Молоденски-Бадекаш.

Проблем: одступање напред-назад; различити резултати изравнања

- а) Уколико овим системом конвертујемо координате из глобалног (ETRF2000) у локални (државни координатни) систем, а затим истим моделом извршимо инверзну трансформацију¹², из локалног у глобални систем – ко-

⁹ Правило десне руке – ротација супротно смеру казаљке на сату уколико је оса ротације усмерена према посматрачу.

¹⁰ 3-2-2 избора оса помножено са 2-2-2 смера ротације! При томе, искључене су комбинације у којима имамо узастопне ротације око истих оса (нпр. $\varepsilon_x, \varepsilon_x, \varepsilon_y$).

¹¹ Званични параметри трансформације у Србији, представљају непосредан пример! Они нису у сагласности са конвенцијом која се стандардно користи. Математички, могло би се рећи да су параметри коректни, али су приликом њиховог оцењивања, усвојене другачије претпоставке у погледу смера ротације. Ако се о овоме не води рачуна, унос оваквих параметара у PostGIS, OracleSpatial, proj, ... доводи до проблема.

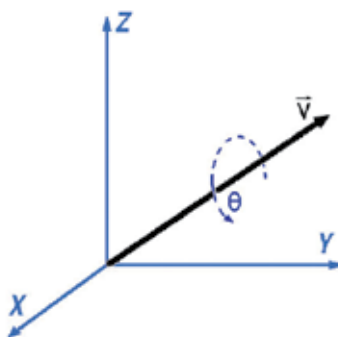
¹² У овом случају, инверзна трансформација подразумева промену предзнака свих параметара и примену исте матричне формуле.

ординате одступају од почетних. Исто важи и ако се промени редослед трансформација. Овај проблем је увек присутан, независно од избора датума и координатних система. Са становишта геодетске струке, одступања нису занемарљива - она достижу неколико центиметара¹³. Уколико имамо неки други систем за хоризонталну трансформацију, који се на било који начин заснива на Бурса-Волф моделу¹⁴, скоро је извесно да проблем и даље постоји (могуће у мањем износу). Ово важи и у нашој земљи, тим пре што је једна од карактеристика нашег локалног елипсоида, неубичајено значајна заротираност око z-осе ($\epsilon_z \approx 13''$), у односу на глобални.

- б) Изравнања дају различите резултате (по питању оцена непознатих параметара Хелмертове трансформације) у зависности од тога да ли се локални систем трансформише у глобални или обрнуто. Наша земља још увек није регистровала свој референтни систем унутар EPSG-a¹⁵. С обзиром да су код нас изравнањем одређена два сета параметара и да се оба користе, поставља се питање – шта регистровати? Који су параметри „бољи“, а које ваља одбацивати? У пракси се координате трансформишу у оба смера и проблеми, у примени, су неизбежни. Исто питање се поставља и када треба унети датумске параметре у било који ГИС систем. Стандардно, ови параметри се дају на 5 децимала (10^{-5} , m,ppm) што обезбеђује милиметарску тачност. С друге стране, мнк-изравнања, по овом моделу, дају разлике већ на другој и трећој децимали. Могућност да се паралелно користе оба параметарска скупа (у зависности од смера трансформације) често је скопчана са компликацијама и неугодностима које иду дотле да је неопходно „заврнути рукаве“ и програмирати по API-ју постојећих система.
- в) Национални Грид у Србији је одређен тако што су срачуната одступања постојећих координата од координата добијених Хелмертовом трансформацијом (са параметрима одређеним класичним посредним изравнањем). Приликом конверзије (уз уношење предефинисаних поправака) и даље се примењује Бурса-Волф модел Хелмертове трансформације. „Неизбежне“ разлике напред-назад можда и јесу занемарљиве¹⁶ али се поставља питање – да ли су оне заиста неизбежне? У суштини, овде се не ради о грешкама мерења која су оптерећена спољним условима; овде се ради о грешкама рачунања и то у доба када су она престала бити скупа, јер су са човека прешла на машине, које раде на огромним брзинама и са великом тачношћу.
- г) У целој причи постоји још један „мали“ проблем - матрице ротације по Бурса-Волф и Молоденски-Бадекаш систему, нису ортогоналне. Лишени матрица са својствима ортогоналности, остајемо и без низа лепих формула и ефектних извођења, а сам проблем тродимензионалне просторне ротације бива, у неку руку, тривијализован. Могуће је да смо на тај начин остали сиромашнији за један број лепих чланака и занимљивих академских радова.

Природнији приступ просторној ротацији - Родригова формула

Свака просторна ротација се може описати на интуитивнији начин – као ротација око одређене праве у простору за одређени угао – θ . Додатно, праву је могуће оријентисати тако да добијени вектор својим смером указује и на смер ротације (правило десне руке).



¹³ За параметре који су објављени на сајту РГЗ-а, одступања по у-оси достижу 4,7cm; за параметре који се користе у српском НИГП-у, та одступања иду и до 5,8 cm.

¹⁴ Нпр. огромна већина светских националних гридова (ако не сви) за трансформацију, укључујући и српски, добијена су технологијом где се у једној фази, примењивао Бурса-Волф/Молоденски-Бадекаш модел.

¹⁵ Да ствар буде гора – тамо се могу наћи EPSG:31277 (Militar Geographische Institute - Wien) и SR-ORG:6780, који се односе баш на Србију - али са потпуно погрешним параметрима?!

¹⁶ Примењује се нестандартни поступак који подразумева различите параметре за различите смерове конверзије. На тај начин, разлике не прелазе 0.05mm. Ипак, у оптицају је био и параметарски пар [-578.13618, -165.53895, -390.74473, -4.92484, 0.96248, 13.05388, -7.79699] : [578.14951, 165.49439, 390.75460, 4.92491, -0.96216, -13.05390, 7.79701], где су разлике премашивале 3cm.

Функционалну везу између угла ротације (θ), јединичног вектора ($\vec{v} = (v_x, v_y, v_z)$) око кога се врши ротација и матрице ротације (R) дао је Олинд Родриг¹. Данас су у оптицају различити облици његове формуле, а један од њих би изгледао овако:

$$R = I_3 \cdot \cos \theta + [\vec{v}]_{\times} \cdot \sin \theta + (1 - \cos \theta) \cdot \vec{v} \otimes \vec{v}$$

Овде је:

I_3 – идентична матрица

$[\vec{v}]_{\times}$ – кососиметрична матрица векторског производа¹⁷

$\vec{v} \otimes \vec{v}$ – тензорски производ вектора са самим собом¹⁸

Сама једначина темељи се на једноставној идеји: радијус вектор тачке која се ротира, разлаже се најпре на две компоненте - једна је паралелна вектору ротације (\vec{r}_{\parallel}) а друга је нормална (\vec{r}_{\perp}). Прва компонента остаје инваријантна док се друга ротира, у нормалној равни, за пун износ θ . Резултанту тј. заротирани вектор добијамо слагањем ових компоненти: $\vec{r}_{rot\theta} = \vec{r}_{\parallel} + \vec{r}_{\perp rot\theta}$

Хелмертову седмопараметарску трансформацију, могуће је реализовати коришћењем Родригове формуле. Наравно, њеном применом, могуће је спровести и мнк-изравнање ради одређивања седам непознатих параметара. Математички модел је комплекснији од Бурса-Волф модела, али с друге стране, он пружа неупоредиво тачније резултате¹⁹.

Ипак, значај Родригове формуле далеко превазилази поменути геодетску примену. Другачији облици те формуле се често препознају и у другим математичким формализмима којима изражавамо просторну ротацију. На њој се заснива и вероватно најнеинтуитивнији, али из нумеричког аспекта, извесно најмоћнији приступ - изражавање тродимензионалне просторне ротације уз помоћ четвородимензионалних хиперкомплексних бројева - Хамилтонових кватерниона.

Хамилтонови кватерниони – историја, аксиоматика, основна својства

Идеја о кватернионима је настала из настојања ирског математичара Виљема Хамилтона да формализује алгебру око тачака у 3D-простору, на сличан начин као што је то урађено са комплексним бројевима, који представљају тачке у 2D-простору. Проблем множења и дељења „тродимензионалних бројева“ (тј. просторних вектора), који би као резултат требало да дају нове „тродимензионалне бројеве“, успешно је решен тек након увођења четврте димензије!²⁰ На тај начин се дошло до концепта „кватерниона“ – хиперкомплексних четвородимензионалних вредности. Кватерниони се могу интерпретирати (или замишљати) на различите начине: а) вектор са четири компоненте; б) скалар + тродимензионални вектор; в) комплексни број са тродимензионалном имагинарном компонентом;... Реални бројеви, комплексни бројеви и вектори су специјални случајеви кватерниона, са различитим компонентама које би биле једнаке нули.

Генерално, кватернион се може представити квартетом реалних бројева

$$q = \langle q_1, q_2, q_3, q_4 \rangle = \mathbf{i} \cdot q_1 + \mathbf{j} \cdot q_2 + \mathbf{k} \cdot q_3 + q_4 \quad (q \in R^4; q_1, q_2, q_3, q_4 \in R)$$

уз основне услове:

$$\mathbf{i}^2 = \mathbf{j}^2 = \mathbf{k}^2 = \mathbf{i} \cdot \mathbf{j} \cdot \mathbf{k} = -1$$

¹⁷ $[\vec{v}]_{\times} = \begin{bmatrix} 0 & -v_z & v_y \\ v_z & 0 & -v_x \\ -v_y & v_x & 0 \end{bmatrix} \quad \vec{v} \times \vec{u} = [\vec{v}]_{\times} \cdot \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \\ u_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \vec{i} \\ \vec{j} \\ \vec{k} \end{bmatrix}$

¹⁸ $\vec{v} \otimes \vec{v} = [v] \cdot [v]^T = \begin{bmatrix} v_x^2 & v_x \cdot v_y & v_x \cdot v_z \\ v_x \cdot v_y & v_y^2 & v_y \cdot v_z \\ v_x \cdot v_z & v_y \cdot v_z & v_z^2 \end{bmatrix}$

¹⁹ Када се изравнање спроводи у различитим смеровима, могло би се рећи да су захтеви стандарда испуњени – оцењени параметри трансформације су углавном сагласни на 5-ој децимали.

²⁰ Сада знамо да се вектори могу делити – њихов количник је кватернион!

Одавде, непосредно се изводе следећа својства:

$$\begin{aligned}i \cdot j &= -j \cdot i = k \\j \cdot k &= -k \cdot j = i \\k \cdot i &= -i \cdot k = j\end{aligned}$$

Кватерниони се могу представити и на други начин, као пар – скалар-вектор.

$$q = \langle r, \vec{v} \rangle \quad (q \in R^4; \quad r \in R; \quad \vec{v} \in R^3)$$

У том случају, сабирање, множење, коњугација и норма кватерниона добијају следећи облик:

$$\begin{aligned}q_1 + q_2 &= \langle r_1 + r_2, \vec{v}_1 + \vec{v}_2 \rangle \\q_1 \cdot q_2 &= \langle r_1 \cdot r_2 - \vec{v}_1 \cdot \vec{v}_2, \quad r_1 \vec{v}_2 + r_2 \vec{v}_1 + \vec{v}_1 \times \vec{v}_2 \rangle \\q^* &= \langle r, -\vec{v} \rangle \\\|q\| &= \sqrt{q \cdot q^*} = \sqrt{q^* \cdot q} = \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2 + q_4^2}\end{aligned}$$

Посебно је занимљиво дељење кватерниона. Као последица чињенице да њихово множење није комутативна операција, постоје два количника – леви и десни:

$$\begin{aligned}q_{R,L} = \frac{q_1}{q_2} &\Leftrightarrow q_1 = q_2 \cdot q_L \quad \wedge \quad q_1 = q_R \cdot q_2 \\q_L &= \frac{q_2^* \cdot q_1}{\|q_2\|^2} \\q_R &= \frac{q_1 \cdot q_2^*}{\|q_2\|^2}\end{aligned}$$

Специјални случај, када множење кватерниона јесте комутативно, јавља се када су векторске компоненте колинеарне ($\vec{v}_1 \times \vec{v}_2 = 0$) или када је један од чиниоца реалан број ($q = \langle r, 0 \rangle$). Захваљујући томе, у тим случајевима, инверзија кватерниона ($q^{-1} = 1/q$) је јединствена.

$$q_L = q_R = q^{-1} = \frac{q^*}{\|q\|^2}$$

На крају овог кратког осврта о кватернионима, наведимо нека основна алгебарска својства која се тичу операција над њима:

$$\begin{aligned}q_1 + (q_2 + q_3) &= (q_1 + q_2) + q_3 \\q_1 + q_2 &= q_2 + q_1 \\q_1 \cdot (q_2 \cdot q_3) &= (q_1 \cdot q_2) \cdot q_3 \\k \cdot q &= q \cdot k \quad (q \in R^4; \quad k \in R) \\q_1 \cdot (q_2 + q_3) &= q_1 \cdot q_2 + q_1 \cdot q_3 \\(q_1 + q_2)^* &= q_1^* + q_2^* \\(q_1 \cdot q_2)^* &= q_2^* \cdot q_1^* \\\|q^*\| &= \|q\| \\\|q_1 \cdot q_2\| &= \|q_1\| \cdot \|q_2\| \\\|q\| = 1 &\Leftrightarrow q^{-1} = q^*\end{aligned}$$

Кватерниони и просторна ротација

За произвољни вектор $q_p = \langle 0, \vec{p} \rangle$ и кватернион q , лако се доказује да операција $q \cdot q_p \cdot q^{-1}$ не зависи од ℓ^2 норме кватерниона q и не утиче на ℓ^2 норму вектора q_p (што, на самом почетку, указује на трансформацију ротације или рефлексије). Даље, ако у нотацији уместо кватерниона q користимо његов верзор²¹ $q_v = e^{\theta \cdot \vec{v}} = \langle \cos \theta, \vec{v} \cdot \sin \theta \rangle$ ($\|q_v\| = \|\vec{v}\| = 1$), инверзију можемо представити коњугацијом и може се доказати²² да операција $q_v \cdot q_p \cdot q_v^*$ представља ротацију вектора \vec{p} око осе која је дефинисана ортом \vec{v} , за угао 2θ . Знајући ову важну чињеницу, уз примену Родригове формуле, долазимо до кватернионског облика матрице просторне ротације:

$$R = \begin{bmatrix} 1 - 2 \cdot (q_2^2 + q_3^2) & 2 \cdot (q_1 \cdot q_2 - q_3 \cdot q_4) & 2 \cdot (q_1 \cdot q_3 + q_2 \cdot q_4) \\ 2 \cdot (q_1 \cdot q_2 + q_3 \cdot q_4) & 1 - 2 \cdot (q_1^2 + q_3^2) & 2 \cdot (q_2 \cdot q_3 - q_1 \cdot q_4) \\ 2 \cdot (q_1 \cdot q_3 - q_2 \cdot q_4) & 2 \cdot (q_2 \cdot q_3 + q_1 \cdot q_4) & 1 - 2 \cdot (q_1^2 + q_2^2) \end{bmatrix}$$

За наше геодетске примене, то је све што је потребно. У третману Хелмертове трансформације, могуће је користити исте старе моделе мнк-изравнања с том разликом што се сада као непознати параметри ротације појављују компоненте кватерниона. Са њиховом дефинитивном оценом, практично су одређени и Ојлерови углови тј. стандардни параметри ротације геодетског датума. Могу се применити тачне формуле²³, али се овде, без последица, могу усвојити и апроксимације:

$$\begin{aligned} \varepsilon_x &= -r_{23} \cdot \rho'' \\ \varepsilon_y &= r_{13} \cdot \rho'' \\ \varepsilon_z &= -r_{12} \cdot \rho'' \end{aligned}$$

где је ($\rho'' = 3600 \cdot 180/\pi$). За оцену тачности, примењује се стандардна формула грешака функција:

$$m_F^2 = m_0 \cdot h^T \cdot Q_q \cdot h$$

где су: m_0 - средња грешка јединице тежине (из изравнања); Q_q - корелациона матрица кватерниона; h - Јакобијан; у нашем случају:

$$h^T = \nabla F(\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z) = \frac{\partial(\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z)}{\partial(q_1, q_2, q_3, q_4)} = 2 \cdot \begin{bmatrix} q_4 & -q_3 & -q_2 & q_1 \\ q_3 & -q_4 & q_1 & -q_2 \\ -q_2 & -q_1 & q_4 & q_3 \end{bmatrix}$$

Практичне предности употребе кватерниона су у једноставној примени и повећању перформанси. Још важније, њихова предност се огледа у задовољеним условима ортогоналности, једноставним изводима, одсуству тригонометријских функција, што све доводи до велике нумеричке стабилности. Ово нарочито важи код великих изравнања где се аритметичке грешке рачунања са покретним зарезом, нагомилавају. У експериментима на симулираним подацима, у поређењу са другим начинима²⁴ третирања просторне ротације, добијају се значајно бољи резултати.

Техника мнк-изравнања

Параметри Хелмертове трансформације, стандардно се одређују из два сета опажања, у глобалном и локалном систему, на истим геодетским тачкама. Наравно, у оба случаја, мерења су оптерећена грешкама и класичан модел посредног изравнања²⁵ у коме поправке добија само један сет мерених величина, док се други сматра тачним – представља стохастички неадекватан модел. Модел који одговара овом проблему и који се у свим упоредним анализама показује бољим, је условно изравнање са непознатим параметримаⁱⁱⁱ (*mixed adjustment*ⁱⁱⁱ). И на реалним и на симулираним подацима тај модел пружа више, чак и ако се усвоји тривијални стохастички модел – $P=1$, за

²¹ Верзор – јединични кватернион.

²² http://www.geomreze.rgz.gov.rs/radovi/quaternions_dokazi.pdf

²³ $\tan \varepsilon_x = -r_{23}/r_{33}$; $\tan \varepsilon_z = -r_{12}/r_{11}$; $\sin \varepsilon_y = r_{13}$

²⁴ Бурса-Волф, Молоденски-Бадекаш, Ојлер, Родриго,...

²⁵ $l_2 + v_2 = L(l_1, x_0 + dx, K_{l_2})$; $\hat{v} = A\hat{x} + f$

сва мерења у оба сета. Побољшањем стохастичког модела тј. усвајањем реалнијих претпоставки о узајамном односу тачности мерења, побољшавају се и резултати изравнања. Основне једначине овог, комбинованог модела су:

$$F(l_1 + v_1, l_2 + v_2, x_0 + dx, K_{l_1 l_2}) = C; \quad A\hat{x} + B\hat{v} + \omega = 0$$

Услов минимума суме квадрата поправака ($v^T \cdot Q^{-1} \cdot v$) уз увођење Лагранжевих мултипликатора тј. вектора корелата, доводи нас до система једначина чијим решавањем добијамо оцене параметара Хелмертове трансформације, поправака опажаних величина (тј. координата у оба система) и оцену њихове тачности.

$$M = B \cdot Q \cdot B^T$$

$$\begin{bmatrix} \hat{k} \\ \hat{x} \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} M & A \\ A^T & 0 \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} \omega \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\hat{v} = Q \cdot B^T \cdot \hat{k}$$

$$Q_x = N^{-1} = (A^T \cdot M^{-1} \cdot A)^{-1}$$

$$Q_v = Q \cdot B^T \cdot M^{-1} \cdot B \cdot Q - Q \cdot B^T \cdot M^{-1} \cdot A \cdot N^{-1} \cdot A^T \cdot M^{-1} \cdot B \cdot Q$$

Из програмерског аспекта, овај приступ је захтевнији због комплекснијих формула и због тога што се овде манипулише прилично великим матрицама. Примера ради, приликом обраде реалних података, димензије матрице B биле су 16518×33036 , а матрице A - $16518 \times 7(4,3)$. Међутим, оцене параметара, тачност и поузданост које се добијају, по правилу, оправдавају уложени програмерски труд.

Постоји и могућност да се изравнање преформулише на начин, да само параметри ротације, фигуришу као непознати параметри и то, без апроксимативних претпоставки и не нарушавајући математичку коректност. Наиме, свођењем геоцентричних координата на тежиште (центроид), из једначина се елиминишу параметри translације²⁶. Када је реч о параметру размере, он је некорелисан у односу на ротацију и могуће је одредити га независно²⁷. Овде је потребно нагласити да закључак о независном одређивању размере, не важи у систему Молоденски-Бадекаш²⁸.

Резултати и упоредна анализа

Рачунања која ће бити представљена, вршена су на *Intel(R) Core(TM) i7 CPU Q740 @1.73GHz* процесору, на *SUSE Linux (version 2.6.25.5-1.1-pae; 64bit)* оперативном систему, у *C++ gcc (version 4.3.1)* окружењу. Коришћен је, скоро искључиво, тип података *long double (96bit)*.

Овде ће бити приказани упоредни резултати за четири варијанте изравнања: **а)** МВ/ВW модел (МВ/ВW – Молоденски-Бадекаш/Бурса-Волф; оба модела дају практично исте резултате); посредно изравнање (координате у локалном систему се третирају као тачне док се глобалне координате третирају као функција локалних); смер изравнања: *dkswgs*. **б)** МВ/ВW модел; посредно изравнање; обрнути смер изравнања (*wgsdks*) **в)** Q-модел (Q – кватернион); условно изравнање са непознатим параметрима (нема „тачних“ координата; координате из оба улазна сета добијају поправке); смер *dkswgs*. **г)** Q-модел; условно изравнање са непознатим параметрима; смер *wgsdks*.

Ради упоредног прегледа и провере, дат је један мањи скуп симулираних податка распоређених на територији Тимочке Крајине (а). Резултати су такође приказани и за по један већи скуп симулираних (б) и реалних података (в) који се односе на територију целе земље.

Пример 1: Симулирани подаци: координате се односе на 24 тачке референтне мреже СРЕФ, у Тимочној Крајини. Овде се не ради о реалним координатама, већ о идеалном случају са (приближним) геоцентричним координатама.

²⁶ Са оценом размере и параметара ротације (из изравнања), параметри translације се накнадно одређују једначином: $[t_x \ t_y \ t_z]^T = [T_x \ T_y \ T_z]_{wgs}^T - \hat{m} \cdot \hat{R} \cdot [T_x \ T_y \ T_z]_{dks}^T$ Овде је $(T_x, T_y, T_z)_{wgs, dks}$ – тежиште у глобалном и локалном систему, респективно.

²⁷ Може се доказати да су одговарајући вандијагонални чланови матрице $Q_x (Q_{m,q_1}, Q_{m,q_2}, Q_{m,q_3}, Q_{m,q_4})$, једнаки нули. И без тога, сасвим је очигледно да је величина $m^2 = (\vec{r}_{wgs} \cdot \vec{r}_{wgs}) / (\vec{r}_{dks} \cdot \vec{r}_{dks})$ потпуно независна од параметара ротације (тј. кватерниона) и да у случају централизације, зависи само од размере.

²⁸ Молоденски-Бадекаш = Бурса-Волф када су координате редуковане на тежиште.

натама у локалном систему и срачунатим²⁹ wgs84 координатама. Потом су координате у оба система рандомизоване³⁰ и то - координате у локалном систему са средњом грешком $\sigma_{dks}=5cm$; а координате у глобалном систему са средњом грешком $\sigma_{wgs}=1cm$. Тако добијене „финалне“ координате, коришћене су као улазни подаци.

