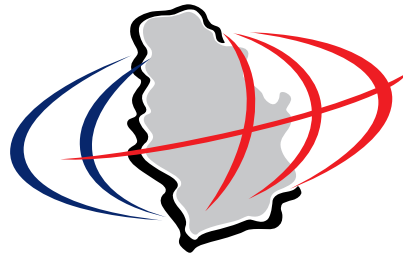


СТРУЧНИ ЧАСОПИС
РЕПУБЛИЧКОГ ГЕОДЕТСКОГ ЗАВОДА

ГЕОДЕТСКА СЛУЖБА



РЕПУБЛИЧКИ ГЕОДЕТСКИ ЗАВОД

ГЕОДЕТСКА СЛУЖБА

ЧАСОПИС ЗА ГЕОДЕЗИЈУ, КАРТОГРАФИЈУ И КАТАСТАР НЕПОКРЕТНОСТИ

117

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:

Зоран Крејовић

Заменик главног и одговорног уредника:

Доц. др Вукан Огризовић

Почасни редакцијски одбор:

Проф. др Крунислав Михаиловић

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

Редакцијски одбор:

Доц. др Загорка Госпавић, Доц. др Игор Вукоњански, Проф. др Манојло Миладиновић, Проф. др Тоша Нинков,
Проф. др Иван Алексић, Доц. др Сениша Делчев, Доц. др Бранислав Бајат, Проф. др Ванчо Георгијев,
Проф. др Сузана Драгићевић, Доц. др Миливој Вулић

Издавачки савет:

Миљана Кузмановић Костић, Саша Ђуровић, Дејан Перјаничић,
Горица Матић, Владимир Миленковић, Надежда Матић, Стојан Аргакијев,
Доц. др Мирко Борисов, Доц. др Стеван Радојчић

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:

500 примерака

Штампа:

Ј.П. „Службени гласник“

САДРЖАЈ:

Љубомир Маџарац ДИГИТАЛНИ КАТАСТАРСКИ ПЛАН И ОДРЖАВАЊЕ ПРЕМЕРА	5
Марија Рашковић ТРЖИШТЕ НЕПОКРЕТНОСТИ У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ НА ПУТУ КА ТРАНСПАРЕНТНОСТИ	11
Горан Троскот КОНТРОЛА ПРЕСЕКА И ПРЕКЛАПАЊА ГРАНИЧНИХ ЛИНИЈА ПАРЦЕЛА ДИГИТАЛНОГ КАТАСТАРСКОГ ПЛАНА	16
Сава Станковић, Владимир Миленковић ОБНАВЉАЊЕ ОСНОВНОГ НИВЕЛМАНСКОГ РЕПЕРА МАЂАРСКЕ – НАДАП 2013.....	22
Живорад Окановић БИБЛИОТЕЧКИ ФОНДОВИ И СТАРЕ И РЕТКЕ КЊИГЕ ИЗ ГЕОДЕТСКЕ ДЕЛАТНОСТИ.....	30
Мирко Борисов ВИЗУАЛИЗАЦИЈА И ГУСТИНА ПОДАТАКА НА ТОПОГРАФСКИМ КАРТАМА	40
Јелена Шкрњуг ОДРЕЂИВАЊЕ МОДЕЛА КВАЗИГЕОИДА ЗА ТЕРИТОРИЈУ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ	51
Мирослав Старчевић УТИЦАЈ ВЕРТИКАЛНОГ ГРАДИЈЕНТА НА ОДРЕЂИВАЊЕ ГРАВИТАЦИОНОГ УБРЗАЊА У ГЕОДЕЗИЈИ И ГЕОФИЗИЦИ	67
Ђорђе Поповић ОБНОВА ХИЛАНДАРА 2006-2012	74
Живорад Окановић ГЕОДЕТСКА ИЗДАВАЧКА ДЕЛАТНОСТ НЕКАД И САД.....	81
Приказ Геодетског библиографског приручника од геодете Акима Миљанића за период 1868-1960.	
Душан Булатовић РУЂЕР БОШКОВИЋ – ЗАБОРАВЉЕНИ ГЕНИЈЕ	90
Љубиша Аџемовић, Владимир Миленковић БЕСПИЛОТНИ АЕРОФОТОГРАМЕТРИЈСКИ СИСТЕМИ.....	102
Проф. др Душан С. Јоксић IN MEMORIAM – ПРОФ. ДР. НАТАЛИЈА БРАТУЉЕВИЋ-МАШАНОВИЋ.....	109

CONTENTS:

Ljubomir Madžarac THE DIGITAL CADASTRAL PLAN REVISION OF THE SURVEYING.....	5
Marija Rašković REAL ESTATE MARKET IN THE REPUBLIC OF SERBIA TOWARDS TRANSPARENCY.....	11
Goran Troškot THE CONTROL SECTION AND OVERLAPPING BOUNDARY LINES PARCELS OF THE DIGITAL CADASTRAL PLAN	16
Sava Stanković, Vladimir Milenković FUNDAMENTAL LEVELING BENCHMARK RENEWAL IN HUNGARY – NADAP 2013.....	22
Živorad Okanović LIBRARY FUND AND OLD AND RARE BOOKS FROM THE SURVEYING ACTIVITIES	30
Mirko Borisov VISUALISATION AND DENSITY OF DATA ON THE TOPOGRAPHIC MAPS	40
Jelena Škrnjug QUASIGEOID MODEL DETERMINATION FOR REPUBLIC OF SERBIA TERRITORY	51
Miroslav Starčević THE ASCENDANCE OF VERTICAL GRAVITY GRADIENT TO GRAVITY ACCELERATION DETERMINATION IN GEODESY AND GEOPHYSICS.....	67
Đorđe Popović RESTORATION CHILANDARI 2006-2012.....	74
Živorad Okanović GEODESIC PUBLISHING BEFORE AND NOW	81
Review of Bibliographic geodesy handbook by surveyor Akim Miljanić for the period 1868-1960.	
Dušan Bulatović ROGER BOSCOVICH – FORGOTTEN GENIUS	90
Ljubiša Adžemović, Vladimir Milenković UNMANNED AERIAL PHOTOGRAMMETRY SYSTEMS.....	102
Prof. dr Dušan S. Joksić IN MEMORIAM – PROF. DR. NATALIJA BRATULJEVIĆ-MAŠANOVIĆ.....	109

ДИГИТАЛНИ КАТАСТАРСКИ ПЛАН И ОДРЖАВАЊЕ ПРЕМЕРА

Љубомир Маџарац, дипл.геод.инж.¹

Стручни рад
УДК: 528.44 : 004.922

РЕЗИМЕ

У чланку је дат приказ утицаја података прикупљених у поступку одржавања премера и катастра земљишта на пузданост и квалитет катастарских планова на хартији, као и на дигитални катастарски план који је израђен на основу тих података. Кроз практични пример приказан је начин исправке утврђеног недостатка на дигиталном катастарском плану.

Кључне речи: дигитални катастарски план, одржавање премера, исправљање утврђеног недостатка у подацима.

THE DIGITAL CADASTRAL PLAN REVISION OF THE SURVEYING

Ljubomir Madžarac, grad.geod.eng.

ABSTRACT

This paper presents the impact of the data collected in the proces of maintenance surveying and cadastre on the reliability and quality of cadastral plans on paper, as well as the digital cadastral plan which is based on these data. Through practical example shows how to update the established lack of digital cadastrel plan.

Key words: digital cadastral plan, revision of the surveying, correcting the lack of established data.

1. УВОД

Дигитални катастарски план је просторни информациони систем, а чине га посебно организовани дигитални подаци, софтвер и хардвер [2] и [7]. Корисници дигиталног катастарског плана би требало да обезбеде прикупљање, обраду, рад и одржавање дигиталног садржаја катастарског плана на начин да дигитални катастарски план испуни све основне задатке које је обезбеђивао и одговарајући катастарски план на хартији. У пракси дигитални катастарски план се најчешће израђује на основу податка основног премера, у конкретном случају у овоме раду из 1932. године, који је извршен поларном или ортогоналном методом снимања детаља и података који су истим методама снимања прикупљени у одржавању премера и катастра земљишта, а у програмском систему *MapSoft*.

Пројектна решења за израду дигиталног катастарског плана предвиђају да се детаљне тачке граничних тачака катастарских општина, као и катастарских парцела за које не постоје нумерички подаци премера на основу којих би се израдио дигитални катастарски план, дигитализују са скенираних и геореференцираних радних оригинала одговарајућих катастарских планова на хартији. Дигитализација преломних тачака граничних линија катастарских парцела већином проузрокују веће разлике у површинама катастарских парцела које су израчунате на дигиталном катастарском плану с обзиром на површине истих катастарских парцела израчунате на одговарајућем катастарском плану на хартији.

2. КАТАСТРСКИ ПЛАН НА ХАРТИЈИ

Производ првобитног детаљног катастарског премера из четрдесетих година из прошлог века и касније били су катастарски планови израђени на хартији.

Оцена поузданости катастарских планова који су израђени на хартији подразумева сагледавање следећих чинилаца:

- детаљ је сниман са полигонске мреже у којој су дужине већином мерене педесетметарском пољском пантљиком по терену и редуковане на хоризонт на основу измерених висинских разлика између полигонских тачака, а углови су углавном мерени ауторедукционим даљиномером у једном гирусу,
- детаљне тачке премера поларном методом су најчешће снимане ауторедукционим даљиномерима тако да су хоризонтални углови мерени тако да најмања вредност која је читавана на хоризонталном лимбу износи 1', а дужине су мерене на вертикалној летви тако да је најмања читавана вредност износила 1dm. За детаљ који је сниман поларном методом, *Правилник о катастарском премеравању III. део* је одредио, да дужина визуре не сме прећи 1,3 константе инструмента, тако да се може рећи да је прописана максимална дужина визуре при тахиметријском снимању већином била 130 m,
- размера катастарских планова је одређивана с обзиром на врсту терена који је картиран. Тако су градска насеља картирана, већином због много детаља који је требало снимити, у размери 1:500 и 1:1000, а

¹ Републички геодетски завод, Служба за катастар непокретности Лазаревац, Карађорђева бр. 42, Лазаревац
e-mail: skn.lazarevac@rgz.gov.rs

мања насеља и ненасељени терен је картиран у размери 1:2500,

- намена планова је утврђена *Правилником о катастарском премеравању III. део*, где је било прописано да планови имају представљати верну слику свега оног што се налази на терену у хоризонталној и у вертикалној пројекцији, да би служили економским, правним, техничким, аграрним и војним потребама,
- картирање детаља је извршено на цртаћој хартији што бољег квалитета. Координатна мрежа, као и тачке геодетске основе су наносене на хартију помоћу великог координатографа са тачношћу од 0,1 – 0,2 mm [1],
- снимљене детаљне тачке су картиране помоћу ортогоналног и поларног координатографа, а тачност картирања је контролисана мерењем фронтва. Сматра се да је тачност израде наших катастарских планова, за које је детаљ снимљен ортогоналном и поларном методом снимања са класичним инструментаријом, $\pm 0,2\text{mm}$ на плану (графичка тачност) [4].

Одржавање премера и катастра земљишта је било прописано *Правилником о одржавању катастра у општинама у којима је катастар израђен на основу премера, VII део II одељак* из 1930. године, а састојало се у спровођењу на катастарским плановима и кроз катастарски операт свих промена које су настале у облику, површини, култури и класи земљишта као и у поседовном стању. За све оне промене које су доводиле до промена на катастарским плановима требало је извршити премеравање на терену. Најзначајније техничко правило при одржавању премера и катастра земљишта је предвиђало да премеравања промена насталих на земљишту и обрада тако добијених података морају бити извршена најмање с истом тачношћу која је примењена приликом премера и израде катастра земљишта (катастарских планова) [11]. Како је првобитни премер био извршен снимањем детаља са полигонске мреже поларном или ортогоналном методом, то је и приликом одржавања премера требало промене настале на земљишту снимати на исти начин. Подаци добијени премеравањем у сврху одржавања премера на тај начин требало је да се и картирају ортогоналним или поларним координатографом на радним оригиналима катастарских планова, зато што би то подразумевало да ће се постићи иста тачност картираног детаља као што је то било и приликом првобитног премера.

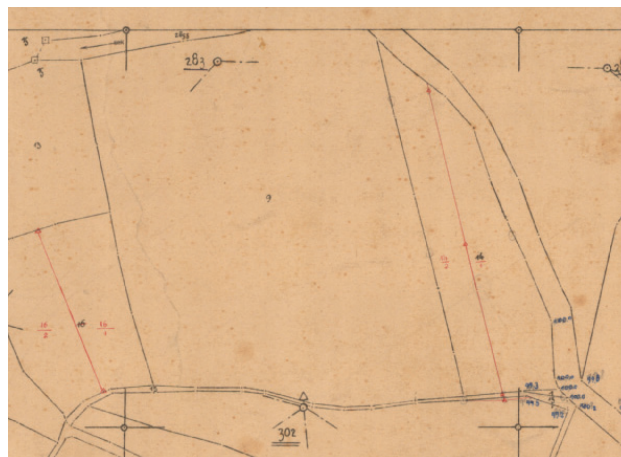
Значајан број премеравања приликом одржавања премера и катастра земљишта је извршен само пантљиком „тзв. методом“ умерана или ортогоналном методом на „линију између две детаљне тачке“, тако да ауторедукциони инструмент није ни коришћен. Тако добијени подаци су „картирани“ на катастарске планове помоћу размерника или троуглова, што је умањило поузданост и квалитет катастарских планова, као и података како о положају тако снимљених детаљних тачака, тако и површина

катастарских парцела и објеката које су на основу тих података рачунати.

Премер и катастар земљишта за КО III. је извршен 1932. године. Тада је снимљена и кат. парц. бр. 9 поларном методом снимања детаља, на детаљној скици број 6/3. Границе кат. парц. бр. 9 КО III. су тада снимљене онако како су их сопственици – суседи споразумно и о свом трошку обележили видљивим трајним белегама. Положај и облик кат. парц. бр. 9 КО III. су одређени картирањем поларним координатографом на катастарским плановима – детаљни лист бр. 3 и 2 у размери 1:2500 (Слика 1). Површине катастарских парцела су тада рачунате механичким начином рачунања површина – поларним планиметром [1] и за кат. парц. бр. 9 утврђена је површина 44772m². Данас можемо на основу података са скице премера бр. 6/3 односно из припадајућег тахиметријског записника из 1930. године израчунати нумеричким начином рачунања површине које су 1930. године рачунате механичким начином рачунања и тада уписане у списак парцела КО III. Нумеричким начином рачунања за кат. парц. бр. 9 добије се површина 44142m². Разлика између површине која је одређена поларним планиметром на катастарском плану на хартији и површине која је одређена нумеричком начином рачунања износи: за кат. парц. бр. 9 – $\Delta = 630\text{m}^2$. Вредност за површину кат. парц. бр. 9 израчунату нумеричким начином можемо упоредити са површином која је за исту катастарску парцелу рачуната механичким начином рачунања, а на основу дозвољених одступања, које се рачунају за размер 1:2500 по формули

$$\Delta P \leq 1,00 \sqrt{P} \quad (1)$$

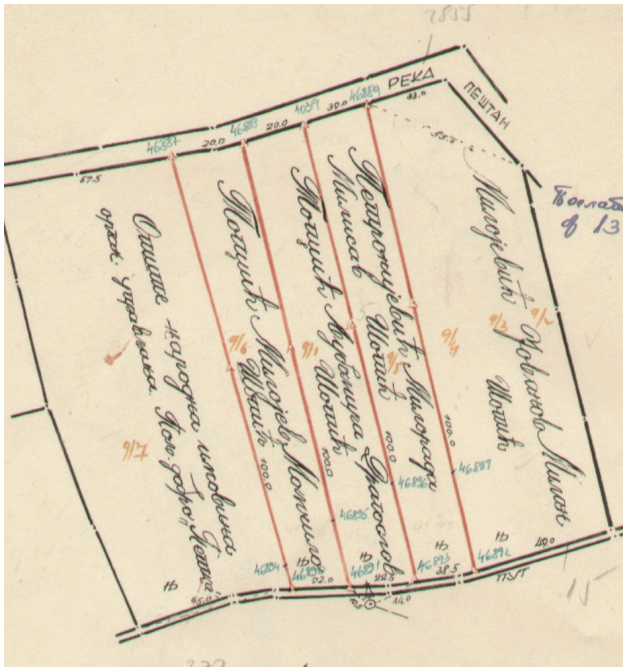
– члан 53. став 1. *Инструкције за одржавање катастра земљишта*, можемо извршити анализу њене поузданости. Дозвољено одступање за кат. парц. бр. 9 износи $\Delta P = 210\text{m}^2$. Како се разлика између површине која је рачуната механичким начином рачунања и нумеричком начином не налази у границама дозвољених одступања можемо закључити да је површина која је уписана у списак парцела КО III. 1935. године за кат. парц. бр. 9 *непоуздана*.



Слика 1: Катастарски план – детаљни лист бр. 3

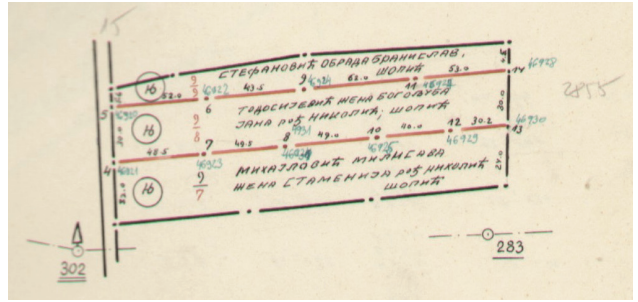
Подаци одржавања премера и катастра земљишта КО Ш.:

- предметно земљиште кат. парц. бр. 9 је први пут дељена 1958. године; скица одржавања премера је бр. 12/58 (Слика 2), мерења су извршена пантљиком „тзв. методом“ умерења (дакле граничне линије нису снимљене поларном методом снимања како је то било прописано); деоба је „картирана“ (највероватније размерником или троугловима) на катастарски план – детаљни лист бр. 3 и 2 у размери 1:2500; није утврђено како је извршено рачунање површина парцела; у књижни део катастарског операта катастра земљишта КО Ш. су уписане: кат. парц. бр. 9/1 са површином 32452m², кат. парц. бр. 9/2 са површином 4106m², кат. парц. бр. 9/3 са површином 4107m², кат. парц. бр. 9/4 са површином 4107m²,



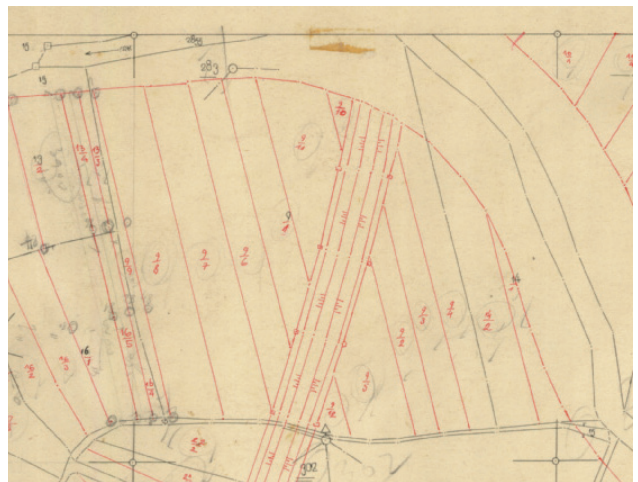
Слика 2: Скица премера бр. 12/58

- други пут је предметно земљиште дељено 1960. године; скица одржавања премера је бр. 5/60 (Слика 3), мерења су извршена делимично поларном методом снимања (све граничне линије нису снимљене поларном методом снимања како је то било прописано); деоба је картирана на катастарски план – детаљни лист бр. 3 и 2 у размери 1:2500; рачунање површина парцела је извршено механичким начином; у књижни део катастарског операта катастра земљишта КО Ш. су уписане: кат. парц. бр. 9/7 са површином 6402m², кат. парц. бр. 9/8 са површином 6403m² и кат. парц. бр. 9/9 са површином 1107m²,



Слика 3: Скица премера бр. 5/60

- трећи пут је предметно земљиште дељено 1962. године; скица одржавања премера је бр. 4/62 – Објект: река Пештан, приликом изградње насипа реке Пештан; мерења су извршена поларном методом снимања (међутим у Служби за КН не постоји сачуван тахиметријски записник); деоба је картирана на катастарски план – детаљни лист бр. 3 и 2 у размери 1:2500; рачунање површина парцела је извршено механичким начином,
- четврти пут је предметно земљиште дељено 1964. године; скица одржавања премера је бр. 1/64; мерења су извршена поларном методом снимања (све граничне линије су снимљене поларном методом снимања како је то било прописано); деоба је картирана на катастарски план – детаљни лист бр. 3 и 2 у размери 1:2500 (Слика 4); рачунање површина парцела је извршено механичким начином; у књижни део катастарског операта катастра земљишта КО Ш. тада је уписане кат. парц. бр. 9/7 са површином 5941m²,
- до израде дигиталног катастарског плана и успостављања катастра непокретности за КО Ш. предметно земљиште кат. парц. бр. 9/7 је са површином 5941m² и културом-класом, њива 1.класе, било уписано у поседовном листу бр. 1224 КО Ш. као приватни посед.



Слика 4: Деоба кат. парц. бр. 9 на катастарском плану – детаљни лист бр. 3

3. ДИГИТАЛНИ КАТАСТАРСКИ ПЛАН

Изrada и одржавање дигиталног катастарског плана прописана је Уредбом о дигиталном геодетском плану, Правилником о плановима и картама, као и Упутством за организацију података у процесу формирања дигиталног катастарског плана у окружењу програмског пакета *MapSoft 2000*. Принцип израде и одржавања дигиталног катастарског плана је готово идентичан класичној изради и одржавању катастарског плана на хартији. При класичној изради и одржавању катастарских планова на хартији на основу нумеричких података премера геодетски стручњак се служи справама и прибором као што су велики координатограф, ортогонални или поларни координатограф, поларни или кончани планиметар чије несавршенство, као и несавршенство чула опажања геодетског стручњака битно утичу на тачност тих планова. Код дигиталног катастарског плана савршенство хардвера и софтвера персоналних рачунара потпуно искључује несавршенство класичних справа и прибора за картирање снимљеног детаља и рачунање површина, тако да остаје само несавршенство чула опажања геодетског стручњака.

У процесу формирања дигиталног катастарског плана детаљне тачке премера се приказују по слојевима, нпр. детаљне тачке границе катастарске општине се приказују у слоју бр. 1 [9]. Пројектна решења за реализацију радова на изради базе података дигиталног катастарског плана предвиђају и могућност да не постоје оригинални подаци мерења премера, ни срачунате координате детаљних тачака из премера. Тада се налаже једино могуће, да се изврши дигитализација података премера са скенираних радних оригинала катастарских планова на хартији који се приказују у слоју бр. 14. Положајна тачност детаљних тачка дигиталног катастарског плана које су у процесу израде тог плана одређене дигитализацијом зависи од размере катастарског плана на хартији, од начина на који је та детаљна тачка картирана, као и од графичке тачности катастарског плана на хартији.

Дигитални катастарски план у размери 1:2500 и катастар непокретности за КО Ш. је урађен на основу првобитног премера КО Ш. из 1932. године и података одржавања премера и катастра земљишта за КО Ш. од 1932. до 2005. године и проглашен је као званичан 2005. године. За кат. парц. бр. 9/7 на дигиталном катастарском плану КО Ш. је утврђена површина 5473m² и уписана је лист непокретности број 538, дакле 468m² мање него што је била њена површина на катастарском плану на хартији и у катастру земљишта. Разлика површина катастарских парцела на дигиталном катастарском плану и на катастарском плану на хартији треба да се налази у границама дозвољеног одступања δP :

$$\delta P \leq 0,0007 \sqrt{P} \cdot r \quad (2)$$

како то прописује Уредба о дигиталном геодетском плану [7]. Дозвољено одступање за кат. парц. бр. 9/7 износи $\delta P = 129m^2$. Видљиво је да се разлика површина на дигиталном катастарском плану и у катастарском оператру – рачуната на катастарском плану на хартији КО Ш., не налази у границама дозвољених одступања. Упоредујући дигитални катастарски план са скенираним и геореференцираним катастарским планом на хартији, види се идеално поклапање граничних линија, што наводи на закључак да не постоји никакав недостатак при изради дигиталног катастарског плана. Упоредујући дигитални катастарски план са ортофотом, такође се не могу уочити било какви недостаци.



Слика 5: ДКП на геопорталу пре исправке

Детаљном анализом базе података катастра непокретности КО Ш. је утврђено:

- да је предметно земљиште у поступку одржавања премера и катастра земљишта за КО Ш. дељено 1958., 1960. и 1962. године; да се због тога што је 1958. године на скици одржавања премера 12/58 премеравње вршено умеравњима пантљиком, 1960. године на скици одржавања премера 5/60 није извршено снимање поларном методом свих граничних линија; 1962. године на скици одржавања премера 4/62 је извршено снимање поларном методом али не постоји у Служби за КН сачуван тахиметријски записник па се, због свега претходног, не могу срачунати за све преломне тачке нумерички подаци – координате граничних линија предметног земљишта,

- да је на дигиталном катастарском плану КО Ш. за детаљне тачке за које нису постојали нумерички подаци премера (на основу којих би се израчунале њихове координате и на тај начин утврдио њихов положај са сигурношћу) извршена дигитализација преломних тачака граничних линија на скенираном и геореференцираном катастарском плану на папиру; у овом предмету то је катастарски план – детаљни лист број 3, детаљне тачке бр. 48675d, 48677d, 46894u и 46895u дигиталног катастарског плана,
- да је до разлике у површини од 468m² за кат. парц. бр. 9/7 КО Ш. (у катастру земљишта је предметна парцела имала површину 5941m², а на дигиталном катастарском плану је њена површина 5473m²) дошло због тога што се приликом израде дигиталног катастарског плана за све преломне тачке кат. парц. бр. 9/7 нису могле израчунате координате преломних тачака граничних линија, већ су неке од преломних тачака кат. парц. бр. 9/7 дигитализоване са катастарског плана – детаљни лист број 3 КО Ш.

4. ИСПРАВКА ПОДАТАКА ДИГИТАЛНОГ КАТАСТАРСКОГ ПЛАНА

Недостатак при изради дигиталног катастарског плана за КО Ш. је утврђен тек увиђајем на лицу места и снимањем постојећих видљивих међа које је обављено GPS пријемником Trimble 5700. *Служба за КН* је уз помоћ запослених у *Сектору за геодетске радове* извршила снимање постојећих међа према затеченом стању на терену – као неспорних, иако оне нису на терену обележене видљивим трајним белегама, али су видљиве јер се ради о њивама које су заоране и засађене кукурузом и сојом, и то кат. парц. бр. 9/7, 9/6, 9/8, 9/1.

Заинтересоване странке су накнадно позване у *Службу за КН* где је одржана јавна расправа. Власник кат. парц. бр. 9/8 КО Ш. се није одазвао позиву, јер више не живи у насељу Ш., а његову адресу нико није знао. Геодетски стручњак из *Службе за КН* је објаснио странкама како је дошло до недостатка при изради дигитал-

ног катастарског плана, посебно наглашавајући да је до разлике у површинама катастарских парцела дошло због тога што приликом израде дигиталног катастарског плана *Служба за КН* није имала нумеричке податке премера – координате за све преломне тачке граничних линија предметних катастарских парцела, већ су неке преломне тачке дигитализоване са катастарског плана – детаљни лист број 3 КО Ш. Странкама се објаснило да исправка недостатка на дигиталном катастарском плану подразумева:

- да се сви они сагласе са исправком положаја преломних тачака граничних линија, облика и површине катастарских парцела на дигиталном катастарском плану КО Ш.,
- да се граничне линије на дигиталном катастарском плану КО Ш. картирају на основу координата преломних тачака постојећих граничних линија на терену, које су добијене снимањем које је обављено GPS пријемником Trimble 5700 и да се те линије сматрају као неспорне иако нису обележене видљивим трајним белегама,
- да ће се површине катастарских парцела утврдити приликом исправке дигиталног катастарског плана у програмском пакету *MapSoft 2000*, али је у записнику о јавној расправи приказана табела у којој су приказане разлике површина за предметне парцеле (Табела 1. без колоне – Површине после исправке),
- како власник кат. парц. бр. 9/8 не присуствује јавној расправи, гранична линија између кат. парц. бр. 9/8 и 9/7 се неће исправљати на дигиталном катастарском плану иако постоји значајно одступање података који су добијени мерењем са GPS пријемником и података дигиталног катастарског плана. (Власнику кат. парц. бр. 9/7 је скренута пажња да је односна гранична линија снимљена поларном методом снимања на скици премера бр. 5/60, да је картирана на дигиталном катастарском плану на основу нумеричких података – координата преломних тачака бр. 4, 7, 8, 10, 12 и 13 (Слика 3) и да се у овом тренутку може тумачити да је он приликом обраде земљишта преорао међу.)

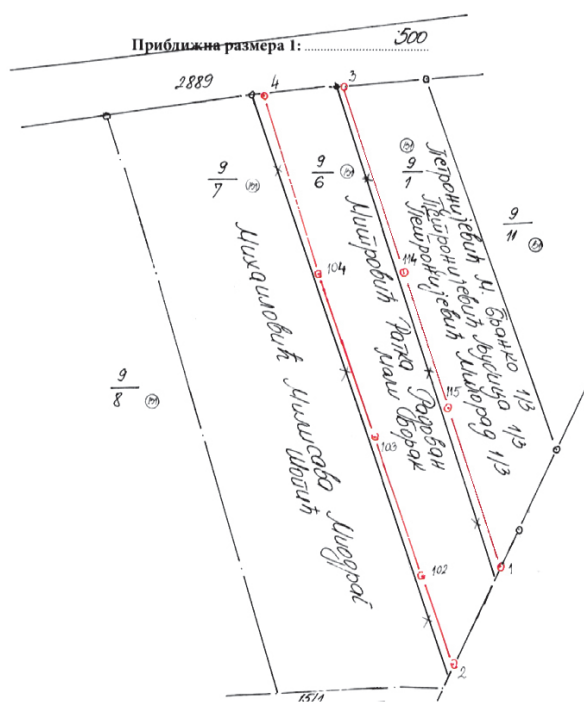
Табела 1: Предметне парцеле и површине

Број катастарске парцеле	Површине у катастру земљишта (m ²)	Површине у катастру непокретности (m ²)	Разлике површина ΔР (m ²)	Дозвољена одступања за ДКП ΔР (m ²)	Број листа непокретности	Површине добијене GPS мерењем	Површине после исправке (m ²)
9/1	2783	2909	126	94	345	2794	2793
9/6	3658	3562	96	104	1749	3364	3365
9/7	5941	5473	468	129	538	6075	5786
9/8	5953	5748	205	132	450	5338	

5. ЗАКЉУЧАК

Ако се узме да је графичка тачност приказа на катастарском плану на папиру $\sigma = \sigma_x = \sigma_y = 0,0002m \cdot R$, према [2], онда је за размер 1:2500 графичка тачност положаја детаљне тачке 0,5m. Упоредњујући координате за исте детаљне тачке добијене дигитализацијом на скенираном и геореференцираном плану – детаљни лист бр. 3 КО Ш. и мерење GPS пријемником Trimble 5700 добијемо да су удаљености између истих детаљних тачака: $48675d$ и $4 = 1,00m$; $48677d$ и $3 = 0,72m$; $46894u$ и $2 = 2,69m$ и $46895u$ и $1 = 1,52m$ (Слика 6). Из овог је видљиво да се положајна одступања између истих детаљних тачака дигитализованих на катастарском плану на папиру и снимљених GPS пријемником на терену значајно разликују од графичке тачности положаја детаљне тачке на катастарском плану у размери 1:2500 (0,5m).

Како је Законом о ванпарничном поступком прописано да заинтересоване странке могу између непокретности границу утврдити споразумно, од заинтересованих странака је захтевано да потпишу записник да су сагласне са снимљеним преломним тачкама неспорних граничних линија на терену. Да нису пристале да потпишу записник, заинтересоване странке би Служба за КН одбила са захтевом за исправку утврђеног недостатка и упутила их на ванпарнично уређење међе [6]. Исправка података у бази података катастра непокретности КО Ш. за кат. парц. бр. 9/1, 9/6 и 9/7 је извршена након што су све заинтересоване странке сагласиле да се предметне граничне линије исправе на основу података који су снимљени GPS пријемником Trimble 5700.



Слика 6: Скица премера бр. 14/2013

У супротном случају, да су странке захтевале омеђавање катастарских парцела 9/1, 9/6 и 9/7 КО Ш. и да је геодетска организација пријавила радове, требало је извршити припрему и проверу података из базе дигиталног катастарског плана КО Ш. који се издају и геодетску организацију у писменом облику упозорити да су подаци за предметне граничне линије добијени дигитализацијом при изради дигиталног катастарског плана КО Ш. Геодетска организација је тада у обавези да приликом увиђаја и премеравања заинтересоване странке упозори да подаци на основу којих ће се извршити омеђавање нису нумерички, већ графички [11]. Ако се странке после тога сагласе да се изврши омеђавање и потпишу записник, геодетска организација тек тада може да изврши омеђавање на основу података који су на дигиталном катастарском плану одређене дигитализацијом, односно који на катастарском плану на папиру нису картирани на основу нумеричких података у одржавању премера [3].

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Живковић, И., Топографски планови, Научна књига, Београд, 1983.
- [2] Миладиновић, М., Геодетски планови, Грађевински факултет, Београд, 2005.
- [3] Маџарац, Љ., Уређивање међа у управном и судском поступку, Геодетски лист, 1991, 7-9, 279-289.
- [4] Шимичић, К., Испитивање тачности израде катастарских планова и рачунања површина класичним методама, 40 година Геодетског факултета, Загреб, 2002, 293-300.
- [5] Закон о државном премеру и катастру, Службени гласник РС, бр. 72/2009.
- [6] Закон о ванпарничном поступку, Службени гласник СРС, бр. 25/82, 48/88, Службени гласник РС, бр. 85/12.
- [7] Уредба о дигиталном геодетском плану, Службени гласник РС, бр. 15/03, 18/03 и 85/08.
- [8] Правилник о плановима и картама, Службени гласник РС, бр. 27/2000.
- [9] Упутство за организацију података у процесу формирања дигиталног катастарског плана у окружењу програмског пакета Mapsoft 2000, 01 број 95-81/2006, Директор РГЗ, Београд, 2006.
- [10] Правилник о катастарском премеравању, II део и III део, Министарство финансија, Београд, 1930.
- [11] Правилник о одржавању катастра у општинама у којима је катастра израђен на основу премера, VII део II одељак, Министарство финансија, Београд, 1930.

ТРЖИШТЕ НЕПОКРЕТНОСТИ У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ НА ПУТУ КА ТРАНСПАРЕНТНОСТИ

М.Сс Марија Рашковић, дипл.геод.инж.¹

Стручни рад
УДК: [322.6 + 339] : [347.235 + 001.815](479.11)

РЕЗИМЕ

Економија заснована на тржишту подразумева да се основна економска питања решавају у интеракцији међу учесницима на тржишту, уз адекватну подршку државне управе. У оваквим економијама цене производа и услуга се формирају у односу на силе понуде и потражње. За земље у транзицији обезбеђивање транспарентности тржишта је један од основних услова за несметан развој тржишта непокретности, и функционисање у складу са тржишним принципима.

У Републици Србији органи јавне власти који су у додиру са тржиштем непокретности не бележе комплетне податке са тржишта, нити постоји обавеза јавног објављивања података са тржишта. За потребе спровођења масовне процене вредности непокретности је изграђен систем Регистра промета који бележи основне податке о промету, основне податке о прометованој непокретности и додатне податке о прометованим непокретностима потребне за процену. Овај систем кроз пуну имплементацију може да обухвати и јавни приступ, и задовољи различите потребе од којих је водећа остварење транспарентности тржишта непокретности.

Кључне речи: тржишна економија, тржиште непокретности, регистар промета непокретности.

REAL ESTATE MARKET IN THE REPUBLIC OF SERBIA TOWARDS TRANSPARENCY

М.Сс Marija Rašković, grad.geod.eng.

ABSTRACT

Market based economy implies that the basic economic questions are answered through the interaction among participants in the market, with adequate support from the public authorities. In such economies prices are determined by forces of supply and demand. For the countries in transition securing market transparency is one of the fundamental conditions for the smooth development of the real estate market, and its functioning in line with market principles.

In the Republic of Serbia, the public authorities in contact with the real estate market are not recording complete market data, and there is no obligation to provide public access to market data. For the purposes of conducting real estate mass valuation is developed the Sales Prices Register system that is recording basic conveyance data, basic data on real estate in conveyance, and additional data on real estate in conveyance needed for valuation. This system through complete implementation could include public access, and meet different needs of which the leading is achieving the real estate market transparency.

Key words: market economy, real estate market, sales prices register.

1. УВОД

Економија се бави тиме како појединци, фирме, држава и друге организације у друштву доносе одлуке и како те одлуке одређују начин на који се употребљавају друштвени ресурси. У планској економији држава даје одговоре на кључна економска питања: шта се производи и у којој количини, на који начин се добра производе, и за кога се добра производе. У тржишној економији државна управа поставља свеобухватни законски оквир, док произвођачи сами одлучују шта ће, у којој мери, и на који начин производити, одлучују о платама запослених и свим осталим питањима у интеракцији са актерима на тржишту. Најзаступље-

нији облик економије у савременом развијеном и демократском свету јесте мешовита економија, у којој и приватни и јавни сектор играју важне улоге. Тако да произвођачи у оквиру одређених граница које поставља јавни сектор производе оно што желе, користе производне методе које им одговарају, и пласирају их корисницима у складу са њиховим приходима. Утицај јавног сектора у различитим државама може бити различитог обима, тако да неке државе више теже отвореном тржишту а неке имају снажан утицај јавног сектора (нпр. Скандинавске земље) [1].

Цене се у економијама заснованим на тржишту формирају на основу тржишних сила: понуде и потражње. Ове силе одражавају количину производа

¹ Републички геодетски завод, Сектор за стручни и управни надзор, Булевар војводе Мишића 39, Београд,
e-mail: mraskovic@rgz.gov.rs

коју ће појединци или фирме желети да продају, односно купе по одређеној цени. Цена је нераздвојиво везана за временски тренутак у коме се одиграла на тржишту, и карактерише је променљивост у времену. Термини цена, вредност и трошак објашњавају различите аспекте везане за производе. Цена јесте (остварена) количина новца размењена на тржишту за одређен производ. Вредност има различите аспекте, а најкоришћенија је тржишна вредност код које је у питању процена или предвиђање цене која би се остварила на отвореном тржишту. Трошак је количина новца потребна да би се направио неки производ (односно обезбедила услуга). Прорачуни вредности и трошкова се врше коришћењем параметара са тржишта и, као и цена, везани су за тренутак у времену.

Тржишта непокретности се доста разликују од осталих тржишта, и због услова који на њима владају никада нису сматрана за потпуно ефикасна тржишта. Неки од услова су: генерално непостојање униформности (две непокретности никада нису идентичне), обично постоји само неколико купаца и продаваца који су у исто време заинтересовани за неку врсту непокретности на једној локацији, постоји пуно различите регулативе и утицаја приватног сектора који ограничавају тржиште, активност тржишта има велики утицај на силе понуде и потражње и други. На тржиштима непокретности се одиграва размена права на непокретностима за новац или неко друго добро. Тржишта су подељена на категорије у зависности од типа непокретности и њихове привлачности учесницима тржишта. Затим су те категорије подељене на подржишта која одговарају приоритетима купаца и продаваца [2].

У овом раду пажња ће првенствено бити посвећена остваривању основних циљева тржишне економије у Републици Србији у сфери тржишта непокретности. И то развојем тржишта непокретности кроз изградњу и пуну имплементацију Регистра промета, који ће обезбедити транспарентност тржишта и услове за слободно формирање цена под утицајем понуде и потражње.