Табела 1 - Улазни подаци (пр. 1)

Станица	Локација	Локалне координате (dks)			Глобалне координате (wgs)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
R636	Бабин Зуб	4272184.903	1745637.408	4387366.641	4272886.408	1745441.585	4387853.088
R589	Мали Извор	4243489.928	1744587.297	4414986.174	4244191.009	1744392.638	4415472.653
R590	Мариновац	4238227.755	1758379.492	4414357.119	4238929.627	1758185.377	4414844.013
R570	Салаш	4245293.607	1752365.687	4410367.906	4245995.220	1752171.144	4410854.614
R571	Рајац	4252790.783	1746100.402	4405377.078	4253492.116	1745905.415	4405863.597
R572	Јасеновац	4261283.332	1754083.164	4394845.694	4261985.214	1753887.946	4395332.394
R579	Вражогрнац	4260557.448	1737007.089	4401547.272	4261258.290	1736811.680	4402033.580
E820	Вршка Чука	4266489.894	1740922.052	4394635.310	4267190.837	1740726.381	4395121.774
R578	Гам. -Бања	4265482.699	1749800.849	4391747.219	4266184.444	1749605.333	4392233.708
R587	Радујевац	4274612.146	1737589.879	4388021.294	4275313.055	1737393.850	4388507.586
R588	Вратарница	4258972.991	1746357.871	4399346.980	4259674.320	1746162.675	4399833.516
R591	Ласово	4211598.669	1741296.317	4446259.136	4212299.057	1741102.951	4446745.678
R580	Импаз	4200323.263	1730425.566	4461108.847	4201022.807	1730232.455	4461595.170
R543	Б.Паланка	4196515.876	1741210.685	4460475.668	4197216.220	1741017.889	4460962.307
R534	Текија	4197342.246	1750355.796	4456116.457	4198043.055	1750163.190	4456603.254
R535	Ђердап1	4202568.035	1738409.325	4456408.692	4203268.126	1738216.214	4456895.197
R536	Костол	4207971.439	1724923.991	4456461.694	4208670.681	1724730.496	4456947.850
R537	Подвршка	4208642.681	1733164.743	4452781.267	4209342.522	1732971.355	4453267.719
R538	Мироч	4203600.313	1747410.476	4451393.904	4204301.070	1747217.488	4451880.463
R540	Раскршће	4201065.869	1757324.722	4449907.502	4201767.224	1757131.965	4450394.387
R541	Бораковић	4215558.262	1733262.495	4446205.401	4216258.151	1733068.804	4446691.743
R542	Корбово	4217341.806	1744640.210	4439644.824	4218042.541	1744446.710	4440131.411
R544	Уровица	4222429.855	1761488.756	4428125.948	4223131.745	1761295.306	4428612.920
R550	Слатина	4229890.216	1760455.648	4421444.232	4230592.178	1760261.748	4421931.095

У изравнању је усвојен и коришћен стохастички модел према коме је $P_{wgs}=I$. Применом описаних математичких модела, добијени су следећи резултати:

Табела 2 - Оцене параметара трансформације и тачност (пр. 1)

Модел (m_0)	ϵ_x ["] m_{ϵ_x}	ϵ_y ["] m_{ϵ_y}	ϵ_z ["] m_{ϵ_z}	t_x [m] m_{t_x}	t_y [m] m_{t_y}	t_z [m] m_{t_z}	m [ppm] m_{m_0}
MB (dks→wgs) $m_0 = 0.051833$	5.131594	-1.011545	-13.335350	576.446562	175.790358	387.500150	7.884595
	0.167685	0.059888	0.164951	2.395737	6.793169	2.061800	0.274320
MB (wgs→dks) $m_0 = 0.051837$	5.131636	-1.011896	-13.335101	576.461010	175.843193	387.485363	7.885680
	0.167671	0.059881	0.164935	2.395499	6.793487	2.061765	0.274295
Q (dks→wgs) $m_0 = 0.009867$	5.131582	-1.011887	-13.335212	576.460791	175.794015	387.497885	7.885168
	0.162745	0.058125	0.160091	2.033663	6.576808	1.617133	0.266240
Q (wgs→dks) $m_0 = 0.009867$	5.131582	-1.011887	-13.335212	576.460791	175.794015	387.497885	7.885168
	0.162745	0.058125	0.160091	2.033665	6.576819	1.617134	0.266240

²⁹ Координате су срачунате по већ наведеној, класичној формули Хелмертове седмопараметарске трансформације:

$$[x' \ y' \ z']^T = (1 + m) \cdot R \cdot [x \ y \ z]^T + [t_x \ t_y \ t_z]^T$$

Вредности параметара, који су употребљени су: [578.14, 165.54, 390.73, 4.92, -0.96, -13.05, 7.798]

³⁰ Алгоритмом који обезбеђује Гаусову нормалну расподелу.

Поред оцена непознатих параметара и њихове тачности, овде ће бити приказане и разлике оцена параметара када се изравнања спроводе у различитим смеровима (а у истом моделу)³¹. Поред тога, биће приказана и разлика која се добија у примени ових параметара (max Δz̄). Последња колона у табели представља максимална одступања³² из рачунања напред назад - када се, применом добијених параметара, координате трансформишу из глобалног у локални систем, а потом се добијене координате трансформишу назад, у глобални систем. При томе, у MB/BW моделу, наводе се две вредности: када се користи један параметарски скуп и када се користе два параметарска скупа³³. Што се тиче Q-система, ту имамо само један скуп параметара, зато што изравнања у оба смера увек дају истоветне резултате. Ваља поменути и то да су у свим варијантама Q-модела, разлике оцена компоненти кватерниона (исти модел-други смер), без изузетка, биле: Δq₁ = Δq₂ = Δq₃ = Δq₄ = 0!³⁴

Табела 3 - Разлике у оценама параметара и одступања приликом рачунања „напред-назад“ (пр. 1)

Модел	Δε _x ["]	Δε _y ["]	Δε _z ["]	Δt _x [cm]	Δt _y [cm]	Δt _z [cm]	Δm [ppm]	max Δz̄ [cm]
MB / BW	0.00004	0.00035	0,00025	1.44	5.28	1.48	0.00109	5.94 - 0.09
Q	2.7·10 ⁻¹⁵	5·10 ⁻¹⁵	2.8·10 ⁻¹⁵	4.5·10 ⁻¹¹	1.1·10 ⁻¹¹	0	0	1.4·10 ⁻¹⁰

Пример 2: Симулирани подаци: исти поступак и исте претпоставке као у примеру 1, с том разликом што су рачунања спроведена на свим тачкама наше референтне мреже (СРЕФ), које покривају територију Србије. Добијени су следећи резултати и следеће разлике и одступања.

Табела 4 - Оцене параметара трансформације и тачност (пр. 2)

Модел (m ₀)	ε _x ["] m _{εx}	ε _y ["] m _{εy}	ε _z ["] m _{εz}	t _x [m] m _{tx}	t _y [m] m _{ty}	t _z [m] m _{tz}	m [ppm] m _m
MB (dks→wgs) m ₀ = 0.050751	4.923281 0.003594	-0.958297 0.004837	-13.058993 0.004385	578.076911 0.139579	165.809344 0.145416	390.791278 0.110837	7.785224 0.013648
MB (wgs→dks) m ₀ = 0.050746	4.923431 0.003594	-0.958585 0.004836	-13.058579 0.004385	578.084513 0.139576	165.856734 0.145424	390.770234 0.110842	7.787848 0.013647
Q (dks→wgs) m ₀ = 0.009945	4.923326 0.003591	-0.958597 0.004833	-13.058774 0.004381	578.087304 0.126666	165.810722 0.143585	390.785600 0.092832	7.786566 0.013636
Q (wgs→dks) m ₀ = 0.009945	4.923326 0.003591	-0.958597 0.004833	-13.058774 0.004381	578.087304 0.126666	165.810722 0.143585	390.785600 0.092832	7.786566 0.013636

Табела 5 - Разлике у оценама параметара и одступања приликом рачунања „напред-назад“ (пр. 2)

Модел	Δε _x ["]	Δε _y ["]	Δε _z ["]	Δt _x [cm]	Δt _y [cm]	Δt _z [cm]	Δm [ppm]	max Δz̄ [cm]
MB / BW	0.00015	0.00029	0.00041	0.76	4.74	2.10	0.00262	5.79 - 0.04
Q	7·10 ⁻¹⁶	2.5·10 ⁻¹⁵	0	0	0	4.5·10 ⁻¹¹	0	9.1·10 ⁻¹¹

Пример 3: Реални подаци. Скуп свих тачака³⁵, са координатама у оба система, којима располаже Републички геодетски завод. У реалним подацима су доминантне систематске грешке (дисторзије) и употребом кватерниона, оне се ни у ком случају, не отклањају. Међутим, могло би се рећи да се њиховом употребом може обезбедити побољшани „улаз“ за друге математичке моделе, којима се приближавамо коначном решењу трансформације хоризонталних координата. У овом примеру, када је реч о Q-моделу, дати су резултати за два стохастичка модела. По једном (Q20) је σ_{dks} = 20 · σ_{wgs}, а по другом (Q30) σ_{dks} = 30 · σ_{wgs}.

³¹ Нпр. Δt_x = |tx_{wgs→dks} - tx_{dks→wgs}|

³² Када се рачуна на реалним подацима тј. на скупу од преко 5500 тачака РГЗ-а, које су одређене у оба система.

³³ Два параметарска скупа – за смер трансформације wgs->dks, користе се параметри из изравнања wgs->dks, и обрнуто.

³⁴ Апсолутна нула у овом случају означава вредност која је мања од ε тј, од „процесорске нуле“ (машинни нуль, machine epsilon), која је у систему на коме се рачунало била: ε = 10⁻¹⁷.

³⁵ Скуп од преко 5500 тачака; највећим делом, ради се о тачкама наших тригонометријских мрежа.

Табела 6 - Оцене параметара трансформације и тачност (пр. 3)

Модел (m_0)	ϵ_x ["] m_{xz}	ϵ_y ["] m_{yx}	ϵ_z ["] m_{zx}	t_x [m] m_{tx}	t_y [m] m_{ty}	t_z [m] m_{tz}	m [ppm] m_m
MB (dks→wgs) $m_0 = 0.458945$	4.924461	-0.962264	-13.054415	578.119479	165.485078	390.739982	7.800285
	0.013224	0.018901	0.016783	0.542844	0.553074	0.418046	0.049261
MB (wgs→dks) $m_0 = 0.458931$	4.924636	-0.962550	-13.053987	578.126826	165.532583	390.718437	7.802986
	0.013225	0.018900	0.016782	0.542859	0.553137	0.418089	0.049259
Q20 (dks→wgs) $m_0 = 0.0229154$	4.924518	-0.962563	-13.054189	578.129733	165.486518	390.734058	7.801666
	0.013224	0.018899	0.016780	0.500187	0.547158	0.356542	0.049255
Q20 (wgs→dks) $m_0 = 0.0229154$	4.924518	-0.962563	-13.054189	578.129733	165.486518	390.734058	7.801666
	0.013224	0.018899	0.016780	0.500186	0.547157	0.356542	0.049255
Q30 (dks→wgs) $m_0 = 0.015288$	4.924518	-0.962563	-13.054189	578.129733	165.486518	390.734058	7.801666
	0.013224	0.018899	0.016780	0.500187	0.547157	0.356542	0.049255
Q30 (wgs→dks) $m_0 = 0.015288$	4.924518	-0.962563	-13.054189	578.129733	165.486518	390.734058	7.801666
	0.013224	0.018899	0.016780	0.500186	0.547157	0.356542	0.049255

Табела 7 - Разлике у оценама параметара и одступања приликом рачунања „напред-назад“ (пр. 3)

Модел	$\Delta\epsilon_x$ ["]	$\Delta\epsilon_y$ ["]	$\Delta\epsilon_z$ ["]	Δt_x [cm]	Δt_y [cm]	Δt_z [cm]	Δm [ppm]	max Δz^2 [cm]
MB / BW	0.00018	0.00029	0.00043	0.73	4.75	2.2	0.00270	5.79 - 0.04
Q20, Q30	$7 \cdot 10^{-16}$	$4.4 \cdot 10^{-15}$	0	$4.5 \cdot 10^{-11}$	0	$4.5 \cdot 10^{-11}$	0	$1.4 \cdot 10^{-10}$

ЗАКЉУЧАК

И поред чињенице да се Бурса-Волф и Молоденски-Бадекаш модели широко примењују, они се могу сматрати неадекватним због тога што су апроксимативни и несиметрични. Идентификовани су и проблеми који из тога проистичу – а) приликом трансформације координата напред-назад, појављују се одступања; б) приликом одређивања параметара трансформације мнк-изравнањем, добијају се различити резултати.³⁶

За алтернативни приступ који је понуђен у овом чланку важи супротно - одступања се не појављују; модел је, у строгом смислу, математички коректан и он обезбеђује аналогне резултате у аналогним проблемима са аналогним подацима. Када је реч о одређивању параметара трансформације - применом кватерниона постигнута је изненађујућа, „субатомска“ сагласност резултата³⁷, упркос огромним матрицама и интензивним рачунањима. Сагласност у границама „процесорске нуле“ потврђује нумеричку стабилност и адекватност математичког модела. Иначе, модел је тестиран и на малим подручјима³⁸ и нису уочени никакви проблеми.

³⁶ Могло би се рећи да је једина предност овог модела, то што је прост и крајње једноставан за програмирање.

³⁷ Занимљивост - на приказаним резултатима која се односе на Q-модел, највеће забележено линеарно одступање је $1.4 \cdot 10^{-10} \text{cm} = 0.014 \text{Å}$ што је отприлике, стоти део пречника атома водоника (1.2Å). Највећа забележена угловна разлика је $4.4 \cdot 10^{-15}$ лучних секунди, што је приближно угао под којим се види низ од десет (збијених) атома водоника на Земљи када се посматрају са Марса (у опозицији, $d=56 \cdot 10^6 \text{km}$)!

³⁸ $10 \times 10 \text{km}$

РЕФЕРЕНЦЕ:

- i *Des lois géométriques qui régissent les déplacements d'une système solide dans l'espace et de la variation des coordonnées provenant de ces déplacements considérés indépendamment des causes qui peuvent les produire* / Liouville's Journ. Math.. — 1840. — Vol. 5. — P. 380—440 - Rodrigues O.
- ii Концепти мрежа у геодетском премеру - др. Крунислав Михајловић, др. Иван Алексић
- iii *Combination of Geodetic Networks* - Donald B.Thomson
- iv *On Similarity Transformation and Geodetic Network Distorsions Based on Doppler Satellite Observations* - Alfred Leick and Boudewijna H.W. van Gelder
- v *The curvilinear Datum Transformation Model* - Francis Ifeanui Okeke
- vi *Global Positioning System, Theory and Practice* - B. Hofmann-Wellenhof, H. Lichtenegger, and J.KOlins
- vii Истраживање оптималног модела хоризонталне трансформације на територији Републике Србије - проф.др. Драган Благојевић дипл.геод.инж.
- viii *On Geodetic Transformations* - Bo-Gunnar Reit
- ix *Derivation of Datum Transformation Parameters for Dubai Emirate* - Y. Al Marzooqi, H. Fashir, Syed Iliyas Ahmed
- x *Quaternions* - Ken Shoemake

ГЕОПРОСТОРНИ МЕТАПОДАЦИ ¹

Доц. др Александар Илић²
Проф. др Бобан Милојковић³

Прегледни рад
УДК: [007.5 : 528] : [001.103.2 + 004.22 + 006.35(100)]

РЕЗИМЕ

Проналажење и коришћење различитих геопросторних података за велики број корисника може бити реалан проблем. Потешкоће у њиховом проналажењу и коришћењу делом долази услед огромне количине геопросторних података складиштене у великом броју база података, а делом услед геометријских и тополошких разлика самих података. Те разлике су последица различитих извора геоподатака, различитих технологија за прикупљање геоподатака, и различите интерпретације геоподатака. Проблем се додатно увећава ако су геоподаци прикупљени у различитој размери, због различитих модела података или неодговарајуће употребе техничког, односно професионалног језика. Геопросторни метаподаци су значајан део решења за наведене проблеме.

Кључне речи: геоподаци, геопросторни метаподаци, стандардизација.

GEOSPATIAL METADATA

Aleksandar Ilić, Ph.D.
Boban Milojević, Ph.D.

ABSTRACT

Finding and using different geospatial data for a large number of users can be a real problem. Difficulties in finding and using geospatial data comes in part due to huge amounts of geospatial data stored in a number of databases, and partly due to geometrical and topological differences of geospatial data. These differences are result of different data sources, different technologies for data collection and different interpretations of the geodata. Problem is additionally increased if the geodata were collected in different sizes, for different data models or inappropriate use of technical and professional language. Geospatial metadata is an important part of the solution to these problems.

Key words: geodata, geospatial metadata, standardization.

1. УВОД

Геопросторни подаци јесу сви они подаци који описују објекте и појаве реалног света, а при том имају своје геопросторно одређење (било координатама, адресом или описно), или пак подаци из виртуелног света настали трансформацијом реалног геопростора. Геопросторни подаци јесу подаци које повезују положај и својства природних и вештачких објеката, појава и процеса (Милојковић, 2007; Илић, 2011). Они подразумевају било које податке који су у директној или индиректној вези са микро и макро локацијом у геопростору. Податак се обично дефинише као скуп тврдњи који одражава стварност. Сет геопросторних података представља скуп геопросторних података који се може идентификовати. У ужем смислу, све чешће се говори о геопростору, као простору који је непосредно везан за Земљу, и геоподатку као податку који се односи на геопростор.

Обрадом, анализом и организацијом података у смислу преношења новости и знања кориснику настаје информација. Податак није исто што и информација. Информација се састоји од података, а подаци су саста-

вљени од знакова. Повезивањем и обрадом података настаје информација. Информација јесте шири појам који у себи садржи и семантику податка. Понекад долазак до информације подразумева реорганизацију збркане гомиле података тако да вредне информације које они чине постану јасно видљиве (Маринковић и др., 2009).

Геопросторно, у односу на Земљу лоцирана информација, назива се геопросторна информација (геоинформација) и она чини основни ентитет географског информационог система (ГИС). Геопросторне информације (енг. Geospatial Information – GI) јесу информације о појавама, облику и положају објеката на Земљи. Примери тих информација садржани су на геодетским плановима, топографским картама, авио и сателитским снимцима, регистрима власништва, научним монографијама, статистичким прегледима, итд. Геопросторне податке карактеришу локација и време, а географску информацију локација, тема и време.

Реч „метаподатак“ потиче од грчке речи „метаморфозис“ која начелно описује порекло и прати промену податка. Метаподатак је термин који се користи при опису заједничке информације или карактеристике за

¹ Овај рад је реализован у оквиру пројекта „Истраживање климатских промена на животну средину: праћење утицаја, адаптација и ублажавања“ (43007) који финансира Министарство за просвету и науку Републике Србије у оквиру програма Интегрисаних и интердисциплинарних истраживања за период 2011-2014. године.

² Министарство одбране Републике Србије, Немањина бр.15, Београд, e-mail: aleksandar.ilic@mod.gov.rs

³ Криминалистичко-полицијска академија, Цара Душана бр.196, Земун, e-mail:bobanmms@eunet.rs

сет података. Метаподаци представљају скуп атрибута и њима придружене вредности које описују неки податак, сет података или информацијски извор. Метаподатак се може дефинисати и као „скуп података који описује и даје информацију о другом податку“⁴ тако да буде разумљив или краће и званично, то је „податак о податку“. „Метаподаци су информације и документација, који чине податке разумљивим и разменљивим за кориснике током времена“⁵.

2. УПОТРЕБА МЕТАПОДАТАКА

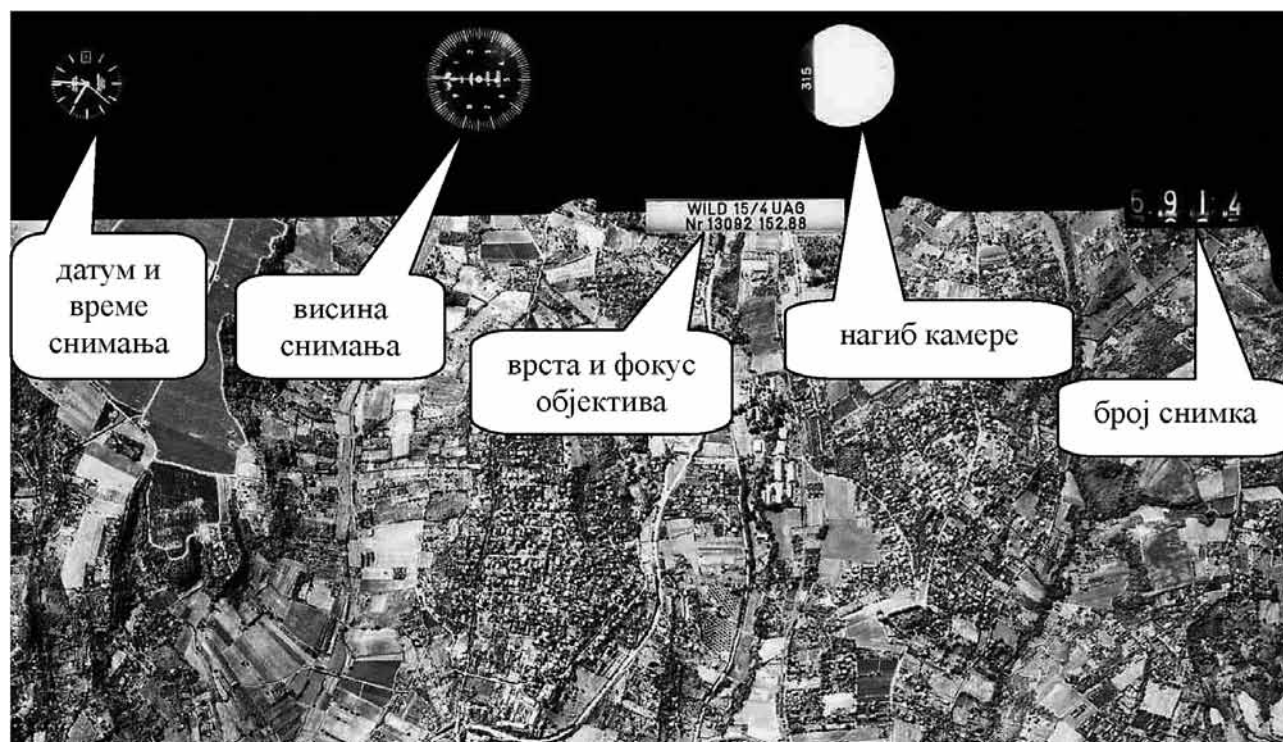
Заједнички језик јесте битан предуслов за ефикасну комуникацију између било које две особе, културе или система, али једноставно познавање језика (вокабулара) није довољан услов који гарантује успешну комуникацију. Конкретна реч може да има више значења, зависно од контекста у којем се користи. Слично претходном, појам може бити одређен са неколико речи, а свака комуникација може имати различиту конотацију или ниво.

Понекад је тешком направити разлику између податка и метаподатка. У дигиталном смислу метаподаци су структурирани подаци који описују, лоцирају, или на други начин, олакшавају управљање ресурсима, оп-

исујући карактеристике ресурса у дигиталном облику. Губљење времена и ресурса у потрази за постојећим геопросторним подацима, односно у случају утврђивања могуће употребе геопросторних података за одређене намене, јесте кључна препрека за потпуну експлоатацију расположивих података. То јесте разлог да се обезбеде описи расположивих сетова података и услуга у форми метаподатака. Метаподаци служе да лакше пронађемо прави податак за одређену сврху и да га користимо на прави начин. Ти подаци имају широку примену али се најчешће користе да би убрзали или побољшали претраживање огромних количина података и пронашли што више релевантних информација.

Специфичне врсте метаподатака се користе за компресију података ради уштеде при складиштењу и при вишем степену аутоматизације. Неки метаподаци се користе за регулисање права управљања, контроле приступа и потврде идентитета на Интернету. Могуће је разликовати различите типове метаподатака:

- метаподатке за инвентарисање (интерни метаподаци за организацију),
- метаподаци за открића (неопходни да би спољни корисници знали ко има податке, где могу да их нађу и како да им приступе),
- метаподаци за коришћење (дају пун опис извора информација који омогућава корисницима да дају



Слика 1. Опис авиоснимка метаподацима

⁴ Oxford English Dictionary

⁵ International Organization for Standardization/Technical Committee 211, ISO 11179.

мишљење о релевантности и погодности за сврху ресурса пре него што му се приступи) (Извор: Илић, 2010:20).

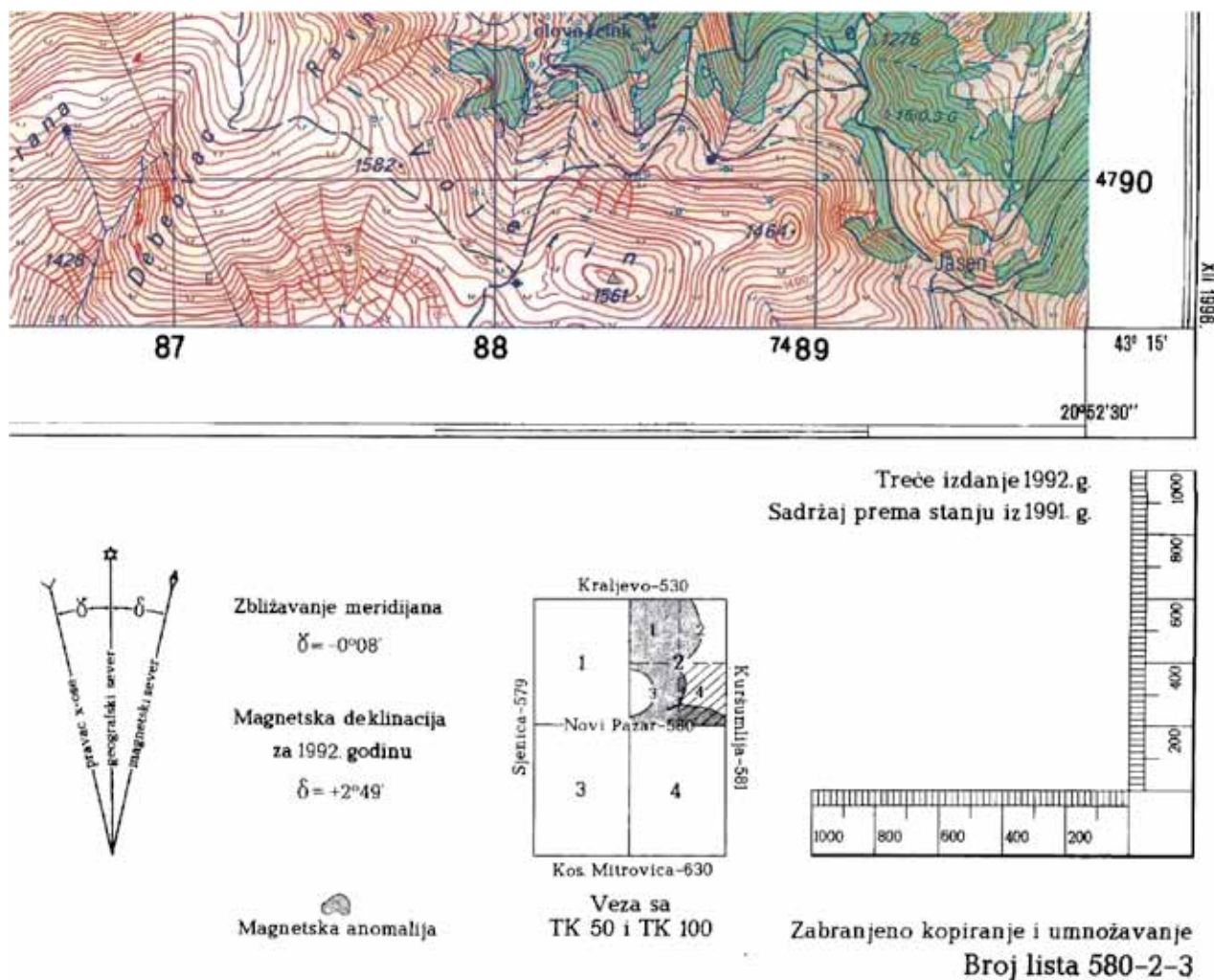
Слично претходној подели метаподаци начелно се могу разврстати у најмање три главна типа:

1. описни,
2. структурни и
3. административни. (Извор: Илић, 2010:20).

Описни метаподаци описују податак или ресурс ради лакшег проналажења и идентификације. Тај тип метаподатака садржи кључне речи, наслове, имена аутора, резиме, тип податка или документа итд. Структурни метаподаци користе се код сложених података, ресурса или објеката, и приказују њихову структуру (врста датотека), а административни пружају информације о датуму креирања, праву располагања, ауторском праву, језику записа и слично.

Метаподаци за геопросторне податке укључују изворе података, формате, пројекције, размере, резолуције и тачност. Метаподаци се користе на картама и плановима, у каталозима карата, уз терестичке и снимке из ваздуха, па све до дигиталних података (Слика 1).

Најједноставнији пример геопросторних метаподатака у аналогном облику јесте ваноквирни садржај (легиенда) на карти (Слика 2). На ваноквирном садржају карте могу се наћи подаци о размеру, датуму издавања, картографској пројекцији, издавачу, магнетној деклинацији и другим карактеристикама карте. Геопросторни метаподаци у каталозима усмеравају кориснике да пронађу и користе геопросторне податке на најјефикаснији начин. Данас су улогу класичних каталога преузели веб-портали. Већина дигиталних геопросторних слика има придружене метаподатке. „Дигитални запис метаподатака је датотека података, обично представљена као XML документ, која садржи основне карактеристике података или извор информација и даје одговор на питања ко, шта, када, где, зашто и како до извора података. Геопросторни метаподаци се користе да документују географске дигиталне изворе, као што су ГИС- фајлови, геопросторне базе података и снимке Земље.“⁶ У инфраструктури геопросторних података метаподаци су складиштени у одговарајуће базе до којих се стиже преко каталога-портала (Дедић и Пајић, 2010).



Слика 2. Опис ваноквирног садржаја на карти метаподацима

⁶ FGDC – Federal Geographic Data Committee

Геопросторни метаподаци и сервери геопросторних метаподатака омогућавају корисницима да интегришу геопросторне податке различитих формата, из различитих извора и организација. Базе геопросторних метаподатака су дистрибуиране и *online* доступне. Опредељење за дистрибуиране базе метаподатака је подстакнуто идејом да све агенције и организације које производе податке, опишу своје производе метаподацима, и ставе их на располагање преко портала заинтересованим корисницима. „Метаподаци омогућавају произвођачу да опише сет података у потпуности, тако да корисници могу разумети претпоставке и ограничења, као и евалуирати примењивост сета података за њихову намењену употребу“ (ISO 19115). Такав приступ метаподацима је кључ интероперабилности (Илић и Милојковић, 2011), произвођачи сами објашњавају своје производе, а корисници уче о производима од произвођача.

Геопросторни метаподаци се масовно и широко користе задњих петнаестак година, а посебно су постали популарни на Интернету. Веб странице често садрже геопросторне метаподатке у облику мета тагова. Опис и кључне речи мета тагова се обично користи да опише садржај на веб страници. Већина претраживача користе те податке приликом додавања странице њиховом индексу претраге.

3. СТАНДАРДИЗАЦИЈА ГЕОПРОСТОРНИХ МЕТАПОДАТАКА

Стандардизација геопросторних података јесте битна из истих разлога који важе за остале производе (Тесла и др. 2012). Генерално, не стандардизовани производи могу бити неразумљиви. Препорука свих релевантних организација је усвајање међународних стандарда за метаподатке. Посебно активни на постизању консензуса о стандардизацији геопросторних метаподатака су Амерички национални институт за стандардизацију (ANSI-American National Standards Institute), Федерални комитет за географске податке САД (FGDC) и Међународна организација за стандардизацију/Технички комитет 211 (ISO/TC211 – International Organization for Standardization/Technical Committee 211). Стандардизација геопросторних метаподатака обезбеђује јединствено разумевање података у глобалној информационој заједници. Стандардизовани геопросторни метаподаци на тај начин олакшавају размену података и смањују дуплирање података. Стандардизација метаподатака се реализује коришћењем дефинисаних шема и протокола. Шема метаподатака је састављена од елемената, а сваки елемент има име и значење. Вероватно најпознатија шема метаподатака јесте даблинска (*Dublin Core*). *Dublin Core* је општи стандардизовани скуп елемената метаподатака, који има за циљ једноставно креирање и одржавање, разумљиву семантику и могућност лоцирања. Даблински основни стандардизовани скуп метаподатака данас има укупно 15 елемената а назив је до-

био по месту⁷ где је покренута та иницијатива још 1995. године. Елементи ове шеме су :

1. наслов, (име дато објекту, односно назив под којим се препознаје ресурс),
2. тема, (дефинише садржај ресурса, кључне речи, не препоручује се више од 20 речи),
3. аутор, (дефинише особу или организацију одговорну за креирање садржаја),
4. издавач, (дефинише особу или организацију одговорну за објављивање ресурса),
5. извор, (упућује на извор из којег је актуелни ресурс настао),
6. опис, (описује садржај ресурса),
7. тип, (дефинише природу или врсту садржаја ресурса, нпр. да ли је реч о тексту, слици, звуку, софтверу, итд.),
8. однос, (дефинише однос актуелног ресурса према сродном ресурсу, однос би требало да буде представљен као реч или број, у тесној вези је са идентификатором),
9. покривеност, (проширени садржај ресурса, дефинише геопросторну и/или временску покривеност који су важни за ресурс),
10. права, (доноси информацију о власнику права над ресурсом и услове коришћења),
11. датум, (датум везан за животни циклус ресурса, нпр. датум почетка објављивања на мрежи),
12. језик, (дефинише језик садржаја највећег дела ресурса),
13. формат, (формат датотеке, врсту медија или димензије ресурса, може садржати и софтвер или хардвер потребан за манипулацију ресурсом),
14. идентификатор, (обезбеђује недвосмислено позивање на ресурс, препоручује се само ако је идентификација предвиђена неким формалним идентификацијским системом, нпр. веб адресом или ISSN системом за часописе),
15. сарадник (дефинише особу или организацију која је дала допринос садржају ресурса).

Наведеном скупу описних елемената метаподатака (*DCMES*)⁸ недавно је додат и шеснаести елемент који упућује на могућност е-учења. Елементи се, поред осталог, користе за описивање веб-страница ради квалитетнијег претраживања истих. При опису веб-странице метаподаци се уписују у њено заглавље (*HEAD* елемент), унутар кога су садржани основни подаци. Стандард не одређује редослед елемената, нити обавезује на употребу свих елемената. Општи *Dublin Core* стандарди метаподатака не примењују се специјално на геопросторне податке, али могу да служе за уношење не-геопросторних ресурса у геопросторни оквир, и имају велики значај за даљи развој стандарда метаподатака. Ти стандарди су фокусирани на аспект откривања метаподатака који

⁷ Dublin, Ohio, USA.

⁸ DCMES – Dublin Core Metadata Element Set

се односе на мултимедије уопште. Поред даблинске, познате шеме метаподатака такође јесу: *EAD*⁹– намењена за означавање архивске грађе, *TEI*¹⁰– шема метаподатака намењена означавању већих текстова у дигиталном облику, *METS*¹¹– користи се за дефинисање структуре података у дигиталним књижарама.

На подручју географских информација или података са географском компонентом, метаподатак пружа одговор на питања:

- шта – наслов или опис сета података,
- кад – када је податак постављен и циклуси ажурирања ако постоје,
- ко – ко је покретач постављања података, ко је добављач података,
- где – географски положај заснован на географским координатама, везан за географска имена или административне области,
- како – како су израђени подаци или како приступити подацима.

На бази почетних напора и искустава у изградњи стандарда за географске информације Европског комитета за стандардизацију (*CEN*), Федералног комитета за географске податке САД (*FGDC*) и међународне иницијативе *Dublin Core*, Међународна организација за стандардизацију у периоду 1999-2002. је развила у свом Техничком комитету 211 породицу стандарда серије 19100 који се односе на дигиталне географске информације, укључујући и два за геопросторне метаподатке, *ISO 19115* и *ISO 19139*. Стандард *ISO 19115* је усвојен 2003. године и дефинише шеме за описивање географских информација и услуга. Стандард *ISO 19139* даје *XML*¹² шему за имплементацију *ISO 19115* наводећи у формату записа метаподатка како може да се користи, да се опише, провери и размени геопросторни метаподатак припремљен у *XML* -у.

Раст популарности Интернет технологија и формата података као што је *XML*, током 1990-их довела до развоја механизма за размену геопросторних метаподатака на Интернету. Отворени геопросторни конзорцијум¹³ (*OGC*) је 2004. године објавио *GML* – *Geography Markup Language*, *XML* граматику за изражавање геопросторних карактеристике и одговарајућих геопросторних метаподатака. Та спецификација дефинише интерфејсе за приступ геопросторним подацима и могуће операције за манипулацију географским карактеристикама при чему корисник може да користи, комбинује и управља геоподацима из различитих извора. Паралелно са развојем семантичког веба током 2000-их, почео је и развој онтологије за представљање семантике геопросторних метаподатака. Једна од дефиниција

онтологије је „*скупови термина, укључујући и речнике, семантичке везе и нека основна правила извођења и логике*“ (Gruber, 1995). Имајући у виду да се онтологије креирају за одређене примене и области, постоји опасност да не буду интероперабилне у ширем смислу. Исти термини могу да имају различита значења при различитим применама, што намеће потребу за добро заснованим генеричким онтологијама као апсолутном императиву и предуслову семантичког веба.

Семантички веб је нова генерација веба, који проширује класичан веб употребом стандарда, језика за означавање и сродних алата за обраду. Концепт семантичког веба је настао из потребе за лакшим и ефикасним претраживањем, и проналажењем прецизних информација на Интернету. Први корак у изградњи семантичког веба јесте изградња формалног репрезентативног језика за размену формалне семантике на нивоу информација. Следећи корак јесте изградња система који ће разумети ту семантику, као што су алати за резонување и семантичке машине за претраживање. За постизање семантичке интероперабилности користе се постојећи или нови метаподаци прилагођени конкретним стандардима на добро заснованим генеричким онтологијама као апсолутном императиву и предуслову семантичког веба.

4. СТАНДАРД ISO 19115

Међународни стандард *ISO 19115* се примењује за израду каталога географских сетова података, серија географских сетова података, *clearinghouse* активности, за пун опис сетова података, за опис појединачних географских карактеристика и својстава карактеристика.

Стандард *ISO 19115* дефинише :

- обавезне и кондиционалне секције геопросторних метаподатака, ентитете геопросторних метаподатака и елементе геопросторних метаподатака;
- минимални сет метаподатака потребан да служи пуном обиму апликацији геопросторних метаподатака (откривање података, одређивање спремности података за коришћење, приступ подацима, пренос података и коришћење дигиталних података);
- опционални елементи геопросторних метаподатака (који дозвољавају екстезивнији опис стандарда геоподатака ако је потребно);
- методе за проширивање геопросторних метаподатака да би се уклопили у посебне потребе.

Стандард *ISO 19115* се састоји од 22 главна елемента (енг. *core*), од којих је 12 обавезно (Табела 1). Основни сет проширује обавезне елементе са допунским информацијама о типу, размеру, формату, референтном систему и пореклу података. Обавезни елементи имају каталожку функцију и фокусирани су на аспект откривања геопросторних метаподатака. Поред информације о самим геопросторним метаподацима они обезбеђују и информацију

⁹ *EAD* – Encoded Archival Description

¹⁰ *TEI* –Text Encoding Initiative

¹¹ *METS* – Metadata Encoding and Transmission Standard

¹² *XML* – eXtensible Markup Language

¹³ *OGC* – Open GIS Consortium

о наслову, категорији, референтном датуму, географској локацији, кратак опис података и провајдера података.

Сваки од наведених елемената геопросторних метаподатака даље је дефинисан коришћењем следећих атрибута:

1. Назив – јединствена етикета (енг. label) додељена ентитету метаподатка или елементу метаподатка.
2. Скраћени назив и код домена – скраћени назив за сваки елемент.
3. Дефиниција – опис елемента метаподатака.
4. Обавеза, услов, опис, који показују да ли ће ентитет или елемент метаподатка увек бити документован или не. Она може бити вредности *обавезно*, *условно* или *опционално*. Услов се односи на електрон-

ски обрадив услов под којим је најмање један ентитет метаподатка или елемент метаподатка обавезан.

5. Максимално појављивање – одређује максималан број инстанци које могу имати ентитет метаподатка или елемент метаподатка.
6. Тип податка – одређује сет различитих вредности за представљање елемената метаподатака као што је цела вредност (енг. integer), реални број са зарезима (енг. real), и знак (енг. string).
7. Домен – одређује за сваки елемент метаподатака дозвољене вредности или употребу слободног текста.

Поред 22 главна елемента, ISO 19115 садржи још око 300 елемената који детаљно описују извор информација. Већина тих елемената није нужно потребна за усклађи-

Табела 1. Основни елементи геопросторних метаподатака за геопросторне сетове података

Информације о метаподацима

1.	(MD_Metadata.language)	Језик метаподатка (C)
2.	(MD_Metadata.characterSet)	Сет карактера метаподатка (C)
3.	(MD_Metadata.fileIdentifier)	Идентификатор фајлова метаподатка (O)
4.	(MD_Metadata.metadataStandardName)	Стандардни назив метаподатка (O)
5.	(MD_Metadata.metadataStandardVersion)	Стандардна верзија метаподатка (O)
6.	(MD_Metadata.contact>CI)	Контакт тачка метаподатка (M)
7.	(MD_Metadata.dateStamp)	Датум печата метаподатка (M)

Информације о сету података

8.	(MD_Metadata>MD_Identification.citation>CI_Citation.title) (M)	Наслов сета података (M)
9.	(MD_Metadata>MD_Identification.citation>CI_Citation >CI_Date.date and CI Date.dateType) (M)	Референтни датум сета података (M)
10.	(MD_Metadata>MD_Identification.pointOfContact >CI_ResponsibleParty) (O)	Одговорна страна за сет података (O)
11.	(MD_Metadata>MD_DataIdentification.geographicBox Or MD_DataIdentification.geographicIdentifier) (C)	Географска локација за сет података (помоћу четири координате или помоћу географског идентификатора) (C)
12.	(MD_Metadata>MD_DataIdentification.language) (M)	Језик сета података (M)
13.	(MD_Metadata>MD_DataIdentification.characterSet) (C)	Сет карактера сета података (C)
14.	(MD_Metadata>MD_DataIdentification.topicCategory) (M)	Категорија теме сета података (M)
15.	(MD_Metadata>MD_DataIdentification.spatialResolution>MD_Resolution.equivalentScale or MD_Resolution.distance) (O)	Геопросторна резолуција сета података (O)
16.	(MD_Metadata>MD_Identification.abstract) (M)	Извод који описује сет података (M)
17.	(MD_Metadata>MD_Distribution>MD_Distributor>MD_Format.name and MD_Format.version) (O)	Формат дистрибуције (O)
18.	(MD_Metadata>MD_DataIdentification.extent>EX_Extent) (O)	Додатни обим информације за сет података (вертикални и временски) (O)
19.	(MD_Metadata>MD_DataIdentification.spatialRepresentationType) (O)	Тип геопросторне репрезентације (O)
20.	(MD_Metadata>MD_ReferenceSystem) (O)	Референтни систем (O)
21.	(MD_Metadata>DQ_DataQuality>LI_Lineage.statement) (O)	Изјава о пореклу (O)
22.	(MD_Metadata>MD_Distribution>MD_DigitalTransferOption.onLine>CI_OnLineResource) (O)	Он-line ресурси (O)

Извор: ISO 19115; Напомена: „M“ указује да је елемент обавезан, „O“ указује да је елемент опционалан, „C“ указује да је елемент обавезан под одређеним условима.

вање са међународним стандардом, али су дефинисани због корисника, да би корисници лакше разумели тачно описане податке. На бази ових понуђених елемената свака организација која се бави географским информацијама, начелно може развити профил стандарда у складу са својим потребама. У том случају профил се састоји од основних елемената геопросторних метаподатака и додатног сета опционалних елемената, који се објављују као обавезни део профила. Профил геопросторних метаподатака обухвата и правила за дефинисање проширења. Додатно, профил се може проширити елементима који нису део међународног стандарда. *ISO 19115* према томе описује правила за дефинисање заједничког профила и могућа проширења истог. Профил мора укључити све основне елементе геопросторних метаподатака дигиталног географског сета података, све обавезне елементе, ако сетови података задовољавају услов тражен од стране елемента метаподатка. Односи између елемената морају бити идентификовани, а профил би морао бити доступан сваком кориснику метаподатака. Промена назива, дефиниције или типа метаподатка није дозвољена. Проширење геопросторних метаподатака се користи ради успостављања чвршћих обавеза у односу на постојеће елементе геопросторних метаподатака. Само проширење може ограничити или проширити вредности домена за описивање елемената геопросторних метаподатака.

Профил геопросторних метаподатка прави разлику између извештаја о испитивању прилагођености и тестова који оцењују квантитативни резултат. Квантитативни резултат може бити вредност за геопросторну тачност сета података. Максимална прихватљива грешка деформације служи да се одреди да ли је изведена вредност прихватљива. Прва информација се односи на квантитативни резултат, а друга даје резултат о прилагођености. За произвођаче геопросторних података посебно значајан јесте део који се односи на информације метаподатака о ограничавању информација у складу са *ISO 19115*. Елементи који би морали бити интегрисани у профил геопросторних метаподатка за обезбеђење законских и безбедносних информација су описани у наредном делу (Табела 2.)

Стандард *ISO 19115* дефинише геопросторне метаподатке који приказују податке о идентификацији, ограничењима, обиму, квалитету, геопросторној и временској референци, дистрибуцији, пореклу, и одржавању дигиталних геопросторних података. Стандард *ISO 19115* се односи пре свега на дигиталне географске информације (податке) али његови принципи могу бити проширени и на друге облике географских информација, као што су аналогне карте, планови, графикони, текстуални документи као и на негеопросторне информације.

Табела 2. Елементи профила метаподатака за обезбеђење законских и безбедносних информација

	Опис	Скраћени назив	Обавеза
MD_Ограничења	рестрикције у приступу и коришћењу ресурса или метаподатака	Consts	Обавеза коришћења из референтног објекта M
Ограничење употребе	ограничење које се односи на погодност за употребу ресурса. Пример „Не користити за пловидбу.“	useLimit	M
MD_законска ограничења	рестрикције и законски предуслови за приступање	LegConsts	M
Ограничења приступа	ограничења приступа примењена да се осигура заштита приватности или интелектуалног власништва, и било каквих посебних рестрикција или ограничења или упозорења у прибављању ресурса	accessConsts	M
Ограничење употребе	ограничења примењена да се осигура заштита приватности или интелектуалног власништва, и било каквих посебних рестрикција или ограничења или упозорења о употреби ресурса	useConsts	M
Остала ограничења	остале рестрикције и законски предуслови за приступање и коришћењу ресурса	othConsts	ограничења приступа или ограничења употребе једнака „осталим рестрикцијама“ M
MD_безбедносна ограничења	рестрикције у руковању ресурсима за националну безбедност или сличне безбедносне ризике	SecConsts	M
Класификација	назив рестрикције за руковање ресурсима	class	M
Напомена корисника	објашњење примене законских ограничења или других рестрикција	userNote	M
Опис за руковање	додатне информације о рестрикцијама у руковању ресурсима	handDesc	O

Извор: *ISO 19115*; Напомена: „**M**“ указује да је елемент обавезан, „**O**“ указује да је елемент опционалан, „**C**“ указује да је елемент обавезан под одређеним условима.

5. ЗАКЉУЧАК

Последња деценија је донела праву експанзију коришћења геопросторних података и географских информација чиме и геопросторни метаподаци све више добијају на значају. Потребно је имати у виду да геопросторни податак није савршен податак. Врло често, геопросторном податку или географској информацији је потребно дефинисати значење. За исти податак могу се извући различити закључци у односу на тачку са које се посматра, начин преузимања, степен апроксимације или поједностављења. Геопросторни подаци имају дугу историју коришћења геопросторних метаподатака. Концепт геопросторних метаподатака је веома близак људима који користе геопросторне податке. Они помажу људима да пронађу геопросторне податке, да одлуче шта им је потребно и како да их употребе. У том смислу геопросторни метаподаци јесу информације које описују сетове геопросторних података и услуге везане за геопросторне податке, и који омогућавају њихово откривање, складиштење и коришћење.

Приступ геопросторним подацима често је отежан, а власништво и услови приступа нису транспарентни. Употреба геопросторних метаподатака олакшава приступ, али још није довољно развијена и стандардизована. Релевантни стандарди и спецификације за геопросторне метаподатке подржавају разумевање и коришћење географских информација, повећавају доступност, приступ, интеграцију и дељење географских информација (Илић и Милојковић, 2011:48), промовишу ефикасност, ефективност и економичност на пољу дигиталних географских информација. Пожељно би било усагласити досадашње интерне стандарде за геопросторне метаподатке са стандардима *ISO/TC* и спецификацијама *OGC*,

Претраживање и управљање огромним количинама података захтева све моћније алате и организацију на глобалном нивоу кроз моделе семантичког веба и веб-сервиса. Семантички веб је оријентисан на метаподатке и пружа заједничке оквире који омогућавају да се подаци размењују и користе изван апликација, предузећа, организација и заједница.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Burrough P.A., McDonnell, R.A., *Principi Geografskih informacionih sistema*, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2006.
- [2] Дедић, А., Пајић, Д., (2010). *Иницијалне активности на успостављању НИГП-а у Србији*, Геодетска служба, вол. 39, бр.112, стр. 17-21.

- [3] Demers, M.N., *Fundamentals of Geographic Information Systems*, John Wiley&Sons Inc., New York, 2003.
- [4] Gruber, T., (1993). *A Translation Approach to Portable Ontology Specifications*, Knowledge Acquisition, 5(2), 199-22.
- [5] Gruber, T., (1995). *Towards Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing*, International Journal of Human and Computer Studies, 43(5/6), 907-928.
- [6] Grunreich, D., *Status of European Geospatial Data Infrastructures*, Photogrammetric Week, Stuttgart, 2007.
- [7] Илић, А., *Прилог моделу изградње националне инфраструктуре просторних података на принципу интероперабилности*, Докторска дисертација, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, Нови Сад, 2010.
- [8] Илић, А., Милојковић, Б. (2011). *Принцип интероперабилности у изградњи инфраструктуре просторних података*, Геодетска служба, год. 40, бр. 114, стр. 48-52.
- [9] Kresse, W., Kian Fadaie, K., *ISO standards for Geographic Information*, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 2004.
- [10] Masser, I., *Building European Spatial Data Infrastructures*, ESRI Press, California, 2007.
- [11] Маринковић, Д., Бранковић, А., Милојковић, Б., (2009). *Компјутерско претраживање и упоређивање података – општа разматрања и примена у криминалистици*, НБП - Журнал за криминалистику и право, вол. XIV, бр. 1/09, стр. 63-78.
- [12] Милојковић, Б., (2007). *Савремени геотопографски материјали за потребе полиције – карактеристике и начин коришћења*, Безбедност, год. XIX, бр. 4, стр. 108-139.
- [13] Moellering, H., (2005), *World Spatial Metadata Standards*, Elsevier Ltd., International Cartographic Association.
- [14] Official Journal of the EU, *Directive 2007/2/ EC of the European Parliament and the Council of 14th March establishing an Infrastructure for Spatial Information in Europe (INSPIRE)*, 2007.
- [15] Peng, Z.R., Tsou, M.H., *Internet GIS-Distributed Geographic Information Services for the Internet and Wireless Network*, John Wiley& sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2003.
- [16] Тесла, Н., Ђуровић, С., Дедић, А., Пајић, Д., (2012) *НИГП активности ка INSPIRE у Србији*, Геодетска служба, вол. 41, бр.115, стр. 5-9.