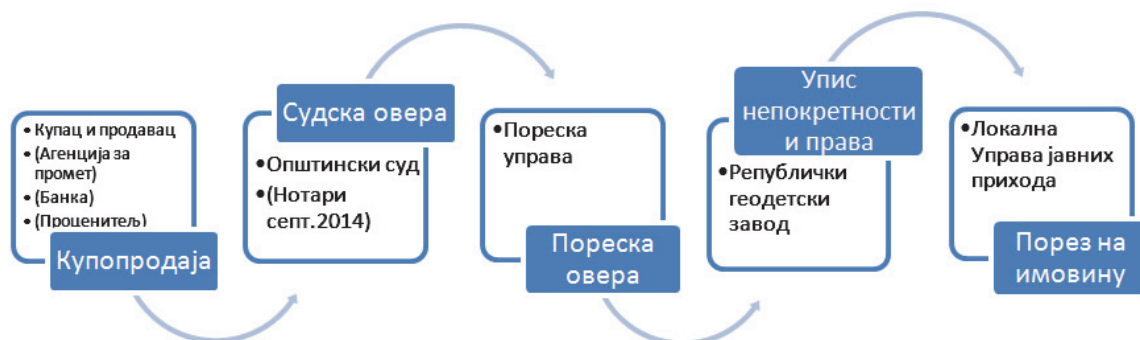
2. СТАЊЕ НА ТРЖИШТУ НЕПОКРЕТНОСТИ И ПРЕДУЗЕТЕ МЕРЕ

Република Србија је земља у транзицији, што значи да се одлучила на прелазак са планске на тржишну, односно мешовиту економију. Оно што је основна карактеристика тржишта непокретности у земљама у транзицији јесте да је оно у развоју. Тржиште у развоју има више проблема: није транспарентно па не постоје тржишне информације, турбулентно је – и незнатне промене на њему изазивају нагле скокове и падове, могући су различити непримерени утицаји па цене могу значајно да варирају и други. Тржиште непокретности је због своје природне ограничене ефикасности осетљивије на негативне утицаје.

Неки од услова да би тржишта непокретности била стабилна, отворена и конкурентна у највећој могућој мери су добро дефинисана права на непокретностима и добро развијен систем за управљање непокретностима, као и доступне, поуздане и потпуне информације са тржишта. Услови који су директно везани за тржиште су слободно прикључивање и напуштање тржишта, добровољно учешће и постојање што већег броја купаца и продаваца у исто време.

У Републици Србији је 2012. године завршен процес успостављања Катастра непокретности као јединственог регистра о непокретностима и правима на њима што ствара повољнију климу за развој тржишта непокретности. Након успостављања катастра непокретности треба обезбедити комплетну покривеност територије дигиталним катастарским плановима, као и усмерити развој регистра на начин да се подаци што више приближавају *de facto* стању.

Систем администрације непокретности је још увек расцепкан у различитим управним и другим органима. Због тога је интеграција података везаних за тржиште непокретности из постојећих регистра веома тежак посао са ниским резултатима. До самог краја 2012. године информације са тржишта непокретности нису организовано и систематично бележене ни у једном (нацио-



Слика 1. Ток информација о купопродаји

налном) регистру, а ни сада нису јавно доступне тако да је основна карактеристика тржишта непокретности у Републици Србији нетранспарентност. Ток информација са тржишта непокретности кроз различите органе је приказан на слици 1.

Могуће је доћи до одређених посредних података са тржишта из база Пореске управе из поступка утврђивања пореске основице за пренос апсолутних права на непокретностима. Како у наведеном пореском поступку није основни задатак прикупљање података са тржишта, и још више како базе Пореске управе нису повезане са базом катастра непокретности ни адресног регистра квалитет података о тржишним цена и прометованим непокретностима у њима није на потребном нивоу. Идентификација и локација великог процента прометованих непокретности је или тешка или немогућа. И поред тога, ова база је једини начин да се дође до било каквих података са тржишта непокретности за целу територију Републике Србије али није јавна.

Неки подаци са тржишта постоје и у посебној евиденцији о уговорима о промету непокретности који су поднети ради оверавања потписа уговарача. Ова евиденција се води у Основним судовима од јануара 2010. године према допунама закона о промету непокретности [8]. И ови подаци, као и они у Пореској управи, нису повезани са базом катастра непокретности или адресним регистром. Овој евиденцији, која бележи неке од података са тржишта, претежно везане за прометоване непокретности, недостаје најважнији податак – остварена цена [9]. Основна сврха евиденције је спречавање вишеструког промета исте непокретности од стране истог продавца.

У Републичком геодетском заводу у базама Катастра непокретности се бележе промене права на непокретностима али не и остварене тржишне цене. Остварене цене на тржишту непокретности се не бележе ни међу подацима Управа јавних прихода при јединицама локалних самоуправа надлежним за утврђивање, наплату и контролу изворних прихода јединице локалне самоуправе.

Размена података о непокретностима међу деловима система који се баве администрацијом непокретности функционише у мањем обиму и застарелим методама. Дакле, ако постоји размена она се као и за друге податке, па и геоподатке већим делом обавља директно на дигиталном медију или папиру [5].

За стамбено тржиште постоје јавно доступни подаци о кретању тржишта које неколико година уназад обезбеђује Национална корпорација за осигурање стамбених кредита (<http://www.nkosk.rs/>). Ради се о индексу цена стамбених непокретности ове корпорације (DOMex) као и о броју прометованих стамбених непокретности и просечним ценама по регионима, областима и општинама у Републици Србији. То су параметри једног дела стамбеног тржишта, и то оног који се односи на промет

осигуран кредитним аранжманима. Из наведеног извора информације о појединачним прометима нису доступне.

Проблем који се јавља на тржиштима непокретности у развоју и постоји и у Републици Србији је везан за документовање некоректних цена. Цене забележене у уговорима о промету непокретности не морају бити једнаке оствареним ценама на тржишту непокретности. То је првенствено последица нетранспарентности тржишта непокретности али и непостојања масовног тржишта стамбених кредита, постојања неколико различитих такси у купопродајном процесу које га поскупљују, и непостојања адекватних фискалних мера. Иако постоји порез на капиталне добитке остварене преносом стварних права на непокретностима од 15% [7] у комбинацији са нетранспарентним и недовољно активним тржиштем непокретности, као и сложеним административним процесом ова мера не даје праве резултате.

Да би се решио један од водећих проблема тржишта – нетранспарентност, потребно је да подаци са тржишта непокретности почну да се прикупљају у једном регистру са националним и потпуним обухватом, који ће бити и јавно доступан.

За потребе обављања масовне процене вредности непокретности од стране Републичког геодетског завода развијен је ИТ/ИМ систем назван „Регистар промета“ у коме се води Евиденција тржишних цена непокретности [4]. У координацији са Министарством правде и Општинским судовима је обезбеђено директно достављање уговора о промету непокретности од стране судова Републичком геодетском заводу за обављање евидентирања цена и других података о оствареним прометима на тржишту непокретности. На тај начин се скратио пут од тржишта непокретности до Евиденције тржишних цена. Према одређеним испитивањима спроведеним у Републичком геодетском заводу 2011. године утврђено је да готово без изузетка уговори на судску оверу стижу одмах након склапања, док се 68% уговора који током једне године стигну у Пореску управу ради пријаве пореза на промет односи на ту предметну годину а остали се односе на претходне године, а 31% уговора којима се врши пренос права на непокретностима у Катастру непокретности током једне године се односи на предметну годину док су остали из претходних година² [4].

Данас је сврха Регистра промета обезбеђење података са тржишта за потребе спровођења масовне процене вредности непокретности, и законом није дефинисана јавност података регистра [6]. Овај регистар има већи значај јер може да реши питање транспарентности података са тржишта, и обезбеди доступност различитим корисницима који своје пословање везују за

² Статистика Пореских података је рађена на подацима из периода 2007-2011. год. за целу РС, статистика из Катастра непокретности је рађена на подацима Службе за катастар непокретности Нови Београд за 2011. год.

тржиште непокретности. Јавни увид у податке овог регистра би покренуо решавање проблема који се срећу на тржишту непокретности.

3. РЕГИСТАР ПРОМЕТА НЕПОКРЕТНОСТИ

Пре 20 година је Професор Марко Гостовић писао да је „израда регистра трансакција непокретности“ један од првих потребних корака за хватање корака са развојем геодетске струке у свету [3]. Ипак, прве идеје у Републичком геодетском заводу о реализацији регистра који ће бележити податке са тржишта, од којих су основни подаци цена и датум одигравања купопродаје, су из 2007. године. У то време је био у току пројекат у циљу изградње капацитета за запослене у пољу процене вредности непокретности, који је био финансиран из II фазе донаторских средстава Краљевине Шведске (преко Sida³-e). На том пројекту едукације су спроводили стручњаци Lantmäteriet⁴-а, а кроз пилот пројекте радни тим се сусрео са свим проблемима и потребама процене непокретности у Републици Србији.

Законом о државном премуру и катастру је 2009. године дефинисано да ће за потребе масовне процене непокретности бити изграђена евиденција тржишних цена непокретности. Кроз III фазу шведске донације за Републички геодетски завод развијен је ИТ/ИМ систем „Регистар промета“ који подржава ову евиденцију. Развијан је уз надзор шведских и словеначких експерата у овој области, а по његовој изградњи они су оценили да је изграђен у складу са стандардима и интернационалном праксом [4]. И у Шведској и у Словенији су, као и у другим развијеним земљама, подаци регистра цена јавно доступни и у вишеструкој употреби (банке, агенције за промет непокретности, проценитељи, приватне компаније, органи јавне управе, новинске куће, грађани). Изграђени систем у Републици Србији је ушао у званичну употребу крајем новембра 2012. године.

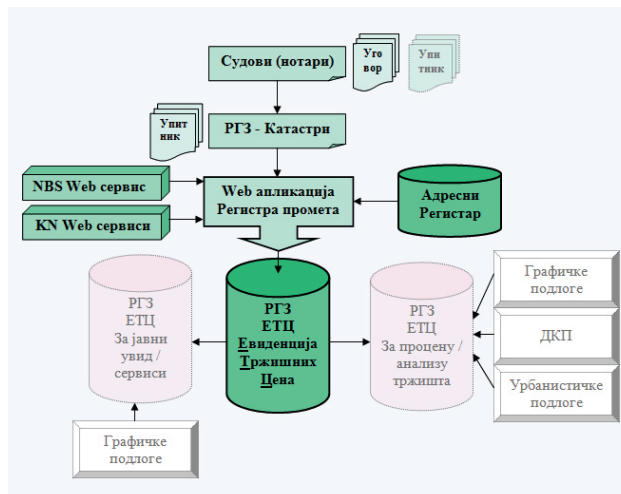
ИТ/ИМ решење се састоји од релационе базе података на Microsoft SQL Server-у и web апликације, и у спољној је вези са два web сервиса и једном базом података. У питању је савремено решење, које избегава дуплирање података кроз остварење везе са постојећим системима. Систем Регистра промета прикупља следеће податке са тржишта непокретности:

1. Основне купопродајне податке (врста промета, цена, датум купопродаје, купац, продавац, орган овере);
2. Основне податке о прометованим непокретностима (идентификација непокретности, адреса, површина);

³ Swedish International Development Cooperation Agency – Шведска интернационална агенција за развојну сарадњу

⁴ Swedish state administration for cartography, cadastre and land registration – Шведска државна управа за израду планова, катастар и упис земљишта

3. Додатне податке о прометованим непокретностима (карактеристике у тренутку промета потребне у поступку процене према врсти непокретности).



Слика 2. Шематски приказ система Регистра промета

Основни извор података јесте уговор о промету непокретности, а додатни извори су интерне централне базе Републичког геодетског завода: катастар непокретности и адресни регистар, као и упитник који попуњавају странке. Постоји веза Регистра промета са web сервисом Народне банке Србије којом се обезбеђује податак о вредности курса динара према европској валути на дан промета. Шематски приказ система са оствареним и планираним деловима се налази на слици 2 [4].

Да би се успоставила организација система рад је координиран са Министарством правде, Министарством финансија и Пореском управом током 2011. и 2012. године. Имплементација система није спроведена у потпуности. Регистрација функционише на централном нивоу у Републичком геодетском заводу али упитници за странке у поступку нису имплементирани у праксу.

Циљ је пуна имплементација система која подразумева регистрацију промета непокретности на локалном нивоу кроз пуни обим информација које систем подразумева. Постоји неколико могућих решења пуне имплементације система Регистра промета али решење неће бити прејудуцирано у овом раду. Да би се остварило најоптималније решење сви кључни играчи тока информација са тржишта непокретности (слика 1.) морају учествовати у његовом проналажењу и имплементацији. Такође, додатне анализе тренутног тока информација се морају спровести јер су извршене промене законске регулативе која га дефинише. Упис права на непокретностима није више условљен пријавом пореза на пренос апсолутних права [10]. Донет је и закон о јавном бележништву и очекује се да ће судску оверу преузети јавни бележници (нотари) од септембра 2014. године.

Јавна доступност података Регистра промета треба бити један од приоритета након пуне имплементације ако се узме у обзир позитиван утицај на тржиште непокретности. Могуће је обезбедити самосталан систем објаве али је и сасвим прихватљиво употребити постојеће решење Републичког геодетског завода геопортал ГеоСРБИЈА (www.geosrbija.rs) за публикување података са тржишта. При јавном увиду треба узети у обзир Закон о заштити података о личности. Истовремено, обезбеђивање приступа овим подацима за професионалне потребе би додатно унело стабилност на тржиште.

4. ЗАКЉУЧАК

Јавно доступни и свеобухватни регистар који обезбеђује податке са тржишта је неопходан у Републици Србији да би се тржиште непокретности развијало тако да омогућава да тржишне силе утичу на формирање цена. Олакшало би се пословање свих који су директно или индиректно везани за послове са непокретностима, директне стране инвестиције не би заобилазиле сектор непокретности и створили би се услови који гарантују сигурност учесницима на тржишту. Системско решење за овакав регистар мора бити само део реструктуирања и унапређења административног система за управљање непокретностима. Читав систем мора тежити комуникацији свих учесника и њихових база података, прикупљању података на једном месту, једноставности, ажурности и употребљивости за више различитих сврха.

Изграђени систем Регистра промета има капацитет да покрива свеобухватно прикупљање, чување и дистрибуцију података са тржишта непокретности за различите сврхе, учеснике тржишта и друге заинтересоване. Добра је основа за израчунавање основних параметара тржишта и праћење кретања на њему. Након пуне имплементације система који гарантује податке са тржишта треба ићи даље и обезбедити пуни економски живот сваке непокретности а не само оних прометованих. Систем Регистра промета је уједно и први подсистем система масовне процене вредности непокретности, тако да је следећи корак развој и имплементација остатка система масовне процене вредности непокретности у Републици Србији.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Stiglitz, J., Driffill, J.: "Economics". New York, London: W.W. Norton and Company. 2000.
- [2] "The Appraisal of Real Estate.-12th ed." Chicago, Illinois: Appraisal Institute. 2001.
- [3] Гостовић, М.: „Вредновање некретнина изазов за геодете“. Геодетска служба бр.65. 1993.
- [4] О. Васовић, З. Госпавић, З. Ђировић, INSTITUTIONAL FRAMEWORK FOR DEVELOPMENT OF REAL ESTATE MARKET IN REPUBLIC OF SERBIA, FIG – Working week Knowing to manage the territory, protect the environment, evaluate the cultural heritage, Rim, Italia 2012,- ISBN 97887-90907-98-3
- [5] Одељење масовне процене. Изградња капацитета у Републичком геодетском заводу, Фаза III, Подпројекат "Развој концепта масовне процене", Извештај. Републички геодетски завод. 2012.
- [6] НИГП: Детаљан приказ и анализа резултата упитника о стању у геосектору (Нацрт – Верзија 0.4), Републички геодетски завод. 2013.
- [7] Закон о државном премеру и катастру. Службени гласник РС бр. 72/09 и 18/10.
- [8] Закон о порезу на доходак грађана. Службени гласник РС бр. 24/2001, 80/2002, 80/2002 - др. закон, 135/2004, 62/2006, 65/2006 - испр., 31/2009, 44/2009, 18/2010, 50/2011, 91/2011 - одлука УС, 7/2012 - усклађени дин. изн., 93/2012, 114/2012 - одлука УС, 8/2013 - усклађени дин. изн., 47/2013 и 48/2013 - испр.
- [9] Закон о промету непокретности. Службени гласник РС бр. 42/98 и 111/2009.
- [10] Правилник о вођењу посебних евиденција о уговорима о промету непокретности. Службени гласник РС бр. 4/10.
- [11] Закон о порезима на имовину. Службени гласник РС бр. 26/2001, "Сл. лист СРЈ", бр. 42/2002 - одлука СУС и "Сл. гласник РС", бр. 80/2002, 80/2002 - др. закон, 135/2004, 61/2007, 5/2009, 101/2010, 24/2011, 78/2011, 57/2012 - одлука УС и 47/2013.

КОНТРОЛА ПРЕСЕКА И ПРЕКЛАПАЊА ГРАНИЧНИХ ЛИНИЈА ПАРЦЕЛА ДИГИТАЛНОГ КАТАСТАРСКОГ ПЛАНА

Горан Троскот, дипл.геод.инж.¹

Стручни рад
УДК: 004.925.2.021 : [514.112.4 : 528.4]

РЕЗИМЕ

У овом раду дата су нека од могућих решења за одређивање пресека и преклапања линија, и њихов утицај на одређеност полигона и његове површине; објашњен је принцип максималног преломног угла и појам једнозначне одређености полигона; на примерима из праксе презентирају се значај ових поступака у процесу израде ДКП-а.

Кључне речи: израда дигиталног катастарског плана, рачунање површина из координата, контрола површина парцела, контрола пресека линија и полигона, MapSoft.

THE CONTROL SECTION AND OVERLAPPING BOUNDARY LINES PARCELS OF THE DIGITAL CADASTRAL PLAN

Goran Troskot, grad.geod.eng.

ABSTRACT

This paper gives some of the possible solutions to determinate the intersection and overlapping lines and their import on the determination of the polygon and its area; explains principle of the maximum angle tipping phenomenon and the term of unambiguous determination of the polygon; presents on the practical examples, the importance of these processes in the proses of making digital cadastral plan.

Key words: development of digital cadastral plan, calculation of areas of co-ordinates, control surface plots, the control section lines and polygons, MapSoft.

1. УВОД

Седамдесетих година прошлог века, пре технолошке револуције у електроници и информатици, аутоматизација израде аналогних планова је, због скромних капацитета тадашњих рачунара, представљала прави подвиг. Програмски језици који су онда били у употреби у "ГЕОПРЕМЕРУ" су RPG, COBOL и FORTRAN 4. Већина програма коришћених у сврху израде аналогних планова, била је написана у RPG-у.

Да би се израдио аналогни план, било је потребно поштовати одређену процедуру, а оне се састојала из следећих поступака:

- одређивање бројева тачака;
- уношења бројева тачака контуре сваке парцеле у смеру кретања казаљке на сату;
- уношење и верификација координата детаљних тачака;
- експлоатација низа програма, пре израде аналогног плана.

Основна контрола ових поступака је била да се свака линија у парцелама јавља два пута и то у различитом смеру. Контура границе целог подручја за које је извршен премер, није изузетак од овог правила, јер се контура експлоатацијом одређеног програма уводи у смеру

супротном од казаљке на сату. Ова контрола је изискивала и највише времена јер се морала циклично понављати (исправљањем контуре), све док овај услов не би био задовољен. Постојале су и напомене о погрешном смеру увођења контуре, програм испитивања дуплих тачака у контури, и.т.д. Али ипак, и након свих ових контрола, било је потребно прегледати и пробни аналогни план, јер овим контролама нису могле бити уочене све грешке. Као финални резултат свих ових контрола, настаје и фајл облика KOMPLT који има следећи изглед:

Табела 1: Изглед фајла KOMPLT

```
10820031910000018082902475124856649450053899999000
10820031910000028082903875125280449450373499999000
10820031910000038082004275125365749450287603192000
10820031910000048082002675124964249449941718045000
10820031910000050082902475124856649450053800000000
30740999990010880074001875124615549445964100000000
30740999990010890082006975124051949446207800000000
12345678901234567890123456789012345678901234567890
```

Затамњено су означене променљиве за које ће бити појашњено шта значе, а у задњем реду укуцане су цифре 5 пута од 1 до 9, затим 0 ради лакшег сагледавања позиције променљивих у овом фајлу:

¹ Републички геодетски завод, Сектор за катастар непокретности, Булевар војводе Мишића 39, Београд,
e-mail:goran.troskot@rgz.gov.rs

променљива 1 (1-1)	врста слога (1 за парцеле, 3 за границу премера)
променљива 2 (6-10)	број парцеле (за границу премера то је обично 99999)
променљива 3 (11-12)	подброј парцеле
променљива 4 (13-16)	редни број тачке у контури парцеле
променљива 5 (18-24)	број тачке
променљива 6 (25-33)	Y координата
променљива 7 (34-42)	X координата

Све променљиве у овом фајлу су нумеричке. Две узастопне тачке у два реда овог фајла, а у истој парцели представљају линију. За парцелу 3191 линије су одређене тачкама: 829024-829038, 829038-820042, 820042-820026 и 820026-829024. У случају да у некој парцели постоји "парцела-острво", она је линијом спојена са парцелом унутар које се налази, а њена контура уведена је у смеру супротном од казаљке на сату. Овако уведена контура омогућава да се површина парцеле срачуна из координата, без одузимања површине "парцеле-острва", односно по формули:

$$2P = \sum_{i=1}^n y_i(x_{i-1} + x_{i+1}) \quad (1)$$

Фајлови овог типа, са фиксном дужином слога и одређеним форматом променљивих, коришћени су као основа за штампање 25-ог обрасца, дужине фронтова из координата, списка површина парцела, и за припрему plt фајла за цртање плана.

Како постоји велика количина оваквих фајлова на магнетним тракама, насталих најчешће при обнови премера фотограметријском методом градских подручја, отворена је могућност да се ови подаци искористе за израду ДКП-а. Из фајла облика КОМПЛТ, лако је израдити фајлове за тачке, линије и површине одређеног текстуалног формата, потребних за конверзију у базу MapСофт 2000. Од стране аутора овог текста развијени су рачунарски програми који испитују једнозначну одређеност полигона и пресеке линија, тј. испитивања која се нису радила код старијих програма у процесу израде аналогних катастарских планова.

2. ФОРМИРАЊЕ КОНТУРЕ ПОЛИГОНА ПРИМЕНОМ МАКСИМАЛНОГ ПРЕЛОМНОГ УГЛА

У претходном поглављу објашњено је да се контура полигона уводила ручно, тј. мануално су се уносили бројеви тачака за сваку парцелу (затворени полигон)

посебно. Поступак исправљања овако уведених контура понављао се циклично, све док не би био задовољен услов да се сви фронтови на подручју обухваћеног премером јављају 2 пута. Затим се број тачке у контури повезивао са фајлом у коме тај исти број тачке има записане положајне (Y,X) координате, из кога и настаје фајл типа КОМПЛТ. Међутим, да су постојали фронтови као посебан фајл, уписани у оба смера и да је за сваку парцелу био уписан њен број и почетна линија, односно прве две тачке, онда се до контуре парцеле могло доћи и применом принципа максималног преломног угла. У наредном пасусу објашњено је у кратким цртама, формирање само једног полигона, тј. једне затворене контуре. Исти принцип је коришћен за све полигоне парцела.

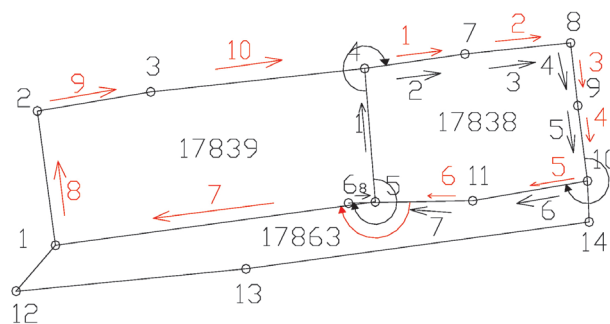
Почевши од прве две унете тачке из низа тачака које чине контуру парцеле, срачуна се дирекциони угао са друге на прву тачку. Са друге тачке, срачунају се сви дирекциони углови према тачкама који су линијама спојени са њом. Ако почетни дирекциони угао означимо са U , а дирекционе углове на остале тачке са η , преломне углове β добићемо по формули (2), односно формули (3);

$$\beta(i) = \eta(i) - U \quad (2)$$

$$\beta(i) = \eta(i) - U + 2\pi \quad (3)$$

Налажењем максималног члана низа овако срачунаних преломних углова добија се и наредна тачку у полигону. Затим се срачуна дирекциони угао са треће на другу тачку и сада он постаје променљива U . Овакав поступак се понавља, све док се не вратимо на почетну тачку, тј. док се не затвори полигон.

Међутим, у току креирања површина, нарочито ако су тачке близу једна другој, могу настати тешкоће уколико линије нису добро спојене, па затварање полигона не буде једнозначно одређено, тј. зависиће од тога које смо две тачке изабрали за почетне. (слика 1)



Слика 1. Пример вишезначног затварања полигона

На слици 1 линије нису добро спојене: нису спојене тачке 1 и 6, већ 1 и 5, и нису спојене тачке 5 и 11, већ 6 и 11. Уколико желимо да креирамо површину парцеле 17838 решење неће бити једнозначно и зависиће од тога које смо прве две тачке изабрали за почетне: Ако се као прве две тачке узму тачке 5 па 4 (полигон ће бити саста-

вљен од тачака: 5, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 6 и (5). Ако изабере-мо неке друге две тачке тачке (нпр. 4-7), када се руко-водећи принципом максималног преломног угла дође до тачке 11, она ће се спојити са тачком 6, вратиће се на тачку 5 затим ће се спојити са тачком 1 (јер линија 1-6 не постоји), тако да ће бити формиран полигон који ће садржати и парцелу 17839.

У наведеном примеру, грешка код формирања ли-нија, (а која за последицу има некоректно креиран по-лигон) била би најтеже уочива ако би за креирање поли-гона као почетни били изабрани следећи парови тачака:

- За парцелу 17839 тачке (5-1)
- За парцелу 17838 тачке (5-4)
- За парцелу 17863 (5-6)

Због оваквих примера, чак и када се збир површи-на парцела слаже са укупном површином подручја пре-мера, раде се контроле преклапања површина парцела.

Закључак: Уколико су линије добро спојене, поли-гон мора бити једнозначно одређен; мора се састоја-ти од идентичних тачака из које год тачке полигона креирамо површину, поштујући смер казаљке на сату. Постоје ретки изузеци од овог правила а они ће бити објашњени у наредном поглављу.

3. ПРОГРАМ ЗА ИСПИТИВАЊЕ ЈЕДНОЗНАЧНЕ ОДРЕЂЕНОСТИ ПОЛИГОНА

Као улазни податак за израду програма за испитивање једнозначне одређености полигона, аутор је користио фајл типа KOMPLT.

Како је проверена једнозначна одређеност полигона? Као улазни податак задржан је редослед тачака у поли-гону онакав какав је и записан у фајлу. За проверу сваке парцеле (полигона) почетни пар тачака помера се за јед-но место у смеру казаљке на сату, а остале тачке у поли-гону се одређују применом максималног преломног угла. Овакав поступак се понавља све док се не добије дру-гачије решење полигона а највише онолико пута коли-ко има тачака у полигону. Међутим, приликом оваквог испитивања, поред провере идентичности тачака, рачу-на се и површина при свакој промени почетног пара та-чака. Негативна површина и мањи број тачака у односу на почетни, указују на две могућности:

- почетна тачка из пара је спојена линијом са "пар-целом-острвом";
- почетна тачка је додирна тачка парцеле која се испитује и парцеле која се налази унутар парцеле која се испитује а са њом има једну заједнич-ку тачку;

Зато у овом смислу, испитивање једнозначне одређе-ности полигона, а и креирање полигона не сме започети оваквим тачкама, да би се уопште могао приме-нити принцип максималног преломног угла и добила тачна површина. Ови случајеви се региструју у посеб-

ном фајлу (табела 2), ради евентуалног другачијег реша-вања "парцела-острва", након учитавања у базу MapСо-фта. Даље испитивање се не наставља померањем пара тачака за једно место (у смеру казаљке на сату), већ по-мерањем тачака за онолико места, колико има тачака у овако оформљеној контури са негативном површином.

Табела 2: пример излазног фајла за откривање острва

U PARCEL 4295	POSTOJI OSTRVO SPOJENO TACKAMA 680422 1	680443
U PARCEL 18045	POSTOJI OSTRVO SPOJENO TACKAMA 679105 1	679108
U PARCEL 18045	POSTOJI OSTRVO SPOJENO TACKAMA 679061 1	670282
U PARCEL 18045	POSTOJI OSTRVO SPOJENO TACKAMA 679033 1	670276
U PARCEL 18052	POSTOJI OSTRVO SPOJENO TACKAMA 600035 1	600025
U PARCEL 18053	POSTOJI OSTRVO SPOJENO TACKAMA 589016 1	589017
U PARCEL 18056	POSTOJI OSTRVO SPOJENO TACKAMA 520042 1	520043
U PARCEL 18056	POSTOJI OSTRVO SPOJENO TACKAMA 520003 1	520004
U PARCEL 18079	POSTOJI OSTRVO SPOJENO TACKAMA 150037 1	150048
U PARCEL 18081	POSTOJI OSTRVO SPOJENO TACKAMA 310380 1	310366
U PARCEL 18081	POSTOJI OSTRVO SPOJENO TACKAMA 150720 1	150722

Ако све комбинације пара почетних тачака (изузи-мајући пример острва) при креирању полигона и ње-гове површине дају идентично решење, полигон је ко-ректно одређен. Уколико то није случај треба излистати контуру тог полигона (парцеле) уз напомену „одбаче-на површина“.

Овај програм је урађен у програмском језику Fortran 90. Излазни фајл дат је у табели 3:

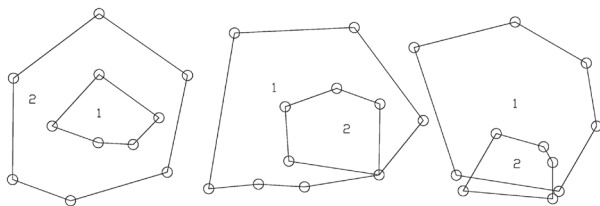
Табела 3: Пример излазног фајла програма за испитивање једнозначне одређености полигона

5734
12857
5326
5362
5363
5738
7413
7416
7511
11519
12858
12862
17838
17839
17863

4. ПРОГРАМ ЗА ИСПИТИВАЊЕ ПРЕСЕКА ДВЕ ЛИНИЈЕ

Ако постоји преклапање полигона који дефинишу повр-шине парцела, претпоставља се да морају постојати ли-није које се секу или преклапају. На сликама 2.1, 2.2 и 2.3 представљени су неки од могућих преклапања полигона:

- Један полигон се целом својом површином нала-зи у другом полигону и са њом нема додирних та-чака (случај острва, слика 2.1);
- Један полигон се целом својом површином нала-зи у другом полигону и са њим има једну додирну тачку; (слика 2.2)
- Полигони се преклапају јер се секу линије које об-разују те полигоне. (слика 2.3)



Слике 2.1, 2.2 и 2.3 Неки од примера преклапања полигона

Размотриће се само трећи случај јер су прва два случаја дозвољена.

Ако постоји преклапање површина, морају постојати и бар 2 линије које се секу, а да би овај услов био испуњен, растојање од пресечне тачке дужи до сваког краја дужи мора бити краће од саме задате дужи, тј. ако обележимо тачке као на сликама 3.1, 3.2 и 3.3 дужине ће бити рачунате по формулама (4), (5), (6), (7), (8) и (9).

$$d_1 = \sqrt{(y_1 - y_2)^2 + (x_1 - x_2)^2} \tag{4}$$

$$d_2 = \sqrt{(y_3 - y_4)^2 + (x_3 - x_4)^2} \tag{5}$$

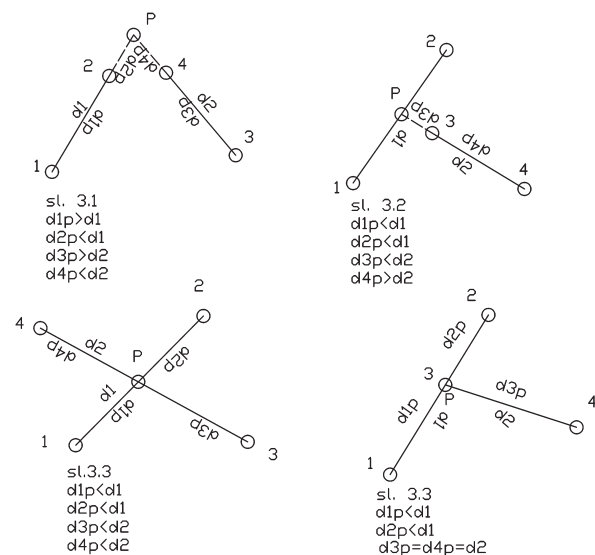
$$d_{1p} = \sqrt{(y_1 - y_p)^2 + (x_1 - x_p)^2} \tag{6}$$

$$d_{2p} = \sqrt{(y_2 - y_p)^2 + (x_2 - x_p)^2} \tag{7}$$

$$d_{3p} = \sqrt{(y_3 - y_p)^2 + (x_3 - x_p)^2} \tag{8}$$

$$d_{4p} = \sqrt{(y_4 - y_p)^2 + (x_4 - x_p)^2} \tag{9}$$

На сликама 3.1, 3.2 и 3.3 и 3.4 размотрени су могући положаји две дужи:



Слике 3.1, 3.2, 3.3 и 3.4 Могући положаји две дужи

- На слици 3.1 пресечна тачка је ван једне и друге дужи;
- На слици 3.2 пресечна тачка је на једној од дужи, али ван друге дужи;
- На слици 3.3 пресечна тачка припада и једној и другој дужи, тј. мора бити задовољен услов како је и наведено на овој слици;
- На слици 3.4 растојање од пресечне тачке до крајева дужи је једнако задатој дужи, али нису спојене тачке 1 и 3, већ само 1 и 2:

Програм за одређивање пресека две линије урађен је у програмском језику Fortran 90, и тестиран је на бројним примерима. За К.О. Пожаревац, за размеру 1:1000, као улазни податак коришћен је фајл КОМРОЗ.DAT. Међутим, није потребно тражити пресечне тачке свих линија. Постоје бројне могућности како смањити број линија за испитивање, а у овом програму је поступљено на следећи начин (сл.4) :

- Одређено је која од тачака 1 и 2 има мањи Y и ова променљива означена је са Ymin. Y координата друге тачке означена је са Ymax.
- Одређено је која од тачака 1 и 2 има мањи X и ова променљива означена је са Xmin. X координата друге тачке је означена је са Xmax.

Линија 1-2 је линија за коју испитујемо пресек са осталим линијама у фајлу. Дакле, за све линије за које важе следећи услови:

Y3 и Y4 < Ymin

или

Y3 и Y4 > Ymax

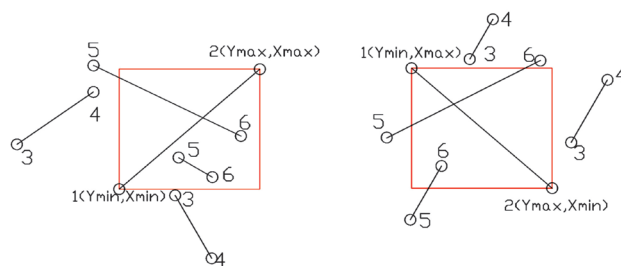
или

X3 и X4 < Xmin

или

X3 и X4 > Xmax,

неће се одређивати пресеци. За све остале линије, (на слици означених као линије 5-6), пресеци ће се испитивати.



Слика 4. Примери испитивања пресека 2 линије

Програм је организован тако да поред пресека 2 линије испитује и тачке са различитом ознаком а истим паром координата, тако да у једном пролазу, јавља и пресека линија и дупле тачке. Тестирањем оваквог програма, који тражи пресек линија, добијени су следећи излазни подаци (табела 3):

Табела 4 (пример излазног фајла програма за одређивање пресека 2 линије)

U PARCELAMA 12174 12157 SECE FRONT 360765 - 361270	FRONT 360764 - 360768 PARCELE 12157 12147
U PARCELAMA 12174 12157 SECE FRONT 360767 - 361270	FRONT 360764 - 360768 PARCELE 12157 12174
U PARCELAMA 10468 10465 SECE FRONT 453179 - 453180	FRONT 453178 - 453193 PARCELE 10468 10465
U PARCELAMA 10468 10465 SECE FRONT 453180 - 453181	FRONT 453178 - 453193 PARCELE 10468 10465

Уз сваку граничну линију која има пресек са другом граничном линијом, у фајлу су дати и бројеви парцела у којима учествују те граничне линије. Шта уочавамо на овом излазу? Из приложеног примера из табеле 3 може се приметити да се секу линије истог полигона! Зато је и могуће да збир површина парцела даје укупну површину подручја премера. Оваква грешка настаје због погрешног увођења контуре парцеле.

Овај програм је универзалан, и испитује пресеке **свих** линија једног подручја премера. Али с обзиром на уочену правилност да се секу линије у оквиру истог полигона, до решења би се дошло брже када би се испитало да ли у једном истом полигону (парцели) постоје линије које се секу.

На примеру К.О. Затоње, општина Пожаревац, размере 1:1000, урађено је овакво испитивање, а након тестирања добијен је следећи излаз:

PARCELA	FRONTOVI KOJI SE SEKU
19	FRONT 60470 - 60771 SECE FRONT 60770 - 60775
19	FRONT 60470 - 60771 SECE FRONT 60775 - 60776

Након израде текстуалних фајлова за тачке, линије и површине и увлачења у базу MapСофт 2000, непосредна околина парцеле 19 има изглед као на слици 5.

Дакле полигон 15/2 одређен је тачкама уведеним у смеру казаљке на сату у редоследу:

60784, 60771, 60470, 60777, 60778, 60779, 60780, 60781, 60782 и 60783,

а полигон 19 у редоследу:

60765, 60767, 60769, 60770, 60775, 60776, 60777, 60470, 60771, 60498 и 60766,

а полигон 20 у редоследу:

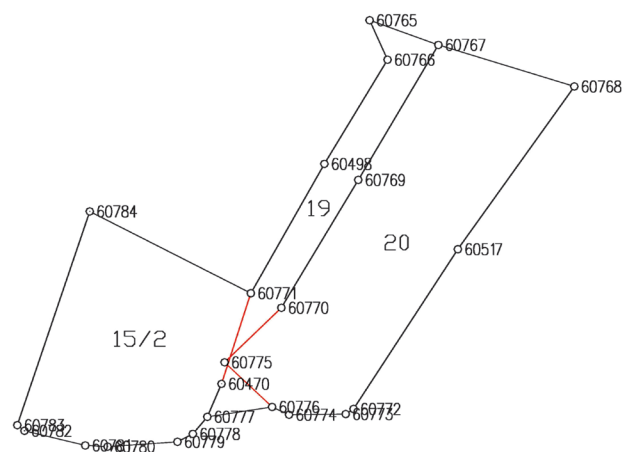
60767, 60768, 60517, 60772, 60773, 60774, 60776, 60775, 60770 и 60769.

На слици 5 су црвеним означене линије које се секу.

Непарност линија не постоји јер: линија 60771-60470 припада полигону 15/2 и 19, а линије 60770-60775 и 60775-60776 припадају полигонима 19 и 20.

Овим се доказује да је тачна полазна претпоставка да у једној парцели постоје две линије које се секу.

Остаје међутим проблем паралелности, односно преклапања две линије, у ком је практично, користећи познате обрасце за пресек две праве, немогуће наћи пресечну тачку, јер је систем једначина са две непознате неодређен. У пракси, услов математичког преклапања по правцу, врло ретко се среће, али је могућ.



Слика 5. Пример пресека линија у оквиру истог полигона

Како за креирање полигона није битан случај паралелности, већ само случај преклапања, а то значи да ако једначину једне праве означимо са $y=a_1x+b_1$, а друге са $y=a_2x+b_2$, разматран је случај када је $a_1 \approx a_2$ и $b_1 \approx b_2$.

Међутим, како се не испитују сви пресеци, већ само они који су приказани на слици 4, за испитивање могућег преклапања линија узео се случај где је разлика коефицијената правца правих мања, по апсолутној вредности, од 0.001, или ће се испитати случај преклапања линија које полазе из исте тачке, тј. испитивање колинеарности 3 тачке који припадају двома линијама, као што је и урађено у доле наведеном примеру.

Да би се испитала могућност преклапања две линије које полазе из исте тачке, интервал толеранције између два правца који су близу преклапања не сме бити сувише мали јер у случају кратких дужина овај угао неће бити регистрован. На примеру општине Пожаревац, К.О. Пожаревац размере 1:1000, угао толеранције је узет да буде приближно 5° , односно 0.09 радијана. Поштујући ово правило добијен је излаз:

Табела 5 Пример испитивања могућег преклапања линија

Linija		d.ugao(rad)	duzina
130244	-130785	4.5935367	37.19*
130244	-130783	4.6689381	.23*
269008	-269005	5.6041800	39.55
269008	-260006	5.6762633	24.34
340173	-340283	4.4429110	34.26
340173	-340170	4.5306012	34.68
461706	-461704	3.1770856	48.47
461706	-461705	3.2580505	37.70
530374	-530291	4.9713103	28.36*
530374	-532695	5.0152739	0.17*

Интервал овако прикупљених линија, зависиће од тога колики је угао толеранције унапред усвојен. Како сузити овај интервал?