ДАЉИНСКО МЕРЕЊЕ НИВОА ВОДА

Др Владимир Булатовић, дипл. геод. инж.¹

Прегледни рад

УДК: [556.53 + 627.512/.513] : [627.14 : [528.835 + 004.9]

РЕЗИМЕ

Учестале поплаве намећу потребу за постојање система за мониторинг нивоа вода на рекама, каналима и осталим токовима. Овакав систем пре свега треба да омогући складиштење резултата мерења мерних станица, који би омогућили анализу и предвиђање нивоа. Са друге стране, мора се омогућити и сервис за праћење у реалном времену и узбуђивање. *Open Geospatial Consortium Sensor Web Enablement* (OGC SWE) нуди оквир за успостављања клијент - сервер система који може испунити основне системске захтеве. За успостављање мреже сензора за перманентно праћење нивоа вода искоришћен је OGC-ов *Sensor Observation Service* (SOS). Описана је архитектура приказаног система са подсистемима сензор, сервер и клијент. Цео систем заснован је на отвореном коду.

Кључне речи: мерење, водостај, мониторинг, SWE, SOS.

REMOTE WATER LEVEL MEASUREMENT

Dr. Vladimir Bulatović, grad. geod. eng.

ABSTRACT

Frequent flooding, requiring the existence of a system for monitoring water levels in rivers, canals and other flows. Such a system should first enable the storage of measurement results from the measuring stations, which would enable analysis and prediction of water levels. On the other hand, must be able to service for real-time monitoring and alerting. Open Geospatial Consortium Sensor Web Enablement (OGC SWE) provides a framework for establishing a client-server system that can meet the basic system requirements. OGC's Sensor Observation Service (SOS) has been used to establish a network of sensors for permanent monitoring of the water levels. The paper describes the architecture of the present system with subsystems sensor, server and client. The whole system is based on open source code.

Key words: measurement, water level, monitoring, SWE, SOS.

1. УВОД

Мерење нивоа вода има велик значај у хидрологији, речном саобраћају, пољопривреди, енергетици, управљању ризицима, раном узбуђивању, прогнози и свим другим гранама које користе информације овог типа. Ниво воде се осматра и мери на рекама, језерима и мору за потребе: пловидбе, пројектовања и изградње разних хидротехничких објеката (пристаништа, регулације водотока, мостова, водозахвата, одбране од поплава), вршење хидрометријских радова (мерења дубина, брзине воде), изучавања самог режима промене нивоа воде током времена. Често се информације о нивоу комбинују са батиметријским снимањима за различите задатке.

Развој бројних сензора, информатике, телекомуникација и метода мерења свакако да превазилази конвенционално читавање водомерних летви и аналогно регистровање информација по времену. Потребне за ажурним и тачним информацијама, доступним 24/7, ослањају се на даљинско читавање, клијент – сервер системе за управљање базама података, као и на сервисно оријентисану архитектуру [20].

Приликом избора технологије у одређивању нивоа вода, неки важни параметри јесу: цена, могућност дискретног или континуалног мерења, материјал сензора, начин монтирања, тачност, поузданост, интерфејс, итд.

Сензори који се користе за мерење нивоа вода углавном раде на принципу [22]:

- пловка;
- мерења промене капацитета, отпорности или индуктивности;
- емисије ултразвучног, инфрацрвеног или радио таласа;

Најједноставнији уређај за мерење нивоа вода јесте водомерна летва. Овај фиксни мерни уређај је стандардних димензија са скалом на којој се може прочитати вредност нивоа на летви која је најчешће вертикална или коса. Тачност читања се креће од 1 – 4 цм, а зависи од следећих фактора: савесности мотриоца, видљивости бројчане скале и мирноће водне површине приликом читања.

Уређаји са пловком се најчешће налазе унутар бунара и резервоара. Систем за мерење у овом случају чине пловак и челична градуисана трака са котурачом која служи као контрагет. Пловак плива на површини чији се ниво мери. Померањем пловка помера се и контрагет и врши се читавање на траци. Уколико се на овај мерач прикачи рекордер нивоа, могуће је бележење промене. Мерење нивоа вода помоћу пловка има бројне варијације. Постоје и системи који мерењем неке друге величине, нпр. помака или промене магнетизма индиректно одређују ниво. Уколико базично користе пловак сви

¹ Факултет техничких наука Нови Сад, Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, e-mail: vbulat2003@yahoo.com

ови уређаји независно од принципа мерења сврставају се у ову категорију.

Уређаји који су засновани на електронским колима, углавном су такве конструкције да промена нивоа директно утиче на промену отпорности, капацитивности или индукваности. Калибрацијом уређаја и регистровањем промене мерене величине, изражава се ниво течности.

Ултразвучни, инфрацрвени или радио мерачи нивоа припадају групи бесконтактних мерача који раде на принципу емитовања ултразвука и мерења пређеног пута. Ова метода се заснива на емитовању сигнала који се рефлектује од водене површине. Мери се време потребно да звучни сигнал превали пут од сонде до водене површине и назад. Прецизност уређаја је и до 1мм [22].

Телеметрија је технологија која омогућава даљинско мерење и пренос информација са удаљене локације до оператера. Појам телеметрија се односи на пренос података и инструкција на даљину бежичним технологијама (радио веза, вирилес, ИЦ) или пренос путем различитих медија као што су телефонска или рачунарска мрежа, оптички кабл, коаксијални кабл и друге врсте мрежа.

Потребе корисника информација могу се дефинисати кроз три основна захтева:

- приказ доступних сензора;
- приказ расположиве информације о конкретном сензору;
- приказ резултата за одређену временску епоху.

Сервис који омогућаје ове потребе детаљно је описан кроз OGC SOS спецификацију [1]. Овакви системи састоје се од компјутерског сервера, клијента и најмање једне мерне станице. Мерна станица састоји се од сензора, компјутерске и комуникационе јединице. Компјутерски сервер има задатак да прихвати информације са мерне станице, ускладишти их и омогући сервис ка кориснику.

2. SWE (SENSOR WEB ENABLEMENT)

На исти начин као што HTML и HTTP стандарди обезбеђују размену информација на Webу, SWE иницијатива је фокусирана на развој стандарда који омогућавају управљање сензорима и њиховим мерењима, размену и обраду тих података као и праћење рада сензора и њихових система [16]. Идеја SWE концепта је да сви сензори пријављују своју позицију, да су повезани са веб-ом, да се могу читавати са удаљености, да имају регистроване метаподатке и да се неким може управљати са удаљености [19]. Функционалност коју OGC жели да постигне преко SWE спецификације се одражава у следећим радњама [2]:

- проналажење сензорских система, мерења и процеса мерења који испуњавају наше потребе;
- одређивање способности сензора и квалитета мерења;

- приступ параметрима сензора који аутоматски омогућавају софтверу да обради и лоцира мерења;
- преузимање мерења у реалном времену или у временским серијама и стандардно записивање и снимање тих податка;
- давање задатака сензору за прикупљање података од интереса;
- Обавештавање о подацима и упозорењима које даје сензор.

Стандард SWE који су формирали чланови OGC организације садржи следеће OpenGIS спецификације:

- Sensor Model Language (SensorML) [3]

Стандардни модел и XML шема за описивање начина функционисања сензора и процеса прикупљања података садржи опште моделе за репрезентацију података за SWE начин записивања и интерфејс стандарде. Пружа неопходне информације потребне за откривање, геореференцирање и обраду података, као и задавање радњи сензорима и симулацијама.

- Observations & Measurements (O&M) [4]

Општи модел и XML записивање за посматрања и мерења извршена неким сензором.

- Transducer Model Language (TML)

Концептуални прилаз и XML записивање које подржава податке добијене у реалном времену и задавање радњи сензору и оних које сам сензор задаје.

- Sensor Observation Service (SOS) [1]

Отворени интерфејс такав да клијент може да добије мерења, податке и са сензора и са платформе за један или више сензора.

- Sensor Planning Service (SPS) [5]

Отворени интерфејс који клијентима омогућава утврђивање изводљивости прикупљања података са једног или више сензора или модела и прегледање захтева сензора и конфигурисаних процеса.

- Sensor Alert Service (SAS) [6]

Отворени интерфејс веб сервиса за објављивање и за добијање упозорења и обавештења са сензора и симулационих система.

- Web Notification Service (WNS)

Отворени интерфејс за сервисе код којих клијент може да спроводи асинхроне дијалоге (петље порука) са једним или више сервиса.

2.1 Sensor Observation Service (SOS)

Један део породице OGC стандарда који чини OGC SWE оквир је SOS. Активности SWE треба да омогуће интерфејс и протокол за подршку рада веб сензора и обезбеде стандардизован приступ мереним подацима са сензора као и описима сензора. Спецификација SOS подржава спецификацију O&M за моделовање опажања и резултата мерења, а SensorML спецификацију за моделовање сензора.

Спецификација SOS пружа стандардни интерфејс за управљање и добијање метаподатака и посматрања

из различитих и хетерогених сензорских система. Сензорски системи могу бити даљински, фиксни, ad-hoc сензори, покретне сензорске платформе, мреже непокретних сензора или мобилни сензори. Када се користи у комбинацији са другим OGC спецификацијама, SOS даје широк спектар могућности за интероперабилно проналажење, повезивање и испитивање појединачних сензора, сензорских платформи или мреже сензора у реалном времену у оквиру GIS апликације.

Главни циљ OGC спецификације SOS је да обезбеди приступ опажањима и самом систему сензора на класичан начин који је исти за све сензоре. Ово представља веома изазован задатак јер су корисници кроз историју били подељени на оне који се примарно баве са сензорима који су на лицу места (ин-ситу) и на оне које се примарно баве даљинским сензорима. Терминологија, перспектива и очекивања ове две широке групе су различита.

Спецификација SOS организује колекцију сличних опажања сензора у понуду посматрања. Свака понуда је створена тако да садржи посматрања која се не преклапају са другим групама сродних посматрања. Сваку понуду чине следећи параметри:

- посебан систем сензора који садржи извештај о мерењима;
- временски период током кога се могу добити информације о мерењима;
- појава која се прати;
- географска локација сензора;
- географска локација објекта који се снима (нпр. код даљинске детекције).

Приступ на коме се заснива развој SOS и од кога зависи SWE спецификације се базира на пажљивом моделовању сензора, сензорских система и мерења, тако да модел покрива разноврсне сензоре и подржава захтеве свих корисника. Ово је другачије од приступа који је коришћен приликом развијања *Web Feature Service* (WFS). Овај стандард обезбеђује општу дефиницију географских особина (feature) које су довољно флексибилне да обухватају било који стварни ентитет. Користи GML апликациону шему да дефинише специфичне особине за сваки објекат појединачно. Код овог приступа је било кључно постићи интероперабилност преко одређеног дела мреже (домена) код GML апликационих шема. Клијенти који приступају WFS-у са појединачног домена морају претходно да познају апликационе шеме коришћене у том домену. Приступ SOS спецификације одређује заједнички модул за све сензоре, сензорске системе и њихова опажања. Овај модел не захтева да се дефинише посебан домен и може да буде коришћен без познавања апликационих шема домена.

SOS захтева дефинисање најмање наредне три операције [2]:

- *GetCapabilities* - обезбеђује приступ метаподацима и детаљним информацијама о операцијама доступним преко SOS сервера;

- *DescribeSensor* - омогућава упите метаподатака о сензору и сензорском систему доступном преко SOS сервера;
- *GetObservation* - пружа приступ опсервацијама уз просторна, временска и тематска филтрирања.

GetCapabilities операција омогућава клијентима да преузму метаподатке о одређеној инстанци сервиса. У овој XML шеми записа, нема „request“ параметара, јер име елемента специфицира посебну операцију. Одговор *GetCapabilities* операције је XML документ. Овај документ пружа клијентима сервисне метаподатке о одређеној инстанци сервиса, као и метаподатке који су уско повезани са конкретним сервисом.

DescribeSensor је метод добијања метаподатака који описују карактеристике сензора или групе сензора. Међутим, детаљи који се налазе у каталогу могу да садрже информације о типовима посматрања, локацијама и контакт информацијама. Због велике количине метаподатака у вези сензора, SOS је специфицирао описне операције које подржавају високи ниво детаља везаних за сензоре и сензорске платформе повезане са SOS-ом. Ова операција је дизајнирана да шаље захтев за детаљне метаподатке. Карактеристике сензора садрже листу и дефиниције посматрања подржаних од стране сензора. Одговор чини *SensorML* документ са описом сензорског система.

Операција *GetObservation* служи за упит сензорских система за добијање посматраних података дефинисаних у спецификацији O&M. Након добијања *GetObservation* захтева, SOS испуни захтев или враћа извештај са изузецима. *GetObservation* порука садржи један или више елемената за сваки резултат са припадајућим информацијама о времену мерења и сл. Сваки *GetObservation* елемент има обавезне атрибуте *Service* и *Version*. Обавезни атрибут *Version* мора да одговара верзији интерфејса сервиса одређеног сервиса при комуникацији између сервиса и клијента у току процеса везивања. Одговор *GetObservation* захтева биће записан у оквиру *Observation Features*, *Observation Collections*, *Observation Arrays* и унутар *Discrete Observation Coverage Observation*. Интерфејс SOS је оптимизован за приступ посматрањима и другим повезаним информацијама.

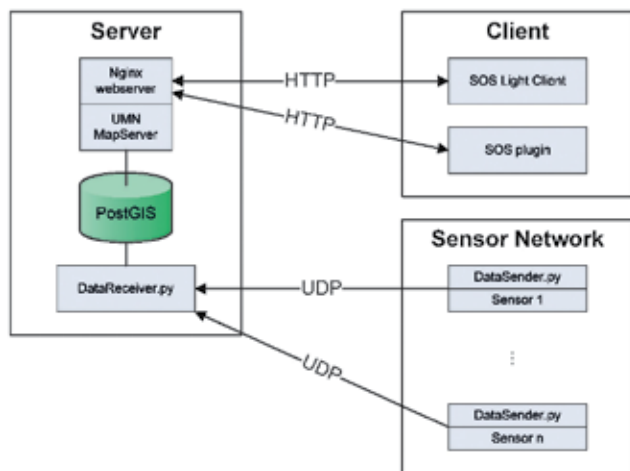
Поред ова три основна захтева SOS још предвиђа:

- операције за трансакције (*RegisterSensor* и *InsertObservation*);
- проширене операције (*GetResult*, *GetFeatureOfInterest*, *GetFeatureOfInterestTime*, *DescribeFeatureType*, *DescribeObservationType*, *GetObservationById*, *DescribeResultModel*).

3. АРХИТЕКТУРА СИСТЕМА

Цео систем даљинског читавања нивоа вода на више мерних станица (Слика 1) састоји се од три главне компоненте: подсистем сензора, подсистем на серверу и

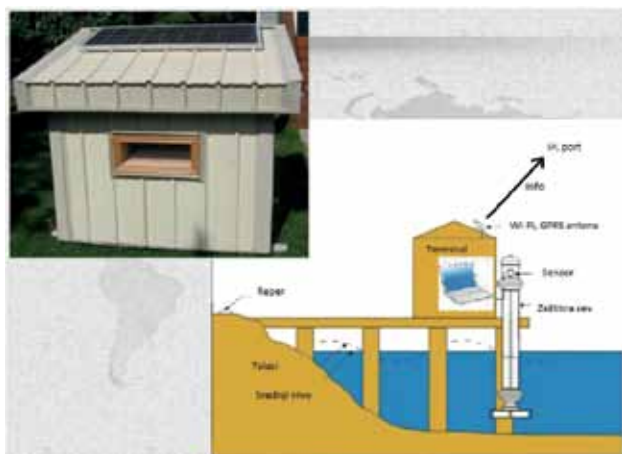
подсистем на клијенту. Подсистем сензора чине мерне станице опремљене соларним напајањем, сензором за мерење и комуникационом јединицом која користи GPRS. Подсистем на серверу на сопственој IP адреси ослушкује одређени порт, прихвата податке и смешта их у PostGIS базу података. Изнад ње је MapServer који омогућаје OGC SOS услуге преко HTTP протокола и веб сервера. Клијентски подсистем је широког спектра, а препоручују се неколико (OpenLayers, uDig plugin, ArcGIS SOS екстензија)



Слика 1: Архитектура система

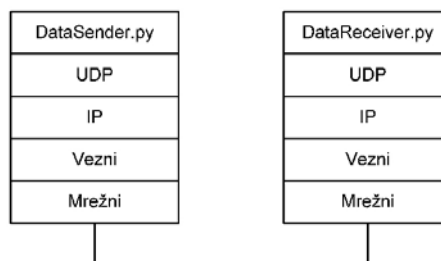
3.1 Мрежа сензора слање-пријем

Мрежу сензора чини скуп мерних станица (Слика 2) са сопственим извором напајања. Принципијално, избор сензора своди се на интерфејс и могућност приступа интернету.



Слика 2: Мерна станица

Слање резултата мерења сензора и пријем може се објаснити преко фамилије интернет протокола који се састоји од пет слојева. Ради се о клијент-сервер архитектури приказаној на слици 3:



Слика 3: Петослојна клијент сервер архитектура

Како би се уређај за мерење нивоа интегрисао у један телеметријски систем ма којом методом мерења да прикупља информације, неопходно је да се уређај повеже са компјутерском мрежом и да га је могуће конфигурирати тако да информације шаље користећи TCP или UDP протокол.

Физички и слој везе су уско везани за бежичне мреже нарочито када се ради о повезивању сензора на компјутерску мрежу. Окружење које се намеће због саме природе мреже сензора, који су често постављени на различитим локацијама где се приступ интернету може обавити само бежично, природно су окренути WI-FI мрежама или мрежама оператера мобилне телефоније коришћењем GPRS-a [7] или других сервиса. Са друге стране компјутерски сервер је углавном део жичане мреже са унапред познатом статичком IP адресом. Протокол IP користе све компоненте на интернету које имају мрежни слој и нема сумње да га и систем сензора који шаљу резултате мерења мора користити.

Иако TCP транспортни протокол омогућаје транспорт порука од клијента до сервера. TCP је дизајниран за поуздан трансфер података. Ако се приликом трансфера подаци оштете или изгубе, TCP обезбеђује да се поново пошаљу. Ако не стижу одговарајућим редом, TCP их преуреди. Ако подаци стижу пребрзо, TCP успори тако да се пакети не губе. Међутим, цена ове поузданости је брзина [8]. Успостављање и раскидање конекције може трајати прилично времена, посебно за протоколе као што је HTTP, који захтева пуно кратких трансфера. User Datagram Protocol (UDP) је алтернативни протокол за слање података преко IP, који је врло брз, али није поуздан, тј. толерантан је на губитке. Када се пошаљу подаци, нема начина да се сазна да ли су стигли или да ли су стигли редоследом којим су послати. Међутим, подаци који стижу, стижу брзо.

Конкретно за успостављање једног телеметријског система, уместо TCP протокола препоручује се UDP протокол, јер је брзина у овом случају важнија од исправности пријема сваке поруке. Редослед пристиглих порука може се лако реконструисати имајући у виду да свака порука носи информацију о времену када је сензор извршио мерење.

Апликативни слој пошиљаоца поруке који се налази на клијентској страни има улогу да изврши мерење, допуни га метаподацима као што су време опажања, позиција сензора и јединствен број мерне станице и

пошаље поруку на socket са одговарајућим портом и IP адресом користећи UDP.

Са друге стране апликативни слој на серверској страни отвара конекцију ка бази података, послушкује идентичан порт и по пријему поруке исту парсира. Од парсиране поруке креира “insert sql” упит и извршава га. База података у коју се складиште резултати мерења има способност складиштења просторних података, како би се сваком резултату доделила и позиција на којој је мерење извршено. Серверски скрипт ће ускладиштити поруке са свих мерних станица. Пре почетка слања порука сервер скрипт мора бити покренут.

Примери python скриптова показују како се одвија комуникација на обе стране. Код је приказан са коментарима који замењују функције читања сензора, додавање метаподатака и сл.

```
#####
#Client script

import socket, time

UDP_IP = "147.91.174.239"
UDP_PORT = 5005

sock = socket.socket(socket.AF_INET,
socket.SOCK_DGRAM)

while True:

    #read sensor
    #add metadata
    #create string message
    sock.sendto(message, (UDP_IP, UDP_
PORT))

#####
#Server script

import socket, re, sys, psycopg2
from datetime import datetime

UDP_IP = «147.91.174.239»
UDP_PORT = 5005

sock = socket.socket(socket.AF_INET,
socket.SOCK_DGRAM)
sock.bind((UDP_IP, UDP_PORT))

while True:
    #open db connection
    #split message to words
    #create insert sql string
    #insert sql
```

3.2 SOS имплементација на серверу

Један од примера GIS веб сервера сјајних перформанси, који имплементира OGC стандарде јесте UMN MapServer [9]. MapServer је развојно окружење отвореног кода за развој WEB-GIS апликација. Развијен је на Универзитету у Минесоти у сарадњи са NASA и институтом за природне ресурсе у Минесоти. Има подршку за више платформи: Linux, Windows, Mac, Solaris, итд.

UMN MapServer директно подржава PostGIS базу података. Библиотеке које MapServer садржи идентичне су као и код других OGC сервиса (proj4[10], gdal/ogr [11]). MapServer је CGI или FastCGI програм који ради у позадини веб сервера. Када се MapServer-у пошаље захтев, он користи информације прослеђене преко URL адресе и из конфигурационе map датотеке за генерисање одговора. MapServer имплементира OGC SOS веб сервисе кроз HTTP протокол. Неопходни минимални параметри map конфигурационог фајла за SOS [12] сервер су:

– На нивоу мапе

```
Map NAME
Map PROJECTION
Map Metadata (у WEB објекту):
    sos_title
    sos_onlineresource
    sos_srs
    sos_enable_request
```

– На нивоу слоја

```
Layer NAME
Layer PROJECTION
Layer METADATA
    sos_offering_id
    sos_observedproperty_id
    sos_observedproperty_id
    sos_describesensor_url
```

Пример валидних захтева за GetCapabilities, DescribeSensor и GetObservation захтев имају облик:

<http://www.geoservis.ftn.uns.ac.rs/maps/mapserv?map=vodostaj.map&service=SOS&Request=GetCapabilities>

<http://www.geoservis.ftn.uns.ac.rs/maps/mapserv?map=vodostaj.map&service=SOS&Request=DescribeSensor&procedure=urn:ogc:def:procedure:NS&version=1.0.0&outputFormat=text/xml;subtype=sensorML/1.0.0>

<http://www.geoservis.ftn.uns.ac.rs/maps/mapserv?map=vodostaj.map&service=SOS&Request=GetObservation&Offering=Water&observedproperty=Vodostaj&version=1.0.0&responseFormat=text/xml;subtype=om/1.0.0>

3. 3 База података

PostgreSQL је робустан, објектно-релациони систем за управљање базама података (објектно-релациони DBMS или ORDBMS), произведен на основу Берклијевог система за управљање базама података Postgres. PostgreSQL садржи моћан објектно-релациони модел података, богат избор врста података, лаку надоградивост, као и надограђени сет наредби SQL језика [13].

PostGIS је слободан програм отвореног кода који даје подршку PostgreSQL-у за географске објекте. PostGIS прати спецификацију простих особина за SQL спецификацију OGC-a.

Backup/Restore је омогућено кроз три приступа:

- SQL Dump, идеја је да се генерише датотека SQL команди која се може искористити за поновно креирање базе података са свим својим подацима;
- File System Level Backup, алтернативна стратегија која директно копира датотеке које PostgreSQL користи;
- континуално архивирање и *Point-in-Time Recovery* (PITR).

Листа корисника PostgreSQL система је велика, а неки значајнији су: Yahoo, OpenStreetMap, Sony Online, BASF, Skype, Instagram, University of California Berkeley, U.S. Agency for International Development, U.S. Centers For Disease Control and Prevention, U.S. Department of Labor, U.S. General Services Administration, U.S. State Department.

У Србији, Републички геодетски завод за потребе НИГП-а и геопортала, такође користи PostgreSQL/PostGIS. Велики број софтверских GIS решења може користити PostgreSQL/PostGIS као систем за складиштење просторних података: ArcGIS, GeoMedia, QGIS, GRASS, MapServer, ERDAS, итд.

PostgreSQL има моћан систем аутентификације и контроле приступа. Свака конекција на базу података мора бити везана за улогу (ROLE). Такође, сваки објекат унутар базе података је у поседу одређене улоге.

Улога у оквиру базе података је слична Linux концепту user/group са тим што улога може имати чланство у другој улози.

Приступ одређене улоге серверу базе података и његовом садржају је одређен преко атрибута и привилегија. Атрибути улоге су: — LOGIN, — PASSWORD, — CREATEDB, — CREATEROLE и — SUPERUSER.

Када се објекат креира у сервер базе података, власништво се генерално додељује улози која је коришћена да створи тај објекат и једино улога Власник и сваки SUPERUSER ће имати приступ њему. Привилегијом се одобрава приступ и улогама које нису власници. Неке уобичајене привилегије укључују: SELECT, INSERT, UPDATE и DELETE

Дата је шема табеле MernaStanica.

Table "public.MernaStanica"

Column | Type | Modifiers

```
-----+-----+-----

```

```
gid      | integer          | not
null default nextval('sdfs_gid_
seq'::regclass)
```

```
st_id    | character varying(50) |
```

```
vreme   | character varying(50) |
```

```
value   | character varying(50) |
```

```
geom    | geometry(Point) |
```

Indexes:

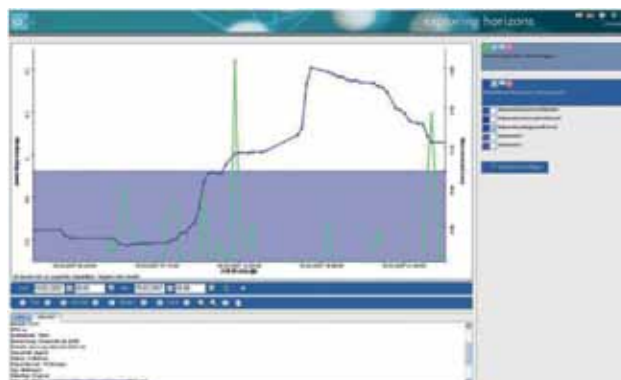
```
"sdfs_pkey" PRIMARY KEY, btree (gid)
```

3.4 SOS имплементација на клијенту

Основни системски захтеви SOS клијента су такви да мора да се обезбеди минимум основне операције. Кориснички интерфејс треба да обезбеди и омогући следеће функције:

- одабир потребне операције и тип улазних параметара захтева који ће бити послат на сервер;
- приказ локације сензора преко мапе;
- интерфејс треба да дозволи приказ више мерних станица на истој карти;
- информације добијене са сервера морају бити приказане када се изабере мерна станица;
- формат за размену података између клијента и сервера је XML.

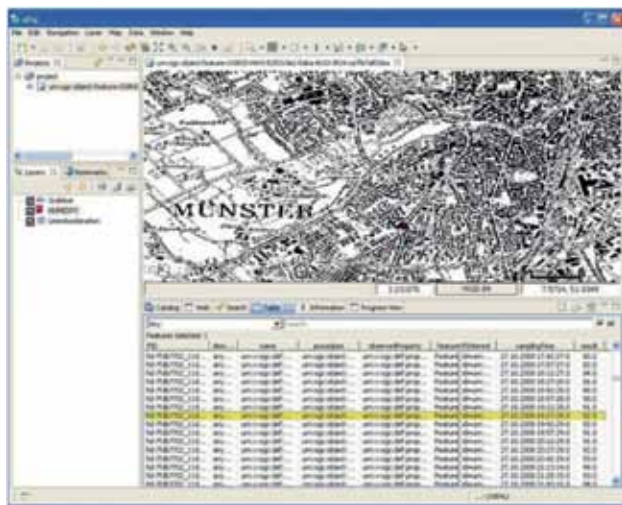
Једноставни танки клијент (Слика 4) омогућава приступ подацима са сензора путем покренут у веб претраживачу. Клијент може да приступи и прикаже податке прикупљене са сензора и дате путем SOS. То омогућава кориснику да прикаже податке у временским серијама у форми дијаграма и табела и нуди додатну функционалност за извоз презентованих података у виду дијаграма или текстуалне датотеке. Архитектура овакве апликације је подељена на два дела: HTML/AJAX и компонента сервера.



Слика 4: Танки клијент

ArcGIS SOS екстензија омогућује спајање OGC сензора за преглед инстанци услуге за ArcGIS. Могуће је учитати информације са сензора у реалном времену, као и историјске податке по временским серијама. Након што су подаци преузети, корисници могу примењивати ArcGIS алате обраде. ArcGIS SOS екстензија је резултат заједничког пројекта ESRI и 52 ° North [14].

uDig Plugin (Слика 5) је отвореног кода и развијен је од стране Refraction Research [15]. Додаје способност да се uDig систему приступи сензорским подацима. Омогућава приступ појавама од интереса посматраним на сензорима. Ове појаве могу бити приказане на мапи додавањем нових слојева у uDig, а могућа је и визуализација SOS података у табелама.



Слика 5: uDig plugin

4. ЗАКЉУЧАК

Иницијатива SWE је омогућила формирање хетерогене мреже сензора коју чине сателити, разни детектори, мобилни сензори, сензори на лицу места и многи други за праћење и мерење промена. Добијањем података са сензора могуће је формирање модела и симулација које служе за праћење параметара животне средине. Описан је случај мерења нивоа на водама. У комбинацији са алатима за доношење одлука, омогућавају брз одговор у хитним случајевима, на пример код изливања река. Велики значај SOS спецификације огледа се у томе што је дефинисано прикупљање резултата мерења са сензора и обезбеђена је интероперабилност. Развојем SOS-а дефинисан је веб сервис интерфејс за откривање и проналажење феномена у реалном времену или из сачуваних мерења. Даљом надоградњом овог модела и коришћењем других спецификација могуће је формирање модела који утврђује систем за прогнозу, рано упозорење и надгледање у критичним ситуацијама. Од SOS клијентских решења, open source software

иницијатива 52°North интезивније развија решења и до сада су развијени uDig plugin и ArcGIS SOS екстензија, али има и других решења [17] [18].

Излази SOS су XML документи са специјалном шемом, која је специфицирана у SOS документу са препорукама. Као што је већ речено, постоје две форме резултата: „Measurement“ и „Observation“. Прва форма је корисна када се ради са малим количинама хетерогених података, док је друга погоднија за рад са дуготрајним серијама. За праћење водостаја више одговара приказ резултата у форми посматрања „Observation“.

Предности SOS сервиса [21]:

- SOS имплементација је стабилна и комплетна;
- не зависи од платформе;
- део је групе више спецификација SWE
- софтвер отвореног кода.

Рад са подацима добијеним у реалном времену је од огромног значаја за спречавање или ублажавање последица катастрофалних догађаја. Захваљујући брзом развоју технологија, данас је могуће развити ефикасне системе за праћење појава, као и контролисање оних критичних и њихово спречавање. SWE је постао стандард у овој области и представља концепт фокусиран на проблеме окружења и начине за њихово решавање. Примена ових система је вишеструка. Омогућавају пре свега мерење водостаја на рекама, каналима, затим управљање ризицима и давање прогнозе и упозорења.

Овим системом се добија:

- висока учесталост мерења;
- приказ мерења у блиско реалном времену;
- приступ 24/7;
- слање резултата на сервер преко UDP протокола;
- чување података у бази података;
- подршка за OGC SOS сервис на серверу;
- приступ преко различитих корисничких интерфејса.

Оваквим системом за праћење промена нивоа вода, редукују се технолошке баријере, а добијање релевантних информација је лакше и јефтиније. Предложени су софтвери и решења отвореног кода који омогућају мониторинг и сервис великом броју корисника вишеструке примене. Коришћењем приказаног система и његовом комуникацијом са мерном станицом са које се презимају промене нивоа воде, омогућено је праћење промена водостаја у блиско реалном времену. Предности коришћења овог модела се огледају у ефикасној интеграцији система за управљање воденим ресурсима и једноставном приступу информација прикупљених на терену.

Увид у информације нивоа вода од великог је значаја, уколико се прати и оваквим приступом могу се лако спречити несреће до којих долази изливањем река, канала, итд. Предложено решење прикупљања и преноса података о водостају је један од доприноса будућих смањења несрећа насталих изливањем река и неблагоприятног преноса информација.

5. РЕФЕРЕНЦЕ

- [1] OGC, "Sensor Observation Service 1.0.0," OGC Document, 2007.
- [2] OGC, "OGC Sensor Web Enablement: Overview And High Level Architecture," OGC Whitepaper, 2008.
- [3] OGC, "OpenGIS® Sensor Model Language (SensorML) Implementation Specification" OGC Document, 2007.
- [4] OGC, "Observations and Measurements - XML Implementation," OGC Document, 2011.
- [5] OGC, "OGC® Sensor Planning Service Implementation Standard," OGC Document, 2011.
- [6] OGC, "Sensor Alert Service Candidate Implementation Specification," OGC Document, 2006.
- [7] Gocic, M., Trajkovic, S., Brankovic, S., 2008. Web Based System for Remote Reading of Water Level, Third International Conference BALWOIS 2008, Ohrid, Republic of Macedonia, 27-31 May 2008.
- [8] Kurose, J., Ross, K., "Umrežavanje računara", CET Beograd, 2005.
- [9] UMN MapServer, <http://mapserver.org/>
- [10] Proj.4, <http://trac.osgeo.org/proj/>
- [11] GDAL, <http://www.gdal.org/>
- [12] SOS Server, http://mapserver.org/ogc/sos_server.html
- [13] Obe, R., Hsu, L., "PostGIS in Action", MANNING, 2011.
- [14] 52°North, <http://52north.org/>
- [15] uDig, <http://udig.refrations.net/>
- [16] Witayangkurn A., Nagai, M., Honda, K., Dailey, M., Shibasaki, R., "REAL-TIME MONITORING SYSTEM USING UNMANNED AERIAL VEHICLE INTEGRATED WITH SENSOR OBSERVATION SERVICE", Conference on Unmanned Aerial Vehicle in Geomatics, Zurich, Switzerland, 2011.
- [17] Tamayo, A., Huerta, J., Granell, C., Díaz, L., Quirós, R. "GVSOS: A NEW CLIENT FOR OGC® SENSOR OBSERVATION SERVICE INTERFACE STANDARD".
- [18] Tamayo, A., Viciano, P., Granell, C., Huerta, J. "Sensor Observation Service Client for Android Mobile Phones".
- [19] Kussul N., Shelestov A. & Skakun, S. (2009). "SENSOR WEB MODELLING FOR FLOOD APPLICATIONS".
- [20] Freiburger T. V., Sarvestani S. S., & Atekwana E. (2007, Oktobar). Hydrological monitoring with hybrid sensor networks. In Sensor Technologies and Applications, 2007.
- [21] Bröring, A., Jürrens, E. H., Jirka, S., & Stasch, C. (2009, June). Development of sensor web applications with open source software. In First Open Source GIS UK Conference (OSGIS 2009).
- [22] Webster, J. G., & Eren, H. (Eds.). (2014). Measurement, Instrumentation, and Sensors Handbook: Spatial, Mechanical, Thermal, and Radiation Measurement (Vol. 1). CRC press.

НАЈСТАРИЈИ ТЕХНИЧКИ УНИВЕРЗИТЕТ У СВЕТУ

Мр Сава Станковић¹

Прегледни рад
УДК: 93/94 : 378.4(437.6)

РЕЗИМЕ

У чланку је приказан преглед рада и деловања најстаријег техничког универзитета у свету, основаног у малом рударском граду у Аустроугарској монархији, данас Словачкој. Претходно је приказан настанак и историјски развој самог града Банска Штјавњица, који је своје најславније тренутке доживео у време постојања и рада универзитета у њему. Настанак овог универзитета уско је повезан са почецима индустријализације у другој половини 18. века, и све већим потребама за стављање науке у службу напретка човечанства и повећања резултата рада, а самим тим и повећања профита власника капитала. Наглашен је значај овог универзитета за развој техничких наука уопште, пре свега кроз рад његових истакнутих професора и сарадника, признатих и познатих научника светских размера. Приказан је и, поштовања вредан, рад мађарских геодета, који уз помоћ и подршку званичних институција, чувају и обележавају вредно историјско наслеђе. Занимљиво искуство стечено приликом посете суседној држави, треба да послужи као пример домаћој стручној јавности, колико је очување и поштовање традиције важно у развијању свести будућих генерација о припадности професији, друштву и нацији.

Кључне речи: *Најстарији универзитет, Банска Штјавњица, Шелмецбања.*

THE OLDEST TECHNICAL UNIVERSITY IN THE WORLD

Mr Sava Stanković

ABSTRACT

The article presents an overview of the work and activities of the oldest technical universities in the world, founded in a small mining town in the Austro-Hungarian Empire, now Slovakia. Previously shown the emergence and historical development of the town Banská Štiavnica, which is its most glorious moments experienced at the time of the University in it. Emergence of this University is closely associated with the onset of industrialization in the second half of the 18th century, and the growing needs for placing science at the service of human progress and the increase work results and thus increase profits the owners of capital. It emphasizes the importance of this University for the development of technical sciences in general, primarily through the work of its outstanding professors and researchers, recognized and renowned scientists of global proportions. It was also presented, worthy of respect, the work of Hungarian surveyors, who with the help and support of official institutions, preserve and mark historical heritage worth. Interestingly, the experience gained during the visit to the neighboring country, should serve as an example of domestic experts, how to preserve and respect the traditions important in raising awareness of future generations of their profession, society and nation.

Key words: *Oldest university, Banská Štiavnica, Selmechana.*

1. УВОД

Делегација Републике Србије у Мешовитој комисији за обнављање, обележавање и одржавање државне границе између Републике Србије и Мађарске посетила је словачки град Банска Штјавњица. Развој тог града, који се налази на списку светске баштине УНЕСКО, кроз историју, тесно је био везан са рударством.

Због потребе да се богати рудни ресурси што боље користите, 1735. године је основана прва школа за рударство и металургију у Краљевини Угарској. У оквиру предмета примењене математике, значајно место су узимала рударска и шумска геодетска мерења и картографска пракса, па се Школа сматра и зачетком образног система геодезије.

Школа је 1762. године трансформисана у високу образовну институцију, Академију рударства, као прво место у свету где је започет програм високошколског образовања за специјалисте у рударству и металургији. Уједињењем са Институтом за шумарство, 1846. годи-

не, Академија је преименована у Царску и Краљевску Академију рударства и шумарства, као први технички универзитет у свету.

После Првог светског рата и расформирања Аустро-Угарске, Академија је пресељена у град Шопрон у Мађарској.

Група мађарских геодета, бивших студената Академије, 2010. године, донела је одлуку да се у Банској Штјавњици постави обележје које би сведочило о постојању мађарске Академије у периоду 1762-1918. године. Спомен обележје откривено је 6. маја 2011. године.

2. БАНСКА ШТЈАВЊИЦА (СЛОВАЧКА), ГРАД У КОМЕ ЈЕ ОСНОВАН НАЈСТАРИЈИ ТЕХНИЧКИ УНИВЕРЗИТЕТ У СВЕТУ

У време одржавања састанка Мешовите комисије за обнављање, обележавање и одржавање државне границе између Републике Србије и Мађарске, током маја 2014.

¹ Мр Сава Станковић, начелник у Групи за границе Министарства спољних послова Републике Србије, Београд, Кнеза Милоша 24-26, e-mail: stankovic59@yahoo.com

године, љубазношћу домаћина, српској делегацији је организован излет у Словачку. Домаћини су објаснили да су разлози за одлазак у земљу њиховог северног суседа вишеструки. Српска делегација је, у стручном смислу, на територији Мађарске већ имала прилику да се упозна са радом готово свих значајнијих објеката и институција, а прелазак границе са суседном чланицом Европске уније не захтева уобичајене граничне формалности.

После два часа путовања ауто-путем М2, од Будимпеште на север, поред градова Вац и Хонт, стиже се до мађарско-словачке границе. Они који се границама баве професионално, између камиона у колони, приметили су поред пута граничне ознаке са црвеним „капама“ на врху.



Сл. 1. Имре Бушић и Горан Голић, мађарски и српски експерт за државну границу

На некадашњем граничном прелазу Parassapuszta – Šahí, дугачка колона камиона формирана је да би возачи, уместо некадашњих строгих граничних процедура, задуже GPS пријемнике за праћење возила који се користе у систему аутоматске наплате путарине у Мађарској.

После 150 km вожње путем Е77, стиже се до Банске Штјавњице (словачки *Banská Štiavnica*), ($48^{\circ}27'29''$ N, $18^{\circ}53'47''$ E, око 600 m` н/м).

Банска Штјавњица је градић у централном делу Словачке, којим доминирају стари и нови замак. Данас је позната по добро очуваном старом градском језгру у целини, са трговима, црквама и градским здањима, а од 11. децембра 1993. године, налази се на списку светске баштине УНЕСКО-а.



Сл. 2 а, б, в Трг св. Тројства, Нови замак и Стари замак и у Банској Штјавњици

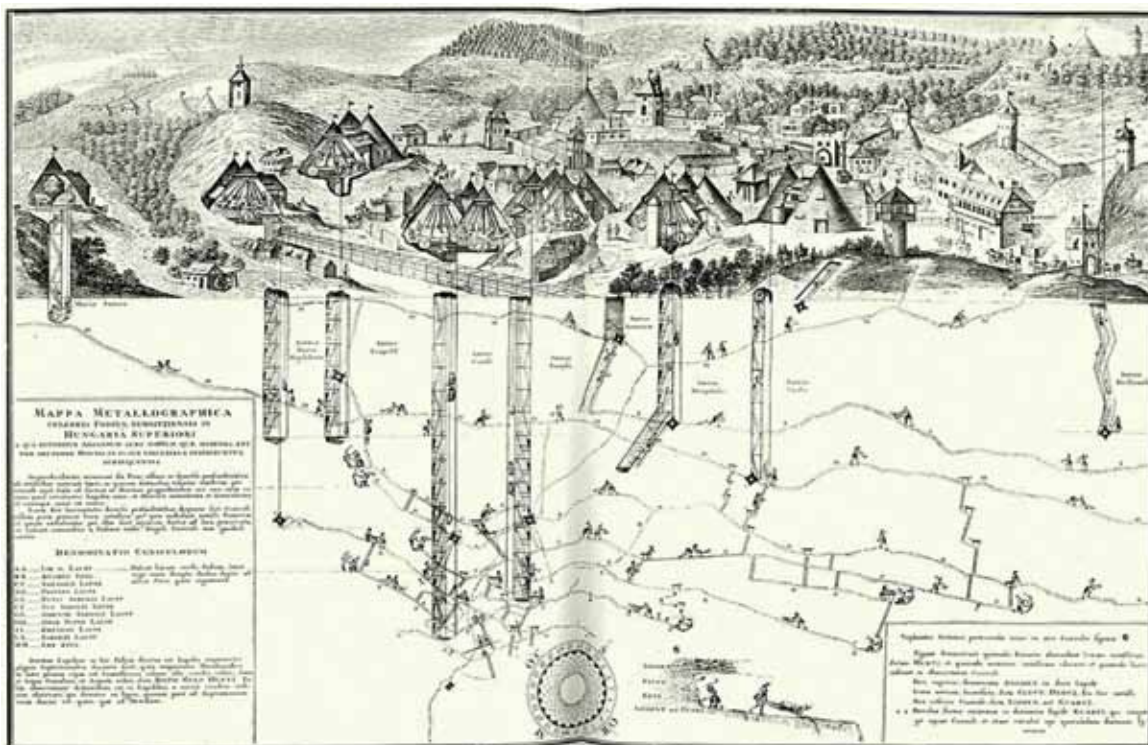
Широм места, на бројним туристичким таблама, може се прочитати да људска насеља на том простору

датирају још из праисторије, али да се насеље под именом Шемниц (немачки *Schemnitz*), први пут помиње 1156. године, као насеље немачких рудара Саса. Насеље Шелмецбања - Шелмец рудник (мађарски *Selmezbánya*) је, 1238. године, као једно од првих у Угарској, добило право града. Град је вековима био у саставу Угарске, а 1782. године, са 23.192 становника (укључујући и околна насеља 40.000), био је трећи град по броју становника у Краљевини, одмах после Пожуна (данас Братислава) и Дебрецина.

Како је развој града био тесно везан са рударским активностима, замирањем рударства, он је, од друге половине 19. века, убрзано опадао. После Првог светског рата, Банска Штјавњица је постала део новоосноване државе Чехословачке. Током 20. века, Банска Штјавњица није значајније индустријализована, па је затечени стари град сачуван у највећем делу. Данас она има мање од 11.000 становника, а њихов број последњих година опада. Као важан центар рекреације и туризма, она данас има користи од свог богатог историјског наслеђа.



Сл. 3. „Штјавњички врхи“



Сл. 4. Мапа рудника у Шелмецбањи 1726. године (Luigi Ferdinando Marsigli)

Банска Штјавњица се развила у узаној долини Штјавњичке речике (Топља), која је дели на северни и јужни део, у некадашњој вулканској калдери². Као Рим, градић је смештен на седам брежуљака (Штјавњички врхи), насталих урушавањем куполе некадашњег вулкана, који је, пре неколико стотина хиљада година имао велике експлозивне вулканске ерупције. На једном од њих, Оштром врху, у 18. веку језуити су изградили комплекс цркава и капела Калварија, који доминира над Банском Штјавњицом. Магматско порекло тла омогућило је развој рударства у Бањској Штјавњици, од најстаријег доба, а њена судбина блиско је повезана са експлоатацијом њених обилних извора руде сребра.

Према ископинама, област је била насељена још у време неолита, а прво рударско насеље, у 3. веку пре нове ере, основали су Келти, када ју је заузело њихово племе Cotini.

Током 10. и 11. века, област који су населили Словени, са утврђеним насељем, називала се „*terra banensium*“ (земља рудара), а од 1156. године домаће становништво део насеља у долини назива „Штјавњица“ (кисели поток), а насеље изнад, на брду Лиготава гора (*Glanzenberg* - сјајна планина) су звали „Бана“ (рудник).

Назив Шебницбана (*Schebnitzbana*), који су заједнички користили и домаће словенско становништво и досељеници, придошли немачки рудари, први пут је забележен 1255. године.

Током средњег века, град је био главни произвођач злата и сребра у Краљевини Мађарској, због чега су Турци, током отоманског рата, чинили напоре да освоје Шелмецбању (турски Şelmeç Вања). Та претња довела је до тога да су у Шелмецбањи, у 16. веку изграђена моћна утврђења, укључујући два сачувана дворца, „стари“ и „нови“, који су данас претворени у музеје.

Као велики рударски центар, Шелмецбања је била позната по иновацијама у рударству. Ту је, први пут у свету, 1627. године, барут употребљен у руднику.

Самуел Миковић³ је, са својим студентом (из генерације 1737.), Јозефом Карл Хелом⁴ и сарадницима, током 18. века, у Шелмецбањи пројектовао и израдио систем

канала и вештачких језера за одвод воде из поплављених рудника, укупне дужине 72 km, познат као Тајхи (*Tajchy*). Тај систем акумулација је спасио руднике сребра у региону од затварања, али је и пружао енергију у време ране индустријализације. Тајхи су данас део светске баштине УНЕСКО.

Јозеф Карол Хел је, 1749. године, изумео водену пумпу (први пут коришћена 1753.), која је била у стању да црпи воду са дубине од 212 метара. Касније је (1749-1768.) израдио пумпе које припадају најбољој технологији у тој области широм света, а које се и данас користе углавном за експлоатацију нафте.

Јозеф Карол Хел је, са својим оцем Корнелом Матијашом⁵, коме је био помоћник, а касније и наследник на функцији главног машинисте рудника, и братом Максимилијаном Хелом⁶, локалним инжењерима рударства и проналазачима из Шелмецбање, први на територији Хабзбуршке монархије, само две деценије после колега у Енглеској и Француској, конструисао парне машине (*Feuer-Maschine*) за покретање пумпи за избацивање воде из рударског окна, које су, 1772. године, пустили у погон у руднику Нове Бане, у долини реке Хрон.

3. ОД ШКОЛЕ ЗА РУДАРЕ ДО УНИВЕРЗИТЕТА

Потреба да се, у време интензивне индустријализације, богати рудни ресурси што боље користите, подстакла је Самуела Миковића, веома образованог математичара, инжењера и једне изузетне личности мађарске картографије, да предложи оснивање прве школе за рударство и металургију у Краљевини Мађарској, у којој је био један од првих професора.