Већ је напоменуто у поглављу 3 да када су линије добро спојене, решење полигона мора бити једнозначно, тј. полигон мора бити састављен од истих тачака од које год тачке у полигону да кренемо, при чему за формирање полигона треба поштовати смер казаљке на сату.

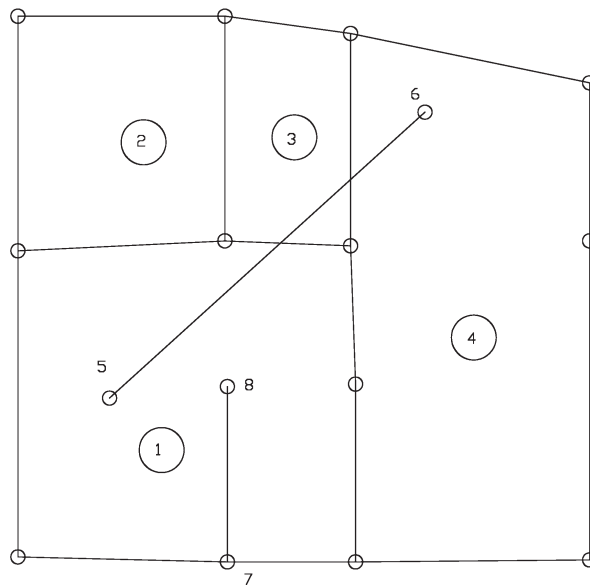
Излазна листа која је приказана у поглављу 4, у којој су приказане линије блиске по правцу, може послужити као помоћно средство за откривање грешке у полигону, а као резултат упоређења ова 2 излазна фајла, откривене су линије означене звездом, које указују на грешку.

5. ЗАКЉУЧАК

Контрола двоструког појављивања линија у полигони-ма, као и испуњење услова да збир површина парцела даје укупну површину подручја премера, не откривају све грешке у формирању парцела. У ту сврху су приказане и објашњене додатне контроле и принципи на којима се оне заснивају.

Контролни програм испитивања једнозначне одређености полигона не открива пресек линија у оквиру истог полигона, а оваква грешка утиче на површину парцела. Међутим, сваки пресек линија не мора утицати на површину парцеле. На слици 6 линија 5-6 је вишак; њу једноставно треба обрисати.

Програм испитивања једнозначне одређености полигона може открити и линије које постоје а могу, али и не морају учествовати у креирању полигона, када се примени принцип максималног преломног угла. У парцели 1 (сл.6) линија 7-8 не утиче на површину, али нарушава једнозначну одређеност полигона. Када би се површина полигона 1 креирала почевши од тачке 7, линија 7-8 не би била искоришћена; ако полигон креирамо из било које друге тачке линија 7-8 појавила би се у оба смера; од тачке 7 ка тачки 8 и обрнуто.



Слика 6. Примери линија који не утичу на површину парцела

На крају, поставља се питање да ли преостаје још нешто што би се могло испитати? Двоструко појављивање линија у полигонима, не значи да су све креиране линије искоришћене. Упоређивањем свих креираних линија са линијама које су искоришћене за формирање полигона, откриће се, евентуални вишак линија које не учествују у креирању полигона.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1.] Програмска документација Фортран 90
- [2.] Програмска документација
MapСофт 2000 вер. 4.0.2.0

ОБНАВЉАЊЕ ОСНОВНОГ НИВЕЛМАНСКОГ РЕПЕРА МАЂАРСКЕ – НАДАП 2013.

Мр Сава Станковић¹
Владимир Миленковић, дипл.геод.инж.²

Стручни рад
УДК: 528(436+439+497.1)“452” + [528.37/.38 : 930.24](439)

РЕЗИМЕ

Рад је инспирисан присуством свечаности поводом откривања обновљеног основног нивелманског репера у Надапу - најстаријег мађарског репера, одржане 15. маја 2013. године. Описан је историјски развој висинског система на територији Мађарске.

Жеља аутора је да представи пример националне свести мађарске државе према очувању традиције, организацији геодетске струке и одржавању тачака геодетских мрежа.

Кључне речи: *Надап, основни нивелмански репер, нивелманска мрежа.*

FUNDAMENTAL LEVELING BENCHMARK RENEWAL IN HUNGARY – NADAP 2013

Mr Sava Stanković
Vladimir Milenković, grad.geod.eng.

ABSTRACT

The paper had been inspired by attending the ceremony for presentation of renewed Fundamental Leveling Benchmark in Nadap – the oldest Hungarian benchmark, held on May 15th, 2013. It describes altimetry system development on the Hungarian territory.

Author wishes to present an example of national awareness of the Hungarian state towards safeguarding tradition, organization of geodetic profession and geodetic networks points' maintenance.

Key words: *Nadap, Fundamental Leveling Benchmark, Leveling Network.*

1. УВОД

На временској линији развоја, после античког периода, у коме је била заснована на знањима из астрономије и геометрије, и релативног застоја у „мрачном“ средњем веку, на почетку новог века, геодезија је достигла период свог новог револуционарног развоја у решавању основних геодетских задатака. Ти задаци су представљали интелектуални изазов највећим мислиоцима, који су поставили нове теоријске и практичне концепте геодезије. Најпризнатији математичар раног XIX века, Гаус (1777-1855), подједнако еминентан и у другим гранама науке, дефинисао је геод и, истовремено са Лежандром, дефинисао је методу теорије најмањих квадрата. Гаус је пронашао хелиотроп (уређај за сигнализацију геодетских тачака одбијеним сунчевим зрацима), а вршио је и практична мерења у геодетској мрежи краљевине Хановер. Његов рад заснован на теоријским основама геодезије доживео је примене у пракси, што је допринело да га сматрају оцем модерне геодезије. С обзиром на појам модерна (савремена) геодезија, заправо се може рећи да је он геодезију увео у њено зрело доба.

У ретко насељеној и пространој Америци, геодете, као што је био Џорџ Вашингтон, су користиле посебне методе за решавање проблема позиционирања. Прва



Слика 1. Carl Friedrich Gauss (1777–1855)

¹ Министарство спољних послова Републике Србије, Група за границе, Кнеза Милоша 24, Београд, e-mail: stankovic59@yahoo.com

² Републички геодетски завод, Сектор за геодетске радове, Булевар војводе Мишића 39, Београд, e-mail: vmilenkovic@rgz.gov.rs

задовољавајућа карта британске и француске северне Америке израђена је 1755. године.

Укорак са развојем геодетског позиционирања, ишла су и многа друга открића у области геодезије и њој сродних наука. Енглеz Кевендиш је, 1789. године, користећи Мичелову торзиону вагу успео да измери “тежину Земље”. Француски математичар Лаплас (1749-1827) поставио је темеље модерне небеске механике и теорије плиме, а дао је и огроман допринос развоју теорије вероватноће. Немачки астроном Бесел (1784-1846) одредио је прву тачну вредност за спљоштеност Земље, из до тада познатих положаја геодетских тачака.

2. ИСТОРИЈСКИ ПРЕГЛЕД РАЗВОЈА ГЕОДЕЗИЈЕ У МАЂАРСКОЈ

У време тог револуционарног напретка геодезије, централном Европом протирала се Аустро-угарска монархија (немачки *Österreichisch-Ungarische Monarchie*, мађарски *Osztrák-Magyar Monarchia*), позната и као Двојна монархија и Дунавска монархија (на немачком говорном подручју) и као K.und K. (немачки *Kaiserlich und Königlich - царска и краљевска*). Површина Аустро-Угарске је била 676,615 km², што је већа површина од било које данашње европске државе, Украјине (603,500 km²), Француске (са прекоморским територијама 674,813 km²), Шпаније (505,992 km²), изузев Гренланда, највећег острва на свету, самоуправне територије Данске (2.166,086) и оних европских држава које се простиру делом у Европи и делом на азијском континенту, Русије, највеће државе на свету (17.098,242 km²), Казахстана, највеће *landlocked* државе на свету, без излаза на море (2.724,900 km²) и Турске (783,562 km²).

У релативно кратком политичком животу (између 8. јуна 1867. и 31. октобра 1918. године), Аустро-Угарска је, као и остале тадашње европске државе у периоду друге индустријске револуције, доживљавала велики привредни напредак.

После седмогодишњег рата (1756-1763) и сазнања да су за успешна ратовања неопходне поуздане топографске карте, на предлог Војног савета, царица Марија Терезија (владала од 1740-1780) наредила је премер Хабсбуршке монархије. Такође, за цивилне потребе пројектовања комуникација - железничких пруга, путева, аеродрома, као и индустријских и других објеката, планирања пољопривредне производње, убирања пореза, било је неопходно премерити територију Аустро-Угарске монархије. Тај посао поверен је бечком Војногеографском институту (*Militärgeographisches Institut*), основаном 1839. године, уједињењем Географског института из Милана, основаног 1814. године и бечког Топографског института Генералштаба (k. k. General-Quartiermeisterstab), основаног 1806. године.

Бечки Војногеографски институт вршио је премере Аустро-Угарске империје у четири различита периода:

I премер земљишта – Након обављених припрема, прво се приступило премеравању граничног појаса на северу Монархије (Шлезије и Чешко-Моравске). Узимајући у обзир да се већи део радова на премеру одвијао за време владавине цара Јосифа II (1780-1790), тај први премер назван је по његовом имену - Јозефински премер.

Премеравање се састојало од два паралелна премера и то:

- војно-географског премера, којим су обухваћени рељеф, комуникације, хидрографска мрежа, сва насеља, врсте земљишних култура, поједини објекти, па чак и остаци затечених рушевина из ранијих периода;
- економског премера, којим су обухваћени величина и облик парцела, насеља са зградама, власништво земље. Приликом премера, сваки власник је морао да обележи границе врста култура своје парцеле, а ако је била неправилног облика, делио ју је на троуглове и четвороуглове како би се могле мерити странице.

Рукописне војне карте завршене су 1784-85. године у размери 1:28.800, а сачуване су у Ратном архиву у Бечу. Општински атари су рађени појединачно у размерама 1:2.880, 1:3.600 и 1:7.200 пре овог премера.

II премер земљишта – добио је назив по цару Францу II - Францискански премер. Започет је 1806. године, али настављен је тек после Наполеонових ратова. Састојао се од:

- Војногеографског премера, који је на територији Угарске трајао до 1869. године. Карте су прављене у размери 1:28.800;
- Катастарског премера, који је у ствари био реамбулација катастарских листова првог премера у размери 1:28.800.

III премер земљишта – Франц-Јозефински премер добио је назив по цару Францу Јозефу I, а извршен у периоду од 1869-1887. године. Снимање терена је вршено у размери 1:25.000, на основу којих је Војногеографски институт у Бечу издао листове специјалних карата у размери 1:75.000 које су на овом простору биле у употреби све до појаве првих југословенских карата (после I светског рата), а које су биле рађене у размери 1:25.000 до 1:200.000. Ове карте су повремено биле реамбулиране, односно усаглашене, са уоченим променама на терену.

IV премер земљишта – Четврти државни премер (укључујући и „прецизни нивелман“, од 1896. до 1914. године, а коначно завршен 1987. године, у размери 1:25000 и 1:50000 из 1959.).

За време ових премера, Војногеографски институт из Беча је, у циљу једнозначног одређивања положаја сваке тачке у простору (са три координате - две се одnose на хоризонтални положај, а трећа на висину која је одређивана додавањем релативних висинских разлика на познату, апсолутну или надморску висину друге тачке), извршио први геометријски прецизни нивелман, односно скуп свих мерних и рачунских операција, укључу-

чујићи теоретски део, припрему инструмената и прибора, као и њихово испитивање.

Као претходно теоријско и практично питање, било је успостављање вертикалног датума, односно одређивање нултог референтног репера. До пре неколико деценија прећутно је подразумевано да је средњи ниво мора теоријски идентичан геоиду, тј. да је разлика између те две површи занемарљива. Зато је задатак лоцирања вертикалног датума, тј. геоида, био ограничен на одређивање положаја референтног обалског репера у односу на средњи ниво мора.³

У те сврхе, обележен је тренутни локални ниво мора (H_{ISL}) у односу на усвојену нулу мареографа. Локални средњи ниво мора (H_{MSL}) је рачунат као просек вишегодишњих мерења, а висина референтног репера $H_{MSL} + \Delta H_{BM-TG}$ успостављана је у односу на средњи ниво мора на начин приказан на слици 2.

За успостављање вертикалног датума, односно одређивање нултог референтног репера у Аустро-Угарској је коришћена мареографска станица у тршћанској луци *Molo Sartorio*, основана од стране Империјалне краљевске академије за трговину и пловидбу, чија су прва мерења забележена у 1859. години, а коју је кас-

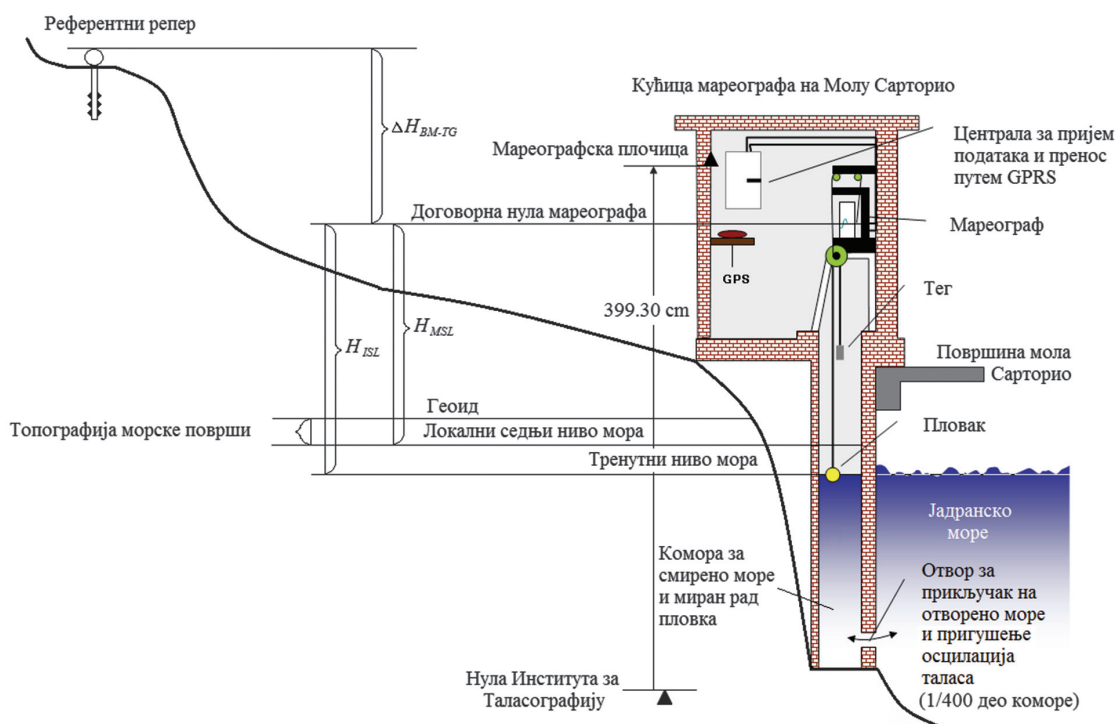
није користила локална опсерваторија коју је водио бечки Војногеографски институт аустро-угарске војске.⁴

Због тога што је нулта тачка висинског система лоцирана у тачки на обали Јадранског мора, под надморском висином над Јадраном, било које тачке на територији целе Аустро-Угарске монархије, подразумевала се њена висина у односу на средњи ниво површине воде Јадранског мора на молу Сарторио из 1875. године (стари висински датум).⁵

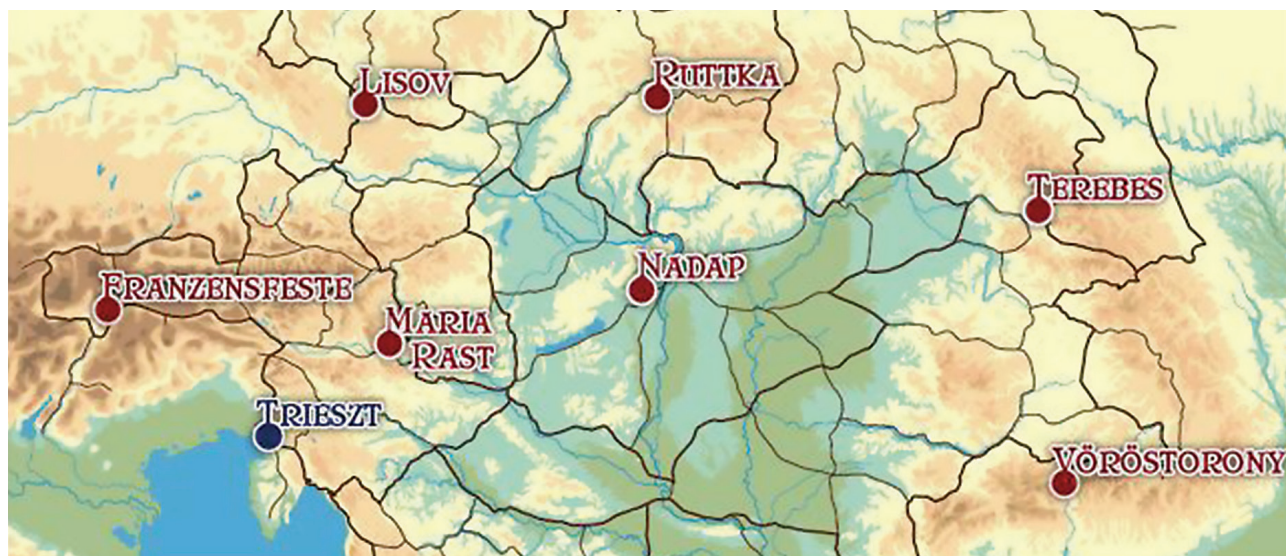
Да се за одређивање апсолутних висина појединачних тачака не би вршила дуготрајна мерења у нивелманским влаковима од Трста до тачака широм Аустро-Угарске, која се простирала на огромном простору чија су највећа растојања (нпр. између Брегенца у Аустрији и Черновица у Буковини - данас Украјина) достигала гото-

⁴ Мареограф на молу Сарторио у Трсту („црвена кућа“), данас је опремљен са четири мерача нивоа мора (два дигитална и два аналогна) и GPS опремом. Прикупљене податке о нивоу мора бележе и електронским путем преносе Регионалном центру цивилне заштите Фриули Венеција Ђулија и другим корисницима.

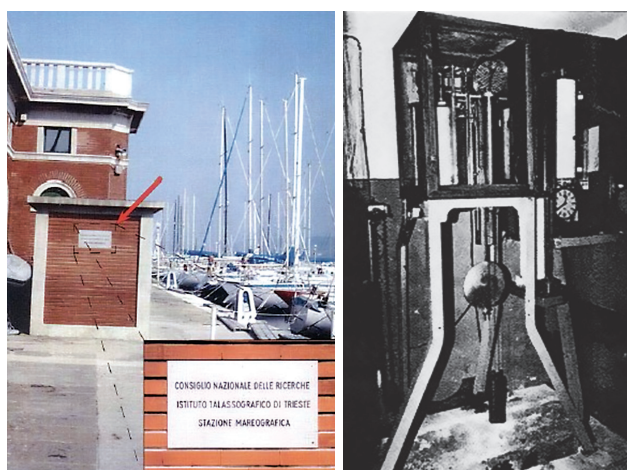
⁵ Аустрија и данас за референтну тачку - „0 m надморске висине“ узима средњи ниво Јадранског мора у Трсту из 1875. године. На, на подручју бивше Југославије, користи се средњи ниво Јадранског мора у Трсту из 1900. године. Албанија, такође, надморску висину базира на нивоу Јадранског мора, при чему користи средњи ниво измерен у албанском лучком граду Драч (Durrës). Државе наследнице Аустро-Угарске, чланице источног блока, Мађарска и Чехословачка, после Другог светског рата, прешле су на Кронштатски ниво Балтичког мора, који је 0,6747 m (2.214 ft) виши.



Слика 2. Успостављање висине референтног репера уз помоћ мареографске станице на молу Сарторио у Трсту



Слика 4. Распоред главних референтних тачака аустро-угарске нивелманске мреже



Слика 3. а/б Кућица мареографа на молу Сарторио и уређај мареографа

во 1000 km, одлучено је да се на територији Монархије постави седам главних референтних тачака нивелманске мреже, чије ће висине бити одређене методом геометријског прецизног нивелмана.

Референтне тачке нивелманске мреже постављене су на следећим местима: на десној обали реке Драве, *Maria Rast* (Руше) - у Словенији, у Јужном Тиролу, *Franzensfeste* (*Forteza*) - у Италији, у јужној области Плзен, *Lisov* (Лишов) - у Чешкој, *Rothenturm* (*Turnu Roșu*) - у Румунији, *Trebischau* (*Rahiv*) - Украјини, у долини реке Вах, *Rutka* (*Vrútky*) - у Словачкој и *Nadap* - у Мађарској.

Од тих тачака, развијене су мреже влакова нивелмана различитих редова (нивоа тачности), а висине свих осталих тачака у мрежи добијане су додавањем збира висинских разлика дуж повезаних нивелманских влакова, везаних за референтне репере.

На геолошки најстабилнијој тачки у Мађарској, на гранитној стени у селу *Nadap*, Североисточно од *Секешфехервара*, у брдима близу језера *Веленси*, 1888. године је постављена једна од седам главних референтних тачака нивелманске мреже Аустро-Угарске.

Прво нивелање од мола *Сарторио* до *Надапа* извршио је Војногеографски институт из Беча, у периоду од 1873. до 1888. године, када му је одређена висина од 173.8385 m над Јадранским морем.

Табела 1. Главне референтне тачке аустро-угарске нивелманске мреже

Назив Немачки	Држава Данас	Локално име	Координате Google	Надморска висина m	Мерено
<i>Triste</i>	Италија	<i>Zero Ponte Rosso</i>	45°38'50"N 13°45'34"E	3,3520	1875
<i>Maria Rast</i>	Словенија	<i>Ruše</i>	46°32'19"N 15°30'55"E	295,5957	1888
<i>Franzensfeste</i>	Италија	<i>Fortezza</i>	46°47'18"N 11°36'38"E	736,4851	1889
<i>Lisov</i>	Чешка	<i>Lišov</i>	49°00'57"N 14°36'30"E	565,1483	1889
<i>Ruttek</i>	Словачка	<i>Vrútky</i>	49°06'42"N 18°55'06"E	371,0012	1888
<i>Trebischau</i>	Украјина	<i>Rakhiv</i>	47°57'47"N 24°11'15"E	367,6209	1887
<i>Rothenturm</i>	Румунија	<i>Turnu Roșu</i>	45°38'35"N 24°17'56"E	359,6277	1887
<i>Nadap</i>	Мађарска	<i>Nadap</i>	47°15'20"N 18°37'08"E	173,8385	1888

Табела 2. Редови мађарског геометријског нивелмана према тачности

Ред	Врста нивелмана	Стандардно одступање / 1 km	Начин нивелисања висинских разлика
1.	Прецизни високе тачности	± 1 mm	2 × (напред – назад)
2.	Прецизни	± 2 mm	2 × (напред – назад)
3.	Технички повећане тачности	± 5 mm	2 × (напред – назад)
4.	Технички	± 8 mm	1 × (напред)



Слика 5. Подела Аустро-Угарске, после I светског рата

После војног пораза у Првом светском рату, 1918, Аустроугарска је расформирана, а на њеној територији је формирано неколико држава наследница: Аустрија, Мађарска, Чехословачка, Краљевина Срба, Хрвата и Словенаца и Пољска, а делови су припојени већ постојећим државама: Италији и Румунији. Те државе су наставиле да обављају геодетске радове и да обнављају, одржавају и попуњавају раније успостављене геодетске мреже.

Након II светског рата, велики мађарски геодета Ласло Бендефи, 1949. године, започео је кампању успостављања нове нивелманске мреже на територији Мађарске. Поред новог репера Надап II, постављеног на око 100 m од главног репера постављеног 1888. године, Бендефи је и у другим деловима земље поставио још шест главних референтних тачака нивелманске мреже (Diszel, Mórágý, Cák, Szarvaskő, Sátoraljaújhely, Máriaremete). Мрежа је завршена 1964. године, користи се и данас и има 9482 Бендефи нивелманске тачке свих редова.

Све источноевропске социјалистичке земље, па и Мађарска, су 1960. године прихватиле референтни ниво у односу на Балтичко море (Кронштат), па је основни нивелмански репер у Надапу добио нову висину $B_{(алтик)}$ 173,1638 m, која је виша за 0,6747 m од надморске висине Јадранског мора.

Успостављањем јединственог висинског система ЕУРЕФ, 1994. године, у Централној и Источној Европи (Чешка, Мађарска, Пољска, Словачка, Словенија, Хрватска и Босна и Херцеговина), нова нивелманска мрежа у Мађарској, УЕЛН-95, везана је за средњи ниво мора у Амстердаму, који је око 14 cm нижи од нивоа Балтичког мора. Изравнање нивелманске мреже у УЕЛН-95 је у току, тако да се у Мађарској још увек званично користи мрежа ЕОМА, базирана на нивоу Балтика.



Слика 6. Нивелманска Бендефи мрежа



Слика 7. а/б Надап II и његова унутрашњост?

3. ОБНАВЉАЊЕ ОСНОВНОГ НИВЕЛМАНСКОГ РЕПЕРА МАЂАРСКЕ - НАДАП 2013.

И поред свих мера заштите и повремениг обнављања, зуб времена је учинио своје, па је ознака најстарије нивелманске тачке у Мађарској оштећена. Ивице заштитног обелиска су се искрзале, натпис је постао нечитак, а заштитна плоча Надапа II је напукла издицањем жиле корена једног дрвета које је расло у близини.

Обнову нивелманске тачке у Надапу иницирала је ГЕО фондација, а више професионалних компанија, организација и појединаца се придружило том пројекту.



Слика 8. а/б Мерења на реперу Надап 1950. и 2013. године



Слика 9. а/б „Некада и сада“ – обновљена надземна белега у Надапу

Један од спонзора био је и Институт за геодезију, картографију и даљинску детекцију – FÖMI из Будимпеште.

Свечаност поводом откривања обновљеног основног нивелманског репера у Надапу - најстаријег мађарског репера, одржана је 15. маја 2013. године.

Ова прослава је за мађарске геодете била веома важан технички и историјски догађај. Њој су присуствовале све генерације мађарских геодета, средњошколци, студенти и њихови професори, припадници Војногеографског института, државних организација и приватних фирми, пензионери који су своје животно дело посветили геодезији и други грађани.

Свечаност је организовао и водио професор др Ђерђ (Ђури) Бушић, са Факултета за геоинформатику Универзитета Западне Мађарске у Секешфехервару, а на скупу су говорили градоначелник Надапа Питер Вагнер, геодета академик др Јожеф Адам, професор Универзитета за технологију и економију у Будимпешти, државни секретар за високо образовање др Иштван Клингхамер и државни секретар за рурални развој Жолт Немет.

Званични део манифестације завршен је химном геодета коју су отпевали студенти геодезије у униформисани у своју традиционалну одећу.



Слика 10. Свечаност у Надапу, 15. мај 2013. године



Слика 11. Професор др Ђерђ Бушић са хором студената геодесије

Скупу су присуствовали и геодети из више држава, а у име колега из својих земаља, скуп су поздравили Сава Станковић из Србије, Хајнц Кениг из Аустрије, Хедвига Мајовска из Словачке и Фрањо Варга из Хрватске.

За посетиоце Надапа, постављена је туристичка информативна табла са основним подацима о нормалном



Слика 12. Градоначелник Надапа Питер Вагнер са иностраним гостима


(почетни) реперу мађарске нивелманске мреже у Надапу, са натписом на мађарском и још 14 језика, међу којима и на српском језику.

После свечаности, посетиоцима је демонстрирано мерење савременим GPS уређајима, а геодете у некадашњим униформама аустроугарске војске приказале су поступак нивелања инструментима из XIX века.



Слика 14. Геодете у униформама официра бечког Војногеографског института из XIX века


A SZINTEZÉSI ӨSJEГY




A SZINTEZÉS MAGASSÁГKŐLÖNBӨSӨGӨK MEGHATÁROZÁSÁRA SZŐLGÁLÓ GEODÉZIAI MÉRÉS MÖDSZER.

Olyan szintezési hálózat, amely a tengerszinthez viszonyított magasságmeghatározás lehetősөгét biztosította egész Közép-Európában, elsősor a XIX. század végén épült ki. A munkát az Európai Fokmérés szervezete (a mai Nemzetközi Geodéziai Szövetség elödjе) kezdeményezte, és a **bécsi Katonai Földrajzi Intézet** tisztjei végezték.

A NADAP II. SZINTEZÉSI FŐALAPPONT




A második világháború után újabb szintezési hálózatot létesítettek **Bendefy László** vezetésével, aki 7 új szintezési főalappontot telepített, köztük az ősponttól 100 méterre délre a Nadap II. pontot.




Ezen hálózat mérése közben, 1960-ban át kellett térni a Balti-tenger szintre, ami a Balti-tenger konstans-ti mareográfján megfigyelt középvízszint.

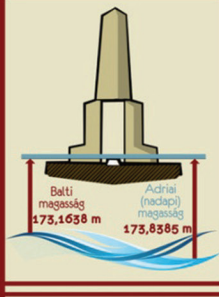
Bővebb információ:
www.geo.info.hu | www.srvilag.hu



AZ 1970-ES ÉVEKTŐL KEZDTÉK EL AZ EGYSӨGӨS ORSZÁГOS MAGASSÁGI ALAPPONTHÁLÓZAT (БӨМА) KIӨPİTÉSÉT, AMI A MӨRNÖKI FELADATOK MEGALAPOZÁSA MELLETT A FÖLDKÖRӨG MOZGÁSÁNAK VIZSGÁLATÁT IS SZŐLGÁLJA.




AZ EГYKORI OSZTRÁK-MAGYAR MONARCHIA TERÜLETÉN, 7 HELYEN űN, SZINTEZÉSI FŐALAPPONTOKAT HOZTAK LӨTRE AZZAL A CŐLLAL, HOGY HOSSZŰ IDŐTÁVON ÁT ӨRІZZEK A MAGASSÁГOT. A MAGASSÁГOT AZ ALAPKŐZET VІZSZINTESKE CSUSZLІT FELŐLETE JELÖLTİ, AMI FŐLӨ VӨDMŐKЭNT űREGES OBELISZKET EMELTEK. A 7 FŐALAPPONT EГYIKE A NADAP I. MAGASSÁГÁT 1888-BAN HATÁROZTÁK MEG.



Az európai fokméréssel kapcsolatban ausztriai és magyarországon, a prosztrópai és szélességi körök mentén végbeműrtött magyarábottságú szintezéssel meghatározott állandó jellegű alappont, létesítet 1888-ban.

A triesti Molo Sartorio-n telepített mareográf (tengerszint megfigyelő készülék) mérései alapján meghatározták az Adriai-tenger 1875. évi középvízszintjét, majd a szintezési hálózatban ehhez viszonyítva számították az összes pont Adriai-tengerszint feletti magasságát.

GPS ALAPPONT NADAPON



Hosszú időtartamú statikus GPS-mérésekre alapozva, két évente végzik a **Magyar GPS Geodézikai Alaphálózat** mérését. Ennek egyik pontja az őspont feletti dombtetőn található.

United Kingdom
The leveling origin of Hungary, the ancient benchmark. Established in 1888. The height of this benchmark was determined with respect to the mean sea level of the Adriatic Sea, as indicated that of the Baltic sea.

Hungary
Magyarországi referencia pontok. Határozták az őspont mag. Nadap I. és II. 1888. évben. Igazolták a vízszint változását a tengerszinttel szemben. A magasságukat az Adriai-tenger közepes vízszintjéhez viszonyították.

Hungary
Magyarországi referencia pontok. Határozták az őspont mag. Nadap I. és II. 1888. évben. Igazolták a vízszint változását a tengerszinttel szemben. A magasságukat az Adriai-tenger közepes vízszintjéhez viszonyították.

Italy
L'unico unico capofila della rete di livellazioni nazionali. Fondata nel 1888. È la base spaziale di riferimento in relazione al livello medio del mare Adriatico e successivamente del mare Baltico.

France
Cet mar vaient repere principal de la réte de nivellement national. Fondateur en 1888. C'est la base spatiale de référence en relation au niveau moyen de l'Adriatique, et successivement de la Baltique.

Slovenia
Magyarországi referencia pontok. Határozták az őspont mag. Nadap I. és II. 1888. évben. Igazolták a vízszint változását a tengerszinttel szemben. A magasságukat az Adriai-tenger közepes vízszintjéhez viszonyították.

Slovenia
Magyarországi referencia pontok. Határozták az őspont mag. Nadap I. és II. 1888. évben. Igazolták a vízszint változását a tengerszinttel szemben. A magasságukat az Adriai-tenger közepes vízszintjéhez viszonyították.

Слика 13. Информативна туристичка табла у Надапу

4. ЗАКЉУЧАК

Иако у Монархији нису увек биле уважаване политичке тежње Италијана, Румуна, Срба и других словенских народа, који су чинили њен већи део становништва, нити је Србија са њом увек имала складне добросуседске односе, а њихов сукоб је означио почетак Првог светског рата, у коме је Аустро-Угарска војнички поражена и подељена, српске геодете би из ове манифестације могле да науче много, пре свега о организацији рада геодетске службе, професионалном односу према традицији, струци и одржавању тачака геодетских мрежа.

Овај чланак написан је уз помоћ директора Дирекције за геодезију у Институту за геодезију, картографију и даљинску детекцију - FÖMI из Будимпеште Имре Бушића, дугогодишњег стручњака у Мешовитој комисији за обнављање, обележавање и одржавање државне границе између Републике Србије и Републике Мађарске, чијим је љубазним позивом и организацијом српска делегација и учествовала на свечаности поводом откривања обновљеног основног нивелманског репера у Надапу.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Hodobay-Böröcz András, A magyar felsőrendű hálózat helyzete és jövője, Geodézia és Kartográfia, Budapest, 2001/9. <http://www.fomi.hu/honlap/magyar/szaklap/2001/09/2.htm>
- [2] Petr Vanicek, Edward Krakiwsky, GEODEZIJA : KONCEPTI Savez geodeta Srbije Beograd, 2005.
- [3] http://hu.wikipedia.org/wiki/Tengerszint_feletti_magassag
- [4] http://www.geo.info.hu/geodezia/index.php?option=com_content&task=view&id=55&Itemid=66
- [5] http://www.geo.info.hu/geodezia/index.php?option=com_content&task=view&id=51&Itemid=65
- [6] http://www.geo.info.hu/geodezia/dokumentumok/nadap/kiadvany_nadap.pdf
- [7] <http://www.ts.ismar.cnr.it/node/34>

БИБЛИОТЕЧКИ ФОНДОВИ И СТАРЕ И РЕТКЕ КЊИГЕ ИЗ ГЕОДЕТСКЕ ДЕЛАТНОСТИ

Живорад Окановић, дипл.геод.инж.¹

Стручни рад
УДК: [027.54 + 094.2] : 528

РЕЗИМЕ

Садржај овог рада је приказ књижних фондова и неких старих и ретких књига из геодетске делатности у Србији. Циљ је да се предочи значај старих и ретких књига, као сведочанстава геодетске струке у дужем периоду, ма колико садржај тих наслова био технолошки превазиђен. Прикупљање, обрада и чување старих и ретких књига није само законска обавеза библиотеке делатности, већ и потреба геодета да се сачува историја геодетског описмењавања и делатности до настанка дигиталних медија и интернета.

Кључне речи: геодетске библиотеке, геодетска литература, старе и ретке књиге, историја геодетске струке.

LIBRARY FUND AND OLD AND RARE BOOKS FROM THE SURVEYING ACTIVITIES

Živorad Okanović, grad.geod.eng.

ABSTRACT

The article presents book funds and some old and rare books from the geodetic activities in Serbia. The aim is to present long term importance of rare books and geodesy certificates, although the content of these titles is technologically obsolete. Collecting, processing and storage of rare books is not only a legal obligation of libraries, but also the need of surveyors to preserve the surveying history and literacy activities before development of digital media and the Internet.

Key words: surveying library, geodetic literature, old and rare books, history of geodesy.

1. ЗНАЧАЈ СТАРИХ И РЕТКИХ КЊИГА ЗА ИСТОРИЈУ ГЕОДЕТСКЕ СТРУКЕ

Законом о старој и реткој библиотечној грађи (2011.) утврђена су правила прикупљања, обраде, класификација и чувања старих и ретких књига (СК-РК), потенцијалних покретних културних добара. У поглављу *Критеријуми за категоризацију*, тачком 8. наведеног Закона, поред највреднијих средњовековних, рукописних и других књига предвиђа се и „... друга ретка библиотека грађа која сведочи о значајним културним и историјским догађајима и личностима и има велики значај или представља посебно карактеристичан пример за одређено подручје или раздобље, односно има велики значај за научни и технички развој...“.

И без законске обавезе, веома је важно да се старе, ретке и вредне књиге чувају и сачувају за покољења од нестанка и пропадања. Претпоставка је да ће садржај овог рада заинтересовати стручну геодетску јавност, да се једнако пажљиво опходи према историјски вредној стручној грађи, као и према текућој радној документацији и актуелној литератури, која сваким даном постаје и остаје историја струке, техничке културе па и државе. Из релативно малог броја примера наслова и године издања, датих на крају рада,² у библиографском опису, може

се приближно проценити значај чувања таквих фондова и наслова, не само за историју геодетске струке на овим нашим просторима, већ и од ширег културног значаја.

Из самих наслова библиографских јединица, не може се увек закључити да ли су значајне и да ли заслужују атрибуте фонда СК-РК. Тек када се пажљивије и дубље уђе у њихов садржај, или временске и историјске околности у којима су та дела настајала може им се доделити статус СК-РК. Овај рад и илустрације у прилогу били би објективнији да је истраживање фондова и наслова СК-РК могло бити изведено у потпуности. И без посебног истраживања са великом сигурношћу се може тврдити, да се многи, највреднији наслови геодетске литературе, налазе у кућним библиотека наших старијих колега и њихових наследника. У интересу је свих геодета да историјски највреднији наслови и садржаји геодетске литературе буду откривени, пописани и сачувани по важећим законским прописима и стандардима.

2. ГЕОДЕТСКЕ БИБЛИОТЕКЕ

У Републичком геодетском заводу (РГЗ) постоји више фондова геодетске и друге литературе, на различитим локацијама у више организационих јединица. Површ-

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

² Периодичне, јубиларне и друге монографије геодетске службе, једнако вредне чувања, изостављене су у прилогу и илустрацијама из разлога дужине овога рада

ним увидом у инвентарске књиге и друге пописе може се закључити да су то, уз новија издања стручне литературе, остаци библиотечног фонда бивше *Савезне геодетске управе (СГУ)* и бивше *Републичке геодетске управе Србије (РГУ)*. Познато је да је део библиотечног фонда СГУ, уз геодетску документацију за мреже виших редова, предат на чување Војногеографском институту (ВГИ) средином седамдесетих година прошлог века. Нема много писаних трагова, осим у ВГИ, о количини и садржају геодетско картографске документације и геодетске литературе, којом је располагала СГУ и како се она делила републичким геодетским управама. У *официјелној библиотеци РГЗ*, према изјави руковоаца библиотеке, у инвентарској књизи има 2.200 уписаних наслова и још око 800 наслова не заведених у инвентарску књигу. У *Архиву РГЗ* постоји евиденција за око 3.000 наслова књига, које се поред остале архивске грађе, организовано чувају и скенирају.

Треба напоменути да у бившем *Геоманетском заводу*, односно садашњем *Одељењу за геоманетизам и аерономију* у Брестовику, који је од 2011. године у саставу РГЗ (у *Сектора за геодетске радове*), постоји сасвим солидно сређена и професионално организована библиотека. Према инвентарској књизи, укупан број наслова којим та библиотека располаже је око 8.700. Од тога, велика већина су наслови (књига и часописа) из области геофизике, примењене геофизике, затим физике, нешто мало математике, геоманетизма и аерономије. Мали проценат (5 - 10%) је из области геодезије, физичке геодезије и гравиметрије. Иначе, најстарија књига из области геофизике је из 1775. године, истина на енглеском језику, под насловом *A New Theory of the Earth*. Књиге из области геодезије су *новијег* датума, најчешће из средине прошлог века (1950-1970) и то углавном литератута преведена са руског језика.