На основу Декрета Кароља III, потписаног 22. јуна 1735. године, Судска комора Беча регистровала је *Bergschule* - Школу за рударство и металургију у Шелмецбањи, како би се, у складу са захтевима индустријске револуције, у њој стручњаци обучавали у циљу унапређења експлоатације племенитих метала и производње бакра

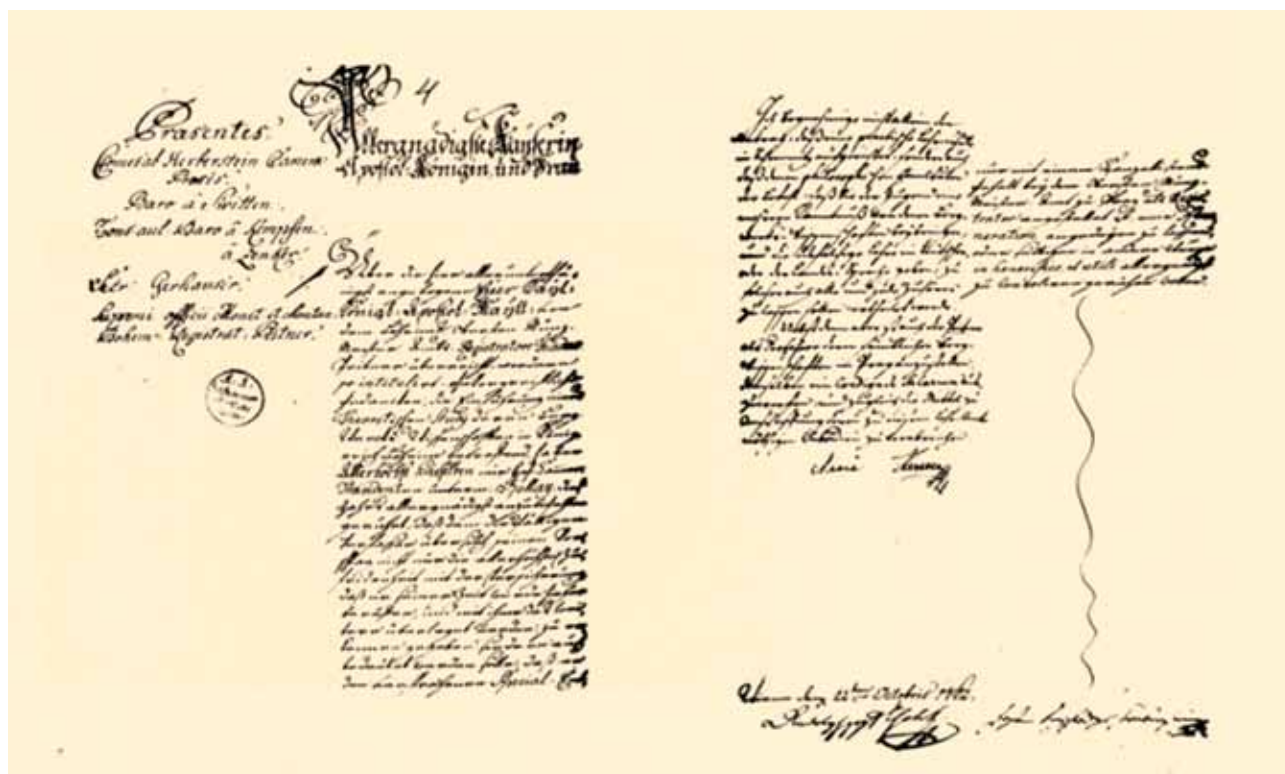
² **Калдера** (шпански *caldera* - котло) је велики вулкански морфолошки облик сличан кратеру, али много већих димензија, обично пречника неколико километара. Тај облик настаје након вулканске ерупције, када долази до избацивања магме и прањене велике магматске коморе испод купе вулкана, која тако губи потребан ослонац и пуца најпре по ободу, а онда се урушава.

³ **Самуел Миковић** (мађарски *Sámuel Mikoviny*) (1700. - 23. март 1750.). Један од водећих представника науке и технологије у 18. веку у Краљевини Мађарској и Хабзбуршкој монархији. Познат је и по сарадњи са географом и историчаром Матијашом Белом. Њиме се поносе и мађарски и словачки народ.

⁴ **Јозеф Карол Хел** (мађарски *Hell József Károly*, словачки *Jozef Karol Hell*, немачки *Joseph Karl Hell*) (15. мај 1713, Банска Штјавњица - 11. март 1789, Банска Штјавњица), рударски инжењер и проналазач. Њиме се поносе и мађарски и словачки народ.

⁵ **Корнел Матијаш Хел** (мађарски *Hell Mátyás Kornél*, словачки *Matej Kornel Hell*, немачки *Matthäus Cornelius Höll/Hell*) (1653, Шлацкенберг - 4. новембар 1743, Банска Штјавњица), рударски машиниста, инжењер и проналазач. Рођен у Чешкој. У Банску Штјавњицу дошао око 1693. године, где је најпре био у служби принца Фурстенберга, а 1694. године је склопио уговор о директној служби са рударском Комором. Као конструктор рударских машина и пумпи за црпање воде помогао је да се неколико рудника спаси поплава. Имао је бројно потомство, 22 сина и кћери, од којих су неки радили у руднику у Банској Штјавњици.

⁶ **Рудолф Максимилијан Хел** (мађарски *Hell Miksa*) (15. мај 1720, Банска Штјавњица - 14. април 1792, Беч), трећи (последњи) син Корнела Матијаша Хела. Мађарски свештеник језуитског реда и астроном.



Сл. 5. Уредба, којом царица Марија Терезија одобрава успостављање трогодишње Академије у Шелмецбањи, 22. октобар 1762. године (Државни архив, Беч)

у Мађарској, која је играла важну улогу и на европском нивоу, из рудника који су били у власништву централног бечког Трезора.

Оснивање Школе су подржали и власници рудника, јер им је било у интересу да добију службенике који ће стручно и одговорно управљати рудником. То је била прва образовна институција у Хабзбуршкој монархији, основана од стране државе, која је радила без црквене контроле.

Образовање у школи било је регулисано са неколико владиних декрета, а у складу са потребама тог времена фаворизирана је нека од дисциплина, с тим што је нагласак био на практичној обуци.

У оквиру предмета примењене математике, значајно место су заузимала рударска и шумска геодетска мерења и картографска пракса, па се Школа сматра и зачетком образовног система геодезије.

Пратећи брзи економски и друштвени развој, Школа је морала да се подвргне фундаменталним променама, како би испунила постављене економске захтеве. Хофкамер је, 1762. године, прву рударску школу трансформисао у високу образовну институцију, Академију рударства. У томе је имао подршку краљице Марије Терезије, која је 22. октобра 1762. године потписала Уредбу, којом су утврђене основе за академско образовање на Академији рударства.

Тако је Шелмецбања постала прво место у свету где је започет програм високошколског образовања за специјалисте у рударству и металургији (следе Фрајбург – 1765, Берлин – 1770, Санкт-Петербург – 1773, а затим Клаустал, Мадрид, Париз, Мексико, итд).

Када је, 1794. године, организован Технички универзитет у Паризу, као модел лабораторијске методе учења, коришћен је у свету чувени наставни метод Металуршко-хемијске лабораторије у Шелмецбањи, коју су креирали професори N. J. Jacquin, G.A. Scropoli и Antal Rupprecht, а који се заснива на самосталном раду ученика у малим групама, што је довело до радикалне промене у методама образовања.

Прво међународно техничко друштво на свету, Societät der Bergbaukunde, основано је 1786. године, у месту Склено, близу Шелмецбање, под руководством професора тамошње Школе, а укључивало је 154 стручњака из 13 европских земаља, Мексика и Боготе, као њених чланова, међу којима су биле и такве универзалне знамените личности као што су „отац хемије“ Лавоазје⁷, писац Гете⁸ и једна од најутицајнијих личности у историји човечанства Џејмс Ват⁹, чија побољшања Њукоменове парне машине (1769. године патентирао је своју парну машину), пред-

⁷ **Антоан-Лорен де Лавоазје** (француски *Antoine-Laurent de Lavoisier*) (26.8.1743. - 8.5.1794.), познати француски племић и хемичар, који је дао огroman допринос обликовању модерних схватања основа хемије.

⁸ **Јохан Волфганг фон Гете** (немачки *Johann Wolfgang von Goethe*) (Франкфурт на Мајни, 28. август 1749 - Вајмар, 22. март 1832.), познати немачки писац, политичар, песник, научник и филозоф.

⁹ **Џејмс Ват** (енглески *James Watt*) (Гриноук, 19. јануар 1736. - Хетфилд, 25. август 1819.), шкотски проналазач и инжењер.

стављају темељ за њено коришћење за погон првих фабричких парних машина, парних локомотива, паробродова и пољопривредних парних машина, што је донело фундаменталне промене, које су довеле до прве индустријске револуције, како у његовом родном Уједињеном Краљевству, тако и у целом свету.

Интензивна експлоатација шума, такође је захтевала стручне кадрове, тако да је 1807. године, Одлуком цара Франца I, основан Институт за шумарство.

Уједињењем Академије рударства са Институтом за шумарство, 1846. године, Академија је преименована у Царску и Краљевску Академију рударства и шумарства, као први технички универзитет у свету.

Међу најзначајнијим професорима, у дугом веку Академије рударства и шумарства, истиче се име Андреаса Доплера¹⁰, аустријског математичара и физичара, најпознатијег по хипотези која носи име Доплеров ефекат и која представља привидну промену фреквенције и таласне дужине таласа коју доживљава посматрач који се креће релативно у односу на извор таласа.



Сл. 6. Ј. К. Андреас Доплер (1803-1853), професор Академије рударства и шумарства у Шелмецбањи

Захваљујући изузетним професорима и савременим методама рада, обим активности Академије наставио је да расте у првој половини 19. века. Две трећине од 500

студената било је из разних покрајина Хабзбуршке монархије и из иностранства.

Револуционарна 1848. година имала је утицај и на рад Академије. Наставници и студенти из Мађарске стали су на страну револуције и борбе за независност, док је већина студената из Аустрије, Чешке и Моравске напустило Шелмецбању. Покушај министра мађарске владе за верске и образовне послове да језик наставе у шумарству и администрацији, са немачког, промени на мађарски није успео. Захваљујући догађајима у ратној ситуацији, а потом и као последица аутократије, настава је обустављена у Академији до 1850. године. Неколико професора и студената је убијено, неки су доспели у затвор или су отпуштени. За студенте који су напустили Шелмецбању, основане су нове школе, за аустријске студенте у Лебену, а за студенте из Чешке и Моравске у Пибраму. Те институције су прерасле у ранг академија, а касније и универзитета.

После Аустро-Угарске нагодбе, 1867. године, мађарски језик је постепено уведен у структуру и академски програм, као језик наставе. Академија је постала мађарска државна институција Мађарска краљевска академија рударства и шумарства (*Magyar Kir. Bányászati és Erdészeti Akadémia*). Програм Академије је озбиљно измењен, али се и њен међународни значај смањило.

На прелазу из 19. века, Академија је знатно проширена: изграђене су нове зграде и лабораторије. Од 1904. године, у њој је радио колеџ рударства и шумарства. У школској 1913-14. години, колеџ је имао 20 добро опремљених одељења, са 580 ученика. Није било школарина, трошкови су били плаћени, а око 20% ђака у вишим годинама добило је стипендије. Близу две петине ђака било је из радничких, занатских и пољопривредних породица.



Сл. 7. Зграда Мађарска краљевска академија рударства и шумарства у Банској Штјавњици

Избијање Првог светског рата, 1914. године, била је велика препрека у животу Колеџа, којом је прекинут његов узлазни пут. Четири петине студената је мобил-

¹⁰ Јохан Кристијан Андреас Доплер (нем. *Johann Christian Andreas Doppler*, Салцбург, 29. новембар 1803. - Венеција, 17. март 1853.).

лисано, а више од педесет њих погинуло је у борбама на различитим бојиштима Европе.

После војног пораза у Првом светском рату, 1918. године, Аустро-Угарска је расформирана, а на њеној територији је формирано неколико држава: Аустрија, Мађарска, Чехословачка, Краљевина Срба, Хрвата и Словенаца и Пољска, а делови су припојени већ постојећим државама: Италији и Румунији. Шелмецбања није био више мађарски град, Банска Штјавњица припала је новоствореној држави Чехословачкој.

Последња предавања у Шелмецбањи започела су 6. октобра 1918. године, али школска година није могла да се заврши.

Због оружаног учешћа у рату, већина студената је желела да настави студије у границама нове Мађарске. Захваљујући одлучности мађарског државног подсекретара Уга Ленеа и градоначелника Шопрона, Михаља Турнера, који је обезбедио нови дом за Колец, у Карољевој касарни, реализоване су Резолуција Савета за Колец и Уредба Министарства финансија, донете у јесен 1918. године, о пресељењу Колеца.

Прва група студената стигла је у овај град на западу Мађарске, на челу са ректором Гезом Резом, у марту, а предавања су почела 28. априла 1919. године.

4. ОЧУВАЊЕ ТРАДИЦИЈЕ И СЕЋАЊА НА НАЈСТАРИЈИ УНИВЕРЗИТЕТ

Студентске традиције Академије и даље живе у њеним следбеницима, Унији универзитета Западне Мађарске са седиштем у Шопрону (10 факултета у 5 градова), са својом, Вишом школом у Секешфехервару (1962) која је прерасла у Факултет за геоинформатику – ГЕО (2006) и Универзитету у Мишколцу, највећем у Северној Мађарској (основан 1949, до 1990. године Технички универзитет тешке индустрије) са Вишом школом у Дунајварошу (1953), која је од 1969. до 2000. године радила под именом Школа за металургију.

Поводом 200. годишњице оснивања Академије, као *Alma mater*¹¹, на великим степеницама на главном улазу у Средњу индустријску школу у Банској Штјавњици, постављена је спомен плоча која подсећа на Академију рударства и шумарства.

На спомен плочи, у првом делу, (на латинском) пише:

„На 200. годишњицу од оснивања Академије рударства у слободном краљевском граду Планинске Банске Штјавњице, 1763-1963“.

У другом делу (на словачком) пише:

„Прво одељење у најстаријем рударском универзитету на свету је основано 1763. године.

Први професор, М. Ј. фон Јакин, почео предавања хемије и металургије 1. септембра 1764.



Сл. 8. Чланови делегације Републике Србије и Мађарске испред спомен плоче постављене поводом 200 годишњице Академије у Банској Штјавњици

Одељења математике, механике и хидраулике, формирана су 1765.

Одељење рударских наука основано 1770, када је Академија добила свој назив.

Институт за шумарство је основана на Академији 1807.

Пресељење Школе из Банске Штјавњице почело је 1919. године.“

Поводом 250. годишњице Академије, општина Банска Штјавњица је, 2012. године, поставила на улазу у исту школу мермерну спомен плакету *Alma mater*.



Сл. 9. Мермерна спомен плакета поводом 250. годишњице Академије

¹¹ Лат. *Alma mater* (на српском: „мајка хранитељица“), сликовити назив за универзитет који даје духовну храну

Група мађарских геодета, бивших студената геодезије са Факултета за геоинформатику (GEO) из Секешфехервара (Мађарска), „потомци“ Самуела Миковића, од 1997. године, организују екскурзије посвећене чувању традиција ученика и студената из Шелмецбање. Једном годишње „Љубитељи Академије“ посећују постојбину древне Alma Mater, и одају почаст својим прецима. Уверени да се повременим дружењем, шетњом међу старим зидинама, ћаскањем и певањем, стиче нова духовна енергија и да се тако чува мистични дух који зрачи кроз деценије. Сваки од сусрета је обележен збирком омиљених песама, спомен бокалима и криглама за пиво, којима се традиционално обележавају састанци, прославе годишњица и рођендани.

На једном од тих сусрета, родила се идеја о постављања обележја које би сведочило о постојању ове мађарске високошколске институције у периоду 1762-1918, у Шелмецбањи. Међутим, због строгих УНЕСКО правила заштите баштине, није било могућности да се у центру овог града постави одговарајућа споменик, меморијална табла или неко другачије обележје. Група геодета која чува традиције, 2010. године, је донела озбиљну одлуку да у Банској Штјавњици, одреди место где би „живи и преминули другови били заједно у сваком тренутку“. Да би остварили свој план, купили су гробно место на евангелистичком Отмен гробљу у Банској Штјавњици, у делу где су сахрањени професори некадашње Академије.

На том гробном месту, подигнут је споменик Академији. Меморијални обелиск, исклесан из кречњака, који је смањена реплика ознаке тачке првог реда изравнате висинске мреже у Надапу, са уклесаним амблемима геодетске, рударске и шумарске стукe на факултетима. Испод грба геодета, постављен је репер, који симболизује ниво - професионализам струке. Испод пирамиде, у постаменту споменика, постављен је метални цилиндар у који су, на дан постављања, као сведоци времена, спуштене локалне новине Секешфехервара, Банске Штјавњице и дневни листови објављени широм Мађарске, последњи примерак стручних месечних часописа из геодезије и картографије, као и неке кованице. Изнад металног цилиндра на мермерној плочи су исклесана именима преминулих колега. Ту је и поменута збирка песама, као и Споменар са првог путовања у Банску Штјавњицу (1997) са потписима свих учесника. Имена колега „љубитеља Академије“, после њихове смрти гравирају се на бакарну плочу и стављају испод спомен камена. Према идеји оснивача, на споменику је уклесан натпис „ЗАЈЕДНО СМО“ (*EGYÜTT VAGYUNK*), јер их вечно повезује, како међусобно, тако и са прецима и прошлoшћу Академије и Шелмецбање. Откривањем овог спомен обележја, 6. маја 2011. године, створено је ново место окупљања за све геодете и представнике сродних факултета и друштава Мађарске, на коме ће садашње и будуће генерације моћи да, поред полагања цвећа на гробнице познатих професора, евоцирају сећања на Академију рударства и шумарства.



Сл. 10. Делегација Србије и Мађарске код спомен обележја „Заједно смо“, на Отмен гробљу у Банској Штјавњици, 21. маја 2014. године (N 48° 27' 18.1"; E 18° 53' 32.4" N - балтички ново 652 m н/м)

5. ЗАКЉУЧАК

Посета Бањској Штјавњици, граду у централном делу Словачке, оставила је веома упечатљив утисак. Поред лепих предела и историјских споменика, ов је била одлична прилика за упознавање са историјом геодетског образовања у том делу Европе. У време припрема за буне и устанке у Србији, за ослобађање од вишевековног ропства, у Краљевини Угарској је функционисао најстарији технички универзитет на свету (1762), на коме су рударски и шумарски стручњаци учили и геодетске предмете.

Као и у ранијим приликама, мора се изразити дивљење мађарским колегама геодетама на огромном ентузијазму, изражавању поноса, професионалног односа према очувању традиције, поштовању предака и изналажењу несвакидашњих решења да се места од значаја за историју своје струке и националне културе, обележе и сачувају од заборавља. Поштовање заслужује и напор да се створи и очува легенда о школи, као институцији која даје потребна знања и ствара кадрове, да се она пренесе на млађе нараштаје, који ће наставити њено неговање.

6. ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Banská Štiavnica http://en.wikipedia.org/wiki/Banská_Štiavnica;
- [2] University of West Hungary Sopron <http://www.uniwest.hu>;
- [3] Miskolci Egyetem <http://www.uni-miskolc.hu>;
- [4] University of West-Hungary Faculty of Geoinformatics <http://www.geo.info.hu/english/>;
- [5] Dr. Péter Engler, A Memorial Place for Land Surveyor, 10 May 2011 http://en.foldhivatal.hu/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=166.

ВОЈНОГЕОГРАФСКИ ОПИСИ СРБИЈЕ У ФУНКЦИЈИ ВЕЛИКОГ РАТА

Живорад Окановић, дипл.инж.геод.¹

Прегледни рад
УДК: 908(497.11) : [355.433.1/.2 + 623.642] + 341.326 ”1914

РЕЗИМЕ

У раду се даје приказ војногеографских описа територије Србије као илустрација настанка географских информационих система (ГИС) од пре сто и више година. Поред изнете тезе о настанку ГИС-а, читаоцу се нуди и једно друго промишљање а у вези је са стогодишњицом почетка Првог светског рата: да ли је Велики рат изазвао пуцањ Гаврила Принципа у Франца Фердинанда, или се неко за Велики рат, као уосталом и за Други светски рат, припремао раније? Из неколико примера старих и ретких публикација које се налазе у Библиотеци Војногеографског института (ВГИ), може се закључити да је ГИС био и остао потреба и резултат времена, научних домета и расположиве технологије. Године издања војногеографских описа датих у библиографији на крају рада, а нарочито потребно време за прикупљање таквог обима и тачности података у њима, њихова израда и публиковање иду у прилог друге претпоставке у коју већина, не само Срба, више верује. Свеобухватност, детаљност и тематика, као и намена описивања Србије, илустрована је краћим примерима. Из садржаја, детаљности и тематике описа, може се недвосмислено закључити да су у раду приказане публикације „из визуре ГИС“ биле намењене потребама ратних операција. Треба веровати да су модерни географски информациони системи више мирнодопски оријентисани.

Кључне речи: *Војногеографски опис Србије; Војногеографски опис Југославије; Географски информациони систем; ГИС; Први светски рат; Други светски рат.*

MILITARY AND GEOGRAPHICAL DESCRIPTIONS OF SERBIA IN THE FUNCTION OF THE GREAT WAR

Živorad Okanović, grad.geod.eng.

ABSTRACT

This paper presents a military geographic description of Serbian territory, as an illustration of Geographic information systems (GIS) creation, more than a hundred years ago. In addition to the presented thesis about GIS emergence, reader is offered one more consideration regarding centenary from the beginning of World War I: Is the Great War caused by Gavrilo Princip shot on Franz Ferdinand, or was the Great War, as well as World war, prepared earlier? From the few examples of old and rare publications that can be find in the Library of the Military Institute of Geography, it can be concluded that the GIS was and still is need and the result of time, scientific achievements and available technologies. The release of military geographic descriptions given in the bibliography at the end of the work, especially the time required to collect such extent and accuracy of their data, their preparation and publication points out other assumptions that most, not only Serbs, have more trust. Comprehensiveness, detail and theme, as well as the purpose of describing Serbia, is illustrated by short examples. From the content, detail and thematic of description, it can be clearly concluded that the work presented publication „from the perspective of GIS“ were intended for the needs of military operations. It should be believed that modern Geographic information systems are more peaceful.

Key words: *Military description of Serbia; Military description of Yugoslavia; Geographic Information System; GIS; World War I; World War II.*

1. УВОД

Идеја и концепт савременог ГИС јесте реализација сталних тежњи човека да овлада и управља простором који га окружује. Некада је то овладавање простором имало хумане и истраживачке мотива и циљева а понакада и освајање туђих територија, природних и других ресурса па и становништва. Пре сто и више година неки од таквих подухвата, пројеката и студија били су публиковани на папирном медију, у књижној и картографској форми, у војним и цивилним издањима.

Војногеографски институт (ВГИ) у својим архивама геодетско картографске документације и фондовима старих и ретких књига баштини стотине оригиналних наслова стручне литературе, геодетске, картографске

и друге документације из периода пред *Први* и *Други светски рат*. Већина те геодетско картографске документације, као и публикација о којима је реч у овоме раду, углавном је на немачком језику. По форми, садржају и методологији презентације, те публикације су савршено организоване и међусобно повезане. Примерци који се у овоме раду приказују штампани су, не без разлога, у практичном џепном формату, на квалитеном танком папиру са врло изражјним фонтовима, квалитетним илустрацијама, прегледним картама, табелама и другим методама свеобухватног приказа информација о простору. Данас се „*исто то само мало другачије*“ израђује и приказује у дигиталној форми, а једна од популарнијих и савременијих форми публиковања јесу интернет сервиси.

¹ Републички геодетски завод, Булевар војводе Мишића 39, Београд, e-mail: zivorad.okanovic@rgz.gov.rs

2. ПРИКАЗ И ИЛУСТРАЦИЈА НЕКИХ ПРИМЕРАКА ВОЈНОГЕОГРАФСКИХ ОПИСА

У поглављима који следе, претходно изнете чињенице се илуструју са неколико примерака војногеографских описа који се чувају као вредне старе и ретке књиге. Ради се о издањима *Бечког војногеографског института* и *К. У. К. Generalstabes*² и другим, а који се односе на територију Србије пред *Први*, и на Југославију пред *Други светски рат*. У осталим, овде помињаним а не приказиваним описима, обухваћене су и друге балканске територије. Поред Балкана постоје описи Источне Европе, Русије, Москве, Кавказа, Северне Африке, Блиског истока итд. Није потребно доказивати да су такве приказе држава, појединих географских области, посебних коридора или речних сливова (као што је нпр. публикација [3]) израђивале и израђују армије свих земаља света. Разлика је само у томе што су их неко израђивао за своју територију у одбрамбене сврхе, а неко други и за своју и за стране територије у освајачке сврхе.

2.1 Публикација *Детаљни описи Србије из 1905. и 1914. године*

Опис Србије у публикацији [1] урађен је неколико година пред *Први светски рат*, тачније штампан је 1905. године, а допуна са новим описима и изменама [2], штампана је 1914. године. Са корица и насловне стране се види да је садржај [1] дорађиван и 1909. године, а са неколико печата и историјат припадности разним библиотечким фондovima. Најстарији је печат *Царског краљевског генералштабног фонда описа земаља*, а последњи је печат *Библиотеке ВГИ* од када је тај примерак заштићен у фонду старих и ретких књига. Публикације су, поред историског значаја, садржајно и тематски богати војно оријентисани геотопографски прикази Србије³. За неколико регионалних целина Србије и 57 важнијих путних праваца, поред свеобухватног војногеографског приказа, у [1] се даје још и комплетан привредни, економски, правни и политички систем. Поред текстуалног описа, у садржају има тематских карата и планова пригодних размера, приказа речних токова и карактеристичних места на обалама река, фотографија или скица препознатљивих грађевинских и других објеката и других утврђења у градовима и већим местима куда ти пуни правци пролазе. За веће градове дају се главни саобраћајни правци, посебне тематске карте (или исечци карата) са пригодним фото илустрацијама.

² Царски и краљевски Генералштаб са седиштем у Бечу.

³ У садржају, форми и функцијама Microsoft Encarte, Гуглових интернет мапа и Street View сервиса могле би се препознати неке идеје из старих аналогних приказа државних простора.

Као допуна описа Србије из 1905. године у наредном дорађиваном садржају [2] из 1914. године постоји осам савијених секција карте⁴ Србије у размери 1:200.000 са индексираним и допуњеним описима за око 250 путних праваца и делова, као и други допунски подаци. При томе су неки новији описи путних праваца пренумерисани, детаљнијег су текстуалног садржаја или су важнији путни објекти илустровани са додатним табелама. Граничне секције (ка Босни и Војводини...) садрже такође индексе путних праваца и за загараничне територије, па се може закључити да је *Опис Србије* само један део већег пројекта описа Балкана.