И у другим организационим јединицама РГЗ постоје интерно уређене или неуређене збирке геодетске и друге литературе, организованих и инвентарисаних на интерни начин, од којих је нешто сређенија библиотека у *Сектору за информатику и комуникације*. Процењује се да у свим поменутих фондовима у РГЗ има око четрнаест хиљада наслова који нису адекватно ни материјално, ни библиографски правилно обрађени. Ни један од поменутих фондова нема устројене каталоге по библиотечким стандардима и правилима, осим фонда у бившем *Геоманетском институту* у Брестовику. Неки фондови имају интерна решења (базе података) које се нередовно ажурирају.

2.1 Библиотека у Савезу геодета Србије

Солидан библиотечки фонд старе геодетске литературе налази се у просторијама *Савеза геодета Србије (СГС)*, али је не сређен и као такав се не може назвати библиотечком. Боље рећи то је *магацин* пуних полица са литературом, углавном непописаних, библиотечки не обрађених и углавном непознатих наслова књига и порекла набавке. Од

сталног сељења из просторије у просторију, фонд је био сачуван захваљујући, поред осталог, и редакцији *Геодетског журнала* у чијем просторијама се *привремено* налазио годинама. По слободној процени ту има око 20 метара полица са литературом. Претпоставка је да ту има највише литературе заостале из бивше СГС и РГУ. Књижни фонд није ни пописан ни библиотечки обрађен, па се о садржају фонда може само делимично доносити суд. Књижна и периодична грађа је настала у време док су савези геодета Србије и Југославије имали организационих и финансијских могућности да се баве и издаваштвом. Једно од капиталних издања из те епохе јесте *Вишејезички геодетски речник*, који је у овоме раду дат као последња библиотечка јединица. Део не сређеног књижног фонда у СГС су и „поклони“ старијих колега или њихових породица, који су предавани *Савезу* на чување из разноразних ралого. Неко је то радио добронамерно а неко у нужди, не желећи да уништи књиге, ослобађајући простор у кућним библиотекама другим садржајима. Превлађујући садржај је периодика – *Геодетска служба*, *Геодетски лист*, *Геодетски журнал*, *Геодетски годишњаци*, *Зборници*, *уџбеници* итд.

Из свега претходно изнетог, може се стећи сасвим реална слика о нашем не баш коректном односу према књизи, читању па и о нашој култури чувања књига. Могуће је да се једнога дана догоди да се „*стари*“ фондови спакују у сандуке и одложе у неки магацин или продају. Нажалост, аутор је био сведок и таквих догађаја. Све наведено иде у прилог оправданог страха о могућем трајном нестанку старих и вредних књига из домена наше делатности, као дела потенцијалног покретног културног добра народа и једне струке.

2.2 Библиотека Војногеографског института

ВГИ је у дугом периоду свог постојања (настао је „*Устројством ђенералштаба*“ српске војске, од 24. јануара/5. фебруара 1876. године) сопственом изработом и издањима, научним и стручним радовима својих припадника, перманентном набавком стручне литературе као и историјским наслеђем, акумулирао непроцењиво вредан библиотечки, картографски, геодетски, фотограмметријски и други материјал и документацију, не само за подручје бивших држава којима је припадао, већ и шире. Треба поменути да је ратна историја балканског простора утицала и на наведену геодетско картографску документацију и литературу. *Зборници радова ВГИ*, посебно први зборник из 1974. године, садрже радове о историји геодетско картографске документације на бившем југословенском простору.

Могло би се рећи да су библиотека и архиви у ВГИ били и остали најбогатија и најсређенија фондови са научном и стручном књижном и не књижном грађом, периодиком у области геодетских дисциплина и сродних геонаука. То богатство није само у броју од око двадесет хиљада наслова, већ и по врсти, садржају и старости библиотечке грађе. Литература је физички органи-

зована у пет фондова: фонд основне стручне литературе цивилних издавача, фонд војно стручне литературе војних издавача, фонд поверљиве литературе, фонд периодике и фонд старих и ретких књига. С обзиром на историјске околности кроз које је ВГИ од свог настанка пролазио, његову мисију и улогу у државама којима је припадао и делатностима којом се бавио, у фонду старих и ретких књига појављује се значајан број библиографских јединица на страним језицима. Сви фондови и сви наслови су материјално, финансијски и библиотечки обрађени, са устројеним картичним каталозима и унети у базе података по важећим законским и библиографским стандардима.

2.3 Библиотеке у геодетским образовним установама

Библиотека *Грађевинског факултета* у Београду уређена је на професионални начин и као таква води евиденцију и о геодетској литератури на *Катедри за геодезију и геоинформатику*. Библиотека је посебна организациона јединица и као специјална библиотека је у библиотечком информационом систему Универзитета и у систему Конзорцијума библиотека Србије за обједињену набавку (КоБСОН). Поседује вредне примерке старих и ретких књига, наслеђених из дуге историје геодетске струке, које би требало чувати и сачувати на професионални и прописани начин. *Средња геодетска школа у Београду (СГШ)* и *Висока грађевинско геодетска школа у Београду (ВГГШ)* такође имају интерно уређене библиотечке фондове у којима се могу пронаћи примерци вредни трајног чувања. У библиотеци СГШ има пар стотина наслова, међу којима су најстарији правилници о изради и одржавању премера и катастра (и др.), из 1930. године.

Библиотека ВГГШ, поред литературе из геодетске струке поседује и друге тематске целине, примерене наставном програму. На локацији *Грађевинског одсека ВГГШ*, има око 3.000 наслова у свим фондовима, од чега су преовлађујући уџбеници. Најстарији је уџбеник *Геометрија за први и други разред средњих школа* из 1930. године. Део фонда геодетске литературе се налази на *Геодетском одсеку ВГГШ* у улици Милана Ракића и вероватно је, као и на *Грађевинском факултету* фонд *разасут* по катедрама и на личним задужењима па није лако доћи до податка о најстаријим књигама вредних бољег и организованог чувања.

3. ПРИМЕР ФОРМИРАЊА ЈЕДНОГ ФОНДА СТАРИХ И РЕТКИХ КЊИГА

По важећим библиотечким прописима, а пре свега по *Закону о културним добрима* ("Службени гласник РС", бр.71/94) постоји обавеза свих матичних и стручних библиотека да установе фонд старих и ретких књига, али и да се он перманентно допуњује и обрађује као

посебан библиотечки садржај. На основу овог *Закона* могао би се устројити јединствени фонд геодетске литературе (старе и ретке књиге, декларације, укази, правилници, и др.) како би се објединила сва грађа у геодетским институцијама и образовним установама у Србији. Као пример треба знати да је у ВГИ, раних деведесетих година, формирана посебна инвентарска књига, посебан картични каталог и посебна база података у оквиру *Информационог научно документационог (ИНДОК) система ВГИ* за фонд старих и ретких књига. Фонд је физички издвојен, пресложен по инвентарском броју сваке библиографске јединице у посебне ватросталне касе и могао се користити само у просторији библиотеке. Поред тога, фонд је унет у библиографску базу, која је поред класичне библиотечке обраде (израда картичних каталожских листића за *абецедни* ауторски каталог и легитимација за сваку књигу) делимично и аналитички обрађен. Од укупно 1410 инвентарских бројева (налова библиотечких јединица), за око 210 одабраних наслова урађен је кратак приказ садржаја, док је за око 460 јединица урађена и УДК стручна класификација. За око 800 библиографских јединица одређене су кључне речи из контекста наслова и садржаја, којима се ближе назначавала њихова уже стручна тематика а база података ефикасније претражује. Рад на том фонду, највероватније због низа околности а пре свега кадровских, није завршен.

Критеријуми за формирање фонда старих и ретких књига нису били строго и једнозначно дефинисани (старост-година издања, издавач, садржај, језик грађе и др.) као што је то дефинисао *Закон о заштити споменика културе*. По *Закону о споменицима културе*, и другим прописима и стандардима из области војног библиотекарства и документалистике, били су предвиђени критеријуми који су ближе намењени националним, матичним и библиотекама које су располагале са старим, средњовековним рукописним књигама, картама и другом књижном и некњижном историјском грађом (тзв. *покретна културна добра*). Војним специјалним, стручно оријентисаним библиотекама, као што је била *Библиотека ВГИ*, остављено је **да саме процене историјски значај и за струку значај публикација у својим фондовима**, сходно делатности матичне институције. То значи да је требало особље библиотеке да само процени значај сваке библиографске јединице, уз консултације корисника фондова и стручњака, да изврши селекцију из интегралног садржаја свих фондова, да обради сваку такву библиографску јединицу и чува је на посебан начин, као стару и ретку књигу.

Од надлежних носиоца библиотечких функција у војсци су сугерисани само неки општи критеријуми илустровани примерима, како и шта физички одредити за фонд старих и ретких књига. Тако да се ту налазе рукописи познатијих и признатих аутора из струке, литература из војног и цивилног геодетског академског образовања, литература која садржи податке о почецима геодетске делатности код нас, примерци књига са ори-

гиналним печатима установа и/или библиотека из периода ослободилачких и других ратова (на Солунском фронту је било и издавачке делатности), грађа из периода Првог и Другог светског рата, ако је она означена са оригиналним библиотечким и другим печатима из тога времена (*Библиотека НОБ, НОР, ГИЈА, ГИЈНА,...*) и ако садржајно, тематски и по значају таква грађа не припада том фонду. При томе се избор није ограничио само на наслове на српском језику и домаће издаваче, већ и на друге језике и стране издаваче. У укупном фонду старих и ретких књига, највише садржаја и наслова је на немачком језику, што је последица историјских околности не само настанка и развоја ВГИ већ и због утемељења геодетске струке у дужем периоду, па и школовања геодета, на овим просторима.

4. УМЕСТО ЗАКЉУЧКА

Овај рад има за циљ да укаже на део садржаја старе геодетске литературе, којим још увек располажу неке библиотеке и геодетске установе. Књижни фондови *Народне библиотеке Србије, Универзитетске библиотеке Светозар Марковић*, фондови у РГЗ, ВГИ, СГС као и у геодетским образовним установама јесу адреса за потенцијалне истраживаче старе геодетске литературе и друге научнотехничке документације. Аутору није био циљ да лицитира или потенцира које су најстарије или најзначајније књиге из геодетске струке, већ да се поради на њиховом попису и чувању од пропадања и заборавља. Али сваки допринос у потрази за најстаријом геодетском литературом био би од значаја за историју геодетске струке.

Уместо закључка има места **предлогу** да се свестраније и свеобухватније започне, спроведе и заврши истраживање и прикупљање података о геодетској литератури из наведених библиотека, у геодетским и другим организацијама, као и кућних библиотека колега и њихових наследника. Резултат тога би могла бити једна нова геодетска библиографија, какве није било од оне из 1961. године, аутора Акима Миљанића. У текућој и будућој организацији и сталној реорганизацији геодетских институција, могуће је да ће се много тога, као уосталом и до сада, загубити и нестати. Најстаријим генерацијама геодета у Србији су позната дешавања са библиотекама СГУ, РГУ и *Геопремера*, као и сазнања аутора о статусу *Библиотеке ВГИ*, за чији се опстанак колеге у том институту боре приликом сваке нове систематизације. На основу важећих закона и других аката о библиотекама и културним добрима могао би се устројити јединствени фонд геодетске литературе, како у оригиналној форми тако и у форми интегралне дигиталне базе публикација из свих фондова. Треба пописати и сачувати постојеће највредније (оригиналне) писане садржаје, пре свега геодетске литературе, али и друга историјски вредна сведо-

чанства геодетске историје (законе, правилнике, указе, декларације, карте, проспекте, плакате, слике...).

Свесност значаја и обавезе стручне јавности да се изврши дигитализација највреднијих старих и ретких књига као и поменути истраживања на изради једне свеобухватне библиографије геодетске литературе и стручних радова, помогло би да се једно овако важно питање геодетске струке у Србији трајније и квалитетније реши. Постојање појединачних библиографија геодетских институција, као и библиографски радови појединих аутора, посебно *Геодетски библиографски приручник* Акима Миљанића и неке касније библиографије и јубиларне монографије геодетске службе, требало би да послуже као примарни извори за ово истраживање. Истраживање и стручна библиографска обрада морала би се радити у сарадњи са професионалним библиотечким стручњацима поштујући библиографске стандарде.

5. БИБЛИОГРАФСКИ ОПИСИ И ИЛУСТРАЦИЈЕ ИЗБРАНИХ НАСЛОВА СТАРИХ КЊИГА

За илустрацију старих и ретких књига геодетске струке, или других у вези са њима, у наставку се даје неколико библиографских описа уз краћи приказ неких од садржаја. За неке описе радова Милана Ј. Андоновића (1849-1926), Стевана П. Бошковића (1868-1957) и друге, аутор је податке преузео из COBISS.SR³, а већину приказаних из библиографских база ВГИ који су урађени "*са књигом у руци*". У прилогу се дају и илустрације за неколико примерака старих, ретких и вредних књига из геодетске историје у виду скенираних корица и/или насловних страна.

1. ГЕОДЕТСКИ РАДОВИ У КРАЉЕВИНИ СРБИЈИ У 1882. ГОДИНИ / [МИЛЕТИЋ, Р]. – [Београд, [188-]. - 10 листова; 14 цм. - Фонд ВГИ СК-РК. - Инв.бр: 0362.
2. ОСНОВЕ РАЧУНА ВЕРОВАТНОЋЕ И ТЕОРИЈА НАЈМАЊИХ КВАДРАТА : ПРЕДАВАЊА НА ВЕЛИКОЈ ШКОЛИ / АНДОНОВИЋ, М. Ј. - Београд: Краљевско - српска државна штампарија, 1886 (Београд : Штампано у Краљевско - српској државној штампарији). - 263 стр.: прилози; 24 цм. - Фонд ВГИ СК-РК. - Инв.бр: 0709.
3. КОСМОГРАФИЈА : СА ОСНОВНИМ АСТРОНОМСКИМ НАПОМЕНАМА : за више разреде средњих и учитељских школа : са 141 сликом у тексту и 25 таблица / од М.[Милана] Ј. Андоновића. - Београд : Краљевско-српска државна штампарија, 1888. - XVIII, [2], 533 стр., [7] преса-вијених листова, [11] листова с таблама : илустр.;

³ COBISS - Кооперативни онлајн библиографски информациони систем и сервис. Опширније на адреси <http://www.vbs.rs/cobiss/>

- 25 цм. - Начин приступа. - Регистар. - УДК: 372.852.4(075.3), 372.852.331(075.3). - COBISS.SR-ID 18352903
4. О ОБЛИКУ И ВЕЛИЧИНИ НАШЕ ЗЕМЉЕ / Јавно предавање Милана Ј. Андоновића. - У Београду : Краљевско српска државна штампарија, 1889. - 46 стр. : илустр. ; 23 см. - УДК: 528.3. - COBISS.SR-ID 146366471.
 5. НИЖА ГЕОДЕЗИЈА : СА ОСОБИТИМ ПОГЛЕДОМ НА КАТАСТАРСКИ ПРЕМЕР : ПРЕДАВАЊА НА ВЕЛИКО ШКОЛИ / АНДОНОВИЋ, М. Ј. - Београд: Краљевско-српска државна штампарија, 1890 (Београд : Краљевско-српска државна штампарија). - X, 368 стр. : илустр. ; 23 цм. - УДК: 528.4(075.8). - Фонд ВГИ СК-РК. - Инв.бр: 0858. - COBISS.SR-ID 512805729
 6. ПРАВИЛНИК - I. О КАТАСТАРСКОМ ПРЕМЕРАВАЊУ : РАДОВИ ТРИГОНОМЕТРИЈСКИ И ПОЛГОНО-МЕТРИЈСКИ. - Београд : Издање Министарства финансија, 1892 (Београд : Министарство финансија). - 348 стр.; 24 цм. - Фонд ВГИ СК-РК. - Инв.бр: 0077
 7. ПРВИ ТОПОГРАФСКИ ПРЕМЕР КРАЉЕВИНЕ СРБИЈЕ ИЗВРШЕН ОД ГЛАВНОГ ЋЕНЕРАЛШТАБА 1880 - 1891. ГОД. : СА 9 СЛИКА И 14 ПРИЛОГА / СИМОНОВИЋ, Јосиф. - [Београд] : Издање уредништва ратника, 1896 (Београд : Државна штампарија Краљевине Србије). - 333 стр.; 24 цм. - Фонд ВГИ СК-РК. - Инв.бр: 0059. - Први монографски приказ геодетских радова у нашој војној и цивилној струци. Књига је без 14 оригиналних прилога, али се уз сваки примерак налази 33 микрофилма. СРК 59/3 очуван али без прилога, без оригиналних корица накнадно укоричен у РО ВГИ.
 8. НИЖА ГЕОДЕЗИЈА СА ОСОБИТИМ ПОГЛЕДОМ НА КАТАСТАРСКИ ПРЕМЕР : ПРЕДАВАЊЕ НА ВЕЛИКОЈ ШКОЛИ : ДРУГИ ДЕО (ПРВА ПОЛОВИНА) : ДРУГИ ДЕО (ДРУГА ПОЛОВИНА) / АНДОНОВИЋ, М. Ј. - Београд: Српска - Краљевска штампарија, 1897. - 1390 стр.: 15 листова са сликама и скицама; 23 цм. - Фонд ВГИ СК-РК. - Инв.бр: 0202
 9. О ЗНАЧАЈУ НАУКЕ О СВЕТУ : ПОПУЛАРНО КОСМОГРАФСКО ПРЕДАВАЊЕ / М. [Милан] Ј. Андоновић. - Предавање о космосу, небеским телима и астрономији. Аутор је Милан Ј. Андоновић (1849-1926), истакнути професор Универзитета у Београду и оснивач Геодетског института. - Објављено у листу «Нова искра» који је излазио од 1899. до 1911. у Београду и доносио чланке из области књижевности, науке, уметности и културне историје. - У: Нова искра. - ISSN Y000-4383. - Год. 7, бр. 1 - бр. 4 (1905). - COBISS.SR-ID 38897423.
 10. ФОТОГРАМЕТРИЈА И ПРАКТИЧНИ ДИО ТАХИМЕТРИЈЕ : СА 61. СЛИКОМ / Написао Фрањо пл. Кружић. - Крижевци : Књиготискара Г. Неуберга, 1897. - IV, 66 стр. : илустр. ; 25 цм. - УДК: 528.7. - COBISS.SR-ID 72058375
 11. РЕФЕРАТ ГОСПОДИНУ МИНИСТРУ ВОЈНОМ О БРОШУРИ “О КОМАСАЦИЈИ ПОЉОПРИВРЕДНИХ ИМАЊА” Г. М. Ј. АНДОНОВИЋА / Стеван П. Бошковић. - Београд : Војно Министарство, 1901 (Београд : Штампарска радионица Војног Министарства). - 24 стр. : илустр. ; В. 8°. COBISS.SR-ID 154400012
 12. КОМАСАЦИЈА ПОЉОПРИВРЕДНИХ ИМАЊА И ПОГРЕШАН РЕФЕРАТ ГОСПОДИНУ МИНИСТРУ ВОЈНОМ : или Неоспорна корист од комасације већа је и од 75.000.000 динара / од Милана Ј. Андоновића. - Београд : Дворска књижара Димитрија Стајића, 1902 (Београд : Штампарија Бојовића и Мићића ”Милош Велики”). - 113 стр. ; 21 см. - УДК: 332.2. - COBISS.SR-ID 157451788.
 13. НАСЕЉА СРПСКИХ ЗЕМАЉА : КЊИГА II : АТЛАС / ЦВИЈИЋ, Јован. - Београд: Српска Краљевска академија, 1903 (Београд ; Државна штампарија Краљевине Србије). - 22 карте : 51 фотографија; 29 цм. - УДК: 91:007. - Фонд ВГИ СК-РК. - Инв.бр: 0244. - Атлас из серије публикација Српске краљевске академије и великог географа Ј. Цвијића, садржи драгоцене картографске, географске и друге вредне изворе: Карта околине Београда, у боји, 1:150 000 (на истој Карта екскурзија чланова Географског семинара велике шлоле 1:600 000), аутора Радоја Дединца, кроки скице (карте) насеља (Ритопек, Врчин и друге, Распоред зграда на имању Игњата Маслаћа (Папратиште, окр. Ужички, срез Пожешки) план-скица парцеле и сваке зграде (просторије у згради) - зачетник модерног ГИС-а и ПИС-а.
 14. ФОРМУЛЕ И ТАБЛИЦЕ ЗА РАЧУНАЊЕ ГЕОГРАФСКИХ КООРДИНАТА НА СВЕРОИДУ КЛАРКА (1880 г.) / Стеван П. Бошковић. - Београд : Министарство војно, 1907 (Београд : Штампарска радионица Војног министарства). - [1], 52 стр., 1 лист с таблама ; 4°. COBISS.SR-ID 154337548
 15. ПРОЈЕКАТ ЖЕЛЕЗНИЦЕ : ДУНАВ-НИШ-ЈАДРАНСКО МОРЕ : ОПИС ТРАСЕ И ПРТХОДНИ ПРЕДРАЧУН / Јерачек Јован. - Београд: Јован Јирачек, 1908 (Београд: Штампарија С. Хоровица, -Цара Уроша ул. бр. 5, 1908). - 58 стр ; са једном картом; 17 цм. - Фонд ВГИ СК-РК. - Инв.бр: 0241. - Предавање које је држао у ”демократском клубу” у Београду 26. фебруара, 1908 г., инжењер Јован Јирачек, бив. инспектор И. кл. Срп. Држ. железница садржи карту са уцртаном трасом пруге која води из правца Румуније преко Кусјака на Дунаву, Неготина, Књажевица, Ниша, Приштине, Ђаковице, (кроз Албанију до Скадра) до Бара. Предавање садржи историјске чињенице старије од овог документа. Цела траса је дуга око 645.5 км, ”потребан капитал” 97 милиона динара (ондашњих).

16. **МАКЕДОНСКИ СУ СЛОВЕНИ СРБИ : У ОДБРАНУ ОПРАВДАНИХ СРПСКИХ ПРАВА И ИНТЕРЕСА НА БАЛКАНУ / М. Ј. Андоновић. - Београд : Штампана Наумовић и Стефановић, 1913. - 117 стр. ; 24 см. - Библиографија: стр. 115-117. - УДК: 323.1(=163.3). - COBISS.SR-ID 24209415. Романсирана, стиховима и историјским изворима, расправа о познатом питању из тог и каснијих времена.**
17. **ТОПОГРАФСКИ КЉУЧ : ПРИВРЕМЕНО ИЗДАЊЕ : I ДЕО. - Солун: Врховна команда : Типографско одељење, 1917 (Солун : Картографска радионица топографског одељења Врховне команде). - 23 стр. ; 16 цм. - Фонд ВГИ СК-РК. - Инв. бр: 0056.**
18. **МАКЕДОНИЈИ И МАКЕДОНЦИМА : ЧЛАНЦИ ВЕНДЛ - РИЗОВ - ТОМИЋ / Марковић Т. Ј, Томић Свет. - КРФ: Аутори, 1918 (Крф : Државна штампарија Краљевине Србије, 1918). - 112 стр; 16 цм. - Фонд ВГИ СК-РК. - Инв.бр: 0240. - Аутори су средили и издали брошуру о Македонском питању, као критички осврт на тадашње и претходна писања: (Херман Вендл, социјал-демократа у Немачком Рајстагу,.. био против Бугарских претензија, Д. Ризов, Краљевски бугарски посланик у Берлину, Свет. Т?мић, инспектор Министарства Просвете и Црквених Послова - наслов чланка "Ко су Македонски словени?"..**
19. **ШТА СМО НАШЛИ НОВОГ НА ТЕРИТОРИЈИ ЈУЖНЕ СРБИЈЕ НОВИМ ТОПОГРАФСКИМ ПРЕМЕРОМ ПОСЛЕ РАТА / [БОШКОВИЋ, С] тевац] П. - Београд: [ВГИ], [192-]. - 8 стр.; 27 цм. - Фонд ВГИ СК-РК. - Инв.бр: 1142. - У чланку се даје критички осврт на (не)тачност карте 1:200 000 коју је израдио бечки ВГИ, а која је откривена мерењем времена маршевања пешадије и поређењем са растојањем са карте. Даје се и упоређење висина, положаја и правци пружања планина и друге нетачности те карте. Упоређење се даје и са новом југословенском картом 1:100 000 са које се на крају дају и подаци о површини Југославије, дужини обале, дужини границе као и површине планинских зона са кораком од по 500 метара.**
20. **ГРАЂЕЊЕ НОВИХ ЖЕЛЕЗНИЦА И НАШ ИЗЛАЗ НА ЈАДРАНСКО МОРЕ / ВАСКОВИЋ, Здравко. - Загреб: /Уредништво "Техничког гласника"/, 1921 (Загреб : Кр[алеvsка] земаљска тискара). - 55 стр. : 1 карта; 19 цм. - Фонд ВГИ СК-РК. - Инв.бр: 1128. - Књижица је поклон аутора генералу Стевану Бошковићу. Садржи академску расправу о питању развоја железнице Југославије и њеном излазу на Јадранско море. У прилогу је пригодна карта са планом изградње.**
21. **ДЕФИНИТИВНО РЕШЕЊЕ ПИТАЊА: СА КОЈИМ СЕ НАЈМАЊИМ ИСКРИВЉЕЊЕМ МОЖЕ ПРЕДСТАВИТИ КРАЉЕВИНА СРБА, ХРВАТА И СЛОВЕНАЦА САМО НА ЈЕДНОЈ РАВНИ? КОЈЕ СУ ЈЕДНАЧИНЕ НАЈБОЉЕ ЗНАНСТВЕНЕ И ШКОЛСКЕ КАРТЕ КРАЉЕВИНЕ СХС / ФАШИНГ, Антал. - Београд: Генерална дирекција катастра, 1922 (Београд : /ГИЈА/). - 50 стр.; 35 цм. - Фонд ВГИ СК-РК. - Инв.бр: 0073. - Садржај је препис (17.03.1945), писан руком превода (преводиоца Јован Крнетић, шеф одсека Генералне Дирекције Катастра из 1922.), рада професора Др. инг. Антона Фашинга о "значајном питању пројекције, система триангулирања и премеравања у држави СХС". У књизи су формуле за Тисову пројекцију, табеле, скице и подаци рачунања Владимира Трстјакова и потпис преписивача геометра Хаџиахметовића.**
22. **ГЕОДЕЗИЈА ЗА ВИШУ ШКОЛУ ВОЈНЕ АКАДЕМИЈЕ : 1925/26 год. / Стеван П. Бошковић. - [Београд : Виша школа Војне академије, 1926]. - 137 стр. : илустр. ; 4°. COBISS.SR-ID 133682444**
23. **АЛБУМ КАРИКАТУРА /КОМАНДНОГ РУКОВОДСТВА ВОЈНО ГЕОГРАФСКОГ ИНСТИТУТА/ : [ОРИГИНАЛИ] / ШУБИЋ, Мирко. - Земун: Војно географски институт, 1926/27 ([Земун : Коричење урађено у РО ВГИ). - 52 стр. : 24 цртежа : 9 фотографија; 41 стр. - Фонд ВГИ СК-РК. - Инв. бр: 0289. - Албум садржи 24 цртежа (карикатура) и 9 фотографија, претежно руководећег кадра тадашњег састава ВГИ са пригодним шаљивим текстом и илустрацијама из свакодневног живота и рада. То је својеврсна сведочење о времену и људима каквих нема у официјелној историографији ВГИ. Поред слике Начелника Генерала С. Бошковића, потоњег јединог геодете академика, ту је и групна фотографија свих(?) осталих припадника(?) тадашњег ВГИ. Аутор карикатура је био, тадашњи војник редов, касније академски сликар. Албум је ВГИ добио за један од јубилеја. Постоји и фотокопија, али само карикатура малог формата у инв. бр. 374.**
24. **ГЕОГРАФСКО ЗНАЊЕ О СРБИЈИ ПОЧЕТКОМ 19. ВЕКА : СА ДВЕ КАРТЕ У ПРИЛОГУ / РАДОЈЧИЋ НИКОЛА. - Посебно издање. - Београд: Географско друштво, 1927 (Београд : Државна штампарија Краљевине СХС). - 100 стр : 2 карте; 22 цм. - Фонд ВГИ СК-РК. - Инв.бр: 1214. - Посебно издање географског друштва садржи, поред две старе (црно-беле) карте у прилогу, више тематских целина које се баве изворима, ранијим истраживачима, историјским и другим чињеницама везано за историју географских истраживања Србије. Поред осталих, аутор (иначе професор Универзитета у Љубљани) помиње поред осталих и списе Вука Караџића, Копитара и Вајнгартена и њихове историјске географске збирке које је показао Ј. Цвијићу, а овај није доживео да се исте објаве.**
25. **ГЛАСИЛО ГЕОМЕТАРА : ОРГАН УДРУЖЕЊА ГЕОМЕТАРА КРАЉЕВИНЕ СХС БР: 4-14. - Београд: Удружење геометара СХС : Штампарија**

- «Мироточиви», 1927 (Београд : Штампарија «Мироточиви»); 23 цм. - УДК: 528(497.1). - Фонд ВГИ СК-РК. - Инв.бр: 0592. - Садржи теоријске и практичне радове везане за геодетску струку, за ограничени период излагања под овим насловом.
26. ПРАВИЛНИК О КАТАСТАРСКОМ ПРЕМЕРАВАЊУ : ТРИАНГУЛАЦИЈА : I ДЕО. - Београд: Министарство финансија Краљевине Југославије, Одељење катастра и државних добара, 1929. - 268 стр.; 33 цм. - Фонд ВГИ СК-РК. - Инв.бр: 1079. - Ово је један од првих правилника и "...израђен је у главном на основу Упутства за тригонометријске и полигонометријске радове, које важи од 25 октобра 1881. г. са изменама и допунама у Пруској...". Садржи слике, графиконе, скице мрежа, примере мерења и податке обраде.
27. ДОЗВОЉЕНА ОДСТУПАЊА ПО ПРАВИЛНИЦИМА О КАТАСТАРСКОМ ПРЕМЕРАВАЊУ. - Београд: Одељење државног катастра и државних добара, 1930 (Београд : Уметнички Завод "Планта"). - 47 стр; 18 цм. - Фонд ВГИ СК-РК. - Инв.бр: 1205. - Ово је прва свеска из библиотеке "Геометар" коју је покренула једна група људи из редова геометара и инжењера у циљу стручног усавршавања свих геодета. Иначе у свесци су таблице за број гируса, дозвољена одступања при мерењу углова, мерењу у полигонској и линијској мрежи, за дужине апцисе и ординате код ортогоналног снимања, визууре за тахиметрију, таблице за ограничења у нивелманским радовима као и дозвољена одступања код израде планова и рачунања површина. У тексту има формула и додатних објашњења.
28. ПРАВИЛНИК О КАТАСТАРСКОМ ПРЕМЕРАВАЊУ : ПОЛИГОНА И ЛИНИЈСКА МРЕЖА : ОМЕЂАВАЊЕ И СНИМАЊЕ ДЕТАЉА : ИЗРАДА КАТАСТАРСКИХ ПЛАНОВА И РАЧУНАЊЕ ПОВРШИНА : I, III И V ДЕО. - Београд: Министарство финансија Краљевине Југославије ; Одељење катастра и државних добара, 1930. - 121 стр.; 30 цм. - Фонд ВГИ СК-РК. - Инв.бр: 1080. - У предговору пише да се "...прописи и границе дозвољених одступања за мерење углова и страна, ослањају се углавном на прописе Пруског правилника и Швајцарских инструкција...". Иначе садржи (као и инв. бр. 1079) скице, формуларе, податке мерења и обраде као илустрације правилничких одредби.
29. ГЕОМЕТАРСКИ И ГЕОДЕТСКИ ГЛАСНИК : ОРГАН УДРУЖЕЊА ГЕОМЕТАРА КРАЉЕВИНЕ ЈУГОСЛАВИЈЕ. - Београд : Н. Сад: Удружење геометара и геодета Краљевине Југославије, 1931; 23 цм. - УДК: 528(497.1). - Фонд ВГИ СК-РК. - Инв.бр: 0595. - Садржи теоријске и практичне радове везане за геодетску струку, за ограничени период излагања под овим насловом, пред сами Други светски рат.
30. ИЗРАДА МЕЂУНАРОДНОГ ПУТА БЕОГРАД - Н.САД : I ДЕОНИЦА : ИСТРАЖИВАЊЕ И СТЕЧЕНА ИСКУСТВА / РАДИВОЈЕВИЋ, Влад. - Београд: Југословенско друштво за путове, 1937 (Београд : "Лито-штампа" Драгољуба Т. Ђорђевић). - 65 стр.; 24 цм. - Фонд ВГИ СК-РК. - Инв.бр: 1127. - Књижница садржи сликама илустровани технички извештај, са пуно техничких и других показатеља о изградњи једне деонице пута од Београда до Новог Сада.
31. АЛБУМ СЛИКА ЗА ЧИТАЊЕ АЕРО ФОТО - СНИМАКА. - [Београд] : [Војногеографски институт], [194.-] ([Београд : Војногеографски институт]) . - 66 стр; 27 цм. - Фонд ВГИ СК-РК. - Инв.бр: 0221.
32. ВОЈНИ ГЕОГРАФИ СРБИЈЕ И ЈУГОСЛАВИЈЕ (ОД 1835. ДО 1950. ГОДИНЕ) : ДЕО РУКОПИСА / РАНКОВИЋ, Ј. Живан. - [Београд]: [Аутор], [195.-]. - Стр. 545-664; 30 цм. - УДК: 355.47(092.2): 528.9 : 910. - Фонд ВГИ СК-РК. - Инв.бр: 1356. - Рукопис (куцан писаћом машином) садржи податке о војним географима и картографима у периоду од 1835. до 1950. године, са биографијом и сликом између текста. Међу њима су и неки припадници војне геодетске службе и други историјски подаци. Потоји и фотокопија истог материјала. О првом делу рукописа, до 544 стране, се ништа за сада не зна.
33. АЛБУМ СЛИКА СА ТЕРЕНА 1937-1953. ГОДИНЕ. - Београд: ВГИ, [1954]. - 31 слика; картон. - Фонд ВГИ СК-РК. - Инв.бр: 1307. - Албум садржи фотографије са терена из периода 1939. до 1953. године.
34. ИЗВЕШТАЈ О БОРАВКУ ДЕЛЕГАЦИЈЕ ВОЈНО ГЕОГРАФСКОГ ИНСТИТУТА ЈНА У АМЕРИЦИ. - Београд: ВГИ ЈНА, [1955]. - 232 стр. ; рукопис : прил.; 29 цм. - ГИ-1. - Фонд ВГИ СК-РК. - Инв.бр: 1368. - Извештај садржи утиске и податке о посети делегације ВГИ америчким формацијама које се баве истим делатношћу. Уз текст се даје обиље прилога: слика, табела формацијских састава, технолошких шема, (нпр. о картографско репродукцијској делатности, о геодетским обележавањима и идентификацији тачака, узорцима картографског и другог папир итд) па све до платних разреда и плата у доларима, за послове из делокруга ове струке. Аутори извештаја нису назначени, али се подаци о делегацији налазе у монографији "Геодетска служба ЈНА" (ВИНЦ, 1987) на стр.219.
35. ГЕОДЕТСКО - КАРТОГРАФСКЕ УСТАНОВЕ ГРЧКЕ : ОРГАНИЗАЦИЈА И РАД : ИЗВЕШТАЈ ДЕЛЕГАЦИЈЕ ГИЈНА СА ПУТА У ГРЧКУ ОД 12 ДО 28.04.1955 ГОДИНЕ. - [Београд] : ГИ ЈНА, 1955. - 47 стр. ; рукопис : 1 прилог; 29 цм. - ГИ-1.3. - Фонд ВГИ СК-РК. - Инв.бр: 1363. - Публикација садржи поглавља: организација геодетске службе у

Грчкој, геодетска и геофизичка комисија Грчке, географска служба војске, астрономија, триангулација, нивелман високе тачности, гравиметрија, геомагнетизам, топографски премер, фотограмметрија, картографске пројекције, картографија, репродукција, школовање кадра, метрологија, топографска служба министарства јавних радова, хидрографска служба Грчке морнарице.

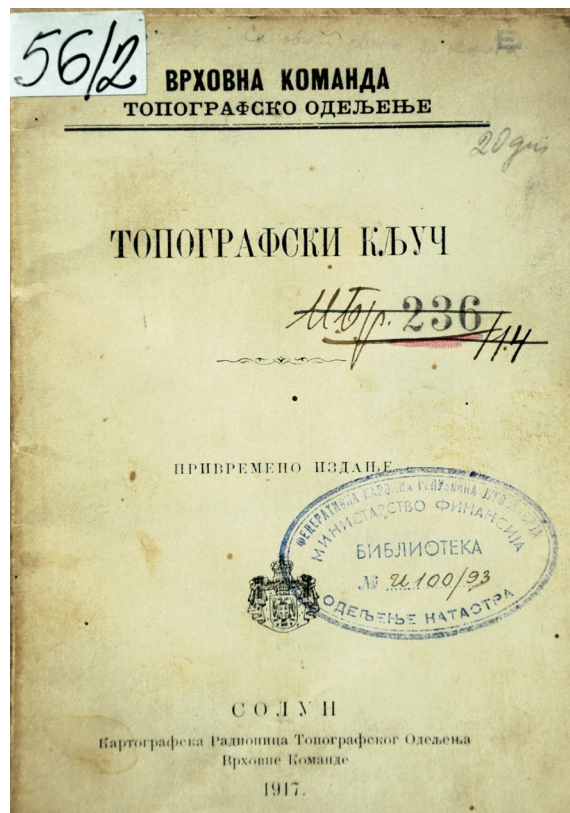
36. 30 ГОДИНА РЕПРОДУКЦИЈЕ ПЛАНОВА, 10 ГОДИНА ЗАВОДА ЗА КАРТОГРАФИЈУ «ГЕОКАРТА». - Београд : Геокарта, 1957 (Београд : Геокарта). - 46 стр. : илустр. ; 24 цм. - Стр. 3: Предговор / Аким Миљанић. - Стр. 5-6: Увод / Спасо Јауковић. - УДК: 061.1(497.111):528»1927/1957». - COBISS.SR-ID 134751239
37. ВИШЕЈЕЗИЧНИ ГЕОДЕТСКИ РЕЧНИК : Осмојезично издање на српскохрватском (хрватско-српском), словеначком, македонском, албанском, француском, енглеском, немачком и руском језику / [главни уредник Милутин Стефановић]. - Београд : Савез геодетских инжењера и геометара Југославије, 1980 (Београд : Геокарта). - XIX, 879 стр. ; 30 цм. 528:801.323.9. COBISS.SR-ID 49590535

ИЛУСТРАЦИЈЕ⁴

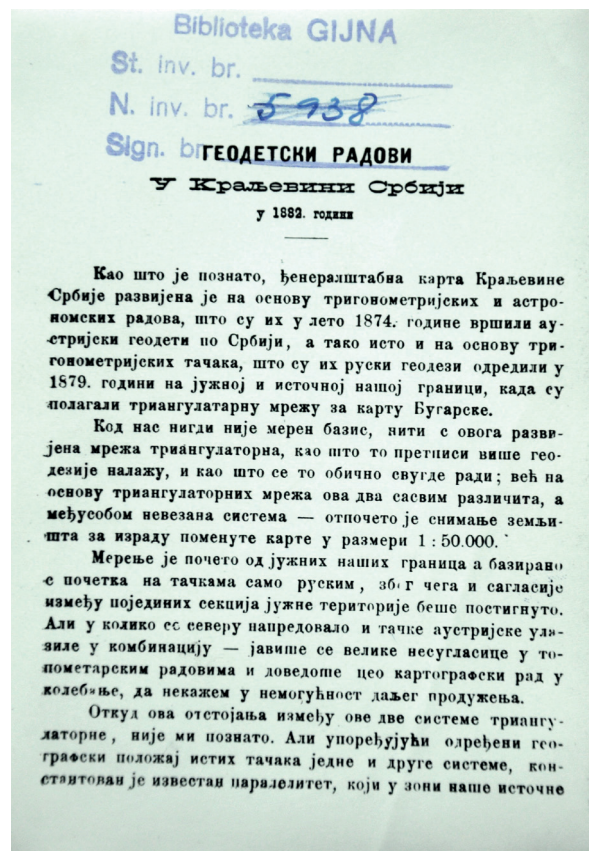


Слика 1. Правилник из 1892.

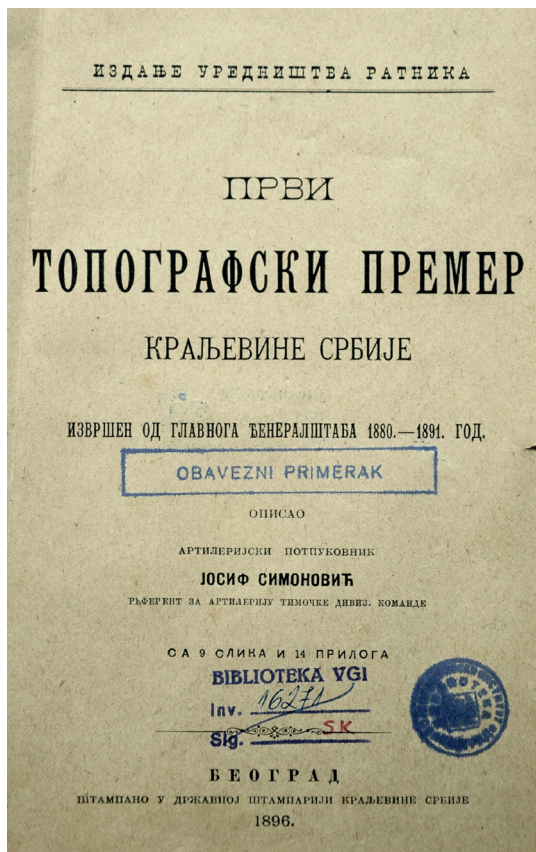
⁴ Неке илустрације су добијене љубазношћу колега из ВГИ С. Радојчића, Р. Банковића и Б. Блануше



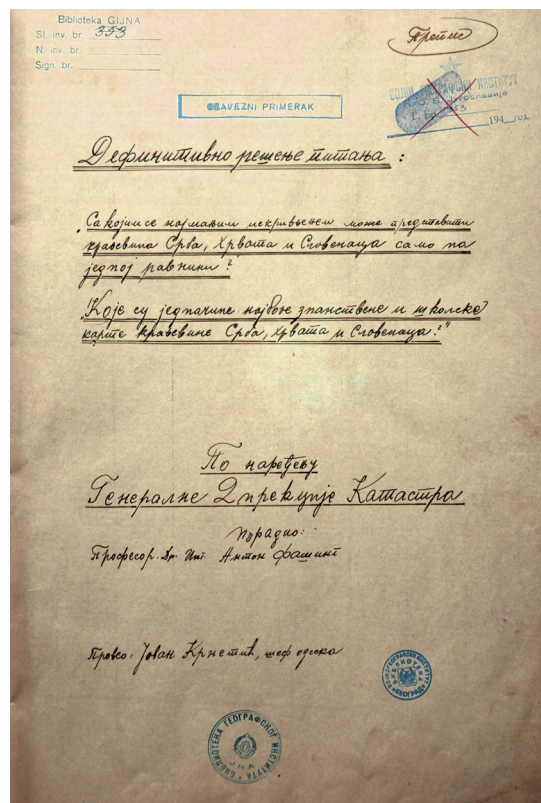
Слика 2. Топографски кључ из 1917. издат у Солуну



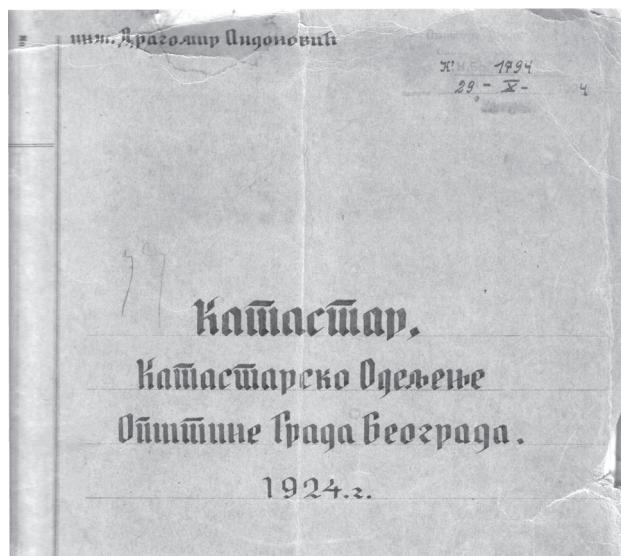
Слика 3. Насловна страна Извештаја о геодетским радовима у 1882. у Краљевини Србији



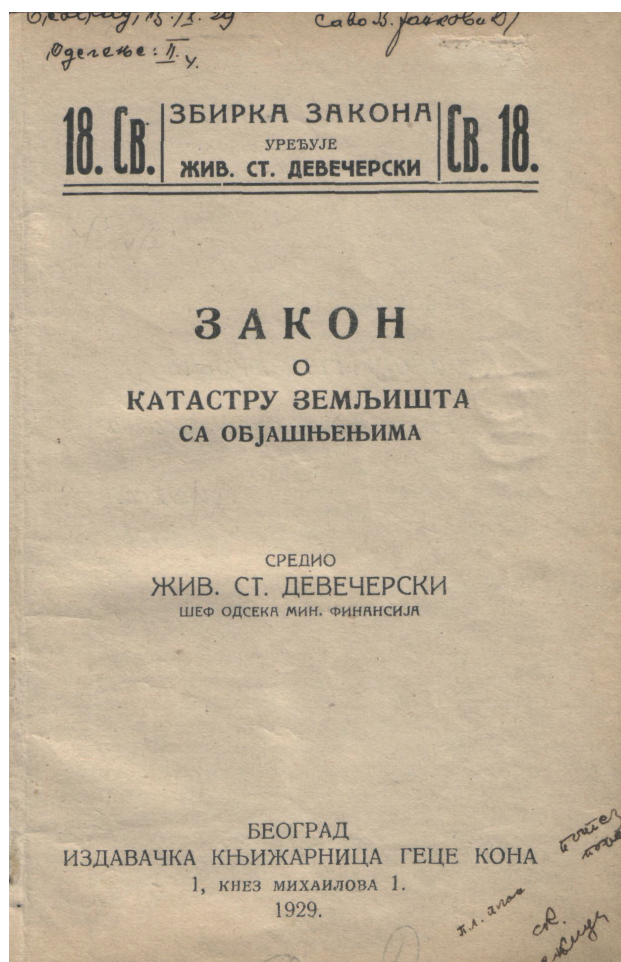
Слика 4. Монографија о премеру Краљевине Србије 1880-1891.



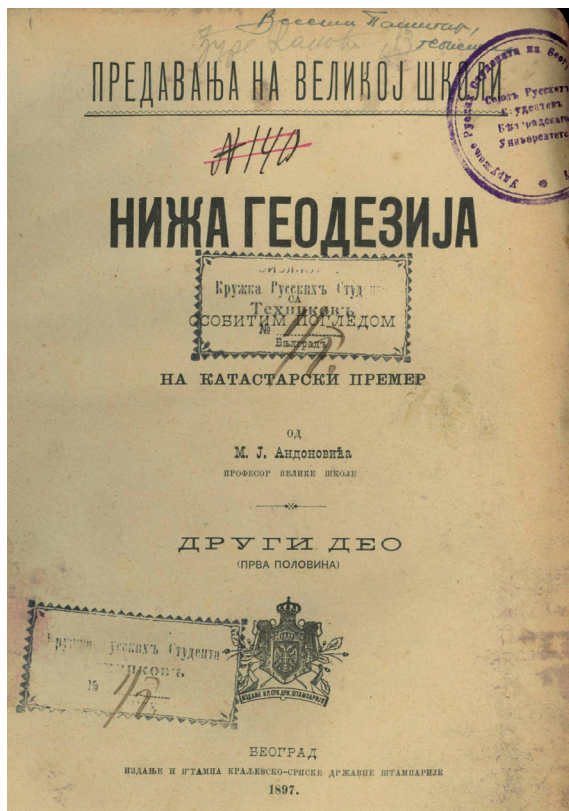
Слика 5. Решење питања избора пројекције из 1922. године



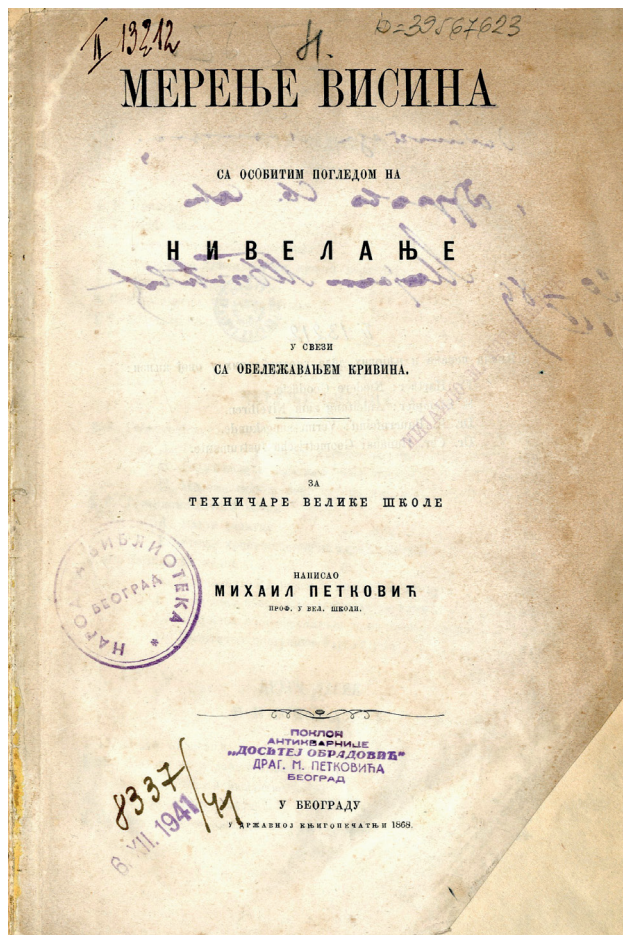
Слика 6. Катастар Београда од Драгомира Андоновић из 1924. године



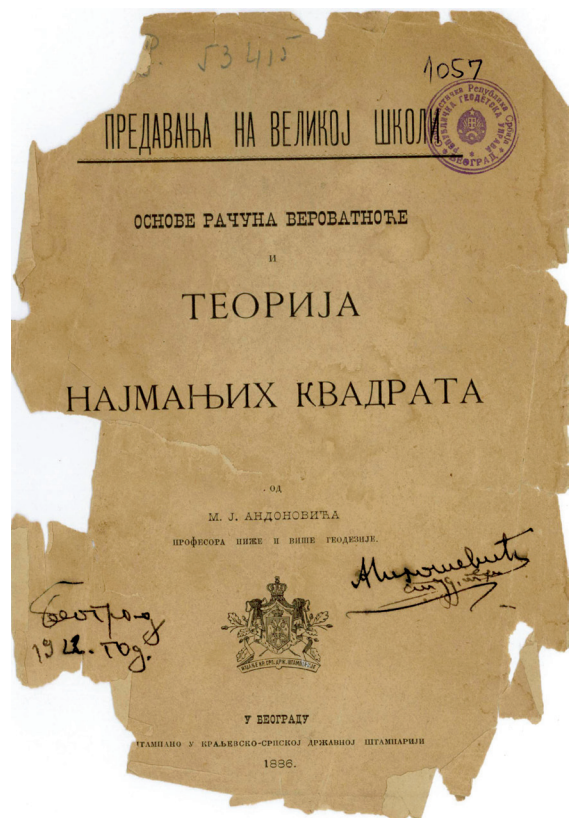
Слика 7. Насловна страна Закона о катастру земљишта из 1929. године



Слика 8. Слика 2. М. Ј. Андоновић, Нижа геодезија из 1897.



Слика 10. Најстарија књига из геодејске струке на српском језику из 1868. године, по Акиму Миљанић



Слика 9. М. Ј. Андоновић, Теорија најмањих квадрата из 1886. насловна страна књиге у Библиотеци РГЗ

ВИЗУАЛИЗАЦИЈА И ГУСТИНА ПОДАТАКА НА ТОПОГРАФСКИМ КАРТАМА

Доц. др Мирко Борисов, дипл.геод.инж.¹

Прегледни рад
УДК: 528.914 : 528.93

РЕЗИМЕ

У раду се анализира картографска визуализација и густина садржаја на службеним топографским картама Србије у размерама од 1:25000 до 1:100000. Наиме, предмет овог рада су топографске карте у крупним размерама и анализа њихових изражајних и садржајних одлика. Посебно се анализира избор и процентуална заступљеност података по одређеним елементима математичке и географске основе карата, а у складу са одговарајућом величином. Дат је нагласак на квантитативним и квалитативним обележјима геопросторног садржаја, односно на густину и квалитет (тачност) података на топографским картама. Притом, елементи математичке основе топографских карата су стандардизовани, док се географски садржај мења и усклађује према дефинисаној величини, односно у складу са законима картографске генерализације.

Кључне речи: картографија, службене топографске карте, анализа садржаја, густина података, квалитет приказа.

VISUALISATION AND DENSITY OF DATA ON THE TOPOGRAPHIC MAPS

Mirko Borisov, Ph.D.

ABSTRACT

This paper analyzes the cartographic visualization and density of the contents of the official topographic maps of Serbia, scale of 1:25000 to 1:100000. The subject of this paper are topographic maps at large scale and analysis of their expression and content characteristics. In particular, the selection and representation of the data are analyzed for certain mathematical and geographical features of the maps, according to the appropriate scale. The focus is on quantitative and qualitative characteristics of geospatial content and the density and quality (accuracy) of the data on topographic maps. In addition, elements of the mathematical basis of topographic maps are standardized, and geographic content is changed and harmonized by the defined scale, or in accordance with the rules of cartographic generalization.

Key words: cartography, official topographic maps, analysis of contents, density of data, quality of visualization.

1. УВОД

Топографске карте исцрпно и географски конкретно приказују облике и објекте на површи Земље, који, заједнички уочени и мисаоно повезани, дају приказ стварности. Оне омогућавају добијање потпуне и верне слике месних прилика, односно картографских приказа мањих делова Земљине површи (Радошевић, 1981). О томе говори и само значење њиховог назива: топос (грч. - место) и грапхос (грч. - цртати, описивати). Топографске карте су намењене проучавању земљишта у погледу рељефности, хидрографских прилика, покривености вегетацијом, насељених места, односно саобраћајне инфраструктуре, али и планирању и пројектовању у геопросторном окружењу. Проучавањем елемената садржаја, односно њиховим класификовањем, одабирањем, уопштавањем и уношењем на карту у виду условних знакова, добија се географски, односно топографски садржај карте. Обједињавањем елемената математичке основе и географског садржаја, постиже се прегледност и могућност обављања разних анализа.

Топографске карте крупне размере, односно, топографска карта размере 1:25 000 (ТК 25), топографска

карта размере 1:50 000 (ТК 50) и топографска карта размере 1:100 000 (ТК 100), разликују се значајно по својим изражајним својствима од свих осталих карата. То су:

– Оптималан однос захваћене површине и количине података, што омогућава да се са картографског приказа виде многе квантитативне и квалитативне одлике елемената садржаја;

– Геометријска тачност података, јер се пројектовање карте обавља по математичким законима а садржај креира и приказује у релативно крупној величини, што обезбеђује добру и поуздану метрику на картографском приказу;

– Квалитет информација, које су на високом нивоу јер се подаци креирају претежно коришћењем примарних метода прикупљања и моделују по строгим картографским правилима; и

– Оне служе као изворне или помоћне карте за израду других (топографских и географских) карата у истој или ситнијој величини.

Наиме, предмет овог рада су ТК25, ТК50 и ТК100. Као правилан и детаљан приказ распореда објеката и појава у геопростору, потребно је овај систем државних топографских карата посматрати као јединство прика-

¹ Факултет техничких наука Нови Сад, Трг Доситеја Обрадовића 6, e-mail: mborisov@eunet.rs

за двеју страна реалности: просторне и садржајне (Петерца, 1987). Основни циљ у раду јесте анализа картографског приказа и степен генерализације садржаја на топографским картама. У том смислу густина података је један од основних критеријума квалитета картографске визуализације, али и богатства садржаја. При томе, постоје одређена ограничења, а пре свега размера картографског приказа. Такође, док је просторна одређеност мерљива, садржајна има више појмовни, односно информативни карактер.

2. АНАЛИЗА ГУСТИНЕ ПОДАТАКА НА ТОПОГРАФСКИМ КАРТАМА

Употребна вредност топографских карата зависи од мере картирања, времена на које се односи подаци на карти, али и од општег квалитета карте. Са становишта визуализације и густине података на топографској карти, важно је истаћи факторе: попуњеност садржајем карте која је у директној вези са друга два фактора, односно географском верношћу и геометријском тачношћу карте, затим прегледност карте, спољни изглед и квалитет штампе (Чоловић, 1987). При томе савремена топографска картографија довела је како код нас, тако и у свету до утврђених конвенционалних решења и стандарда у приказу и визуализацији садржаја топографских карата чиме је још више подигнута њихова употребна вредност. Најбитнији видови упоредне анализе приказа и густине података на топографским картама, односно на ТК25, ТК50 и ТК100 су:

- Сагледавање и поређење структуре картираног садржаја; и
- Анализа густине података и степена генерализације по појединим елементима садржаја.

3.1 Геодетске тачке

Тачке геодетске основе имају нарочиту важност на топографским картама крупније размере. Управо је то разлог да структура изабраних тачака геодетске основе буде истоветна на ТК25, ТК50 и ТК100. Упоредни приказ структуре приказа тачака геодетске основе на поменутих картама, те обим картираног садржаја геодетске основе анализиран је на узорку од 16 листова ТК25 које покривају државну територију Србије (табела 1).

Упоређењем броја картираних тачака геодетске основе (тригонометара и кота) на листовима ТК25, ТК50 и ТК100, дошло се до података који су приказани у табели 2. У њој су дате просечне вредности, али важно је напоменути да је од листа до листа карте примењиван различит приступ у генерализацији тригонометара и кота. За тригонометре, распон вредности генерализације је од 35% до 64%, док је за коте распон генерализације од 21% до 41%, што значи да је било доста субјективног приступа приликом картографске генерализације. Већи степен генерализације кота узрокован је генерализацијом осталих, пре свега линијских елемената садржаја карте. Но, и поред тога, треба напоменути да се број картираних тригонометара и кота знатно спорије смањује него површина топографске карте на којој је приказан одређени простор. Тај податак говори о томе да, на пример ТК50 има

Табела 1. Подаци о геодетским тачкама

Геодетске тачке		РАЗМЕРА		
		1:25000	1:50000	1:100000
1	Основне тригонометријске тачке	●	●	●
2	Основне нивелманске тачке (репери)	●	●	○
3	Верски објекти као геодетске тачке (црква, џамија, синагога, манастир)	●	●	●
4	Инфраструктурни објекти као геодетске тачке (фабрички димњак, телекомуникациони стуб, метеоролошка станица)	●	●	●
5	Гранични стуб као тригонометријска тачка	●	●	○
6	Споменик као тригонометријска тачка	●	●	●
7	Табла на обали реке као тригонометријска тачка (километ. ознака)	●	●	○
8	Превоји	●	●	●
9	Коте	●	●	●
10	Котирани објекти	●	●	○

● приказује се на топографској карти

○ не приказује се на топографској карти

Табела 2. Упоређење броја картираних тачака геодетске основе на ТК

Размера	Површина у %	Број тригонометријских тачака у %	Број кота у %
1:25000	100	100	100
1:50000	25	49	30
1:100000	6	26	15

оптималан број картираних тригонометара и кота. Опадање броја приказаних кота и тригонометара на ТК100 пропорционално је смањењу саме површи приказа.

Такође, квантитативно-квалитативне разлике у приказу садржаја на ТК25, ТК50 и ТК100 огледају се и у приказу тригонометара и бројчано-словних података. Код приказа тригонометара постоје битне разлике: на ТК25 све тригонометријске тачке које су на стубовима (тачке геодетских мрежа И реда, престабилизоване тачке), приказане су црвеном маском унутар знака за тригонометар, док су остале тригонометријске тачке (чији је врх у равни са површи Земље) приказане знацима за тригонометар без маске. На ТК50 и ТК100 и једне и друге су приказане знаком за тригонометар без црвене маске.

3.2 Административне границе и ограде

Упоредни приказ геопросторних података о административним границама и оградама на ТК25, ТК50 и ТК100 дат је у табели 3.

Табела 3. Подаци о границама и оградама

Административне границе и ограде		РАЗМЕРА		
		1:25000	1:50000	1:100000
1	Државна граница	●	●	●
2	Гранични објекти (караула, стуб)	●	●	●
3	Остали гранични објекти (гранична табле, гранична ознака на стени или плочи) у виду крста	●	●	○
4	Унутрашње границе (покрајинска, општинска)	●	●	●
5	Ограде (зидана, жичана, плот, врљике)	●	●	●

Табела 4. Подаци о хидрографији и објектима на води

Воде копна и објекти за водоснабдевање		РАЗМЕРА		
		1:25000	1:50000	1:100000
1	Река приказана обалним линијама - стални или повремени ток (m)	● (10)	● (25)	● (40)
2	Река приказана условним знаком - стални или повремени ток (m)	● (go10)	● (go25)	● (go40)
3	Река понорница приказана линијама - стални или повремени ток (m)	● (10)	● (25)	● (40)
4	Река понорница приказана условним знаком - стални или повремени ток	●	●	●
5	Рукавац реке приказан обалним линијама или условним знаком	●	●	●
6	Мртваја приказана обалним линијама или условним знаком	●	●	●
7	Речно острво или речни спруд	●	●	●
8	Канал приказан обалним линијама - стални или повремени ток (m)	● (10)	● (25)	● (50)
9	Канал приказан условним знаком - стални или повремени ток (m)	● (go10)	● (go25)	● (go50)
10	Језеро - дефинисана или недефинисана обала	●	●	●
11	Бара, локва - дефинисана или недефинисана обала	●	●	●
12	Рибњак	●	●	●
13	Језерско острво	●	●	●
14	Обала - песковита, стеновита, каменита, шљунковита, осигурана бетоном	●	●	●
15	Кеј	●	●	●
16	Поткапина	●	●	○
17	Место понирања реке (понор)	●	●	●
18	Водопад у размери	●	●	○

19	Водопад условни знак	●	●	●
20	Каскада	●	●	○
21	Брана (бетонска, земљана) у размери или као условни знак	●	●	●
22	Устава (бетонска, дрвена)	●	●	○
23	Пловност (за веће бродове, за мање бродове, за сплавове)	●	●	●
24	Пристаниште са мостом за пристајање	●	●	●
25	Скела за превоз (возила - трајект за м/в, људи, робе)	●	●	●
26	Одбијач воде (бетонски, дрвени)	●	●	●
27	Воденица	●	●	●
28	Воденица на чамцу	●	●	○
29	Километарска ознака на реци	●	●	○
30	Извор веће издашности	●	●	●
31	Извор мање издашности	●	●	○
32	Чесма (веће или мање издашности)	●	●	○
33	Бунар	●	●	●
34	Бунар (са ђермом или артерски)	●	●	○
35	Цистерна у којој стално има воде	●	●	●
36	Цистерна у којој повремено има воде	●	●	○
37	Резервоар за воду у виду куле	●	●	●
38	Базен за воду	●	●	○
39	Црпка за воду	●	●	●
40	Долап	●	●	○
41	Водовод	●	●	●
42	Резервар водовода	●	●	●
44	Аквадукт	●	●	●

С обзиром на смањење размере, очекивана вредност оптерећења на ТК50 требало би да буде 0.4. Подаци до којих је дошао Н. Франчула, говоре о томе да је приликом израде ТК50 преузета велика количина водотока и хидрографских објеката са ТК25 и поред критеријума да се на карти прикажу водотоци минималне дужине од 1цм у размери карте. Другим речима, редуција водотока и хидрографских објеката је минимална у односу на картографски извор ТК25, што се може закључити и из табеле 4.

3.4 Саобраћајна инфраструктура (комуникације)

Упоредни приказ података саобраћајне инфраструктуре на ТК25, ТК50 и ТК100 дато је у табели 5.

Из ове табеле се види да је структура картираног садржаја на ТК25 и ТК50 истоветна. Генерализацијом садржаја путне мреже на државним топографским картама бавило се више аутора, пре свих В. Дамјановић 1984. и Н. Франчула 2000. године. Испитивањима која

Табела 5 Подаци о саобраћајној инфраструктури (комуникације)

Објекти саобраћајне инфраструктуре	РАЗМЕРА		
	1:25000	1:50000	1:100000
1 Аутопут или аутопут са једном изграђеном траком	●	●	●
2 Главни пут са асфалтном или макадамском подлогом	●	●	●
3 Споредни пут са асфалтном или макадамском подлогом ширине	●	●	●
4 Бољи колски пут (крчаник)	●	●	●
5 Обичан колски пут	●	●	●
6 Лошији колски пут	●	●	●
7 Коњска стаза	●	●	●
8 Пешачка стаза	●	●	●
9 Пут у изградњи	●	●	●
10 Деоница пута у тунелу или под галеријом	●	●	●

17	Главне улице (булевари) - улице И	•	•	•
18	Остале улице - улице ИИ	•	•	•
19	Напуштен пут	•	•	•
20	Мост на путу	•	•	•
21	Брвно	•	•	○
22	Пропуст на путу	•	•	○
23	Тунел на путу (улаз – излаз)	•	•	•
24	Галерија на путу (улаз – излаз)	•	•	•
25	Прикључак на аутопут или главни пут (петља)	•	•	•
26	Траса трајекта скеле на води за моторна возила	•	•	•
27	Бензинска станица	•	•	○
28	Царинарница - у размери или као условни знак	•	•	○
29	Сервисна радионица - у размери или као условни знак	•	•	○
30	Пруга са једним или два колосека	•	•	•
31	Трамвајска пруга	•	•	○
32	Жичара	•	•	•
33	Мост на прузи	•	•	•
34	Тунел на прузи (улаз - излаз)	•	•	•
35	Галерија на прузи (улаз - излаз)	•	•	•
36	Железничка станица - у размери или као условни знак	•	•	•
37	Пропуст на прузи	•	•	○
38	Аеродром - у размери или као условни знак	•	•	•
39	Ваздухопловни светионик	•	•	•

су обављена користећи картографски дигитајзер, закључено је да је степен генерализације дужина аутомобилских путева на ТК50 95.2%. Међутим, упоређујући даљи степен генерализације дужина путева до ТК100, уочено је да има приближно исту вредност (95.2; 91.2). Таква законитост даје солидан резултат у погледу задржавања сличности конфигурације саобраћајне мреже и приказа значајних одлика. На ТК50 знатно је ограничење лошијих колских путева, пешачких и коњских стаза, док је, на другој страни, углавном задржан број колских и аутомобилских путева. Изостављени су једино колски прилазни путеви, који воде до салаша и колибишта краћи од 1цм у размери картирања. Пошто је допуна ТК50 рађена и примарним методама, она садржи и

један број колских и аутомобилских путева којих нема на ТК25. На основу овога може се рећи да је ТК50 богастији и поузданији извор података о саобраћајној мрежи с обзиром на квантитет приказаног садржаја.

3.5. Насељена места и објекти

Структура приказа садржаја насељених места и објеката на ТК25, ТК50 и ТК100 дата је у табели 6.

Анализом ове табеле види се да је структура садржаја насеља и објеката истоветна на ТК50 и на ТК25. Геометријска тачност приказа насељених места и објеката варира у зависности од врсте појединих објеката. Извесно је да значајни појединачни објекти ван насеље-

Табела 6. Подаци о насељеним местима и објектима

Насељена места и објекти		РАЗМЕРА		
		1:25000	1:50000	1:100000
1	Градско насеље	•	•	•
2	Сеоско насеље	•	•	•
3	Слободни простори у насељима	•	•	•
4	Зграда - у размери или као условни знак	•	•	•
5	Школа - у размери или као условни знак	•	•	•
6	Болница - у размери или као условни знак	•	•	•
7	Хотел мотел - у размери или као условни знак	•	•	•
8	Бањски комплекс	•	•	•

9	Стадион, спортско игралиште - у размери или као условни знак	●	●	●
10	Црква	●	●	●
11	Џамија	●	●	●
12	Синагога	●	●	●
13	Манастир	●	●	●
14	Капела	●	●	●
15	Турбе	●	●	●
16	Споменик	●	●	●
17	Спомен плоча	●	●	○
18	Религиозни знак	●	●	●
19	Усамљени гроб	●	●	○
20	Гробље хришћанско - у размери или као условни знак	●	●	●
21	Гробље исламско - у размери или као условни знак	●	●	●
22	Гробље јеврејско - у размери или као условни знак	●	●	●
23	Спомен гробље - у размери или као условни знак	●	●	●
24	Планински дом	●	●	●
25	Шумарска кућа	●	●	●
26	Ловачка кућа	●	●	●
27	Напуштена зграда	●	●	●
28	Барака, настрешница, камп-кућица	●	●	○
29	Колиба, појата, бачило, катун	●	●	●
30	Тврђава у размери	●	●	○
31	Тврђава ван размерни знак	●	●	●
32	Развалина у размери	●	●	○
33	Развалина условни знак	●	●	●
34	Замак	●	●	●
35	Кула за осматрање или остале намене	●	●	○
36	Ветрењача	●	●	●
37	Козолец	●	●	○
38	Метеоролошка станица	●	●	●
39	Антенски стуб	●	●	●
40	Термоелектрана - у размери или као условни знак	●	●	●
41	Хидроелектрана - у размери или као условни знак	●	●	●
42	Далековод	●	●	●
43	Трансформатор, трафо станица	●	●	●
44	Разводно постројење - у размери	●	●	○
45	Разводно постројење - условни знак	●	●	●
46	Кабловска кућица	●	●	●
47	Подводни кабал ТТ	●	●	●
48	Подводни кабал електрични	●	●	●
49	Бушотина за експлоатацију нафте и плина	●	●	●
50	Рафинерија	●	●	●
51	Резервоар (нафте, бензина, плина)	●	●	●
52	Плинара	●	●	●
53	Нафтовод (надземни, подземни)	●	●	●
54	Плиновод (надземни, подземни)	●	●	●
55	Фабрика са димњаком или без димњака - у размери или као условни знак	●	●	●
56	Фабричка хала, фабрички хангар, складиште у размери	●	●	●
57	Индустријски комплекс	●	●	●
58	Силос - у размери	●	●	○
59	Силос - условни знак	●	●	●

60	Економија, земљорадничка задруга - у размери или као условни знак	•	•	•
61	Пољопривредни комбинат - агрокомплекс	•	•	•
62	Задружни дом - у размери или као условни знак	•	•	•
63	Салаш	•	•	•
64	Ветрењача	•	•	•
65	Стругара, пилана	•	•	•
66	Кречана	•	•	•
67	Рудник активан или напуштен	•	•	•
68	Мајдан	•	•	•
69	Површински коп	•	•	•
70	Транспортна трака	•	•	•
71	Депонија - у размери или као условни знак	•	•	•
72	Насип или усек на коме је деоница пута, пруге	•	•	•
73	Заштитни или потпорни зид дуж деонице пута, пруге	•	•	•
74	Стрми одсек дуж деонице пута, пруге	•	•	•
75	Усек у коме је водоток	•	•	•
76	Насип поред водотока - у размери или као условни знак	•	•	•
78	Насип на коме је канал	•	•	•

них места имају већу тачност од објеката у насељеним местима. Високу тачност имају линијски објекти: далеководи, нафтоводи, плиноводи и др. Тачност приказа и картографска генерализација објеката у насељеним местима зависе од приказа и генерализације путне мреже, те од критеријума минималних величина приказаних објеката и размака између њих у размери карте (минимална величина кућа на ТК50 је 0.5 x 0.4mm, а размака 0.2mm у размери картирања). Пошто се приказ насеља не сме ширити на рачун слободних површи, а и површ под кућама се не повећава пропорционално површи путева при прелазу на ситнију размеру, на ТК50 приказано је 70% кућа у односу на ТК25. При преласку са ТК25 на ТК50, насељена места се представљају тако што су иза-

брани они знаци зграда у насељу који су могли прегледно да се прикажу на њој, а да нови групни знак насеља задржи свој изглед са мањим бројем сигнатура.

3.6 Тло и вегетација

Упоредњење приказа садржаја тла и вегетације на ТК25, ТК50 и ТК100 дато је у табели 7.

Картографска генерализација вегетације на ТК50 и ТК100 рађена је слободније него генерализација осталог садржаја, пре свега линијског и контура осталих објеката са картографског извора ТК25. Анализом је утврђено да су у појединим случајевима спајане две или више контуре у једну и изостављане мање контуре да би се са-

Табела 7. Подаци о тлу и вегетацији

Врсте тла и вегетација		РАЗМЕРА		
		1:25000	1:50000	1:100000
1	Мочварно тло - проходно са шеваром или без шевара	•	•	•
2	Мочварно тло - тешко проходно са шеваром или без шевара	•	•	•
3	Мочварно тло - непроходно са шеваром или без шевара	•	•	•
4	Периодично плављено тло	•	•	•
5	Тресетиште	•	•	•
6	Каменито тло	•	•	○
7	Терен под шумом - одређене границе	•	•	•
8	Терен под шумом - неодређене границе	•	•	○
9	Терен под жбуњем или макијом	•	•	•
10	Терен под младим садницама (расадник)	•	•	•
11	Шума приказана ванразмерно - узан шумски појас	•	•	○
12	Пропланци (чистине унутар контура вегетације)	•	•	•
13	Парк	•	•	•
14	Воћњак	•	•	•

15	Виноград	●	●	○
16	Плантажни виноград	●	●	●
17	Хмељиште	●	●	●
18	Пиринчано поље	●	●	●
19	Ливада, пашњак, утрина	●	●	●
20	Дрво усамљено	●	●	●
21	Жбун	●	●	○
22	Жива ограда	●	●	○
23	Дрво лиснато или иглично - карактер шуме	●	●	○

чувао однос покривене и непокривене површи одређеном врстом вегетације. Даљим испитивањем садржаја ТК25, ТК50 и ТК100, утврђено је да су елементи детаљних тачака штампаних у зеленој боји далеко мање тачни и верни. Мања положајна тачност приказа детаљних тачака вегетације разумљива је стога што она зависи од тачности приказа осталих, пре свега, линијских елемената садржаја ТК50 и ТК100. Такође је и картографска генерализација вегетације условљена генерализацијом осталих, пре свега линијских елемената садржаја ТК50 и ТК100.

3.7 Рељеф и облици рељефа

Сличности и разлике у приказу рељефа на ТК25, ТК50 и ТК100 дате су у табели 8.

Приказом рељефа на ТК25, ТК50 и ТК100 створене су могућности мерења и сагледавања правца пада терена, одређивања углова нагиба, уочавања релативног надвишавања појединих земљишних облика, те визуалне анализе терена. Основна разлика у представљању рељефа на ТК50, у односу на ТК25 и ТК100, у

основној је еквилистанцији. На ТК50 она је два пута већа и износи 20m. Дакле, имајући ово у виду, може се закључити да се на ТК25 могу приказати детаљи у рељефу виши или нижи од 2.5m, док се на ТК50 могу приказати детаљи у рељефу виши или нижи од 5m ако се прикажу помоћним изохипсама. Међутим, приказом својствених рељефних облика, који се не могу представити помоћним изохипсама на 1/4 еквилистанцији (прегиб, удоље, вртача), повећана је количина детаља у рељефу који се могу приказати на ТК50 или ТК100. Како је на ТК50 еквилистанција 20m, у најповољнијем случају (раван терен) на основу досадашњег искуства, висина се може прочитати са тачношћу до 1/10 еквилистанцији.

3.8 Географски називи

Структура приказа географских назива у одговарајућим размерама одговара структури њиховог приказа на одговарајућим топографским картама. Међутим, смањење броја назива на ТК50 у односу на ТК25 није пропорционално смањењу површине приказа при преласку на сит-

Табела 8 Подаци о рељефу и облицима рељефа

Рељеф		РАЗМЕРА		
		1:25000	1:50000	1:100000
1	Основна изохипса на 10, 20 и 20 (40) м	● (10)	● (20)	● (20)
2	Главна изохипса на 50, 100 и 200 м	● (50)	● (100)	● (200)
3	Помоћна изохипса на 1/2 еквилистанцији	●	●	●
4	Помоћна изохипса на 1/4 еквилистанцији	●	●	●
5	На терену уочљиви рељефни облици (прегиб, удоље које се може приказати изохипсама) - изохипса треће категорије	●	●	●
6	Вртача у размери или као условни знак	●	●	●
7	Усамљена стена која се не може дати у размери	●	●	○
8	Природни одсек, природни одсек удаљен од обале реке	●	●	●
9	Удубљење и стрме обале токова у равничарком терену	●	●	●
10	Јаруга - вододерина	●	●	●
11	Шкрале мрежасте или ребрасте	●	●	○
12	Суви ров	●	●	○
13	Јама - бездан	●	●	●
14	Гомила камења - хумка	●	●	○
15	Пећина са водом или без воде	●	●	●

Табела 9 Упоређење броја назива у црној боји на ТК по јединици површине листа карте.

Размера	Површина у %	Број назива %
1:25000	100	100
1:50000	25	70
1:100000	6	53

Табела 10 Упоређење броја назива у плавој боји на ТК по јединици површине листа карте.

Размера	Површина у %	Број назива %
1:25000	100	100
1:50000	25	29
1:100000	6	19

нију размеру. Према неким истраживањима (Франчула, 2000), дошло се до података приказаних у табели 9.

Из табеле 9 види се да се број географских назива штампаних у црној боји знатно спорије смањује, него површина карте на којој је приказан одређени простор. Тај податак говори о томе да ТК50 поседује велику количину географских назива за пределе, орографију, насељена места и објекте. То је постигнуто, између осталог, и смањењем средње висине слова за називе са 3.57mm, колика је на ТК25, на 2.78mm, колика је на ТК50. Такође, из исте табеле се може уочити да је на ТК100 задржан велики број географских назива штампаних у црној боји. Међутим, хидрографски називи, односно називи који се на карти штампају плавом бојом, приликом генерализације претрпели су знатну редукцију. Анализом хидрографских назива на узорку од 9 листова топографских карата, дошло се до показатеља изнетих у табели 10.

Велика редукција хидрографских назива на ТК50 омогућила је приказ осталог садржаја на карти, али је корисника лишила великог броја хидрографских назива, те са те стране ТК50 није довољно поуздан извор. Дакле, ТК50 је заиста добар извор података за све називе који описују ситуацију на терену (герип), док нема довољно хидрографских назива. На ТК100 је ипак приказана већа количина хидрографских назива него приликом преноса са ТК25 на ТК50. Када су бројчано словни подаци у питању, утврђено је смањење, па и изостављање одређених ознака на ТК50 и ТК100 у односу на ТК25. На ТК50 и ТК100 изостављени су и бројчано-словни подаци за

шуме, далеководе и мостове. Такође, на ТК50 и ТК100 има мање бројчано-словних података у односу на ТК25 за: путеве, дубине усека, висине насипа, ширине пруга уског колосека, ознаке на граничним стубовима, висине kota и тригонометара, дубине газова и скелских места прелаза, километарске ознаке на рекама и језерима.

4. КВАЛИТЕТ ПОДАТАКА НА ТОПОГРАФСКИМ КАРТАМА

Под квалитетом података на топографским картама подразумева се степен геометријских и тематских одступања приказаних података од њиховог стварног положаја. Геометријска тачност топографских карата није увек довољно поуздана и мења се од начина премера до врсте садржаја, тј. од тачака геодетске основе, које су дате прецизније, до, на пример, вегетације, чија је тачност положаја најмања (Радојчић, 2011). Како се код ТК25 па и ТК50, подаци прикупљају примарним методама, оне се сматрају квалитетнијим од осталих топографских карата. При томе, оцена квалитета је зависна од величина са различитим особинама и стога није ослобођена субјективне оцене. Дакле, квалитет топографске карте је појам који обједињује низ објективних и субјективних оцена.

У тачност као један од квалитета топографске карте, поред геометријске тачности можемо сврстати и тематску тачност, односно тачност општих информа-

Табела 11 Упоређење геометријске тачности података на ТК

Критеријум тачности	Средња квадратна грешка		
	ТК25	ТК50	ТК100
Положајна тачност података (тачака) геодетске основе	$m_p = \pm 3,7m$	$m_p = \pm 14,3m$	$m_p = \pm 29m$
Положајна тачност детаљних података штампаних у црној боји	$m_p = \pm 10,1m$	$m_p = \pm 18,4m$	$m_p = \pm 40m$
Положајна тачност детаљних података штампаних у зеленој боји	$m_p = \pm 14,6m$	$m_p = \pm 21,4m$	$m_p = \pm 43m$
Висинска тачност детаљних података (тачака)	$m_h = \pm 2,0m$	$m_h = \pm 2,6m$	$m_h = \pm 3,2m$

ција. Притом, немогуће је наћи математички израз за тематску односно тачност општих информација. Може се само одредити број погрешних у односу на укупан број информација такве врсте, на пример назива или знакова на једном листу карте. Грешку картографског генералисања је такође веома тешко уобличити математичком формулом која би сасвим објективног оценила квалитет рада. Штавише, рад чија би контрола показивала најмање вредности бројно изражених одступања, не мора бити и најбоље стручно изведен. Ту и леже узроци субјективизма и тешкоћа приликом оцењивања квалитета неких топографско-картографских моделовања и визуализације података.