Прилог свим секцијама је мања свеска у којој се за сваки индексирани путни правац, или његов део, даје попис већих места, карактеристике путева (ширина, проходност, подлога...), димензије и описи мостова, тунела и других путних карактеристика. Путни правци и објекти су једнозначно означени на картама и у другим приказима тако да ова публикација и у њој примењено геореференцирање просторних информација јесте својеврстан и врло садржајан ГИС у аналогној (папирној) форми.

2.2 Приказ садржаја *Детаљни опис Србије*

Свеобухватност, детаљност и тематика као и намена описивања Србије [1] најбоље се може видети из садржаја неколико примера који следе. Из тематике података у опису путних праваца, и не само из њих, може се недвосмислено закључити да је публикације била намењена војним потребама и ако то из наслова не произилази.

У наведени закључак се може лако уверити ако се погледа преведени садржај једанаест поглавља, у коме су (због простора) изостављени преводи поднаслова, а који се могу видети у копији дела оригинала у поглављу *Илустрације* на крају овога рада. Из саме хијерархије и организације садржаја се види систематичност и могућност лаког претраживања информација по географским одредницама. Приказ рељефа је дат по планинским системима, а све реке и речице хијерархиски по сливовима. При томе се дају изворни и алтернативни топоними. Главни садржај поглавља је хијерархиски врло рационално организован и означен римским бројевима и великим словима *абецедe*. Важније одреднице се директно из садржаја књиге упућују на табеле, карте, прилоге и додатке.

Главни садржај публикације почиње уводним текстовима о *правпису географских назива, изворним именом и оценом квалитета и поузданошћу ратног картографског материјала*. Главна поглавља, прилози и регистри имају следеће (преведене) наслове:

⁴ Секције Митровица, Београд, Оршава, Мостар, Пљевља, Н. Пазар, Ниш и Скадар.

I. Разграничење и величина простора: цео простор се приказује као Шумадија, север, исток, запад и југ Србије

II. Висинска престава: теренски облици, земљишни покривач и вегетација се дају, такође, по деловима Србије

III. Воде Србије: све реке са својим притокама и списком језера

IV. Климатски и санитарни услови, изводљивост простора, становништво, обичаји, националност, језик

V. Доступност (приступачност) простора

VI. Становништво: обичаји, националност, језик, говор

VII. Државна организација и управа: систем власти, политичка организација, организација наставе, црквене организације, министарство рата, правосуђе и спровођење правде-извршна власт, организација привреде, финансија, грађевинарства, конзулати страних држава...

VIII. Саобраћај: превоз уопштено, железница, улице и путеви, пошта, телеграф, телефон, шпедиција

IX. Називи места – локације: уопштено и речник географских назива

X. Привредни ресурси: уопштено, храна и сродни производи, расвета и грејни материјал, грађевински материјал, радна снага и превоз, опрема и заштита, лекови и здравствене институције, минерални производи

XI. Стара градска и војна утврђења: уопштено о тврђавама, и конкретно у градовима: Нишу, Пироту Зајечару, Београду, Кладову, Смедереву, Белој Паланци, Шапцу; теренска утврђења у модерним временима; утврђења на граници Србије и Турске, Лозница, војно утврђење Ваљева.

У додатку су: Описи за укупно 57 маршрута са упућивањем на прилоге, затим локални речник географских имена, директиве за читање на путевима, опште о комуникацијама у Србији. За Западно Србију укупно су индексирани маршруте од 1-22, за југозапад 23-32, север 33-45 и за југ Србије 46-57. У истој су дати и ратни историјски догађаји, најважније српске вредности, мање уобичајене скраћенице које се користе у појединим поглављима (за масу, тежине, новац, календар...) итд.

Поред наведених поглавља, додатака и регистара постоје табеле, илустрације и картографски прикази за:

- Земљиште и земљишни покривач на картама Крагујевца и Буприје
- Националности, политичка класификација и стране резиденције
- Превозна средства, картограми за становништво и економске ресурсе
- Изглед терена, панораме Београда, Ниша и Крушевца, преглед вода Србије, комуникационе карте Србије 1:500.000 и преглед старих градова (утврђења)

2.3 Детаљност и тематика описа путних праваца у Србији

Примери детаљности и тематике описивања могу се видети из овде преведеног⁵ садржаја једног од описаних путних праваца. Ради се о правцу **бр. 10: Шабац - Бајна Башта** и самог почетка описа путног праваца **бр. 11**, од места **Хан Палатор**⁶ преко **Дрине, Лознице, Завлаке до Ваљева**. Копије оригиналног текста, на немачком језику који се односи на та два коридора, дате су у поглављу *Илустрације* на крају овога рада, а преведени садржај истога је као што следи:

...

Путни правац 10. (Шабац – Лешница - Лозница - Мали Зворник – Љубовија - Бајна Башта)

До Малог Зворника за тешка превозна средства, а даље такође и за лакши превоз.

Деоница Шабац-Лозница – Пут је ширине 6-8 м, усеци и живе ограде са обе стране, речни шљунак, мекан материјал.

Мостови:

Место	Водени ток	Материјал	Ширина	Дужина	Висина	Напомене
Змијињак (исток)	Јерез	дрво				мочварно земљиште не може се заобићи
Лешница (запад)	Лешница	дрво	3,5	22,5		5 Joshe (5 неких јединица мере за пропусте – стара немачка мера)
	Јадар	гвожђе	4	35		
Лозница	Штира	гвожђе		12		камени стубови

Сви остали прелази су чврсти, направљени од дрвета или камена, око 4 м ширине, они јужно од Јадра немогу се заобићи, веома дубоко усечени потоци.

Деоница Лозница – Узовница – До Малог Зворника 2,5-3 м ширине, добар, све до Узовница пут треба поправити, од Ковиљаче пут често иде падицама 10-20 м висине изнад Дрине; Делови и насипи се често осипају, најопасније место код Радаља; Клизишта после дуже кише; Висока вода реке Дрине плави код Дрињаче; Мостови скоро сви слаби;

Радаљ: камени мост са 2 отвора 10 м; мека подлога; Околни терен: делови и насипи често се осипају онемогућавајући пролаз; на падицама претежно густа млада дрва; Места за логоровање (складиштење) за 4 батаљона у Радаљу и јужном Читлуку.

⁵ Захвалност за помоћ у преводу са Немачког језика аутор дугује колеги Слободану Ђулибрку.

⁶ Место се близу садашњег прелаза Дрине које се зове Шепак. У другим историјским изворима место се помиње на путу ка Јањи. http://opac.geologie.ac.at/wwwopac/wwwopac.ashx?command=getcontent&server=images&value=JB0302_267_A.pdf

Деоница Узовница – Бајна башта – Лоше, у деловима без шљунковите подлоге; Насипи и усеци већином у осипању, клизишта источно од Љубовије, најопасније место у Оклетцу; Мостови: скоро сви веома слаби, понекад сасвим недостају, вода тече преко пута; источно од Љубовије око 4м ширине. Дрвени мостови⁷ су један до другог:

1. преко Љубовије, 9 м дуг, 2. преко рукавца 11 м дуг, 3. преко дубоког потока, 42 м дуг, 6 рупа, 4. преко притока, 9 м дуг, у месту Бачевци камени мост 18 м дуг, преко једног отвора 5 м ширине;

Околни терен: као што је описано у одељку Лозница - Узовница; Места за складиштење (логоровање) за 4 батаљона: у Љубовији, Дрлчама и долини Факовић; у селима дуж целог пута шуга.

Путни правац 11. (Хан Палатор - Лозница - Завлака - Ваљево)

R.1907/8 Направљен је тест возњом камиона; прегазио преко Дрине: 3 места, 10 људи од тога сви су истог српског порекла (царинска полиција) итд ... (*Напомена: ознака R.1907/8 значи да је то ревидирани опис ове маршруте из тих година*)

...

Врло је занимљиво како је у овој публикацији приказан Београд и његова околина. На посебним картама у 1:25.000 постоји 58 нумерисаних места (јавне зграде, привредни и други објекти, приватне виле и поседи и др) која су дата у попису на маргини једне од карти Београда. Из самих локација и назива може се закључивати да су то били својеврсни оријентир и некакви важни циљеви. Неки су, као такви, у легенди описани изразито војничком терминологијом и адекватним техничким подацима. У *Илустрацијама*, на делу карте и у легенди, интересантни су описи објекта р.бр. 18, 23, 26, 28, 37 као и многих других који се циљано приказују.

На полеђини једне друге карате даје се панорамски снимак Београда (поглед на плавно подручје ушћа Саве из 1883. године), на ширем потезу од Калемегда на до Чукарице укључујући и поглед на Земун и Бежанију. На снимку су, у форми подужног профила, означени сви важнији објекти као просторни оријентир: патријаршија, црквени и ватрогасни торњеви, пруга Земун Београд и насипи, електричне централе, ушће река и дунавски рукавци. Постоји и панорамски снимак са падина Топчидерског брда на коме се виде Кошутњак и Баново брдо са ретким групама кућа. У истој публикацији постоје слични и лако препознатљиви панорамски снимци Крушевца и Ниша као и кроки цртежи других места и карактеристичних предела.

⁷ У оригиналу описа Jochbrücken: према Википедији то је посебна врста дрвеног моста која представља сплет парова греда и јармова.

У поглављу где су абecedни списак и краћи описи насељених места (посебно за Београд и друга већа насеља) наводе се сви привредни и други ресурси, рељеф, чесме, бунари и сл. У поглављу о становништву, дате су скице типичних градњи кућа у Србији, карактеристични примери распореда зграда у једном сеоском домаћинству као и скица просторија у самој кући где се станује.

На посебној карти река, језера и водообјеката дају се, поред осталог, врло детаљно сви постојећи природни и вештачки прелази преко река са пригодном легендом и могућим опцијама за теретни и други начин преласка преко водених токова. За прегледну карту рељефа Србије дају се, опет на полеђини, кроки цртежи већих планинских масива са именима и kotaма врхова а који се лако могу уочити са неког путног правца када се њиме прилази неком месту или пролази поред тог планинског предела.

У публикацији [2], на саобраћајној карти 1:500.000, посебно су приказани и легендом истакнути комуникациони правци који су „...рекогносцирани од официра и поузданих цивилних особа...“. (*Видети фусноту у делу легенде Саобраћајне карте*). Део легенде се односи на војнички квалитетно описане правце „поуздане за употребу“, а део за „мање поуздано стање“. Из легенде се могу видети условни знаци за двадесет категорија комуникација примерене војним потребама: од увек употребљивих (оних првокатегорних путних и железничких) за тешке војне транспорте, оних који су само за лаку артиљерију или за пешадију, па до колских и пољских путева, стаза за товарна грла, стаза за пешаке, као и путева у изградњи или пак - тек уцртаних будућих траса. У поднаслову легенде се прецизира да је стање употребљивости комуникација на карти из краја 1903. године.

Ово су само неки од примера детаљности, тематике приказа и чињеница, који иду у прилог изнете тезе да је намена ове публикације недвосмислено војнички и освајачки оријентисана.

2.4 Приказ Војногеографског описа Југославије пред Други светски рат

На исти начин, истим методама као и *Детаљни описи Србије* [1] и [2], постоји на десетине сличних документационих јединица насталих пред *Други светски рат*, не само за земље Балкана већ и за цело (не само) европско ратиште. Неки од њих су већ приказани⁸ у *Геодетској служби* а овде се помињу у контексту тезе о *аналогном ГИС* који је, без икакве сумње, био у функцији ратовања. Само површним поређењем форме и садржаја описа пред *Први* и *Други светски рат*, уочиће се иста или слична (ГИС) аналогија. Стим што је у [7], [8]

⁸ Окановић, Ж: *Прилог историји настанка ГИС, Геодетска служба* бр.114 (2011), стр.58-66

и [9] побољшана детаљност и ажурност података који су очигледно перманентно прикупљани до Другог светског рата. Тако на пример илустрације у текстуалном делу тог приказа, поред скица и цртежа, чине врло квалитетне црно-беле фотографије. Посебну пажњу привлачи индексирање испод 209 илустрација, са тактичко-техничким (инжењеријским) подацима за разне објекте са слике, док су у описима у [2] такви подаци представљени описно и изузетно табеларно.

Приказ Југославије [7] публикован је у Берлину 1940. године. Архив картографске документације и Библиотека ВГИ поседују и превод текстуалног дела овог приказа који је урадио генерал мајор Драгослав С. Петровић, 1959. године бивши начелник ВГИ. Картографска подршка војногеографским описима у [7] је дата у више слојева (лејера): *Карта географских области и региона* (бановина), *Карта путне мреже*, *Карта железничке мреже* (са списком железничких станица на полеђини карте) и *Административна карта*, све у размери 1:1.000.000. Поред тога постоје и карте у размери 1:1.500.000 и то: *Етничка карта* са израженом (језгровитом, 75%) већином етничког састава, *Карта области етничке расчлањености*, посебан лист карте са 18 планова већих градова, са истакнутим магистралним правцима за најкраћи пут пролаза кроз градове, и коначно, *план Београда и Земуна* у размери 1:15.000. Претпоставља се да су корисници, по тактичким нивоима, располагали и другим, различитим крупноразмерним врстама карата.

Добар пример георефернциране базе података географских назива, налази се у оквиру седмотомног службеног регистра [10] чији се делови налазе у саставу картографске збирке ВГИ - *Каталог II*, као посебна каталожка јединица *Кат.бр. 1.1.022*. Ради се о издању на енглеском језику (Каиро, 1944), у коме има око 150.000 георефернцираних географских назива само за територију тадашње Југославије.

3. ЗАКЉУЧАК

Читаоцима овога рада било би много лакше да сами закључују о војногеографским описима, њиховом садржају, намени и значају ако би били у прилици да их лично, детаљно и изворно дуже проучавају. Аутор ових редова је имао привилегију да се приказаним и другим фондовима геодетско картографске документације бави у дужем периоду, и зато може бити субјективан у закључцима који се у овоме раду нуде.

Принцип, концепт и философија модерног ГИС препознају се у војногеографским описима старим више од једног века. Аутор остаје при својој раније изнетомј тези да се за те и такве описе може рећи да су то *географски информациони системи у аналогној форми* и претеча данашњих модерних система. Неки од њих, као што је опис Србије у публикацијама [1] и [2], због

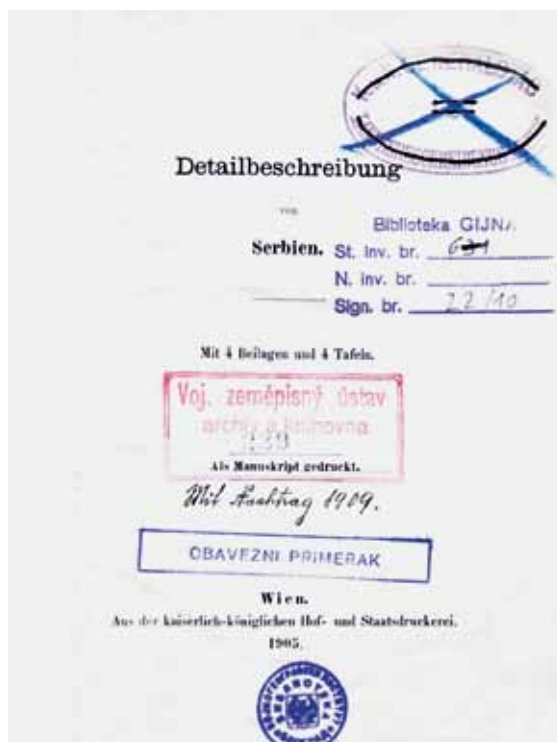
своје свеобухватности садржаја јесу и више од ГИС – то је један веома комплексан интегрални информациони систем Србије са почетка двадесетог века. У вези са тим, може се поставити и једно интересантно питање: *има ли неко и ко (?) - сада тако комплексан, комплетан и оптимизован опис Србије, на једном месту и у било каквој форми*, па макар се таква форма и садржај не поредили са ГИС? Мотива за оваква питања и размишљања имаће свако ко само једном прелиста описе дате у поглављу *Библиографија*, укључујући и фототипско издање књиге В. Карића *Србија* [11] из 1887. године.

Разлози, мотиви, време и потреба израде војногеографских описа у овоме раду приказаних, као и њихово порекло издања (држава, институције, године,...) могу се приписати ратним наменама пре него ли научноистраживачким, образовним или *туристичким* циљевима наших развијенијих средњевропских суседа. Да ли је ова тврдња о намени приказаних публикација исправна или не, поред садржаја о томе сведоче времена и ратни догађаји који су уследили после израда првобитног описа Србије из 1905, а нарочито касније објављене допуне објављене 1914. године.

Са неким овде приказаним примерцима, аутор и његова генерација студената *Геодеског одсека*, први пут су се сусрели на часовима *Просторног планирања* јер их је тадашњи професор, пуковник Митја Грашић, доносио из ВГИ на нека од својих предавања. По узору на неке од њих, на часовима вежбања био је задатак да се кодном (грид) мрежом и интерним шифрирањем попише и георефернцира садржај једне секције топографски карте издања ВГИ. Затим је следио задатак израде просторног плана за територију неке административне јединице, општине, града или регије. При томе није се користио ни рачунар, ни дигитајзер, ни скенер већ само оловка, лењир и папир. Узор су биле управо неке у овоме раду приказане публикације. Средином тих, седамдесетих година, рачунарска техника се тек појављивала у бољим геодетским кућама као што су *Геопремер*, *Енергопројект* и др. Стручни појмови, кључне речи, које су се тек *уводиле у живот на теоријском нивоу*, како на часовима професора Митје Грашића и колоквијумима тако и у стручним радовима тих година, биле су: *базе података*, *банке података*, *ПИС*, *ГИС*, *ЛИС* и друге. А онда су касније, срећом врло убрзано, стизали све савременији, јефтинији, а тиме и доступнији рачунари, САД и ГИС софтвери. Такав технолошки тренд се наставио све до мобилног ГПС, интернет геопортала, брзих претраживача и интернет сервиса.

Коначно овај чланак је, поред повода стогодишњице Великог рата, само један мали покушај да се подсетимо шта је све претходило модерним географским информационим системима. Могло би се можда и овако закључити: у основи свега су ажурни подаци и базе података о простору; само су се алати (техничка средства и технологије) за рад, методе и форма организације и презентације података усавршавале у функцији циљева.

4. ИЛУСТРАЦИЈЕ:



Изглед корица и насловне стране [1.] са печатима библиотечких фондова

5

Brücken: bis Zavlaka durchgehends aus Holz, schwach; südl. Zavlaka 4,5 m br., 12 m lg., 4 m h. Bogen; über die Likodra bei Lipenović neu, aus Stein.

Anterrain: breite, plateauartige Rücken, Oberteile und Hänge zur Drina gangbar, Lehmboden, Hochwald mit Unterholz; viele bis 2 m h. Flechtzäune erschweren Gangbarkeit, Mais und Pflaumenkulturen die Übersicht.

Bewohner trinken Bachwasser, nördl. Slatina schlechtes Brunnenwasser.

9. R. 16—Kamenica—Kalinovac.
R. 1907. Für leichtes Fuhrwerk bei trockener Witterung; bis Koteljeva 2,5 m br., mehrere schlechte Stellen, keine Objekte; bis Kalinovac notdürftig erhalten.

10. Šabac—Lješnica—Loznica—Ml. Zvornik—Rogačica—Banjabašta.
Bis Ml. Zvornik andauernd für schweres Fuhrwerk, weiter streckenweise auch für leichtes Fuhrwerk nur mit Nachhilfe.

Abschnitt Šabac—Loznica.
6—8 m br., Seitengräben und Hecken beiderseits, grober Flußschotter, weiches Material.

Brücken:

Ort	Wasserlauf	Material	br.	lg.	h.	Anmerkung
östl. Zrninjak	Vk. Jerez	Holz	.	.	.	versumpftes Anland, nicht zu umfahren
westl. Lješnica	Lješnica	Holz	35	225	.	5 Joche
	Jadar	Eisen	4	35	.	
Loznica	Štra	Eisen	.	12	.	steinerne Landpfeiler

6

Alle übrigen solid, aus Holz oder Stein, ca. 4 m br., jene südl. des Jadar über sehr tief eingerissene Bäche nicht zu umfahren.

Abschnitt Loznica—Uzovnica.
Bis Ml. Zvornik 2,5—3 m br., gut, bis Uzovnica soll die Straße hergerichtet sein, von Koviljača führt der Weg häufig 10—20 m h. am Hange ober der Drina; Anschnitte und Aufdämmungen häufig im Rutschen, gefährlichste Stelle bei Radalj; Vermurungen nach längerem Regen; Hochwasser der Drina überschwemmt bei Hn. Drinjača; Brücken fast alle schwach; Radalj: Steinbrücke mit 2 Öffnungen à 10 m; Furt lehmig; Anterrain: Abgehen von der defiléartigen Route oft unmöglich; an den Hängen vorherrschend dichtes Jungholz; Lagerplätze für 4 Bataillone bei Radalj und südl. Čitluk.

Abschnitt Uzovnica—Banjabašta.
Schlecht, streckenweise nicht geschottert; Aufschüttungen und Anschnitte zumeist im Rutschen begriffen, Vermurungen östl. Ljubovija, gefährlichste Stelle in Okletac; Brücken: fast alle sehr schwach, fehlen mitunter ganz, Wasser fließt quer über den Weg; östl. Ljubovija 4 ca. 4 m br. Jochbrücken nebeneinander:
1. über Ljubovija, 9 m lg.,
2. über Nebenarm, 11 m lg.,
3. über einen tiefeingerissenen Bach, 42 m lg., 6 Öffnungen,
4. über Nebenarm, 9 m lg.; im Orte Bučevica, Steinbrücke 18 m lg., 5 m br., 1 Öffnung; Anterrain: wie im Abschnitt Loznica—Uzovnica; Lagerplätze für 4 Bataillone: bei Ljubovija, Drlače und Faković in der Talsohle; in den Ortschaften an der ganzen Route Krätze.

11. Han Palator—Loznica—Zavlaka—Valjevo.
R. 1907/8. Probefahrten mit Lastautos wurden vorgenommen; Überfahren über die Drina: 3 Zillen à 10 Mann, hiervon eine serbische (Zollwache);

Оригинал описа путног правца бр. 10. (Шабац – Б. Башта) из [2.]

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Schreibweise der geographischen Eigennamen	VIII
Quellenverzeichnis	IX
Wert und Verlässlichkeit des Kriegskartenmaterials	IX
I. Begrenzung und Größe des Raumes	1
II. Bodengestaltung (hierzu Beilage 1 und Tafel 1)	3
A. Terrainformen (hierzu Beilage 1 u. 2/1)	3
Sumadija	5
Die Rudnik-Gruppe	5
Die Gledićske pl.-Gruppe	8
Westserbien	10
Die Erhebungen nördlich der Westl. Morava	10
Die Povljen-Gruppe	10
Die Maljen-Suvobor-Gruppe	12
Die Erhebungen südlich der Westl. Morava	13
Die Hochplateaus der Zlatibor-Gruppe	13
Die Gruppe des Grenzhauptrückens: Murtenica pl., Javor und Golija pl.	16
Südserbien	17
Die Erhebungen westlich der Südl. Morava	17
Die Kopaonik-Gruppe	17
Die Goljak-Poljanica-Gruppe	20
Die Erhebungen östlich der Südl. Morava	22
Das südöstliche Grenzgebirge	22
Die Suva planina-Gruppe	23

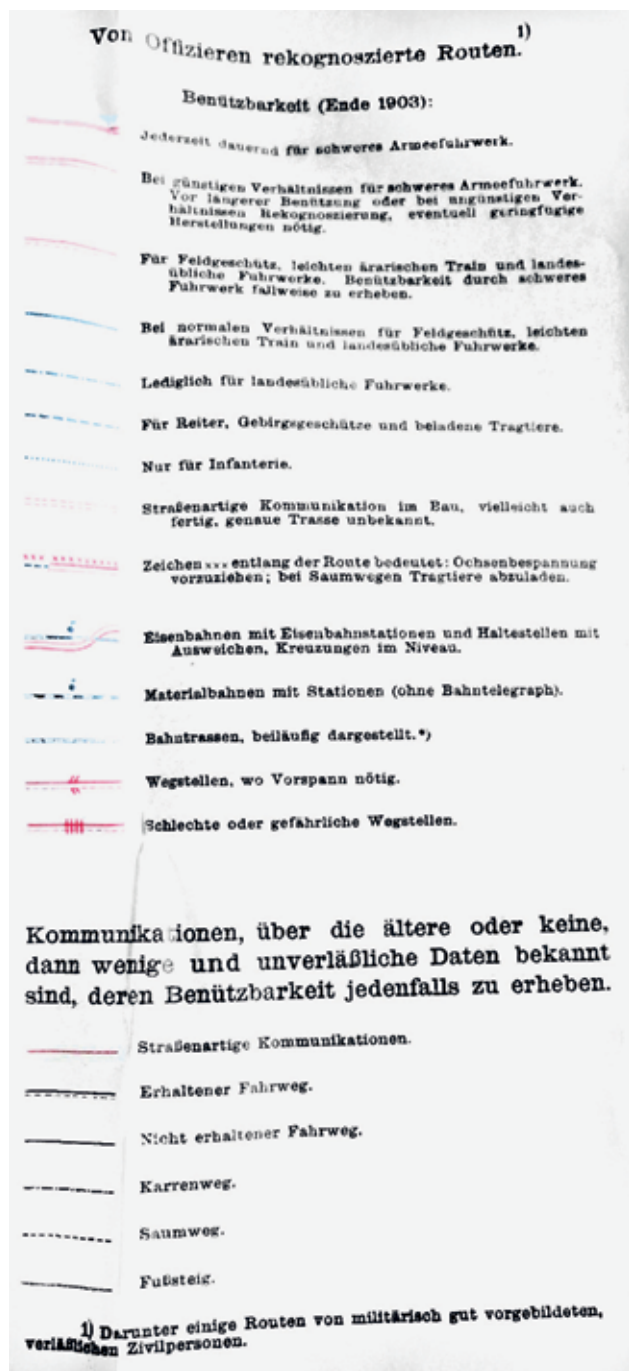
	Seite
Anhang	320
Kriegsgeschichtliche Begebenheiten (hierzu Beilage 3)	320
Wichtigste serbische, in den Beilagen gebrauchte Abkürzungen	340
Weniger gebräuchliche, dann die im Ortsverzeichnis vorkommenden Abkürzungen	340
Maße und Gewichte	342
Geldwesen	342
Zeitrechnung	343
Register	344
Tafeln.	
1. Bodenkruste u. Bodenbedeckung. 1/1. Stadtpläne von Kragujevac u. Čuprija	38
2. Nationalitäten, politische Einteilung u. Wohnorte. 2 1. Verpflegsartikelnungen	130
3. Verkehrsmittel. 3/1. Kartogramme zu Bevölkerung u. Ressourcen	150
4. Ressourcen	210
Beilagen.	
1. Bodengestaltung. 1/1. Panoramen von Belgrad, Niš u. Kruševac.	
2. Gewässer. 2/1. Rundsichten.	
3. Kommunikationskarte von Serbien 1:500.000.	
4. Befestigungen.	