Наиме, приказ геометријске тачности дат је у табели 11, из које се види да је однос геометријске тачности ТК (положајна тачност геодетске основе) готово пропорционалан смањењу површине листа, односно повећању површине сигнатура и ширина линија, што показује да је смањење геометријске тачности ТК50 превасходно последица картографско-репродукцијских процеса, а исто се односи и на ТК100. То потврђује да испитани листови топографских карата имају правилан апсолутни положај у оквиру коришћене пројекције и да не постоји битно увећање, тј. смањење, ротација, транслација или смицање картиране површи. Положајна (хоризонтална) тачност осталих детаљних тачака мања је и дата је посебно за детаљне тачке које се штампају у црној боји и детаљне тачке које се штампају у зеленој боји. Приликом тих испитивања узете су у обзир само јасно дефинисане детаљне тачке. Средња квадратна грешка детаљних тачака које се штампају у црној боји креће се од 10.1m до 40m. Средња квадратна грешка детаљних тачака које се штампају у зеленој боји креће се од 14.6m до 43m (Петерца, Чоловић, 1987). Пошто се хидрографија даје детаљније и тачније у односу на остали географски садржај на ТК, а други елементи географског садржаја са преласком на ситнију размеру померају или усклађују у односу на њу, може се рећи да је средња квадратна грешка приказа хидрографије у границама од $m_n = \pm 0.20\text{mm}$ до $m_n = \pm 0.40\text{mm}$ у размери топографске карте. Наиме, прва вредност је показатељ тачности геодетске основе, а друга вредност положајне тачности детаљних тачака штампаних у црној боји (Петерца, Чоловић, 1987).

Под висинском тачношћу података подразумевамо тачност којом су приказане поједине тачке земљишних облика у односу на одабрану нулту површ. Ту треба разликовати тачност непосредно одређених кота и тачност висина тачака изохипси. Висине тачака одређују се у току премера, па зависе од метода премера, односно код фотограметрије од тачности навођења маркице на терен и висине лета авиона. Према М. Петерци, то је $m_k = \pm 0,2\% \cdot X_0 (m)$, где је X_0 релативна висина лета авиона. На пример, за карту у размери 1:50000 то износи $m = \pm 0.70m$. Такође, висинска тачност података на топографским картама зависи од тачности представљања рељефа, односно од тачности приказа изохипси и тачности

нумерички означених висинских тачака - кота. Као показатељ висинске тачности топографских карата најчешће служе средње квадратне грешке положаја изохипси преко којих се одређује висинска тачност, те средње квадратне грешке висинских тачака у односу на ближе тачке геодетске основе.

Тематска тачност обухвата садржајну и временску одређеност, тј. верност података на топографским картама у складу са реалношћу на терену. Још увек није могуће наћи одговарајући математички израз за тематску тачност. Међутим, може се одредити број погрешних у односу на укупан број датих података. На пример, број објеката или знакова на једном листу топографске карте, односно приказ садржаја топографска карта одражава просторни распоред објеката и појава на површи Земље у одређеном тренутку. У том смислу промене на терену иду и до 30% у зависности од конкретног топографског елемента, али и од географског подручја.

У том смислу веома су уочљиве промене у културама и ту су можда и највеће промене поред насељених места. Насељена места и инфраструктура су у последње време подложни бржим променама. Настају потпуно нова насеља, а стара мењају свој изглед и све то битно утиче на квалитет садржаја топографских карата. Велике промене настале су и у саобраћајној мрежи, границама и називима. Када је у питању приказ земљишних облика, према свом карактеру, тај елемент садржаја на топографским картама је најмање подложен променама. Па ипак, у рељефу земљишта наступају разне промене услед људске делатности (мелиорације, копови и др.) и услед утицаја природних сила (клизишта, ерозије и др.). Такође, изградњом електрана, акумулацијом језера, мрежом канала настала је измена ушћа и токова.

5. ЗАКЉУЧАК

Визуализација и квалитет података је важан квантитативни и квалитативни елемент топографских карата, независно од тога да ли су оне у дигиталном или аналогном облику. Када се говори о упоредној анализи података на топографским картама, можемо запазити да је на свим нивоима детаљности задржана основна структура изворног и геопросторног садржаја. Одлучујућу улогу у визуализацији података има картографско генералисање кроз следеће видове: селекцију и редуцију садржаја, поједностављење приказа линијским знацима, сажимање количинских и квалитативних карактеристика (смањење регистра условних знакова) и обједињавање истородних појава. При томе сви објекти и појаве приказане на топографским картама имају своју просторну и садржајну одређеност. Док је просторна одређеност мерљива, садржајна има појмовни карактер. Квалитет садржаја топографских карата управо долази као резултат добрих решења и компромиса између математичке основе и географског (топографског) садржаја.

Наиме, на основу анализе података приказаних на топографским картама, могу се извући неколико закључака.

Прво, структура приказаног садржаја на ТК25, ТК50 и ТК100 готово је истоветна, а разлике се огледају првенствено у начину приказа рељефа и земљишних облика (еквидистанција изохипси) и појединих елемената хидрографије (ширина токова који се дају у размери или условним симболима).

Друго, густина приказаног садржаја на ТК50 и ТК100 није пропорционална смањењу површи приказа, што се може закључити и на основу изнетих показатеља који се тичу картографске генерализације. Наиме, задржана је велика количина садржаја који се односи на хидрографију, саобраћајну мрежу, насеља и друге објекте, док је нешто већа генерализација вегетације, рељефа и географских назива.

Треће, на обим приказаног садржаја на ТК50 утицала је картографска генерализација која се огледа у благој селекцији података у односу на ТК25, што се види из готово истих структура садржаја обе карте, па је на обим података углавном утицала редукција садржаја. Такође, као вид генерализације објеката датих контурним линијама и другим линијским знацима примењивана је упрошћена представа линијским условним знацима, што је допринело да се на ТК50 прикаже већа количина линијског садржаја, пре свега хидрографије.

И четврто, према ономе што смо већ изнели у приложеном табелама, ТК100 је са становишта обима и густине података, у односу на ТК50, готово идентичан скуп података о простору који приказују суштинска својства картираног простора. Квалитет и тачност података је у функцији приказаног садржаја, односно размере и врсте елемента топографског садржаја.

Дакле, употребна вредност топографских карата зависи од размере картирања, времена на које се односе подаци на карти, као и од општег квалитета визуализације и густине података. Са становишта општег квалитета карте, важно је истаћи факторе: попуњеност садржајем карте која је у директној вези са друга два фактора - географском верношћу и геометријском тачношћу, затим прегледност карте, спољни изглед и квалитет приказа. На пример, попуњеност картографским садржајем ТК50, а нарочито ТК100, процентуално је већа од ТК25, чиме је постигнута повећана географска верност, али то има и своје утицаје на геометријску тачност и прегледност карата. Геометријска тачност и прегледност ТК50 кориговане су добрим решењима облика и величина условних знакова, променом у приказу водотокова са две линије, те избором врста и величина слова за географске називе.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Borisov, M. (2004): Model i organizacija geoprostornih podataka za razmeru 1:50000, Doktorska disertacija, Građevinski fakultet – Institut za geodeziju, Beograd.
- [2] Borisov, M. (2001): Matematička osnova i tačnost digitalnih karata, Geodetska služba, br. 88, (str. 5-15), Beograd.
- [3] Damjanović, V. (1984): Određivanje koeficijenata i analiza generalizacije putne mreže na kartama Jugoslavije, Doktorska disertacija, Geografski fakultet, Beograd.
- [4] DMA. (1995): Draft Military Specification for Vector Smart Map (VMap) Level 2, USA.
- [5] Federal Geographic Data Committee / Subcommittee for Base Cartographic Data. (1998): Geospatial Positioning Accuracy Standards: Part 3 : National Standard for Spatial Data Accuracy, FGDC, Reston (Virginia, USA).
- [6] Frančula, N. (2000): Kartografska generalizacija, Skripta, Geodetski fakultet, Zagreb.
- [7] Govedarica, M., Borisov, M. (2011): The analysis of data quality on topographic maps, Scientific article, Geodetski vestnik, No. 55/4, Ljubljana, Slovenia, pp. 713-725.
- [8] ISO. (2000): The International Organization for Standardization, ISO19113: Geographic information – Quality principles, Geneva.
- [9] ISO. (2003): The International Organization for Standardization, ISO19114: Geographic information – Quality evaluation procedures, Geneva.
- [10] NATO. (2002): Standardization Agreement (STANAG) 2215 : Evaluation of Land Maps, Aeronautical Charts and Digital Topographic Data, NATO Standardization Agency, NATO Standardization Agency, Brussels.
- [11] Ohno, H., Suzuki T., Ishiyama N. (2013): Publishing of Digital Topographic Map 25000, Bulletin of the GeoSpatial Information Authority of Japan, Vol. 60, pp. 25-35.
- [12] Peterca, M., Čolović, G. (1987): Geodetska služba, Monografija, VGI, Beograd.
- [13] Radojčić, S., Borisov, M., Božić, B. (2011): Položajna tačnost geografskih informacija i standardi za njeno ocenjivanje, Originalni naučni rad, Glasnik Srpskog geografskog društva, br. 91/2, Beograd, str. 99-112, ISSN 0350-3593, UDC 912.
- [14] Radošević, N. (1981): Matematička osnova topografskih karata izdanja VGI i potreba njenog osavremenjavanja, Stručni članak, Zbornik radova VGI, Beograd, str. 21-37.
- [15] VGI (1981): Topografski ključ za karte razmere 1:25000, 1:50000 i 1:100000 po Griniću, Beograd.

ОДРЕЂИВАЊЕ МОДЕЛА КВАЗИГЕОИДА ЗА ТЕРИТОРИЈУ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

Јелена Шкрњуг, дипл.инж.геод.¹

Прегледни рад
УДК: 528.21/.27(497.11)

РЕЗИМЕ

У оквиру пројекта „Изградња капацитета Републичког геодетског завода 2010-2012 фаза III“, кроз активност предвођену од стране шведског експерта др Јонаса-а Ågren-а „План за будуће одређивање националног модела геоида за територију Републике Србије“ одређен је нови модел квазигеоида за Србију 2011.

Модел квазигеоида одређен је применом LSMSA методе са додатним корекцијама (Least Squares Modification of Stokes' formula with Additive corrections) одн. KTX методе, уз употребу GOCO02S глобалног геопотенцијалног модела. Најпре је срачунат гравиметријски модел заснован на старим гравиметријским подацима, који је касније уклопљен у GNSS/ Δh опажања на тачкама Референтне мреже Републике Србије и фундаменталних репера. Коначни модел добијен је применом четворопараметарске трансформације уз додавање глатке резидуалне површи са циљем моделовања систематских утицаја у референтном систему и отклањања дуготаласних карактеристика у гравиметријском моделу. Због недостатка гравиметријских података суседних земаља коришћене су EGM2008 $5' \times 5'$ „средње“ аномалије убрзања.

Кључне речи: геоид, квазигеоид, аномалијске висине, Стоксова формула, KTX метода.

QUASIGEOID MODEL DETERMINATION FOR REPUBLIC OF SERBIA TERRITORY

Jelena Škrnjug, grad.geod.eng.

ABSTRACT

Within the project "Capacity building of Republic Geodetic Authority 2010-2012 phase III", through the activity led by Swedish expert Dr Jonas Ågren "Plan for the future determination of national geoid model for Serbia" the new quasigeoid model for Serbia 2011 was determined.

Quasigeoid model was determined using LSMSA with additive corrections (Least Squares Modification of Stokes' formula with Additive corrections) resp. KTH method, using GOCO02S global geopotential model. Firstly, gravimetric model based on old gravity data was calculated, that was later fitted into the GNSS/ Δh observation on the Serbian reference network points and fundamental benchmarks. The final model was obtained by 4-parameter transformation with addition of smooth residual surface with the aim of modeling systematic effects in the reference system and eliminate the longwave errors in the gravimetric model. Due to the lack of gravity data EGM2008 $5' \times 5'$ mean surface gravity anomalies were used.

Key words: geoid, quasigeoid, height anomalies, Stokes' formula, KTH method.

1. УВОД

У протеклој деценији обављени су многи радови на пољу одређивања модела геоида (квазигеоида) применом различитих метода и скупова података.

1.1. Геоид Србије 2007

Геоид Србије 2007 одн. COWI модел (Слика 1.1), срачунат је у оквиру пројекта „Израда дигиталног ортофотоа за Републику Србију“ финансираног од стране Европске агенције за реконструкцију 2007. године. Аутори модела су запослени у компанији COWI, у одељењу за картографију, предвођени Kristian-ом Keller-ом и уз помоћ светских еминентних стручњака на пољу одређивања геоида, René Forsberg-а Gabriel-а Strykowski-ог.

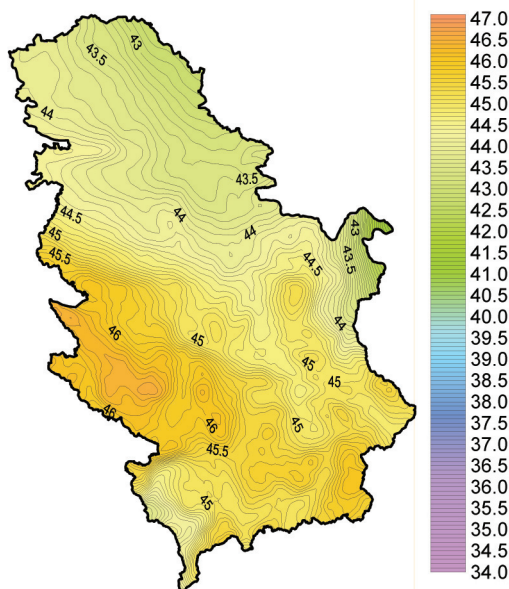
За рачунање COWI модела геоида коришћен је европски гравиметријски модел квазигеоида EGG2008 за Србију који се односи на модел EGG06 (срачунат применом remove-compute-restore методе са спектралном модификацијом Стоксове формуле [5]). EGG2008 је добијен употребом реалних гравиметријских података за подручје Србије и суседних земаља, који је касније уклопљен у 425 GNSS/ Δh опажања са припадајућим географским координатама и два сета висина (елипсоидне- h и ортометријске- H).

Модел EGG06 је најпре упоређен са 425 GNSS/ Δh опажања при чему је, након примене једнопараметарске трансформације добијена стандардна девијација 0,109 m. Након уклањања 44 GNSS/ Δh опажања добијена је стандардна девијација од 0,071 m. Глатка резидуална површ добијена је применом колокације

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

по методи најмањих квадрата помоћу GRAFSOFT-овог програма GEOGRID са вредношћу корелационе дужине од 50 km и стандардном грешком од 0,03 m за GNSS/Δh опажања. У табели 1.1.1 приказани су статистички подаци коначног модела геоида за Србију

2007, где су $\epsilon - \epsilon_0$ резидуали за преосталих 381 GNSS/Δh опажања. Потребно је нагласити да Геоид Србије 2007 није геоид у правом смислу, већ представља површ која апроксимира GNSS/Δh опажања и чува форму гравиметријског геоида [5].



Слика 1.1 Геоид Србије 2007 (COWI модел-ITRF96 епоха 1998.7, еквидистанца 0,1 m) (y m) [1]

Табела 1.1.1 Статистички подаци за Геоид Србије 2007 за 381 GNSS/Δh опажања [1]

Параметар	Минимум (m)	Максимум (m)	Средња вредност (m)	Стандардна девијација (m)
N_{GNSS}	42,417	46,414	44,354	0,736
$N_{grav} + \epsilon_0$	42,425	46,390	44,354	0,736
$\epsilon - \epsilon_0$	-0,073	0,067	0,000	0,023

1.2. Прелиминарни геоид Србије 2008

Прелиминарни модел геоида 2008 (Проф. др Олег Одаловић, Грађевински факултет Београд) срачунат је за потребе Републичког геодетског завода. Модел је одређен remove-compute-restore методом применом колокације по методи најмањих квадрата за рачунање резидуалних аномалијских висина, односно применом израза 1.1:

$$\zeta(P) = C_P^T (C + D)^{-1} x + \zeta_{GGM}(P) + \zeta_{RTM}(P) \quad (1.1)$$

$$x = \begin{bmatrix} \Delta g - \Delta g_{GGM} - \Delta g_{RTM} \\ \zeta - \zeta_{GGM} - \zeta_{RTM} \end{bmatrix} \quad (1.2)$$

где су:

- C_P^T – матрица унакрсних коваријанси између аномалијског потенцијала и његових функционала (аномалија убрзања и аномалијских висина);

- C – матрица коваријанси функционала аномалијског потенцијала;
- D – матрица варијанси елемената вектора шума;
- $\Delta g / \zeta$ – аномалија убрзања на физичкој површи Земље одн. аномалијских висина;
- $\Delta g_{GGM} / \zeta_{GGM}$ – дуготаласна карактеристика аномалија убрзања одн. аномалијских висина добијена помоћу глобалног геопотенцијалног модела;
- $\Delta g_{RTM} / \zeta_{RTM}$ – краткоталасна карактеристика аномалија убрзања одн. аномалијских висина добијена помоћу резидуалног модела терена.

Прелиминарни геоид Србије 2008 одређен је на основу података [8]:

- 1) **деталног гравиметријског премера** – аномалије убрзања коришћене у рачунањима представљају

део гравиметријског премера СФРЈ. Од укупно 98776 тачака анализама је утврђено да се 97453 тачке налазе на територији Републике Србије. Након детаљне анализе података, одн. отклањања грубих грешака и формирања резидуалних аномалија убрзања (формирањем скупова резидуала), применом 7 итерација по унапред дефинисаном критеријуму (израз 1.3), добијен је скуп од 15413 аномалија убрзања који је коришћен у даљим прорачунима.

$$\Delta = \left| \Delta g_R - \hat{\Delta g} \right| > k \sqrt{\sigma_{\Delta g_R}^2 + \sigma_{\hat{\Delta g}}^2} \quad (1.3)$$

где су:

- Δg_R – резидуална аномалија убрзања;
- $\hat{\Delta g}$ – оцењена вредност аномалије убрзања;
- $\sigma_{\Delta g_R}^2$ – тачност мерења резидуалне аномалије убрзања;
- $\sigma_{\hat{\Delta g}}^2$ – тачност оцењене вредности аномалије убрзања;
- k – унапред усвојена вредност константе.

2) **дискретне вредности аномалијских висина** – у прорачунима је коришћено 1112 аномалијских висина које се односе на систем НВТ2 (Други нивелман високе тачности) од којих су 37 вредности аномалијских висина на фундаменталним реперима, 100 на тачкама Референтне мреже Републике Србије, 675 на радним реперима НВТ2 и 300 вредности аномалија убрзања на тачкама оперативног полигона М22. Елипсоидне висине на истим тачкама односе се на систем дефинисан епохом ITRF96. Отклањање грубих грешака код дискретних вредности аномалијских висина извршено је такође применом критеријума дефинисаног изразом (1.3).

3) **дигиталног модела терена једне лучне секунде у оба правца** – дигитални модел терена добијен векторизацијом изохипси на картама размере 1:25000 коришћен је за добијање краткоталасних карактеристика функционала аномалијског потенцијала.

4) **глобални геопотенцијални модел EGM96** – за потребе одређивања прелиминарног модела геоида добијен је EGM96Т прилагођен за територију Србије.

Дуготаласне карактеристике функционала аномалијског потенцијала добијене су помоћу глобалног геопотенцијалног модела прилагођеног за територију Репу-

блике Србије EGM96Т, краткоталасне карактеристике, које су последица присуства топографских маса одређене су помоћу резидуалног модела терена. Резидуалне аномалије убрзања, одн. аномалијске висине добијене су применом израза 1.4.

$$\begin{aligned} \Delta g_R &= \Delta g - \Delta g_{GGM} - \Delta g_{TOPO} \\ \zeta_R &= \zeta - \zeta_{GGM} - \zeta_{TOPO} \end{aligned} \quad (1.4)$$

Пре предикције резидуалних аномалијских висина резидуалним аномалијама убрзања додата је вредност атмосферске корекције. Предикција је одређена применом колокације по методи најмањих квадрата одређивањем аналитичких функција коваријанси и адекватном оценом емпиријских коваријанси. За дефинисање модела аналитичке функције коваријанси коришћен је 4. модел Tschernig-a и Rapp-a. На основу аналитичке функције коваријанси аномалија убрзања добијена је аналитичка функција коваријанси аномалијског потенцијала, а применом закона преноса коваријанси и аналитичке функције коваријанси осталих функционала аномалијског потенцијала, у циљу примене колокације (израз 1.1).

Вредности резидуалних аномалијских висина одређени су у 1112 тачака у којима су познате дискретне вредности аномалијских висина као и тзв. тачкама геоида (143246 тачака правилно распоређених на међусобном растојању од 1 km чије су висине одређене применом дигиталног модела терена).

Након одређивања краткоталасних и дуготаласних карактеристика аномалијских висина у тачкама геоида добијене су укупне аномалијске висине, тј. одређен је квазигеоид Србије.(израз 1.5).

$$\zeta^{TG} = \zeta_R^{TG} - \zeta_{GGM}^{TG} - \zeta_{TOPO}^{TG} \quad (1.5)$$

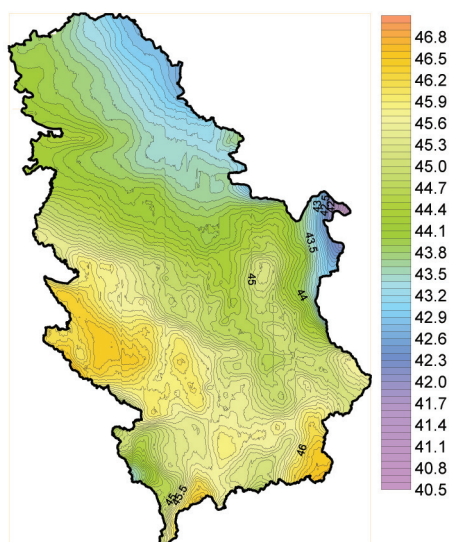
Одређивањем разлике између геоида и квазигеоида у тачкама геоида, добијене су вредности ундулација геоида у сферној апроксимацији. Накнадним додавањем елипсоидне корекције добијен је "Прелиминарни геоид високе резолуције Србије".

У циљу уклапања геоида у систем висина Другог нивелмана високе тачности елиминисан је утицај хипотеза о поклапању центра масе референтног система са центром масе Земље присутних у поступку одређивања "Прелиминарног геоида високе резолуције Србије".

Оценом параметара трансладије и формирањем резидуала у тачкама у којима су познате дискретне вредности ундулација оцењених колокацијом по методи најмањих квадрата, дефинисана је површ трансформације елипсоидних висина у систем ортометријских висина НВТ2 за територију Републике Србије. У табели 1.2.1 приказани су основни статистички подаци прелиминарног модела геоида.

Табела 1.2.1 Статистички подаци за Прелиминарни геоид Србије 2008 [8]

Параметар	Број	Минимум (m)	Максимум (m)	Средња вредност (m)	Стандардна девијација (m)
$N_{ITG}(m)$	143246	40,60	46,80	44,70	0,98



Слика 1.2 Прелиминарни геоид Србије 2008 (ITRF96 епоха 1998.7, еквидистанца 0,1 m) (y m) [1]

2. КТХ МЕТОДА

За одређивање модела квазигеоида за територију Републике Србије коришћена је верзија LSMSA методе (Least Square Modification of Stokes' formula with Additive corrections) са додатним поправкама одн. КТХ методе развијене од стране Краљевског технолошког института у Стокхолму, групе предвођене Проф. др Lars-ом Sjöberg-ом. Основна карактеристика методе је употреба различитих хетерогених података, аномалија убрзања, дигиталних модела терена, глобалних геопотенцијалних модела и података нивелања. Метода је дала

успешне резултате приликом одређивања шведског модела квазигеоида као и приликом упоређивања са осталим међународним методама [4].

Основу методе чини модификована Стоксова формула на тај начин да је очекивана глобална средња квадратна грешка сведена на минимум. Ова метода се примењује са стандардном remove-compute-restore методом употребом тзв. комбиноване оцене. То подразумева примену некориговане површи аномалија убрзања Δg . Потом је могуће срачунати ундулације геоида одн. аномалијске висине у случају Србије (израз 2.1) [3].

$$\zeta = \frac{R}{4\pi\gamma_o} \iint_{\sigma_o} S^M(\psi) \Delta g d\sigma + \frac{R}{2\gamma_o} \sum_{n=2}^M (s_n + Q_n^M) \Delta g_n^{GGM} + \delta\zeta_{COMB} + \delta\zeta_{DWC} + \delta\zeta_{ATM} + \delta\zeta_{ELL} \quad (2.1)$$

$$S_M(\psi) = S(\psi) - \sum_{n=2}^M \frac{2n+1}{2} s_n P_n(\cos \psi) \quad (2.2)$$

где су:

- σ_o – калота;
- R – средњи полупречник Земље;
- γ_o – средња вредност нормалног убрзања Земљине теже за ниво мора;
- $S^M(\psi)$ – модификована Стоксова функција;
- s_n – параметри модификације;
- M – максимални степен глобалног геопотенцијалног модела;

- Q_n^M – коефицијенти Молоденског;
- Δg_n^{GGM} – Лапласови хармоници аномалије убрзања одређени применом глобалног геопотенцијалног модела n – тог степена;
- $\delta\zeta_{COMB}$ – комбиновани утицај топографије (директан и индиректан ефекат);
- $\delta\zeta_{DWC}$ – тзв. downward continuation effect, одн. редукција аномалија убрзања са физичке површи Земље на квазигеоид;
- $\delta\zeta_{ATM}$ – комбиновани утицај атмосфере (директни и индиректни ефекат);
- $\delta\zeta_{ELL}$ – елипсоидна корекција модификоване Стоксове формуле (корекција за сферну апроксимацију квазигеоида на површ референтног елипсоида).

Додатне корекције су добијене на такав начин да се добије исти резултат као у случају примене remove-compute-restore методе (осим за нумеричке ефекте).

Комбиновани утицај топографије у случају аномалијских висина једнак је нули.

Редукција аномалија убрзања са физичке површи Земље на квазигеоид $\delta\zeta_{DWC}$ добија се применом израза (2.3) [1].

$$\delta\zeta_{DWC}(P) = 3\frac{\zeta_P^0}{r_P} H_P + \frac{R}{2\pi} \sum_{n=2}^M (s_n + Q_n^M) \left[\left(\frac{R}{r_P} \right)^{n+2} - 1 \right] \Delta g_n^{GGM}(P) + \frac{R}{4\pi\gamma} \iint_{\sigma_0} S^M(\psi) \left(\frac{\partial \Delta g}{\partial r} \Big|_Q (H_P - H_Q) \right) d\sigma_Q \quad (2.3)$$

где су:

- P – тачка рачунања;
- H – топографска висина;
- $r_P = R + H_P$;
- ζ_P^0 – приближна вредност аномалијске висине;
- Q – тачка у Стоксовом интегралу

Комбиновани утицај атмосфере добијен је применом израза (2.4) [1].

$$\delta\zeta_{ATM}(P) \approx \delta N_{ATM}(P) = -\frac{2\pi R \rho_A}{\gamma} \sum_{n=2}^M \left(\frac{2}{n-1} - s_n - Q_n^M \right) H_n(P) - \frac{2\pi R \rho_A}{\gamma} \sum_{n=M+1}^{\infty} \left(\frac{2}{n-1} - \frac{n+2}{2n+1} Q_n^M \right) H_n(P) \quad (2.4)$$

где су:

- ρ_0 – густина атмосфере на нивоу мора;
- H_n – Лапласов хармоник n – тог степена за топографску висину;
- M – максимални степен глобалног геопотенцијалног модела;

Коначно, елипсоидна корекција модификоване Стоксове формуле $\delta\zeta_{ELL}$ добијена је применом израза (2.5) [1].

$$\delta\zeta_{ELL}(P) \approx \delta N_{ELL}(P) = \frac{R}{2\gamma} \sum_{n=2}^{\infty} \left(\frac{2}{n-1} - s_n^* - Q_n^M \right) \cdot \left(\frac{a-R}{R} \Delta g_n^{GGM}(P) + \frac{a}{R} (\delta g_e)_n \right) (\delta g_e)_n = \frac{e^2}{2a} \sum_{m=-n}^n \left\{ [3 - (n+2)F_{nm}] T_{nm} - (n+1)G_{nm} T_{n-2,m} - (n+7)E_{nm} T_{n+2,m} \right\} Y_{nm}(P) \quad (2.5)$$

где су:

- $s_n^* = s_n$. Ако је $2 \leq n \leq M$ онда је $s_n^* = 0$;
- T_{nm} - коефицијенти сферно хармонијског развоја за аномалијски потенцијал.

Апсолутна вредност елипсоидне корекције, у случају примене модификоване Стоксове формуле, је центиметарског нивоа, осим у случају територије са високим вредностима аномалије урзања или високе вредности сферне капе, при чему је не треба игнорисати у поступку моделирања геоида (квазигеоида).

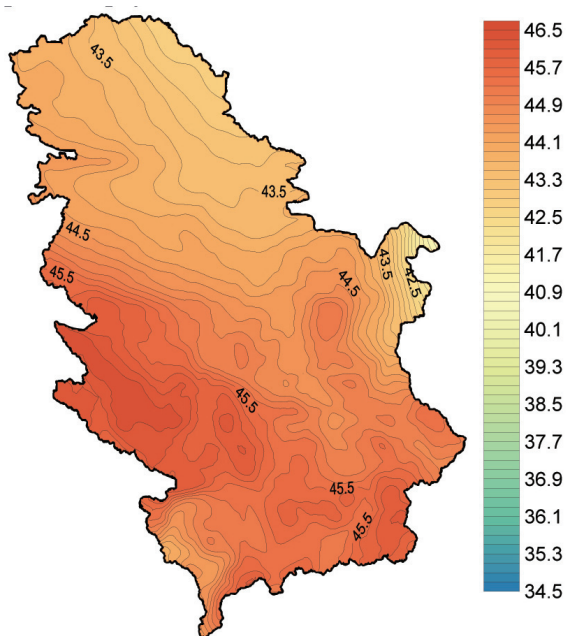
3. ЕЛИМИНАЦИЈА ГРУБИХ ГРЕШАКА ИЗ GNSS/ Δh ОПАЖАЊА ПРИМЕНОМ EGM2008 (ОЦЕНА МОДЕЛА EGM2008)

Поступак оцене тачности модела EGM2008 заснива се на формирању разлика између $\zeta_{GNSS/\Delta h}$ и независног гравиметријског модела, уклапањем у висинском смислу што је боље могуће. Том приликом се добијају много мањи резидуали од оригиналних опажања и веома су погодни за интерполацију. Упоредивање резидуала са суседним кроз интерполацију, утврђује се да ли је опажање груба грешка или не.

У поступку елиминације грубих грешака одабран је модел EGM2008 јер је модел високе резолуције који је добијен независно од GNSS/ Δh опажања.

EGM2008 за територију Србије (Слика 3.1) срачунат је применом специјалног програма *Harmonic_synth_v2*, са одговарајућим гридом од $41,5^\circ$ до $46,5^\circ$ у правцу латитуде и $18,5^\circ$ до $23,3^\circ$ у правцу лонгитуде. Димензија ћелије грида је $0,01^\circ \times 0,01^\circ$ што приближно одговара $1,1 \text{ km} \times 0,9 \text{ km}$. Латитуде и лонгитуде су изражене у систему ETRF2000 (Слика 3.1).

Тачност EGM2008 за територију Србије креће се у опсегу од 10 cm до 15 cm и варира због недовољног броја терестричких гравиметријских података.



Слика 3.1 EGM2008 модел квазигеоида Србије (еквидистанца 0,2 m) (y m) [1]

GNSS/ Δh опажања су неопходна, како за повезивање EGM2008 модела квазигеоида у референтни систем Србије, тако и за оцену квалитета самог EGM2008 модела и његовог побољшања додавањем резидуалне површи.

Елиминација грубих грешака применом EGM2008 модела подразумева проналажење грешака настале услед погрешне идентификације станице, погрешне штампе или променом положаја станица у неком временском периоду. Од 1130 аномалијских висина $\zeta_{GNSS/\Delta h}$, најпре је елиминисано опажање са нереалном вредношћу аномалијске висине од 220 m. Од осталих опажања формиране су разлике $R = \zeta_{GNSS/\Delta h} - \zeta_{EGM2008}$, при чему је стандардна девијација 0,112 m. Статистички подаци за GNSS/ Δh резидуале након једнопараметарске трансформације приказани су у табели 3.1.

Табела 3.1. Статистички подаци за GNSS/ Δh резидуале за модел EGM2008 након примене једнопараметарске трансформације (y m) [1]

Параметар	Број	Минимум (m)	Максимум (m)	Средња вредност (m)	Стандардна девијација (m)	RMS (m)
Оригинална опажања	1130	-1,053	175,435	0,000	5,225	5,225
Опажања након 1. корака	1129	-0,897	0,850	0,000	0,112	0,112
Опажања након 2. корака	1121	-0,358	0,347	0,000	0,097	0,097
Опажања након 3. корака	1118	-0,320	0,347	0,000	0,095	0,095

Како су резидуали систематски, што може бити због присуства дуготаласне карактеристике у гравиметријском моделу и/или у самом референтном систему, критеријум за елиминацију је утврђивање колико се резидуали разликују од својих суседа [1]. Поступак је спроведен применом тзв. унакрсних резидуала (cross

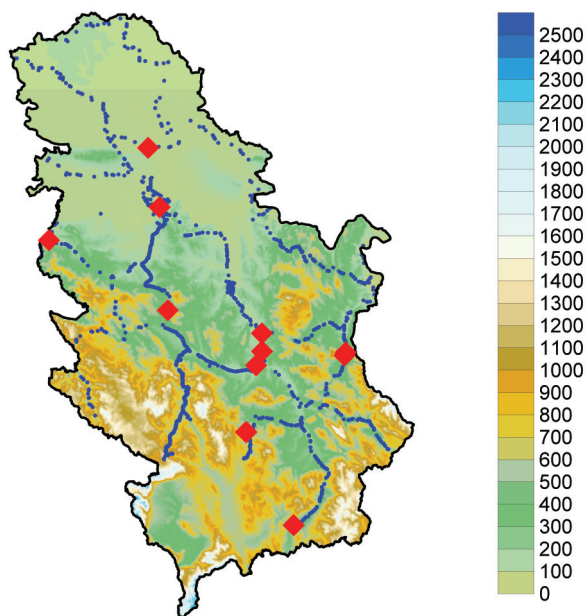
validation residuals) коришћењем Кригинг методе интерполације (Golden Software Surfer 10). У првој итерацији уклоњена су опажања чији унакрсни резидуали прелазе 0,5 m, а потом и опажања чији унакрсни резидуали прелазе 0,2 m. Статистички подаци за унакрсне резидуале приказани су у табели 3.2.

Табела 3.2. Статистички подаци за унакрсне GNSS/ Δh резидуале (y m) [1]

Параметар	Број	Минимум (m)	Максимум (m)	Средња вредност (m)	Стандардна девијација (m)	RMS (m)
Опажања након 1. корака	1129	-1,163	1,043	0,001	0,089	0,089
Опажања након 2. корака	1121	-0,337	0,304	0,000	0,041	0,041
Опажања након 3. корака	1118	-0,174	0,164	0,000	0,036	0,036

На слици 3.2 приказан је просторни распоред свих GNSS/ Δh опажања при чему су црвеним симболом представљена опажања за која је установљено да су грубе грешке.

Како се референтни систем укључен у модел EGM2008 разликује од референтног система у Републици Србији, у поступку уклапања глобалног геопотенцијалног модела EGM2008 у референтни систем Србије примењен је модел четворопараметарске трансформације (Heiskanen & Moritz 1967). У табели 3.3. дати су статистички подаци за GNSS/ Δh резидуале за модел EGM2008 након примене четворопараметарске трансформације.



Слика 3.2 Просторни распоред GNSS/ Δh опажања (грубе грешке представљене црвеним симболом) [1]

Табела 3.3. Статистички подаци за GNSS/ Δh резидуале за модел EGM2008 након примене четворопараметарске трансформације (y m) [1]

Параметар	Број	Минимум (m)	Максимум (m)	Средња вредност (m)	Стандардна девијација (m)	RMS (m)
Сва опажања	1118	-0,289	0,384	0,000	0,082	0,082
ФР	37	-0,146	0,130	0,000	0,065	0,065
СРЕФ	100	-0,221	0,242	0,000	0,061	0,061
ФР+СРЕФ	137	-0,204	0,244	0,000	0,063	0,063

Стандардне грешке приказане у табели 3.3 одnose се на грешке у аномалијским висинама модела EGM2008, $\zeta_{EGM2008}$, грешке приликом одређивања висина h_{GNSS} и ETRF2000, грешке нивелања и грешке система висина. На основу закона преноса грешака и узимањем у обзир тачности GNSS/ Δh опажања пре елиминације грубих грешака добија се (израз 3.1) [1] $\sigma_{EGM2008} < 6$ (cm) што представља тачност глобалног модела за Србију.

$$\sigma_{EGM2008} = \sqrt{0,063m^2 - \sigma_{GNSS}^2 - \sigma_{\Delta h}^2} \quad (3.1)$$

4. КОРИШЋЕНИ ПОДАЦИ ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ ГРАВИМЕТРИЈСКОГ МОДЕЛА КВАЗИГЕОИДА 2011

За одређивање гравиметријског модела квазигеоида Србије 2011 коришћени су следећи скупови података:

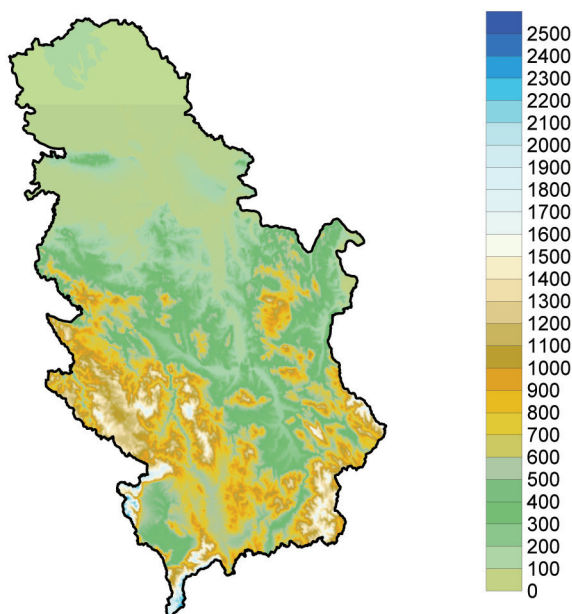
- аномалије убрзања за територију Србије и суседних земаља;
- глобални геопотенцијални модели терена добијени из динамичких сателитских опажања;
- довољно густ дигитални модел терена који покрива најмање територију аномалија убрзања;
- изрази сфернохармонијског развоја добијених применом глобалних дигиталних модела терена (у циљу рачунања атмосферске корекције).

За рачунање модела квазигеоида коришћени су гридови дати у табели 4.1., при чему се латитуде и лонгитуде односе на средину ћелија грида.

4.1. Дигитални модел терена

Како дигитални модел терена представља површ Земље у дигиталном смислу, параметри топографије се могу генерисати директно из његове базе. Као било који други извор података у поступку одређивања модела геоида (квазигеоида), потребно је, пре спровођења самог поступка моделирања, оценити његову тачност за територију за коју се одређује геоид (квазигеоид). Тачност ДМТ-а обично није хомогена због различитих извора података приликом његовог формирања. Грешке се директно оцењују упоређивањем висина из ДМТ-а и њихових интерполованих вредности из GNSS/ Δh опажања. Грешке у ДМТ-а узрокују настанак грешака у моделу геоида (квазигеоида) приликом интерполације површи аномалија убрзања у грид за примену Стоксове формуле.

За територију Републике Србије као и за суседне земље коришћен је дигитални модел терена резултат мисије SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) резолуције $3'' \times 3''$ што одговара $90 \text{ m} \times 90 \text{ m}$ скоро на свим територијама, осим у пределима са врло високим планинама. Подаци су преузети са сајта www.cgiar-csi.org.