Део садржаја поглавља, додатака и табела у публикацији [1.]

	Seite
Ostserbien	25
Die Erhebungen westlich der Timok-Korenatac-Furche	25
Die Deli Jovan-Gruppe	25
Die Stol-Kučaj-Gruppe	26
Die Rtanj-Gruppe	31
Die Golak-Gruppe	32
Die Svrjijska pl.-Gruppe	33
Die Erhebungen östlich der Timok-Korenatac-Furche	35
Der West-Balkan	35
B. Bodenkruste (hierzu Tafel 1)	37
C. Bodenbedeckung und Übersicht (hierzu Tafel 1)	37
III. Gewässer (hierzu Beilagen 2, 3 und 1)	39
Die Donau (Dunav)	39
Die Save (Sava)	45
Die Drina mit dem Lim, Uvac u. Jadar	48
Die Kolubara	54
Nebenflüsse: Ljig, Peštan, Turija, Tamnava mit Ub.	57
Die Große (Glavna- oder Velika-) Morava	57
Die Westl. (Golijaska- oder Zapadna-) Morava	58
Der Vk. Rzav	62
Der Skrapež mit der Djotinja (Gjetinja)	62
Die Gruža	64
Der Ibar mit der Raška, Studenica und Jošanica	65
Die Rasina	70
Die Südliche (Binačka- oder Južna-*) Morava	71
Die Vaternica	77
Die Jablanica	78
Die Toplica mit der Pusta r.	78
Die Vrla (-reka)	80
Die Vlasina mit der Lužnica	80
Die Nišava mit der Temska r. (Visočica)	82
Die Moravica	85



Део карте 1:200.000 где су означени путни правци и дате друге информације у [2.]



Легенда на саобраћајној карти Србије 1:500.000 из 1903. године у [1.]



Део легенде на плану Београда 1:25.000 у [1.].
Додатно је добро описан објекат бр. 18



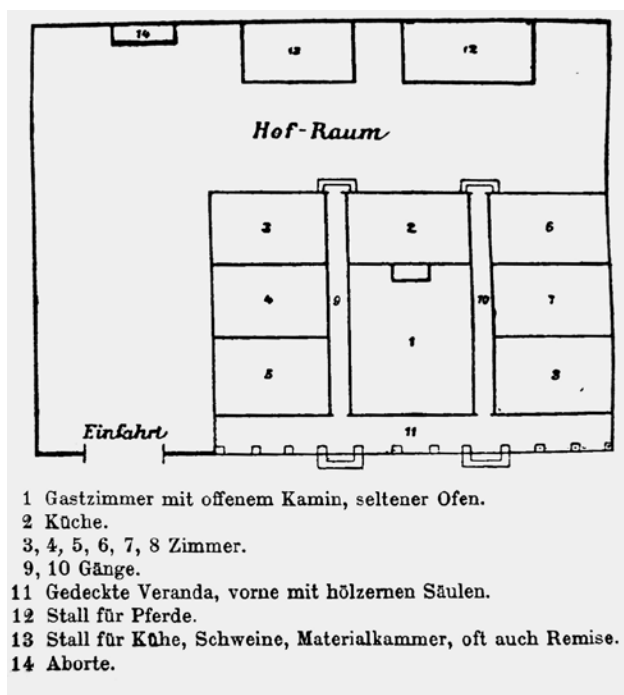
Део плана Београда 1:25.000 у [1.], са означеним објектима укључујући и приватне поседе (виле)



Типови кућа у Поцерини, Такову, Рудничком крају и номадских колиба у [1.]

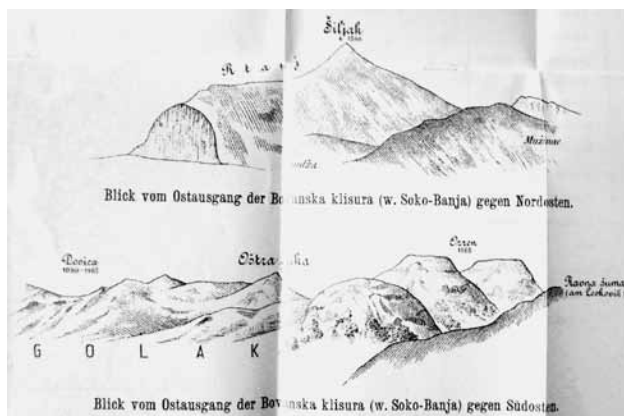


Део карте водообјеката са обележеним местима речних прелаза у [1.]

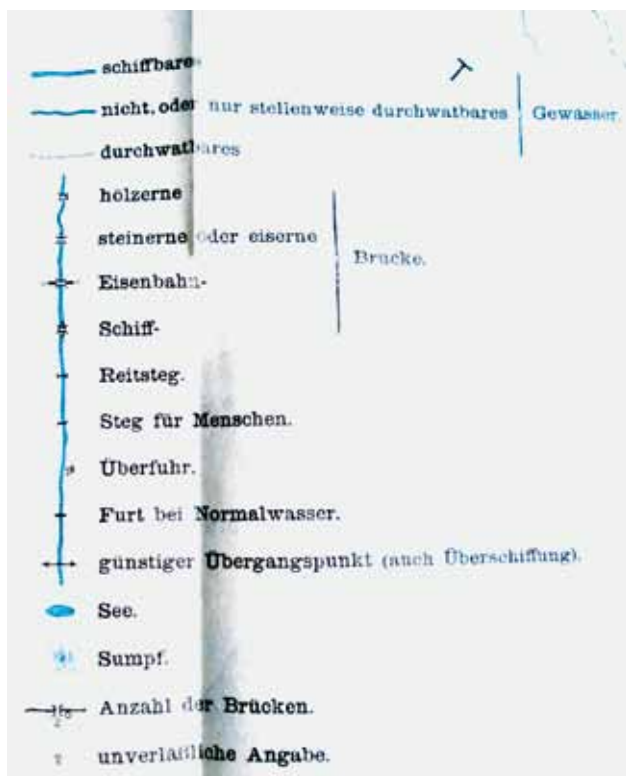


- 1 Gastzimmer mit offenem Kamin, seltener Ofen.
- 2 Küche.
- 3, 4, 5, 6, 7, 8 Zimmer.
- 9, 10 Gänge.
- 11 Gedeckte Veranda, vorne mit hölzernen Säulen.
- 12 Stall für Pferde.
- 13 Stall für Kühe, Schweine, Materialkammer, oft auch Remise.
- 14 Aborte.

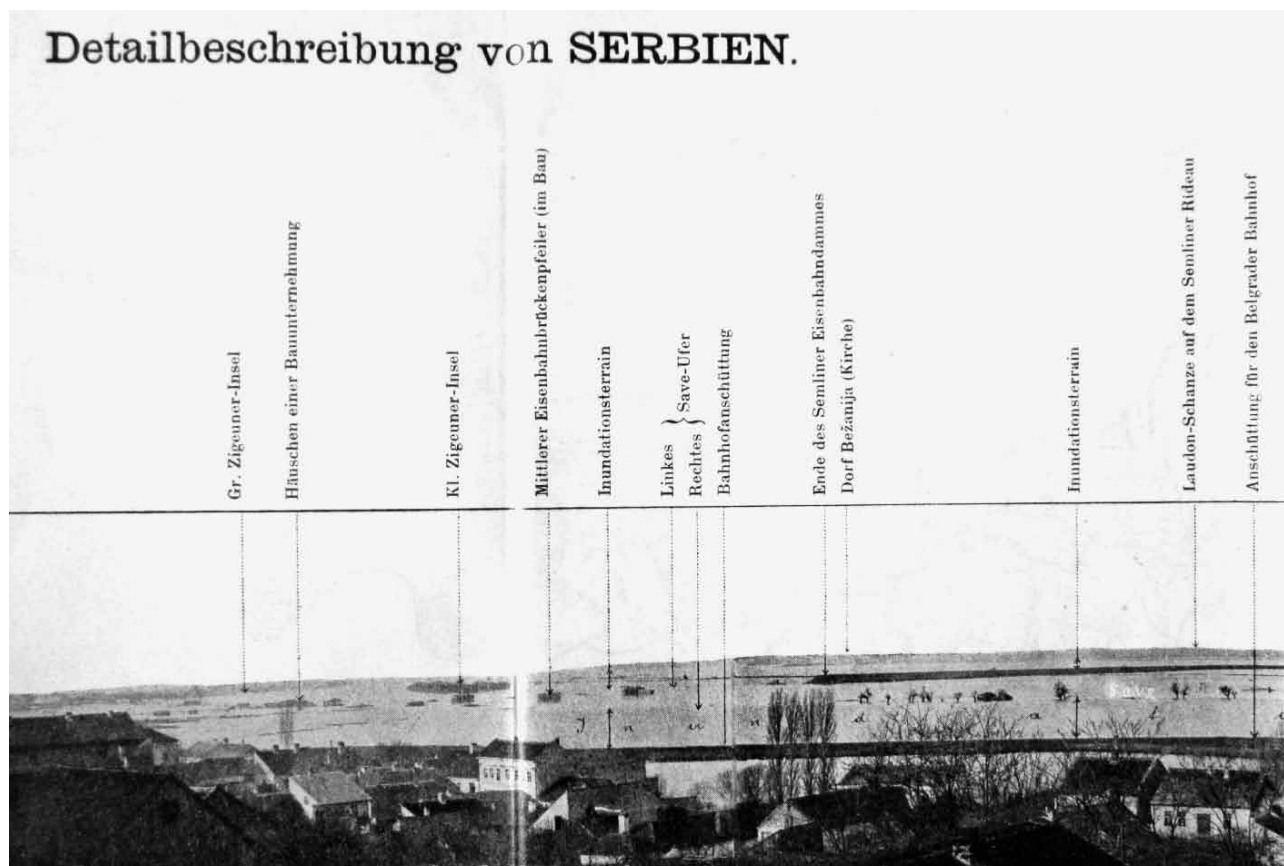
Скица распореда типичних објеката једног домаћинства и просторија у кућама Србије у [1.]



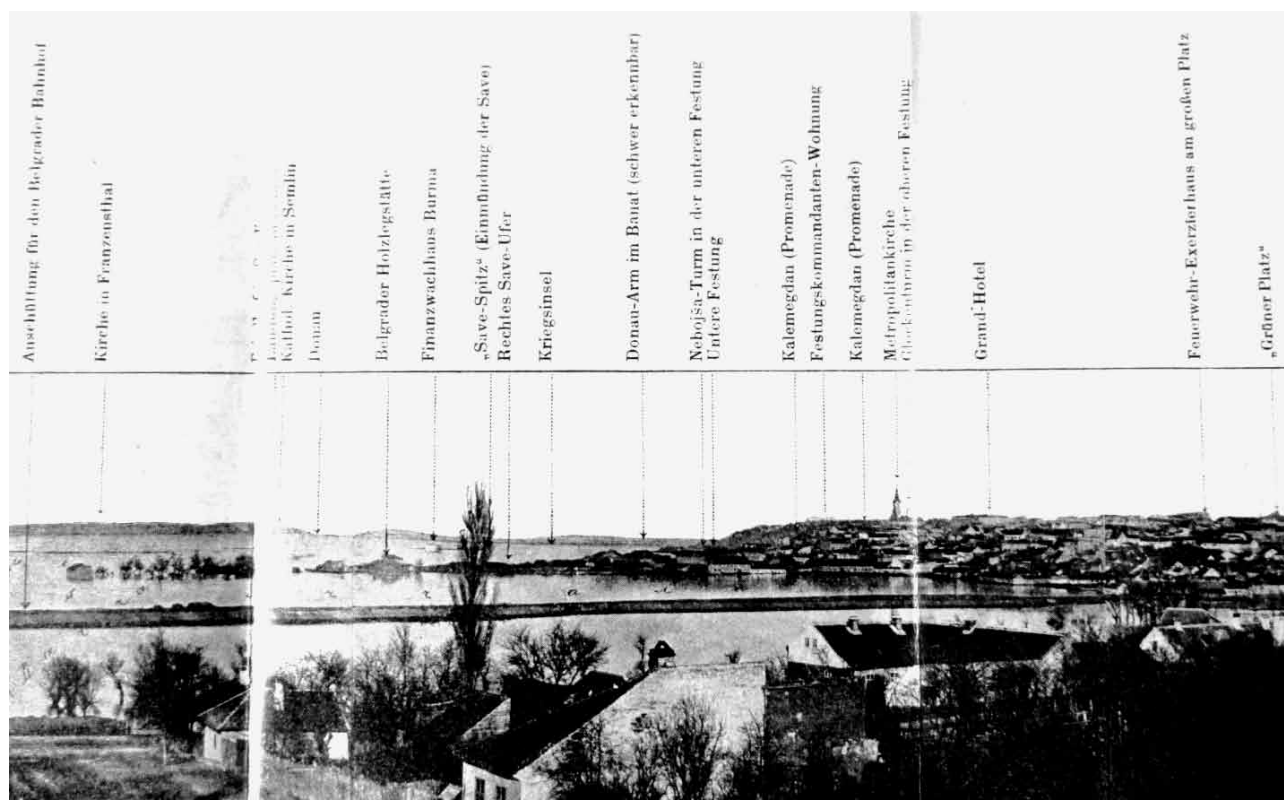
Поглед са источног излаза из Бованске клисура са пута Соко-бања ка североистоку и југоистоку у [1.]



Легенда на карти водообјеката са врстама прелаза преко река у [1.]



Јужни део панорамског приказа Београда из 1883. године у време поплава у [1.]



Северни део панорамског приказа Београда из 1883. године у време поплава у [1.]

4. БИБЛИОГРАФИЈА ИЗАБРАНИХ ВОЈНОГЕОГРАФСКИХ ОПИСА

У Библиографији која следи, дат је шири списак наслова од оних који су помињани у претходним поглављима. Заинтересовани читаоци би могли, уз мало процедуралног труда, да до тих наслова и лично дођу ако се обрате надлежним лицима у ВГИ, подразумевајући првила коришћења старих и ретких књига.

- [1] **Detailbeschreibung von Serbien : mit 4 Beilagen and 4 Tafeln = Детаљни опис Србије : Са 4 додатка и 4 табеле.** - Wien: Aus der kaiserlich-koeniglichen Hof – und Staatsdruckerei, 1905. - 351 стр; 4 карте; Илустровано :18 цм. – Фонд ВГИ: СК/РК - Инв.бр: 691.
- [2] **Serbien : neue routenbeschreibungen : (als ersatz fuer jene der "Detailbeschreibung von Serbien") = Србија : нови описи праваца (као замена за "детаљни опис Србије").** - Wien: Landesbeschreibungsbureau des K. U. K. Generalstabes, 1914 (Wien : Druckerei K. U. K. Kriegsministeriums). - 75 стр: 8 карата; 18 см. - Фонд: СК-РК; инв.бр: 690.
- [3] **Detailbeschreibungen von fluss-ubergangspunkten am Vrbas, Der Bosna (mit Usora, Spreča und Krivaja), Der Drina (mit Drinača und Lim), Der Gr.Morava, Westl. Morava (mit Ibar), Der Suedl. Morava, Der Neretva...** = Детаљни опис места прелаза на Врбасу, Босни (са Усором, Спречом и Кривајом), Дрини (са Дрињачом и Лимом), В. Морави, Западној Морави (са Ибром), Јуж. Морави, Неретви. - Wien: /bez pod. o izd./, 1884 (Wien : Druck der K. K. Hof- und Staatsdruckerei). – 90 стр; 18 цм. - Фонд: СК-РК - Инв.бр: 689.
- [4] **Militaer - geographie westlicher theil des Illyrischen berglandes : abschnitt : Das Oesterreichisch - Ungarische kuestengebiet und sein hiterland = Војна географија западног дела Илирске планинске области : одељак : Аустро - Уграска обала и залеђе.** - Wien: Aus de K.U.K. Hof- und Staatsdruckerei, 1888. - 258 стр: 3 табеле; 24 цм. - Инв.бр: 1024
- [5] **Lehrbuch der terrainlehre, terrindarstellung und terrinaufnahme fuer die K. u. K. militaer - akademien und Kadettenschulen verfasst im auftrage des K. u. K. Reichskriegsministeriums : zweiter teil = Уџбеник из науке о терену, о представљању и снимању терена за Царске и Краљевске војне академије и војне школе састављен по налогу Царског и Краљевског министра рата : други део / Siebhart, Mathias.** - Wien: Verlag von L.W. Siedel & Sohn, 1904 (Wien : Druck von Kristoph Reitzer's Gohne). - 124 стр.; 27 цм. - Штампано готиком - Инв.бр.: 439
- [6] **Војно - географски опис земљишта око Србије.** - Београд: Министарство војно (Главни ђенералштаб), 1877 (Београд : Државна штампарија). - 144 стр; 19 цм. - Фонд: СК-РК - Инв.бр: 0063.
- [7] **Generalstab Des Heeres, Abteilung fur kriegskarten und Bermessungswesen : Militar-geographische Beschreibung von Jugoslawien = Генералштаб војске, Одељење за ратне мапе и премер : Војногеографски опис Југославије.** - Berlin, 1940. - Војногеографска монографија : омот са 11 прилога ; 2 свеске и 9 карата; 21 цм. - Каталог II ; кат.бр. 6.1.002.
- [8] **Generalstab Des Heeres, abteilung fur kriegskarten und Bermessungswesen: Planheft : Suedosteuropa : Suedlicher teil : Entwurf, Berlin 1943.** (Војно-географска монографија : преглед стања карата, примера и војногеографских радова из 1943, год, 92 стр., 123 прилога, прегледни листови.. Каталог II; кат.бр. 6.1.059.
- [9] **Generalstab Des Heeres, Abteilung fur Kriegskarten und Bermessungswesen: Moskau : Militergeographische Angaben uber Das Europaeische Russland, 1940.** - Војногеографска монографија : 5 прилога ; 1 свеска ; 1 атлас и 3 посебне карте; 21 цм. - Каталог II ; кат.бр. 6.1.039.
- [10] **Survey Directorate, General Hedquarters, Middle East: Yugoslavia : Index Gazetter : Showing Place-names on 1:100.000 Map series : Bol IBII.** - Cairo, 1944. - 7 свезака ; Карта Југославије 1 : 100.000. - Каталог II ; кат.бр. 1.1.022.
- [11] **КАРИЋ, Владимир: Србија : опис земље, народа и државе / Владимир Карић.** - Београд : Култура ; Нови Сад : Православна реч, 1997 (Београд : Војна штампарија). - VII, 949 стр., [2] листа с таблама, [4] пресавијена листа с геогр. картама : илустр. ; 24 цм. - (Библиотека фототипских издања). Тираж 2.000. - Белешка о писцу / Милорад Радевић: стр. 943-949. - Фототипско изд. из 1887. год. ISBN 86-429-0108-X (Тврди повез). 908.497.11. COBISS.SR-ID 118286343

УПУТСТВО ЗА ПРИПРЕМУ РАДА

Ради уједначавања радова који се објављују у часопису, молимо ауторе да текст припреме придржавајући се овог кратког упутства. Рад се доставља у дигиталном и аналогном облику у два примерка (оригинал и једна копија). Сви радови подлежу рецензији, а за оригиналност, квалитет и веродостојност резултата одговорни су једино аутори. Оригинални рукописи треба да је одштампан на белом папиру, формата А4. Обим рукописа, укључујући и све графичке прилоге, ограничен је у зависности од категорије рада.

1. Оригинални научни рад: највише 16 страна А4 формата
2. Стручни рад: највише 10 страна А4 формата
3. Прегледни рад: највише 10 страна А4 формата
4. Обавештења: највише 3 страна А4 формата

Комплетан рад садржи: рукопис, цртеже, фотографије и податке о ауторима. Рад снимите на CD и заједно са две штампане копије доставите редакцији часописа. Своје радове унесите у Microsoft Word формату, једнотубачно, са ломљењем само на крају пасуса, без увлачења првог реда и без вишеструких размака између речи или слова. Слог треба да је унет искључиво ћириличним писмом и Times New Roman типом слова. Основни слог треба да је величине 10pt, текст резимеа, потписи за фотографије, илустрације и табеле треба да су величине 9pt. Цео текст треба да је нормалног прореда (single).

НАСЛОВ РАДА (13pt)

(акад. зв.) **Име и презиме аутора, звање¹** (11pt)

Прегледни рад (11pt)
УДК: 123.123(456.78) : 003(1) (11pt)

РЕЗИМЕ (11PT)

Написати кратак опис рада. Не више од 150 речи (9pt)

Кључне речи: *исписати кључне речи, нпр: геоид, катастар. (највише 5 кључних речи) (9pt, болд, италик).*

ABSTRACT

Kratak opis rada na engleskom jeziku. (9pt)

Key words: *кључне речи на енглеском језику, нпр: geoid, estate cadastre (9pt).*

1. НАСЛОВИ (11pt, болд, великим словима)

1.1 Наслови, као и сви други наслови нижег реда (11pt, болд, малим словима)

Основни слог (10pt)

Једначине писати у једном реду, слог по средини, са нумерацијом уз десну ивицу. Пример:

$$N = \zeta + \frac{\Delta g_B}{\bar{\gamma}} H^\circ \quad (4)$$

Табеле и графикони треба да битно допринесу бољем разумевању и интерпретацији резултата рада. Изнад табеле треба да стоји натпис са описом садржаја табеле. Графиконе радите у Microsoft Excel програму. Пример:

Табела 1.2. Геометријски параметри.

Параметар	Вредност
Велика полуоса	6378137.000 m
Реципрочна спљоштеност	298.257222101

Фотографије и цртежи треба да буду контрастни и оштри, и у стандардним форматима (TIFF, JPG, PSD, GIF), у резолуцији која је 300 dpi, у размери 1:1. Сliku убацили на место где се она спомиње у тексту и обавезно је приложити и као посебан фајл.

Литература. Позивање на литературу у тексту се наводи у угластим заградама по редоследу цитирања. На крају рада се под одговарајућим насловом. Пример:

- [1] "The Adoption of ETRS89 as the National Mapping System for GB, via a Permanent GPS Network and Definitive Transformation", Mark Greaves & Paul Cruddace

¹ Звање или позиција аутора, организација, адреса, e/mail:@.....

Часопис „ГЕОДЕТСКА СЛУЖБА“ је часопис за геодезију,
картографију и катастар непокретности Републичког
геодетског завода

Приказ часописа „ГЕОДЕТСКА СЛУЖБА“ може се видети
на сајту Републичког геодетског завода: www.rgz.gov.rs/gz

Поруке слати на Е-mail: redakcija@rgz.gov.rs

CIP – Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

528

ГЕОДЕТСКА служба : часопис за геодезију,
картографију и катастар непокретности : часопис
Републичког геодетског завода / главни
и одговорни уредник Зоран Поповић. – Год. 30,
бр. 86(1) (2001) – . – Београд (Булевар војводе
Мишића 39) : Републички геодетски завод, 2001 –
(Београд : Републички геодетски завод). – 28 cm

Годишње. – Је наставак : Катастар
& геоинформације = ISSN 1450-9474
ISSN 1451-0561 = Геодетска служба (Београд, 2001)
COBISS.SR-ID 79856386