Слика 4.1. Дигитални модел терена за Србију (ДЕМ_01) добијен из $3'' \times 3''$ SRTM података (у m) [1]

4.2. Глобални геопотенцијални модел

Глобални геопотенцијални модели се користе за одређивање дуготаласних карактеристика функционала аномалијског потенцијала (ундулација геоида, аномалијских висина, аномалија убрзања). Постоје два основна типа глобалних геопотенцијалних модела:

- *сателитски* – добијен праћењем нисколетећих вештачких Земљиних сателита (GRACE, GOCE сателитске мисије);
- *комбиновани* – добијени комбинацијом сателитских глобалних модела, терестричке гравиметрије, сателитске алтиметрије и гравиметрије из ваздуха (EGM96);

Тзв. *тејлоровани* глобални геопотенцијални модели добијени су комбинацијом сателитских и комбинованих модела уз примену гравиметријских података високе резолуције. У поступцима рачунања модела квазигеоида за Србију коришћена су два глобална модела, EGM2008 у циљу генерисања површи $5' \times 5'$ средњих аномалија убрзања за суседне земље до степена 360 у поступку примене remove-compute-restore методе за гридирање површи аномалија убрзања, и GOCO02S за рачунање самог модела квазигеоида.

4.3. Аномалије убрзања

Аномалије убрзања које су коришћене за одређивање модела квазигеоида релативно добро и хомогено покривају територију Републике Србије. Од доступних 109068 аномалија убрзања, 85975 се налазе на територији Србије (Слика 4.2). Због недостатка података гравиметријских мерења из суседних земаља, при чему је неопходно распо-

Табела 4.1. Дефиниција гридова који су коришћени у рачунањима [1]

Параметар	B_{min}	B_{max}	L_{min}	L_{max}	B_{res}	L_{res}
Квазигеоид	41,5°	46,5°	18,5°	23,3°	0,01°	0,01°
Δg	38,5°	49,5°	13,8°	28°	0,01°	0,01°
ДМТ_3"	41+1,5"	47°-1,5"	17,5°+1,5"	24,3°-1,5"	3"	3"
ДМТ_01	38°	50°	12,5°	29°	0,01°	0,01°
ДМТ_05	38°	50°	12,5°	29°	0,05°	0,05°

Табела 4.2. Статистички подаци за коришћене аномалије убрзања [1]

Параметар	Број	Минимум (mGal)	Максимум (mGal)	Средња вредност (mGal)	Стандардна девијација (mGal)	RMS (mGal)
Старе Δg	108893	-129,89	228,09	25,61	26,53	36,88
$\Delta g_{EGM2008}$	18640	-175,43	199,28	19,66	41,02	45,48
Све Δg	127530	-175,43	228,09	24,74	29,18	38,25

лагати са подацима који покривају територију од најмање 330 km ван границе Србије, у прорачунима су коришћене средње аномалије убрзања глобалног геопотенцијалног модела EGM2008 резолуције 5' × 5', са максималним степеном модела 2190. Аномалије модела EGM2008 бирани су по критеријуму да су даље од сферног растојања од 0,04° за било коју вредност старе Δg . Све вредности Δg ограничене су површином дефинисаном у табели 4.1.

Аномалије слободног ваздуха добијене су као разлика између мерених вредности убрзања на физичкој површи Земље и нормалног убрзања на телуroidу за елипсоид GRS80. Од 109068 вредности Δg 108893 се налази унутар грида дефинисаног у табели 4.1. У табели 4.2. дате су статистичке вредности аномалија убрзања.

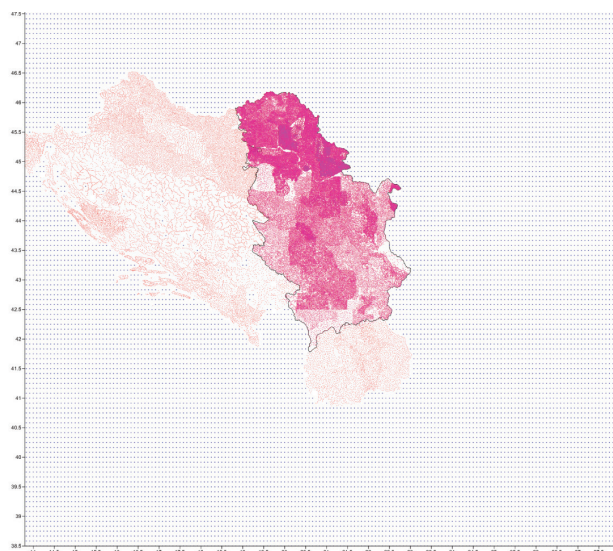
Како је површ аномалија убрзања груба и непогодна за гридирање, и у циљу смањења грешака дискретизације, аномалије убрзања су редуковане за утицај топографије и глобалног геопотенцијалног модела (израз 4.1).

$$\Delta g_{ред.} = \Delta g_{слог.вазд.} - \Delta g_{RMT} - \Delta g_{EGM} \quad (4.1)$$

Након елиминације грубих грешака и гридирања, ови утицаји су враћени. Том приликом је за добијање дуготаласне карактеристике коришћен степен глобалног модела 360. Топографски утицај срачунат је применом резидуалног модела терена, уз употребу правоугаоних призми помоћу GRAVSOFT-овог програма TC. У табели 4.3. дати су статистички подаци за редуковане и оригиналне вредности аномалија убрзања пре поступка уклањања грубих грешака.

Табела 4.3. Статистички подаци за оригиналне и редуковане аномалије убрзања пре уклањања грубих грешака [1]

Параметар	Број	Минимум (mGal)	Максимум (mGal)	Средња вредност (mGal)	Стандардна девијација (mGal)	RMS (mGal)
Оригиналне Δg	108893	-129,89	228,09	25,61	26,53	36,88
Редуковане Δg	108893	-47,51	64,38	0,50	9,55	9,56



Слика 4.2 Аномалије убрзања коришћене за добијање модела квазигеоида (розе симболи – старе Δg на територији Србије, црвени симболи – старе Δg за бивше југословенске републике, плави симболи – EGM2008 средње Δg резолуције 5' × 5') [1]

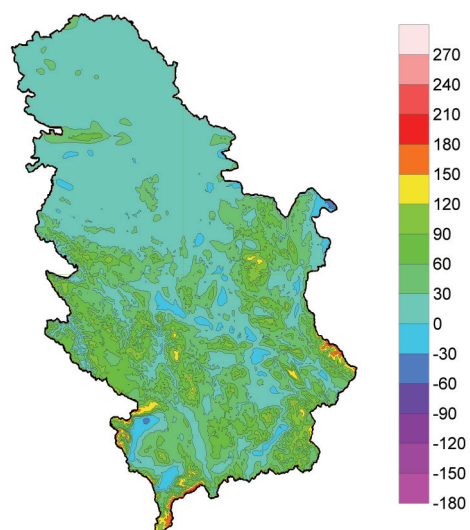
Поступак елиминације грубих грешака старих аномалија убрзања ($\Delta g_{EGM2008}$ су коришћене у истом облику) урађен је применом унакрсних резидуала коришћењем програмског пакета SURFER10. У табели 4.4. приказани су статистички подаци унакрсних резидуала за старе аномалије убрзања пре и након елиминације грубих грешака. Уклоњена су опажања чији унакрсни резидуали прелазе 10 mGal.

Табела 4.4. Статистички подаци унакрсних резидуала за старе аномалије убрзања пре и након уклањања грубих грешака [1]

Параметар	Број	Минимум (mGal)	Максимум (mGal)	Средња вредност (mGal)	Стандардна девијација (mGal)	RMS (mGal)
Пре	108893	-56,25	22,54	-0,01	1,64	1,64
После	108710	-9,99	10,00	0,01	1,45	1,45

С обзиром да је површ редукованих аномалија убрзања густа у неким пределима, извршен је одабир тако да је узета по једна аномалија на сваких 1 km². Поступак одабира извршен је применом GRAVSOFT-овог програма SELECT. Након редуције, селектовања и уклањања грубих грешака извршено је гридирање свих редукованих аномалија (старе и средње EGM2008 Δg). За гридирање коришћена је колокација по методи најмањих квадрата (програма GEOGRID), Марковљев модел другог реда са вредношћу корелационе дужине од 15 km. За $\sigma_{\Delta g_{\text{старе}}}$ и $\sigma_{\Delta g_{\text{EGM2008}}}$ усвојено је редом 1 mgal и 4 mgal. У табели 4.5. дати су статистички подаци за редуковане аномалије убрзања.

У табели 4.6. дати су статистички подаци гридираних аномалија убрзања, док је на слици 4.3 приказана њихова површ.



Слика 4.3 ПОВРШ ГРИДИРАНИХ АНОМАЛИЈА УБРЗАЊА (ЕКВИДИСТАНЦА 30 mGal) (y mGal) [1]

Табела 4.5. Статистички подаци редукованих аномалија убрзања [1]

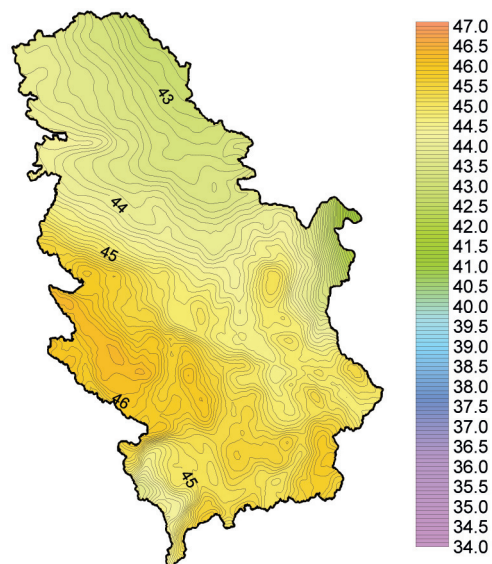
Параметар	Број	Минимум (mGal)	Максимум (mGal)	Средња вредност (mGal)	Стандардна девијација (mGal)	RMS (mGal)
Оригиначне старе Δg	108893	-47,51	64,38	0,50	9,55	9,56
Старе Δg без грубих грешака	108710	-47,51	49,08	0,48	9,51	9,52
Одабране старе Δg	81160	-47,51	49,08	0,47	9,89	9,90
$\Delta g_{\text{EGM2008}}$ ван Србије	18637	-88,46	101,58	0,62	16,14	16,15
Све Δg	99797	-88,46	101,58	0,50	11,32	11,33

Табела 4.6. Статистички подаци гридираних аномалија убрзања [1]

Параметар	Минимум (mGal)	Максимум (mGal)	Средња вредност (mGal)	Стандардна девијација (mGal)	RMS (mGal)
Редуковане Δg	-84,49	80,39	0,69	12,79	12,81
Утицај РМТ-а	-121,15	184,80	-1,30	19,21	19,26
Утицај ГГМ-а	-125,60	137,03	22,21	33,92	40,55
Гридиране Δg	-174,25	277,11	21,60	41,03	46,37

4.4. Коначни гравиметријски модел квазигеоида

Пре добијања коначног модела квазигеоида потребно је усвојити вредности параметара неопходних за решавање једначине (2.1). Тако је за вредност полупречника сферне капе усвојено $\sigma_0 = 3$, максимални степен глобалног геопотенцијалног модела GOCO02S M=200, модификациони параметар S_n сагласно методи најмањих квадрата предложеној од стране Проф. др Larsa Sjöberg-a. Сигнали степених варијанси добијени су применом модела Tscherning-a и Rapp-a (са променом размере од 0,75), док су грешке степених варијанси за аномалије убрзања предложени од стране др Jonas-a Ågren-a. У табели 4.6. приказани су статистички подаци аномалијских висина, одн. коначног модела квазигеоида, који још увек није уклопљен у референтни систем Србије, док је на слици 4.4 приказана површ модела квазигеоида.



Слика 4.4 ПОВРШ КОЧАНОГ МОДЕЛА КВАЗИГЕОИДА (НЕУКЛОПЉЕНОГ У РЕФЕРЕНТНИ СИСТЕМ СРБИЈЕ) (у м) [1]

Табела 4.6. Статистички подаци коначног модела квазигеоида (у м) [1]

	Параметар	Минимум (m)	Максимум (m)	Средња вредност (m)	Стандардна девијација (m)	RMS (m)
<i>Грид</i>	501×481	34,565	46,758	43,682	2,041	43,730
<i>Тачке грида унутар Србије</i>	99485	40,931	46,373	44,554	0,939	44,564

4.5. Уклапање коначног гравиметријског модела квазигеоида у референтни систем Србије

Након добијања коначног модела квазигеоида (Слика 4.4) потребно је извршити уклапање у референтни систем Републике Србије. Након уклапања модела у

GNSS/ Δh опажања (фундаментални репери и тачке Референтне мреже Србије којима су уклоњене грубе грешке) применом четворопараметарске трансформације добијени су резидуали приказани у табели 4.7.

Након детаљне анализе установљено је да су три фундаментална репера грубе грешке (ЦКН Ужице FR-1109, ЦКН Крушевац FR-1135, ЦКН – Ниш FR-1140)

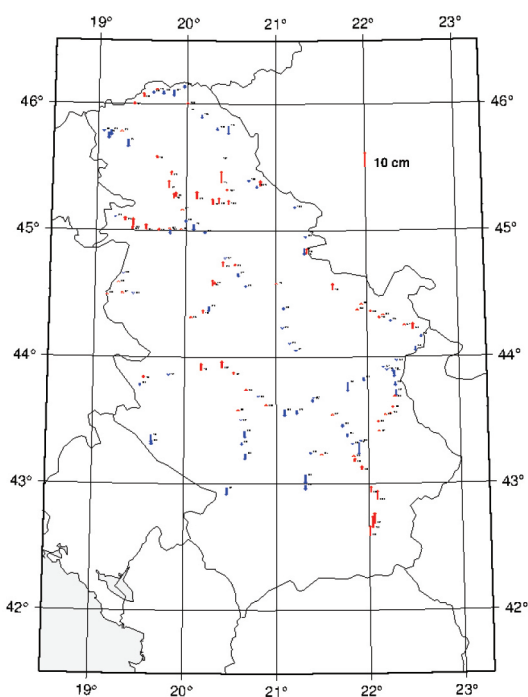
Табела 4.7. Статистички подаци резидуала GNSS/ Δh опажања за коначни гравиметријски модел квазигеоида након примене четворопараметарске трансформације (у м) [1]

Параметар	Број	Минимум (m)	Максимум (m)	Средња вредност (m)	Стандардна девијација (m)	RMS (m)
<i>Оригинални ФР</i>	37	-0,112	0,120	0,000	0,048	0,048
<i>СРЕФ</i>	100	-0,056	0,073	0,000	0,027	0,027
<i>ФР+СРЕФ</i>	137	-0,085	0,151	0,000	0,036	0,036

Табела 4.8. Статистички подаци резидуала GNSS/ Δh опажања за коначни гравиметријски модел квазигеоида након примене четворопараметарске трансформације (кориговани фундаментални репери) (у м) [1]

Параметар	Број	Минимум (м)	Максимум (м)	Средња вредност (м)	Стандардна девијација (м)	RMS (м)
Кориговани ФР	37	-0,093	0,070	0,000	0,036	0,036
СРЕФ	100	-0,056	0,073	0,000	0,027	0,027
Кориговани ФР+СРЕФ	137	-0,080	0,080	0,000	0,030	0,030

чији су резидуали редом 0,095, 0,139, 0,151 м пре поновног мерења и 0,047, 0,010, 0,061 м након поновног мерења. У табели 4.8. приказани су статистички подаци резидуала поново мерених фундаменталних репера, док су њихове вредности и просторни распоред дати на слици 4.5.



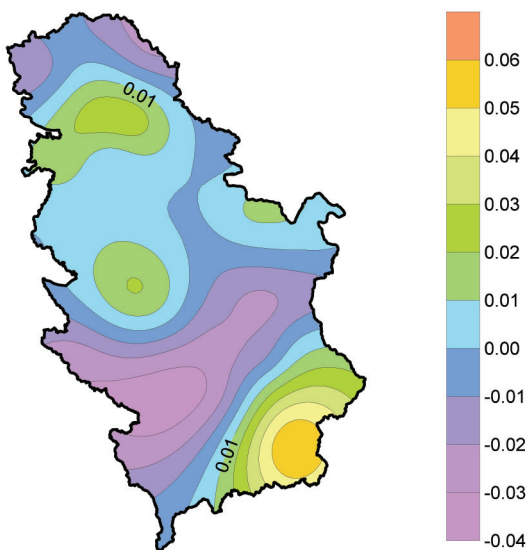
Слика 4.5 Просторни распоред резидуала GNSS/ Δh опажања за коначни гравиметријски модел квазигеоида након примене четворопараметарске трансформације (кориговани фундаментални репери); црвеном стрелицом приказане су позитивне вредности а плавом негативне вредности резидуала (у м) [1]

Табела 4.9. Статистички подаци разлика између ТЕСТ(РТК+М22) GNSS/ Δh опажања и коначног гравиметријског модела квазигеоида након примене четворопараметарске трансформације (кориговани ФР+СРЕФ); без примене резидуалне површи (у м) [1]

Параметар	Број	Минимум (м)	Максимум (м)	Средња вредност (м)	Стандардна девијација (м)	RMS (м)
ТЕСТ-РТК	681	-0,181	0,173	-0,016	0,045	0,048
ТЕСТ-М22	300	-0,109	0,196	0,035	0,063	0,072

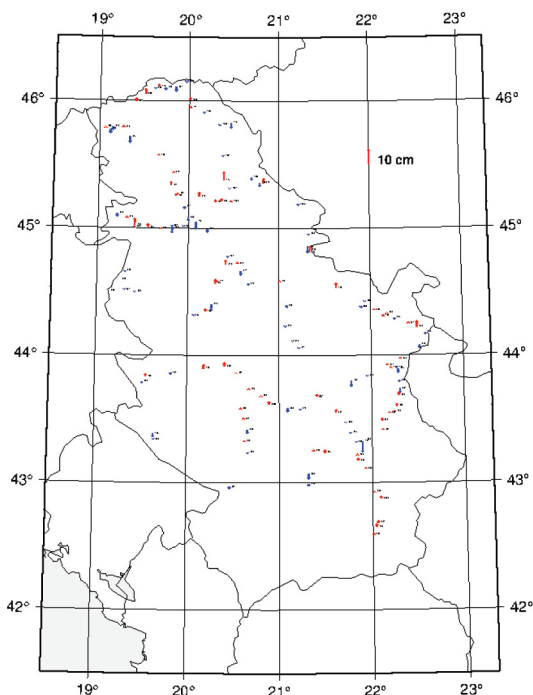
С обзиром да су коначни гравиметријски модел квазигеоида и GNSS/ Δh опажања независни скупови података, постоје информације које говоре о тачности коришћених података. Додатна контрола спроведена је поређењем уклопљеног (ФР и СРЕФ) модела квазигеоида у независне скупове података (ТЕСТ-РТК и ТЕСТ-М22) (Табела 4.9.).

Како су GNSS/ Δh резидуали корелисани (Слика 4.5) у неким деловима Србије, како због присуства дуготаласне карактеристике у поступку нивелања, тако и због коначног гравиметријског модела квазигеоида, у циљу побољшања модела добијеног применом четворопараметарске трансформације уводи се додатна резидуална површ терена. Резидуална површ терена добија се применом одговарајуће технике интерполације резидуала, која се касније додаје гравиметријском моделу добијеног применом четворопараметарске трансформације. Резидуална површ срачуната је применом коригованих ФР+СРЕФ резидуала применом колокације по методи најмањих квадрата коришћењем Гаус-Марковљевог модела другог реда. Том приликом је за вредност корелационе дужине усвојено 75 km док је стандардна грешка GNSS/ Δh опажања 2 cm. На слици 4.6 приказана је резидуална површ терена. У табели 4.10. приказани су статистички подаци GNSS/ Δh резидуала са и без увођења резидуалне површи терена са применом четворопараметарске трансформације у оба случаја. GNSS/ Δh резидуали за коначни гравиметријски модел и додатом резидуалном површи терена приказани су на слици 4.7.



Слика 4.6 Резидуална површ терена додата гравиметријском моделу квазигеоида добијеног применом четворопараметарске трансформације у циљу добијања модела квазигеоида Србије 2011(еквидистанца 0,01 m) (y m) [1]

Упоредивањем коначног модела квазигеоида са додатом резидуалном површи терена са ТЕСТ(РТК+М22) GNSS/ Δh опажањима добиће се резидуали који се не разликују значајно од случаја где нема резидуалне површи (Табела 4.11.).



Слика 4.7 Просторни распоред резидуала GNSS/ Δh опажања за коначни гравиметријски модел квазигеоида након примене четворопараметарске трансформације са додатом резидуалном површи терена (кориговани фундаментални репери); црвеном стрелицом приказане су позитивне вредности а плавом негативне вредности резидуала (y m) [1]

Табела 4.10. Статистички подаци GNSS/ Δh резидуала за нови гравиметријски модел квазигеоида са и без примене резидуалне површи терена (y m) [1]

Резидуална површ	Број	Минимум (m)	Максимум (m)	Средња вредност (m)	Стандардна девијација (m)	RMS (m)
без	137 <i>Кориговани ФР+СРЕФ</i>	-0,080	0,080	0,000	0,030	0,030
са	137 <i>Кориговани ФР+СРЕФ</i>	-0,075	0,056	0,000	0,021	0,021

Табела 4.11. Статистички подаци разлика између ТЕСТ(РТК+М22) GNSS/ Δh опажања и коначног гравиметријског модела квазигеоида након примене четворопараметарске трансформације (кориговани ФР+СРЕФ); са применом резидуалне површи (y m) [1]

Параметар	Број	Минимум (m)	Максимум (m)	Средња вредност (m)	Стандардна девијација (m)	RMS (m)
ТЕСТ-РТК	681	-0,167	0,170	-0,018	0,044	0,047
ТЕСТ-М22	300	-0,106	0,181	0,039	0,050	0,064

Упоредивањем статистичких података датих у табелама 4.9. и 4.11. може се приметити да се модел квазигеоида Србије 2011 слаже добро са тачкама Референтне мреже Републике Србије и фундаменталним реперима, а да знатна неслагања постоје у случају оперативног полигона М22 и РТК опажањима.

Због утврђеног слагања модела са тачкама Референтне мреже Републике Србије и фундаменталним реперим, као и најбоље реализације система ETRF2000 на истим, за Модел квазигеоида Србије 2011 усвојен је коначни гравиметријски модел квазигеоида добијен применом четворопараметарске трансформације са додатом резидуалном површи терена. У табели 4.11. дати су статистички подаци модела, док је на слици 4.8 приказана његова површ.

точност модела је између 2,1 и 2,6 cm (у планинским подручјима и преко 3 cm).

$$\sigma_{MKS2011} = \sqrt{RMS_{уклапања}^2 + \sigma_{GNSS}^2 + \sigma_{\Delta h}^2} \quad (4.1)$$

при чему су: $RMS_{уклапања} = 3 \text{ cm}$, $\sigma_{GNSS} = (1-1,5) \text{ cm}$ и $\sigma_{\Delta h} = (1-1,5) \text{ cm}$

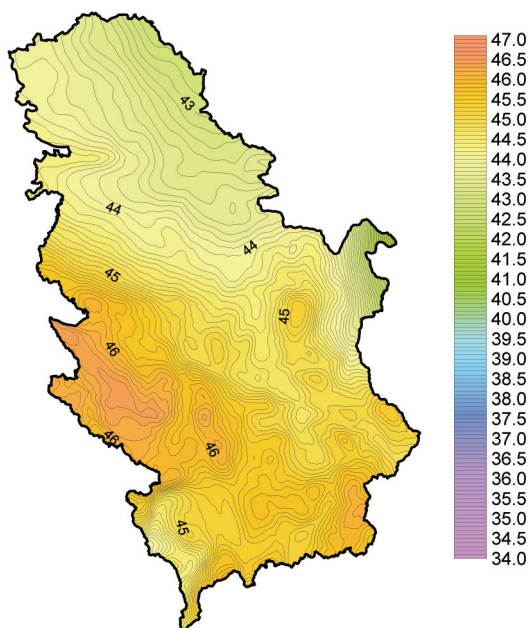
Контрола тачности модела извршена је и помоћу ТЕСТ(РТК) тачака коришћењем израза (4.1) добијено је $\sigma_{MKS2011} = 3,4 \text{ cm}$ при чему су:

$$RMS_{уклапања} = 4,7 \text{ cm}, \sigma_{GNSS} = 3 \text{ cm} \text{ и } \sigma_{\Delta h} = 1 \text{ cm}.$$

У оквиру Сектора за геодетске радове, након успостављања модела квазигеоида за територију Репу-

Табела 4.11. Статистички подаци Модела квазигеоида Србије 2011 (y m) [1]

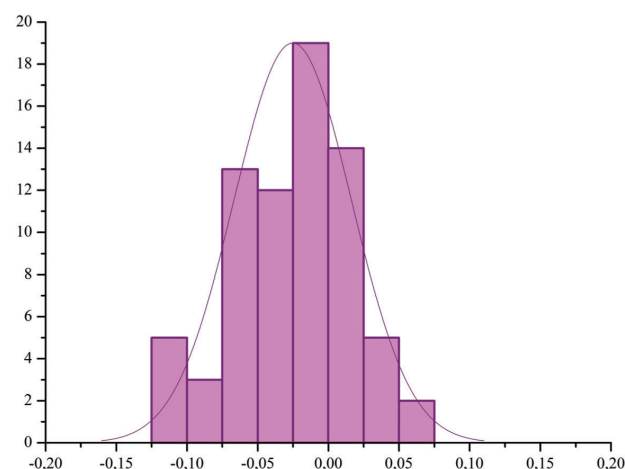
	Параметар	Минимум (m)	Максимум (m)	Средња вредност (m)	Стандардна девијација (m)	RMS (m)
Грид	501×481	34,731	46,887	43,792	2,048	43,840
Тачке грида унутар Србије	99485	41,020	46,506	44,674	0,960	44,684



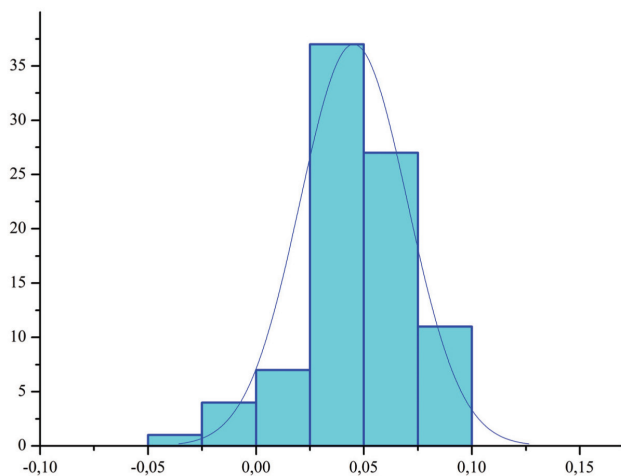
Слика 4.8 Модел квазигеоида Србије 2011(еквидистанца 0,1 m) (y m) [1]

С обзиром да је Модел квазигеоида Србије 2011 у потпуности независан од GNSS/ Δh опажања, на основу закона преноса грешака (израз 4.1) и у зависности од претпостављене тачности фундаменталних репера, тачака Референтне мреже Србије и GNSS/ Δh опажања, та-

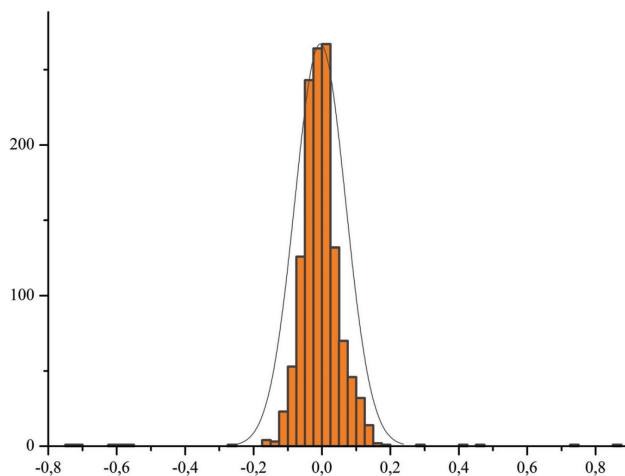
блике Србије, извршена је његова провера на терену. Провером су обухваћене 73 тачке нивелманског влака Београд-Кладово и 87 тачака градске нивелманске мреже Крагујевца. На сликама 4.9 и 4.10 приказани су хистограми разлика аномалијских висина добијених из модела квазигеоида Србије MKS2011 и Другог нивелмана високе тачности НВТ2 док су одговарајући статистички подаци дати у табелама 4.12. и 4.13.



Слика 4.9 Хистограм разлика аномалијских висина $\zeta_{MKS2011} - \zeta_{NVT2}$ за нивелмански влак Београд-Кладово (y m)



Слика 4.10 Хистограм разлика аномалијских висина $\zeta_{МКК2011} - \zeta_{НБТ2}$ за градску нивелманску мрежу Крагујевца (у m)



Слика 4.11 Хистограм разлика аномалијских висина $\zeta_{МКК2011} - \zeta_{НБТ2}$ за 1290 тачака (пре поступка елиминације грубих грешака) (у m)

Такође, извршено је тестирање на 1290 тачака. На слици 4.11 дат је хистограм разлика аномалијских висина (пре спроведног поступка елиминације грубих грешака) док су у табели 4.14. дати одговарајући статистички подаци.

Након спроведеног поступка елиминације грубих грешака отклоњено је 11 тачака које су грубе грешке са ознакама (39/2, А08, А26, А30, КР-611, НР-212, ОР-333, РР-732, СП-246, СП-509, СП-521). На слици 4.12 дат је хистограм разлика аномалијских висина док су у табели 4.15. дати одговарајући статистички подаци.

Табела 4.12. Статистички подаци разлика аномалијских висина за нивелмански влак Београд–Кладово (у m)

Параметар	Број	Минимум (m)	Максимум (m)	Средња вредност (m)	Стандардна девијација (m)	RMS (m)
$R_{\zeta_{МКК2011} - \zeta_{НБТ2}}$	73	-0,118	0,074	-0,025	0,042	0,048

Табела 4.13. Статистички подаци разлика аномалијских висина за градску нивелманску мрежу Крагујевца (у m)

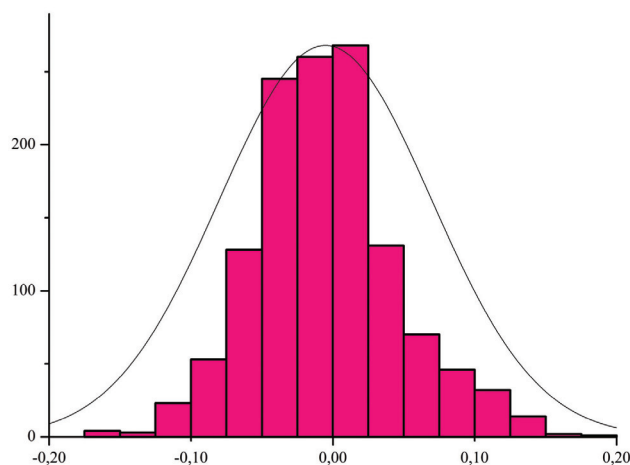
Параметар	Број	Минимум (m)	Максимум (m)	Средња вредност (m)	Стандардна девијација (m)	RMS (m)
$R_{\zeta_{МКК2011} - \zeta_{НБТ2}}$	87	-0,028	0,092	0,045	0,025	0,052

Табела 4.14. Статистички подаци разлика аномалијских висина за 1290 тачака (пре поступка елиминације грубих грешака) (у m)

Параметар	Број	Минимум (m)	Максимум (m)	Средња вредност (m)	Стандардна девијација (m)	RMS (m)
$R_{\zeta_{МКК2011} - \zeta_{НБТ2}}$	1290	-0,745	0,871	-0,005	0,075	0,075

Табела 4.15. Статистички подаци разлика аномалијских висина за 1279 тачака (у m)

Параметар	Број	Минимум (m)	Максимум (m)	Средња вредност (m)	Стандардна девијација (m)	RMS (m)
$R_{\zeta_{МКК2011} - \zeta_{НБТ2}}$	1279	-0,170	0,181	-0,005	0,051	0,051



Слика 4.12 Хистограм разлика аномалијских висина $\zeta_{\text{МКС2011}} - \zeta_{\text{НБТ2}}$ за 1279 тачака (у m)

5. ЗАКЉУЧАК

Са убрзаним развојем GNSS технологије намеће се потреба за успостављањем тачног и поузданог модела квазигеоида. С обзиром да је модел квазигеоида Србије добијен из података који датирају из периода 70-тих година прошлог века, тачност модела у границама 2-3 cm (1σ) је задовољавајућа, што се може запазити у резултатима провере модела на терену (градска мреже Крагујевца, влак Београд-Кладово и провера на 1290 тачака имајући у виду вредности стандардних девијација). Међутим, у циљу добијања модела квазигеоида тачности до 1 cm, што ће у наредном периоду постати стандард, потребно је радити на обезбеђивању квалитетне основе, у смислу људских и материјалних ресурса, тј. [1]:

- наставити радове на регионалном гравиметријском премеру по већ дефинисаној методи, са посебним нагласком на контролу одређивања висина тачака;
- наставити радове на реализацији пројекта Референтне нивелманске мреже у циљу добијања система висина високог квалитета и његовим повезивањем у систем Европске референтне нивелманске мреже, као и повезивања са суседним земљама;
- побољшати сарадњу са академским институцијама, да би се у будућности (период од 5-10 година од публикавања последњег модела квазигеоида) добио нови, квалитетнији модел;

- наставити унапређивање модела квазигеоида за територију Републике Србије применом новијег, бољег, глобалног геопотенцијалног модела; додавањем и провером квалитета нових података; формирати оптималан, у смислу густине и хомогености, дигитални модел терена заснован на CARDS и SRTM 3" \times 3"; истраживати постојање систематских утицаја између ФР и СРЕФ елипсоидних висина и висина добијених РТК методом; тестирати добијени модел на територијама унутар полигона НБТ2;
- омогућити доступност постојећих гравиметријских података међународним институцијама у циљу побољшања квалитета глобалног геопотенцијалног модела EGM2008, побољшања квалитета европског модела геоида EGGXX, што ће за последицу имати боље моделе за територију Републике Србије; омогућити размену гравиметријских података са суседним земљама у циљу решавања проблема у граничним подручјима Републике Србије.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ågren, J. Đalović, S. Škrnjug, J. Plan for the Future Determination of a National Geoid Model for Serbia, 2012
- [2] Ågren, J. Kiamehr, R. Sjöberg, L. Progress in the Determination of a Gravimetric Quasigeoid Model over Sweden
- [3] Ågren, J. Sjöberg, L. Kiamehr, R. The new gravimetric quasigeoid model KTH08 over Sweden, 2009
- [4] Ågren, J. Barzaghi, R. Carrion, D. Denker, H. Duquenne, H. Grigoriadis, V.N. Kiamehr, R. Sona, G. Tscherning, C.C. Tziavos, I.N. Different geoid computation methods applied on a test dataset: results and considerations
- [5] European Agency of Reconstruction – Provision of Digital Ortho Photomaps, Technical Report - Geoid of Serbia Serbia, 2007.
- [6] Kiamehr, R. A Practical Manual for Applying the KTH Approach for Precise Geoid determination Based on the Least-Squares Modification of Stokes Approach
- [7] Одаловић, О. Одређивање геоида у Србији, Геодетска служба 103/2005.
- [8] Одаловић, О. Прелиминарни геоид Србије – Технички извештај, 2009.

УТИЦАЈ ВЕРТИКАЛНОГ ГРАДИЈЕНТА НА ОДРЕЂИВАЊЕ ГРАВИТАЦИОНОГ УБРЗАЊА У ГЕОДЕЗИЈИ И ГЕОФИЗИЦИ

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

Прегледни рад
УДК: [550.831 + 528.27] : [528 + 550.3]
УДК: [531.51 + 531.26] : [528.24 + 550.3]

РЕЗИМЕ

У раду је приказан проблем непознавања тачне вредности вертикалног градијента и колико то непознавање утиче на прецизно одређивање убрзања силе теже. Осим дефиниције вертикалног градијента, показано је како се он може одредити, било директним мерењем на терену или неким другим поступцима који подразумевају добро познавање густине стенских маса и постојање добро дефинисаног дигиталног модела терена. Указано је, такође, колики значај познавања тачне вредности вертикалног градијента има у геодезији и код геофизичких испитивања.

Кључне речи: вертикални градијент, гравитационо убрзање, геодезија, геофизика.

THE ASCENDANCE OF VERTICAL GRAVITY GRADIENT TO GRAVITY ACCELERATION DETERMINATION IN GEODESY AND GEOPHYSICS

Prof. Dr Miroslav Starčević, geophysicist

ABSTRACT

The problem of disacquaintance of precise value of vertical gravity gradient and how this disacquaintance influence to precise determination of gravity acceleration is presented in this paper. Beside the definition of vertical gravity gradient term, it was presented how this gradient could be defined, by direct field works, or by some other methods as well. These methods requires well defined the density distribution the subsurface and precise defined digital terrain model too. It was shown the importance of good defined vertical gravity gradient in area of geodesy and geophysics as well.

Key words: vertical gravity gradient, gravity acceleration, geodesy, geophysics.

1. УВОД

Проблем познавања (или боље рећи непознавања) вертикалног градијента гравитационог убрзања има велики значај при извођењу гравиметријских мерења, било за потребе геодезије код одређивања геоида, или у домену примењених геофизичких истраживања. Пошто је одређивање овог градијента доста скуп процес, настоји се да се он одреди из других већ доступних података. Овим радом настоји се да се покаже и теоријски и практични аспект проблематике одређивања вертикалног градијента и укаже на његов значај код геодетских и геофизичких радова.

2. ДЕФИНИЦИЈЕ

Термин “вертикални градијент” подразумева промену гравитационог убрзања дуж вертикале. Пре детаљнијег разматрања овог термина, поставља се питање зашто је важно да знамо колики је вертикални градијент ако већ можемо врло прецизно да меримо гравитационо убрзање. Пре свега, мерења убрзања која изводимо гравиметром, није могуће извести непосредно на самој тач-

ки, већ најчешће изнад тачке пошто инструмент има свој габарит којим не може да се “намести” на саму тачку, као што то може да се изведе са летвом у геодезији која се може поставити, на пример, на сам репер. Из тог ралога, оно што се измери гравиметром на некој тачки, односи се на место које је обично изнад тачке на којој се мери. Висина инструмента изнад тачке креће се од 15 cm до више од једног метра, у зависности од ситуације где се инструмент може поставити у односу на тачку. Како је потребно имати убрзање на самој тачки а не изнад ње, неопходно је срачунати колико би било убрзање да је инструмент могуће поставити на тачку. То значи да треба увести поправку за висину инструмента, односно срачунати колико би било убрзање на нижем месту него што је то мерено гравиметром, а што се одређује рачунањем преко вертикалног градијента убрзања.

Познато је да гравитационо убрзање опада са порастом висине, а основно питање је да ли је то опадање једнако на свим тачкама на земљиној површи. За планету Земљу, уколико би она била хомогена по густини, вертикални градијент би се могао теоријски срачунати за било коју географску ширину, јер је облик Земље у другом приближењу једнак ротационом елипсоиду (прво приближење је сфера). Међутим, како Земља није

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

хомогена по саставу стенског материјала, што је изазвано дистрибуцијом густина у њеној унутрашњости, очигледно је да се у том случају вертикални градијент мења од тачке до тачке у зависности од дистрибуције стена које се налазе испод површине терена.

У пракси се прихвата тзв. «нормални вертикални градијент» који је срачунат за планету Земљу за њену укупну масу и димензије. Формула за рачунање нормалног вертикалног градијента на хомогеном ротационом елипсоиду гласи [1]:

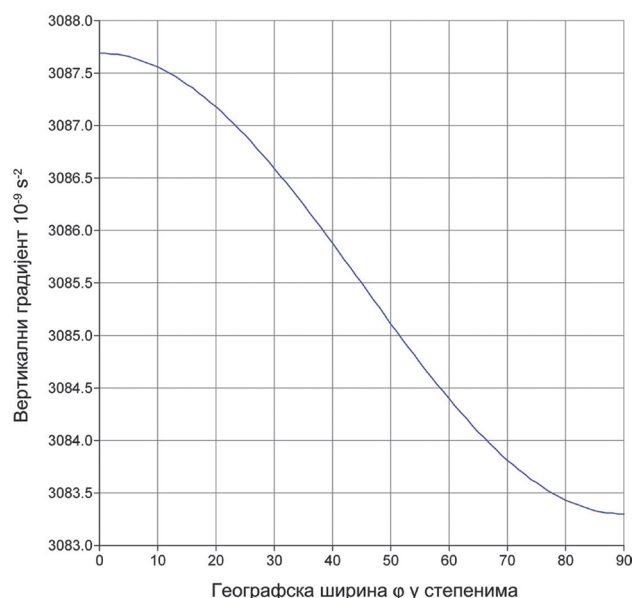
$$VG = 3085.5(1 + 0.000711 \cos 2\varphi) \quad (1)$$

где је

VG - вертикални градијент у јединицама 10^{-9} s^{-2}

φ - географска ширина.

Расподела нормалног вертикалног градијента по формули (1) на Земљи приказана је на слици 1.



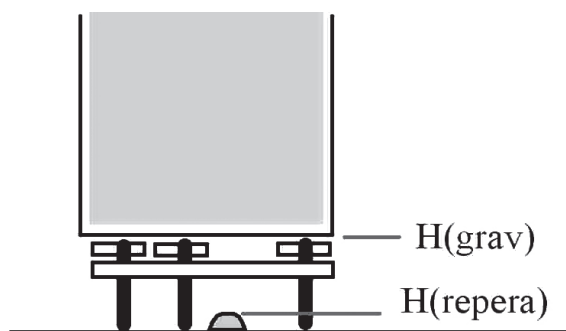
Слика 1. Расподела вертикалног градијента на планети Земљи [1]

У табели 1 приказане су бројне вредности нормалног вертикалног градијента (VG) за планету Земљу за распоне географске ширине од 10 степени.

За наше географске ширине нормални вертикални градијент износи 0.3086. Да би се добила поправка за висину, потребно је вредност коефицијента за градијент помножити са висином:

$$Vh = 0.3086h \quad (2)$$

где је h висина тачке у метрима, а поправка ће бити добијена у јединицама убрзања, односно 10^{-5} m/s^2 . Тако, на пример, ако је разлика висина две тачке дуж вертикале 1 метар, убрзање ће дуж те вертикале навише опасти за $0.3086 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$. Како је резолуција мерења на данашњим инструментима којима се мери разлика убрзања $0.001 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$, очигледно је да ће чак и за мале разлике висина то имати значајног ефекта. Инструментом се може приближити тачки највише на висину 0.15 m, то значи да ће поправка за висину бити $0.046 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$, слика 2. Ово значи да ће убрзање на самој тачки бити веће за $0.046 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$ него што то показује гравиметар.



Слика 2. Положај инструмента у односу на тачку [2]

Показани пример односи се на рачунање са вертикалним градијентом који важи за целу планету, што свакако није случај на свакој појединој тачки. Треба имати у виду да се систем инструмента налази на око 9 cm изнад доње ивице гравиметра ($H(\text{grav})$ на слици 1), тако да је најмање што се може примаћи тачки мерења око 24 cm.

3. АНАЛИЗА ГРЕШАКА

У даљем тексту показате се како непознавање праве вредности градијента утиче на грешке у одређивању коначне вредности убрзања.

У првом делу овог поглавља показате се у ком распону могу да се крећу стварне вредности вертикалног градијента. Биће узето неколико примера где је ова величина мерена приликом одређивања апсолутних вредности убрзања у Србији и Македонији. При мерењу апсолутних вредности убрзања, као један од битних параметара

Табела 1. Бројне вредности нормалног вертикалног градијента за планету Земљу

j (°)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
VG (10 ⁻⁹ s ⁻²)	3087.69	3087.56	3087.18	3086.59	3085.88	3085.11	3084.40	3083.81	3083.43	3083.3

који је неопходан да се добије квалитетно убрзање јесте и добро одређен вертикални градијент. У том циљу, пре мерења апсолутних вредности, приступа се мерењу вертикалног градијента.

По дефиницији, вертикални градијент представља прираштај убрзања дуж неког растојања по вертикали на једној тачки, односно:

$$VG = \frac{\Delta g}{\Delta h} \quad (3)$$

где је: VG - вертикални градијент ($10^{-5}/s^2$)
 Δg - разлика убрзања ($10^{-5} m/s^2$)
 Δh - разлика висине (m).

Разлика убрзања мерена је гравиметром SCINTREX CG5 којим се може постићи тачност од неколико микрогала (око $0.003 \times 10^{-5} m/s^2$) на поду просторије и по вертикали на висини око 1.4 m. Мерено је пет пута на поду и четири пута на стативу висине око 1.4 m. Вертикални градијент добијен је као количник разлике убрзања и висине. На овај начин одређени су градијенти на све три апсолутне тачке у Србији (манастир Грегет на Фрушкој Гори - AG1, манастир Градац код Рашке - AG2 и манастир свете Богородице код Сићева, Ниш - AG3) [3]. У Македонији, одређене су вредности градијената такође на три апсолутне тачке (Скопје - AGT01, Охрид - AGT02 и Валандово - AGT03) [4]. У Табели 2 приказане су вредности вертикалних градијената за 6 наведених тачака.

Као што се види из Табеле 2, на три тачке у Србији све вредности вертикалних градијената су мање од нормалне вредности, док у Македонији оне варирају у много већем распону, (0.20208 до 0.36817) $\times 10^{-5}/s^2$. Ово не значи да у Србији нема такође места где су вредности градијената веће или мање од ове три мерење, као што то може бити случај и у Македонији.

Ако узмемо да је висина инструмента од тачке посматрања увек иста, око 0.24 m, можемо срачунати колике ће бити поправке за различите вредности вертикалних градијената из Табеле 1 и то за минимални, максимални и нормални градијент. Срачунате су поправке и за висину инструмента 1 m, када се мери на стативу. Резултати су приказани у табели 3.

Из Табеле 2 видимо да су поправке врло велике и да далеко превазилазе тачност мерења убрзања гравиметром.

Може се помислити да се ове грешке могу избећи ако се на свакој тачки гравиметар намести на исту висину. Међутим, треба имати у виду да и поред тога настаје грешка јер није на свакој тачки иста вредност вертикалног градијента. Још неповољнији је случај када се у току дана мери на тачкама које су на различитим висинама инструмента, што је на реализацији регионалног премера редовна појава.

У даљем тексту биће показано на примеру из праксе колике се грешке могу направити због непознавања праве вредности вертикалног градијента.

Регионални премер у Србији спроводи се на тачкама које су на међусобном растојању око 5 km. Одређен број тачака је раније стабилан, као што су фундаментални репери или тачке референтне мреже, а неке тачке се убацују између ових тачака. Те убачене тачке се не стабилизују већ се на терену означају само дрвеним кочићима. На ове три групе тачака, гравиметар се поставља на различите висине: на фундаменталним реперима висина гравиметра је око 0.5 до 0.6 m изнад репера, на референтним тачкама та висина је око 0.16 m, а на новим убаченим тачкама означене кочићима, гравиметар се ставља на статив који се користи за нивелир. На тим тачкама висина гравиметра је око 1 m. На сликама 2 и 3 приказана су мерења гравиметром на референтним тачкама и тачкама означеним кочићима респективно.

Табела 2. Вредности мерених вертикалних градијената у Србији [3] и Македонији [4]

Тачка	Мерени вертикални градијент ($10^{-5}/s^2$)	Одступање од нормалног вертикалног градијента 0.3086 ($10^{-5}/s^2$)
AG1	0.2540	-0.0546
AG2	0.2575	-0.0511
AG3	0.2087	-0.0999
AGT01	0.20208	-0.10652
AGT02	0.36817	0.05957
AGT03	0.29175	-0.01685

Табела 3. Поправка за висину гравиметра за разне вредности вертикалног градијента

Висина (m)	Поправка за градијент 0.20208	Поправка за градијент 0.36817	Поправка за градијент 0.3086
0.24	0.048	0.088	0.074
1.00	0.202	0.368	0.309



Слика 3. Мерење гравиметром на СРЕФ тачки



Слика 4. Мерење гравиметром на тачки означеној кочићем

По случајном принципу, одабране су две тачке из регионалног премега Србије и то СРЕФ тачка R136 и тачка регионалног премега означена кочићем број 1464 [5]. У процесу обраде резултата мерења, први корак је да се унесе поправка за висину гравиметра. Посматраћемо најлошију могућност, да су на ове две тачке вертикални градијенти различити, тако да на тачки R136 он износи 0.20208 (најмања вредност из табеле 2), а на тачки

1464 да он износи 0.36817 (највећа вредност из табеле 2), што ћемо назвати случај 1. У случају 2, узето је да је за тачку R136 вертикални градијент највећи, а за тачку 1464 најмањи. У случају 3, поправка за висину рачуна је са нормалним градијентом 0.3086. После рачунања, добијени су следећи резултати (Табела 4):

Кад се срачунају разлике убрзања између тачке R136 и 1464, добићемо (Табела 5):

Табела 4. Поправке за висину гравиметра за различите вредности вертикалних градијената

Тачка	Читање на гравиметру (10^{-5} m/s^2)	Висина гравиметра (m)	Вертикални градијент ($10^{-5}/s^2$)	Поправљено читање на гравиметру (10^{-5} m/s^2)	Нормални вертикални градијент ($10^{-5}/s^2$)	Поправљено читање на гравиметру (10^{-5} m/s^2)
R136	3924.465	0.16	0.20208	3924.497	0.3086	3924.514
1464	3856.378	1.02	0.36817	3856.753	0.3086	3856.693
R136	3924.465	0.16	0.36817	3924.524	0.3086	3924.514
1464	3856.378	1.02	0.20208	3856.584	0.3086	3856.693

Табела 5. Разлике убрзања за различите вредности вертикалних градијената

Тачка	Разлика убрзања за случај 1 (10^{-5} m/s^2)	Разлика убрзања за случај 2 (10^{-5} m/s^2)	Разлика убрзања за случај 3 (10^{-5} m/s^2)
R136 - 1464	-67.744	-67.940	-67.821
Разлика 1-2	0.196		
Разлика 1-3	0.077		
Разлика 2-3		-0.119	

Резултати из табеле 5 довољно говоре. Ипак, треба коментарисати неке посебне показатеље. Највећа разлика је између случаја 1 и 2, чак 0.196 mgal или 196 микрогала. Да се подсетимо, то би био случај када постоји разлика у вредности вертикалног градијента на једној и другој тачки тако да су једни градијенти у случају 1 а други (замењени) градијенти у случају 2. Ово је дозвољено анализирати јер ми не знамо праве вредности градијента и можемо сматрати да су оба случаја једнако могућа и вероватна. Такође, можемо закључити да већа разлика у односу на случај 3 (нормални градијент) настаје тамо где је висина инструмента већа. Зато је разлика између случаја 2 и 3 већа него између случаја 1 и 3.

За најповољнију ситуацију, када је висина инструмента мала (0.16 m) разлика је опет велика и може износити чак и до 80 микрогала у односу на нормални градијент, у зависности од тога колика је вредност вертикалног градијента у односу на нормални.

Посебан проблем представља ситуација када на неким тачкама постоји мерени вертикални градијент, а на неким не. То је, на пример, случај када се повежемо са тачком која има апсолутну вредност убрзања и на којој је мерен вертикални градијент. Ако се ова тачка повеже са тачком на којој није мерен вертикални градијент, поставља се питање да ли је добро да се код обраде података, за апсолутну тачку узме мерени градијент, а за повезану тачку нормални градијент, или је боље за обе тачке узети нормални градијент? На први поглед, било би логично узети градијент који је мерен за тачке где је то рађено, а тамо где нема мереног градијента узети нормалну вредност. Међутим, у том случају имаћемо различите тежине, што процес изравњања чини сложенијим. У неким радовима, овај проблем се своди на то да је, у ситуацији где се мери на тачкама где негде има мереног градијента а негде нема, боље радити све са нормалним градијентом. У прилог оваквог начина размишљања иде чињеница да ако радимо са “мешаним” подацима, имамо мало хаотичну ситуацију и не можемо добити добру хомогеност мерених података.

Тачна вредност вертикалног градијента је посебно важна код геофизичких испитивања. За интерпретацију резултата мерења код примењених гравиметријских испитивања користе се карте Бугеових аномалија. Ова аномалије рачунају се према следећем изразу:

$$Ab = g_m - g_n + (0.3086 - 0.0419\rho)h + g_t$$

где је

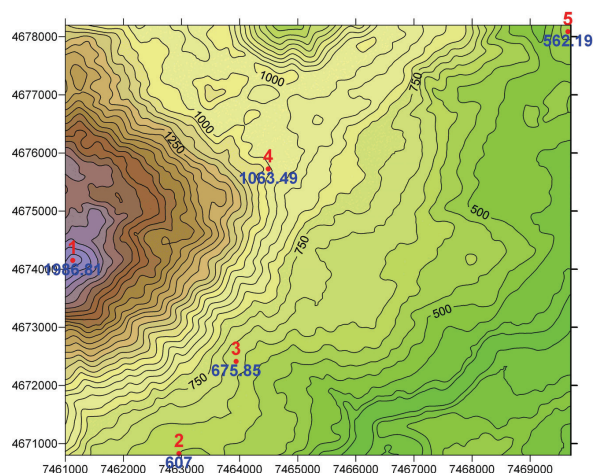
- Ab - Бугеова аномалија (mgal)
- g_m - мерена вредност убрзања (mgal)
- g_n - нормална вредност убрзања (mgal)
- ρ - густина (g/cm^3)
- h - ортометријска висина (m)
- g_t - топографски утицај (mgal)

Као што се види у изразу (4) појављује се коефицијент за висину 0.3086. Из разлога наведених напред, на свакој мереној тачки не познајемо праву вредност вертикалног градијента и зато користимо његову нормалну вредност.

Као и у случају мерења на регионалном премеру у геодезији и овде ће се применити тест на практичним подацима када је у питању Бугеова аномалија. По случајном избору одабрано је неколико тачака из геофизичких мерења на простору Србије са подацима приказаним у табели 6.

Бугеова аномалија у последњој колони табеле 6 рачуната је по формули (4) уз напомену да је за средњу густину ρ одабрана вредност од $2.67 g/cm^3$, што је средња густина литосфере. Такође, аномалија је рачуната са средњим коефицијентом вертикалног градијента $0.3086 \times 10^{-5} s^{-2}$.

На слици 5 приказана је топографска карта области са тачкама датим у табели 6.



Слика 5. Топографска карта тестиране области црвени бројеви: број тачке; плави бројеви: висине

Табела 6. Подаци о гравиметријским мерењима у Србији

Тачка	Y	X	h(m)	g_m	g_t	g_n	Ab
1	7461128	4674151	1986.81	979926.67	46.08	980367.87	-4.24
2	7462955	4670828	607.00	980212.96	7.61	980365.18	-25.19
3	7463940	4672414	675.85	980202.51	6.63	980366.46	-24.46
4	7464494	4675725	1063.49	980135.97	9.28	980369.15	-14.67
5	7469649	4678089	562.19	980220.04	3.36	980371.12	-37.11

На слици се види да је рељеф врло изражен и да се висине крећу од 450 метара до скоро 2000 метара.

Ради тестирања биће рачуната Бугеова аномалија са различитим вредностима овог коефицијента за поправку висине како бисмо видели колико ће се променити коначна вредност Бугеове аномалије. Узећемо да се вредности овог коефицијента крећу од 0.21 до 0.36, што су минималне и максималне вредности на тачкама у Србији и Македонији које су добијене мерењем. Резултати овог рачунања приказани су у табели 7.

Овако велике разлике у вредностима аномалија изазване су великим разликама у вредностима вертикалног градијента, а мерене тачке су на релативно малом простору (око 8×8 km) где није реално очекивати да се вертикални градијент толико нагло мења. Међутим, овај тест је направљен да се добије представа колико вредност вертикалног градијента утиче на коначну вредност Бугеове аномалије.

Како бисмо се приближили реалности, биће узето да се вертикални градијент разликује за 0.01 од нормалног градијента и да износи 0.3186 и 0.2986. У табели 8 приказани су резултати рачунања за тај случај:

Разлике су опет велике. Зато ће се поновити експеримент тако да се вертикални градијент разликује за 0.001 од нормалног градијента и да износи 0.3096 и 0.3076. У табели 9 приказани су резултати рачунања за тај случај:

Тек са овим вредностима вертикалног градијента које се разликују од нормалног за само $0.001 \times 10^{-5} \text{ s}^{-2}$ добијају се аномалије које су приближне онима које се добијају са нормалним градијентом.

Код свих ових рачунања треба имати у виду да вредност градијента $0.3086 \times 10^{-5} \text{ s}^{-2}$ никако није референтна и да се рачунања врше са том вредности врше зато што није познато колика је права вредност ове величине на тачки мерења.

3. ПРЕДЛОЗИ ЗА РЕШЕЊЕ ПРОБЛЕМА

На основу анализе спроведене у претходном поглављу, намеће се закључак да би најбоље решење било да се на свакој тачки мери вертикални градијент. То је свакако најадекватније решење проблема, али и оно има својих недостатака, не у научно-стручном, већ у практичном погледу.

Табела 7. Бугеова аномалија срачуната са различитим коефицијентом вертикалног градијента

Тачка	Ab ca VG = 0.21	Ab ca VG = 0.36	Ab ca VG = 0.3086
1	-200.16	97.87	-4.26
2	-85.05	6.00	-25.20
3	-91.10	10.27	-24.47
4	-119.54	39.98	-14.69
5	-92.55	-8.22	-37.12

Табела 8. Бугеова аномалија срачуната са различитим коефицијентом вертикалног градијента

Тачка	Ab ca VG = 0.3186	Ab ca VG = 0.2986	Ab ca VG = 0.3086
1	15.61	-24.12	-4.26
2	-19.12	-31.26	-25.20
3	-17.70	-31.22	-24.47
4	-4.04	-25.32	-14.69
5	-31.50	-42.74	-37.12

Табела 9. Бугеова аномалија срачуната са различитим коефицијентом вертикалног градијента

Тачка	Ab ca VG = 0.3186	Ab ca VG = 0.2986	Ab ca VG = 0.3086
1	-2.27	-6.24	-4.26
2	-24.59	-25.80	-25.20
3	-23.79	-25.14	-24.47
4	-13.62	-15.75	-14.69
5	-36.56	-37.68	-37.12

Као што је наведено напред, мерење вертикалног градијента изводи се тако што се на једној тачки врши мерење прво на најнижој тачки, као што је, на пример, приказано на слици 3, а затим на вертикали изнад те тачке на висини од најмање 1 метар од доње тачке. Тачност одређивања вертикале није толико захтевна као у геодезији. На висини од 1 метар, вертикала у кругу пречника 5 cm обезбеђује тачност разлике висине од 1 mm. Технички, то би се могло извести уз употребу статива за нивелир коме се развуку “ноге” до довољне висине да инструмент буде стабилан. Што је већа разлика висина то ће тачност одређивања вертикалног градијента бити боља. Разлику висине треба одредити на 1 милиметар, а разлика убрзања биће тачнија ако се мери бар 3 пута доле и 2 пута горе. Такође, требало би решити проблем читања података са инструмента када се он постави на висину са које је немогуће видети екран са командама. У ту сврху требало би направити посебне мердевине које би морале бити врло стабилне да издрже тежину човека и да се обезбеди да не дође до рушења целог система, што би довело до несagleдивих последица.

Очигледно је да наведени поступак захтева додатно време за извођење теренских радова. Према процени аутора овог текста, додатно време је бар три пута веће од мерења које се изводи без одређивања градијента. Трбало би урадити економску анализу да ли би, ако се прихвати предлог да се мери вертикални градијент, можда било целисходније да једна екипа ради само на мерењу вертикалног градијента на тачкама мреже, а да се после на тим истим тачкама изводи мерење разлике убрзања по стандардном принципу. Ако би се истовремено радило на мерењу разлике убрзања и одређивању вертикалног градијента, дневно би се могло измерити само неколико тачака, вероватно не више од 4 до 5.

Постоји могућност да се, на основу геолошких података и дигиталног модела терена, изради модел густина за територију Србије у неком гриду. На основу тих података било би могуће срачунати модел вертикалног градијента за Србију, слично као што се то ради за модел геоида. Било би од велике користи да се у такву врсту прорачуна уведу и подаци који би се добили у тачкама на којима је вертикални градијент мерен. У том случају били бисмо у могућности да за било коју тачку у Србији, за коју задамо координате, добијемо вредност вертикалног градијента, без потребе његовог одређивања на терену. Овај поступак захтева изузетно обиман рад, првенствено на изради дигиталног модела густина, не само на површини терена већ и у дубини, бар до нулте ортометријске висине. Технички смо способни да урадимо овај посао, само је питање времена и финансијских средстава.

4. ЗАКЉУЧАК

Вертикални градијент убрзања силе теже има велики значај у геодезији и код геофизичких испитивања. У геодезији, код мерења разлика убрзања, показано је да непознавање тачне вредности градијента може допринети значајним грешкама, нарочито ако се висина инструмента значајно мења од тачке до тачке. У реалности, разлике висина инструмента крећу се од 0.2 метра до преко 1 метар, што може изазвати грешке и до 500 микрогала. Пошто не знамо вредности градијента на свакој тачки, користимо његову нормалну вредност срачунату за хомогени референтни елипсоид, која износи $0.3086 h$, при чему се висина изражава у метрима, а вредност поправке за висину добија се у милигалима (10^{-5} m/s^2).

Одређивање вертикалног градијента на терену је захтевно и повећава цену радова бар три пута. На неким тачкама у Србији ова вредност је одређена приликом одређивања апсолутних убрзања и тада је показано да се мерени вертикални градијент знатно разликује од нормалног. У раду је показано колика таква одступања вертикалног градијента могу изазвати промене у вредностима Бугеових аномалија код геофизичких испитивања у односу на оне вредности срачунате нормалним градијентом.

Дати су неки предлози како се овакав проблем може превазићи: директним мерењем на терену, или израдом модела густина и применом постојећих дигиталног модела терена како би се теоријски дошло до модела вертикалног градијента за цео простор територије Србије. Оба наведена поступка захтевају врло дуго време и доста финансијских средстава.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Старчевић, М., (1991): Гравиметријске методе истраживања. Уџбеник. Издавач: Наука, 1991., Београд
- [2] Пројектни тим РГЗ, (2007): Пројекат Регионални Гравиметријски Премаер. Фонд документације РГЗ.
- [3] Jonas, A, et.al. (2008): Report Absolute Gravity Campaign in Serbia, October 10-26, 2007. Фонд документације РГЗ.
- [4] Agency for Real Estate Cadastre, Macedonia, (2013): Bidding Document for Procurement of Basic Gravimetric Network of Republic of Macedonia - Establishment, Measurements, and delivering of Data.
- [5] Фонд документације Републичког геодетског завода

ОБНОВА ХИЛАНДАРА 2006-2012

Ђорђе Поповић, дипл.геод.инж.¹

Прегледни рад

УДК: [528.42 + 528.48 + 69.058.2/.4] : 726.71 ХИЛАНДАР

РЕЗИМЕ

У овом тексту укратко су описани радови геодетских стучњака на обнови Свете српске лавре Хиландара у периоду од 2006. до 2012.године. У радовима на обнови учествовали су стручњаци како из Републичког геодетског завода (Срђан Ђаловић, дипл. геод.инж. и Владо Милетић, дипл.геод.инж.) тако и колеге из приватног сектора.

Кључне речи: *обнова, пројектовање, слегање објекта.*

RESTORATION CHILANDARI 2006-2012

Ђорђе Поповић, grad.geod.eng.

ABSTRACT

This paper briefly describes the work of surveying experts in the restoration of the Holy Lavra Serbian Chilandari in the period from 2006 to 2012. The restoration works have collaborated in the RGA (Srđan Đalović, grad.geod.eng. and Vlado Miletić, grad.geod.eng.) and colleagues from the private sector.

Key words: *renovation, designing, building subsidence.*

1. УВОД

У ноћи између 3. и 4. марта 2004. око 1сат после поноћи у Светој српској царској лаври Хиландару, избио је пожар огромних размера. Пожар је почео у једном од оштећених димњака северозападног конака који се назива Игуменарија, односно Дохија. Убрзо, пожар се, захвативши суву дрвену кровну конструкцију, проширио и на целу северну страну манастирског комплекса све до цркве Светих Архангела и пирга Светог Саве. [1]

Иако су монаси у првом тренутку успели да санирају пожар, на неприступачним деловима манастира пожар је наставио да тиња и веома брзо се проширио преко северне половине манастира до параклиса Светог Архангела Михајла и пирга Светог Саве. [1]

Сутрадан ујутру дошли су ватрогасци када се ширење пожара зауставило. Епилог ове велике катастрофе исказане бројкама су следеће:

а) Површина под објектима манастира је 4602 m². **Изгорели су објекти на површини од 1968.5 m² или 42.78%.**

б) Укупно корисне површине у објектима манастир је имао 10500m². **Изгорело је 5761m² или 54.87%.**

Ватром је захваћено 8 грађевинских целина, (Слика 1) док су трпезарија Св. Краља Милутина из 14. века и параклис Светих Арханђела претрпели извесна оштећења услед близине ватре и гашења пожара.

Ипак највредније драгоцености, свештене иконе и рукописно наслеђе остали су сачувани од потпуног уништења. [1]

Хиландарском братству су међу првима у помоћ притекли монаси из светогорских манастира. Већ следећег дана је пристигла и помоћ саме Свештене општине Свете Горе из Кареје, грчке државе, војске, али и наших људи и њихових грчких пријатеља из Солуна и околине. [1]



¹ Ђорђе Поповић, Геоинвест, Цара Николаја Другог 63, Београд, e-mail: popovic.geoinvest@gmail.com



Слика 1. Приказ објеката захваћених пожаром [1]

2. МЕРЕЊА

У години када је дошло до катастрофалног пожара радило се углавном на рашчишћавању изгорелог дела манастира, санацији терена, изградња и реконструкција објеката за радионице и смештај радника, а изграђена је и нова пекара јер се стара налазила у изгорелом делу манастира .

У обнову Свете српске царске лавре Хиландара 2006. године укључила се и група геодета из Београда. Групу су чинили:

- Владо Милетић, дипл.геод.инж. РГЗ
- Срђан Ђаловић, дипл.геод.инж. РГЗ
- Михаило Тодоровић, дипл.геод.инж. БГ ГЕО
- Пера Млађеновић, геометар. БГ ГЕО
- Ђорђе Поповић, дипл.геод.инж. Геоинвест
- Величко Јефтић, , дипл.геод.инж. Геопроект
- Драган Павловић, геометар Геоинвест
- Зоран Андрејић, дипл.геод.инж. КЛИМ Инжењеринг
- Др. Чедомир Цвијовић, дипл.геод.инж. Висока грађ.геод. школа

Основни задатак ове групе био је да геодетским снимањем и израдом подлога у одговарајућим размерама прикупи и презентира што више просторних ин-

формација неопходних за квалитетно пројектовање. Основу за снимање детаља чинила је локална GPS мрежа. Мрежа у локалном систему састоји се од 9 тачака (Н1.....Н8 и Ј1) од којих су Н1 и Ј1 усвојене као фиксне. Тачка Н1 стабилизована је бетонирањем челичне болцне у стени изнад самог манастира. Базне линије мерене су статичком методом са два GPS пријемника Trimble 5700. Дужина сесије била је између 45 минута и сат времена а период регистрације сигнала приликом мерења износило је 15секунди.

Процесирање вектора вршено је комерцијалним софтвером Trimble Total Control v.2,73. Затварање полигона и изравнање са софтвером Geonet и Trimble Total Control v.2,73. Приликом обраде података коришћене су комерцијалне ефемериде. Изравнањем су добијене просторне правоугле координате у локалном координатном систему X,Y,Z као и елипсоидне B,L,h (Табела 1 информације о тачкама).

Ради боље представе терена у вертикалном смислу тачка Ј1 која се налази на доку поред мора усвојена је као почетна од које су изнивелане све остале тачке GPS мреже. На тај начин тачке GPS мреже добиле су висине у локалном висинском систему. Оваква мрежа служила је као основа за основну полигонску мрежу

Табела 1. Информације о тачкама

Point Name	Point Code	Point Info.	Fix	Adjusted	Local	Control
H1			Yes	Yes	No	No
H3			No	Yes	No	No
H6			No	Yes	No	No
H4			No	Yes	No	No
H8			No	Yes	No	No
H2			No	Yes	No	No
H5			No	Yes	No	No
H7			No	Yes	No	No
J1			Yes	Yes	No	No

WGS84 - Cartesian Geocentric Coordinates

Point Name	X	Y	Z
H1	4443280.4775m	1989631.0641m	4106942.1727m
H3	4442466.1536m	1988880.1462m	4108088.7363m
H6	4441994.1203m	1988851.4491m	4108598.3363m
H4	4442348.1522m	1988991.6676m	4108163.3056m
H8	4443231.7015m	1989473.2499m	4107028.2213m
H2	4443223.3690m	1989505.7021m	4107017.2822m
H5	4442227.0173m	1988428.9635m	4108563.5661m
H7	4443163.5328m	1989459.9743m	4107112.2006m
J1	4446646.1449m	1990963.0499m	4102513.7003m

WGS84 - Geographical Coordinates

Point Name	Latitude	Longitude	Height
H1	N 40° 20' 25.61294"	E 24° 07' 19.50246"	108.8520m
H3	N 40° 21' 15.98327"	E 24° 07' 04.56257"	50.8548m
H6	N 40° 21' 37.86360"	E 24° 07' 11.62700"	43.6163m
H4	N 40° 21' 19.12980"	E 24° 07' 10.91939"	51.7948m
H8	N 40° 20' 30.02702"	E 24° 07' 14.24449"	81.4656m
H2	N 40° 20' 29.63799"	E 24° 07' 15.64368"	78.6961m
H5	N 40° 21' 36.16613"	E 24° 06' 51.25155"	51.5327m
H7	N 40° 20' 33.52178"	E 24° 07' 14.91144"	84.2735m
J1	N 40° 17' 20.28886"	E 24° 07' 12.73639"	1.0000m

са које је сниман датаљ. Геометријски облик полигонске мреже је систем затворених полигона. Координате **УХ** тачака полигонске мрежа срачунате су на основу изравнања по методи најмањих квадрата и то као неслободна мрежа. Мерене величине у изравнању су дужине полигонских страна у равни **УТМ** пројекције и хоризонтални правци. Тежине мерених величина су $p=1/m^2$ (при чему је **m** средња грешка мерене величине). За средње грешке хоризонталних праваца у изравнању узете су вредности које су срачунате на основу затварања полигона а за средње грешке дужина у изравнању срачунате су вредности сходно декларисаној тачности даљиномера и чињеници да су дужине

мерене обострано. Координате **Н** тачака полигонске мрежа срачунате су на основу изравнања по методи најмањих квадрата и то као неслободна мрежа (висина тачке **J1** је дата). Мерене величине у изравнању су висинске разлике полигонских страна одређене тригонометријским нивелманом. Тежине мерених величина су $p=1/D^2$, при чему су **D** дужине полигонских страна у km.

Детаљ је сниман тоталним станицама Leica и Sokkia. Објекти на Светој гори су специфични са много лукова и нетипичних испуста тако да се њиховом снимању морало приступити врло пажљиво, са значајним бројем детаљних тачака.

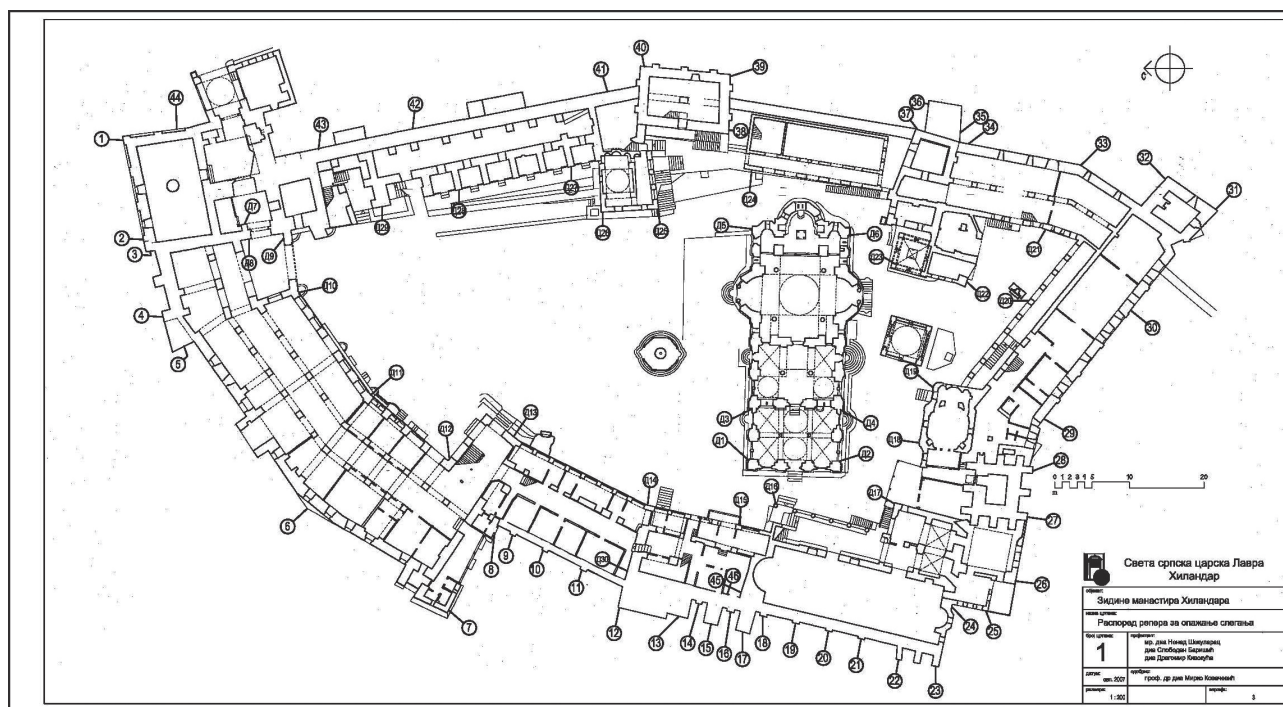
Путеви су углавном макадамски и у мањој мери земљани, снимани су по попречним профилима, са размаком између профила до 30 метара. Код снимања ради представе о конфигурацији терена сем тачака за хоризонталну пројекцију објеката сниманих са потребним бројем карактеристичних тачака снимане су и тачке за конфигурацију терена. Карактеристичне тачке биране су на местима где се терен ломи по профилима у правцу највећег пада. Број тачака је биран да се на основу њега могу интерполовати изохипсе. Размак тачака у профилима одређен је у зависности од конфигурације терена. Код терена једноликог пада размак није био већи од 30 метара. Морска обала снимана је до границе највеће воде, односно до границе докле допире вода за време плиме. Прве године рада на Светој Гори снимљени су сви манастирски објекти и око 100 хектара земљишта, путева, воћњака, и приобаља.

2007. године радови на обнови манастира су настављени као и рад стручњака Републичког геодетског завода. Поред снимања посуда манастира Хиландар захтеви архитектата били су и снимање ситуације манастира Каково, метоха манастира Хиландар. Манастир Каково налази се 9 km од Јерисоса на земљишту које је манастиру Хиландар поклонио Турски бег у знак захвалности за добијење сина после коришћења грожда са лозе Светог Симеона. Сматра се да је то било око 1585 године. Задатак је био истоветан као и код манастира Хиландар, потребно је снимити посед манасти-

ра Каково, цркву, конак, помоћне објекте за смештај радника, ваду, маслињаке, башту, рибањак и друго. Циљ снимања је израда топографске карте у размери 1:1000 а на површини од око 13 хектара. Као и у случају код манастира Хиландар и у манастиру Каково прво је успостављена локална GPS мрежа која је била основа за полигонску мрежу са које је сниман детаљ. Радови су завршени за четири дана, после чега је група геодетских стучњака наставила пут ка Светој Гори и манастиру Хиландар.

Као последица пожара зидине као и сам темељ манастира претрпели су знатна оштећења, због тога се јавила потреба за снимање слегања објекта у нултој серији. Снимања слегања објекта рађено је комбинацијом генералног и детаљног нивелмана на 44 репера са спољне стране манастира 33 са унутрашње и 13 репера на некадашњој сенари сада конаку и гостопримници (Слика 2). Максимална дужина визуре није прелазила 30 метара, а дозвољена разлика у дужини визуре до задње и предње летве је била мања од десетине њиховог збира.

По завршетку снимања слегања објекта екипа стручњака је наставила пут по Светој гори од Кареје, административног центра монаршке републике. У Кареји се налази још један метох манастира Хиландар црква посвећена Светом Сави Освећеном. Ова црква је позната по два светињама штапом Светог Саве Освећеног и чудотворној икони Мајке Божије Млекопитатељице.



Слика 2. Скица репера на манастиру Хиландар

Табела 2. Резултати нивелања нулте и сваке наредне серије на реперима унутар манастира.

Датум	03.10.07	03.10.08	разлике	23.10.10		05.11.12	
бр.репера/серија	„0“	„1“	„1“-„0“	„2“	„2“-„0“	„3“	„3“-„2“
D1	92,770	92,771	1	92,771	0	92,771	0
D2	92,436	92,438	2	92,438	0	92,438	0
D3	93,104	93,105	1	93,105	0	93,105	0
D4	92,477	92,479	2	92,479	0	92,480	1
D5	94,231	94,232	1	94,231	-1	94,232	1
D6	93,646	93,648	2	93,647	-1	93,648	1
D7	96,788	96,789	1	96,786	-3	96,790	4
D8	96,869	96,871	2	96,870	-1	96,871	1
D9	96,318	96,320	2	96,319	-1	96,319	0
D10	96,215	96,216	1	96,215	-1	96,216	1
D11	95,448	95,449	1	95,448	-1	94,448	0
D12	94,421	94,422	1	94,421	-1	94,422	1
D13	94,658			94,658	0	94,659	1
D14	93,122	93,123	1	93,122	-1	93,123	1
D15	92,773	92,775	2	92,775	0	92,775	0
D16	92,343	92,344	1	92,344	0	92,344	0
D17	92,046	92,047	1	92,047	0	92,047	0
D18	92,163	92,165	2	92,164	-1	92,164	0
D19	92,164	92,165	1	92,165	0	92,165	0
D20	93,220	93,221	1	93,221	0	93,222	1
D21	93,796	93,798	2	93,798	0	93,799	1
D22	92,583	92,584	1	92,585	1	92,584	-1
D23	93,724	93,726	2	93,726	1	93,726	0
D24	95,922	95,923	1	95,923	0	95,923	0
D25	94,824	94,825	1	94,826	1	94,826	0
D26	95,504	95,505	1	95,506	1	95,505	-1
D27	97,892	97,893	1	97,894	1	97,895	1
D28	97,654	97,652	-2	97,655	3	97,654	-1
D29	98,634	98,634	0	98,637	3	98,634	-3
R38	100,473	100,475	2	100,476	1	100,475	-1
R30						93,326	

Време provedено у Кареји искоришћено је за снимање фасаде и основе хиландарске келије Фласке у непосредној близини Светосавске цркве.

Поред праћења слегања, 2008. године извршено је снимање и израда топографског плана ради уређења корита потока који се протеже од манастира ка мору. Снимање и израда подужног профила за потребе изградње резервоара за воду, снимање и израда топографског плана у размери 1:200 скита Света Тројица на Спасовој води (познато као скит где је отац Доментијан написао житије Светог Саве 1243. године) као и додатно снимање на метоху Каково.

Наредних година настављена је обнова манастира Хиландар пострадаога у пожару. Праћење сле-

гања манастира је сада већ у четвртој серији и са задовољством се може констатовати да је у границама дозвољене толеранције. На путу који води до Хиландарске арсане (пристаништа) у близини пирга Светог краља Милутина на површини од 12 хектара подигнут је прелепи виноград. Засађено је 47000 калемова сорти Мерло, Каберне совинјон, Каберне фран лозе првог квалитета пристигле из Француске. Геодете су имале задатак да засади калемова буду на једнаком растојању у врсти као и да размак врста буде на прописаном одстојању, по препоруци професора др Небојше Марковића са пољопривредног факултета у Београду. Метод рада је био прилично једноставан. Поларном методом одеђиван је почетак и крај реда где су побијени ко-

Табела 3. Резултати нивелања нулте и сваке друге серије на реперима са спољне стране манастира.

Датум	03.10.07	02.10.08	разлике	21.10.10		05.11.12	
бр.репера/серија	"0"	"1"	"1"- <i>"0"</i>	"2"	"2"- <i>"1"</i>	"3"	"3"- <i>"2"</i>
R1	94,037	94,039	2	94,039	0	94,040	1
R2	91,580	91,582	2	91,582	0	91,581	-1
R3	91,469	91,471	2	91,471	0	91,470	-1
R4	91,281	91,283	2	91,283	0	91,283	0
R5	90,557	90,558	1	90,558	0	90,558	0
R6	89,262	89,263	1	89,263	0	89,263	0
R7	87,960	87,963	3	87,962	-1	87,963	1
R8	89,304	89,307	3	89,306	-1	89,306	0
R9	89,112	89,114	2	89,114	0	89,115	1
R10	89,170	89,172	2	89,171	-1	89,173	2
R11	89,162	89,165	3	89,164	-1	89,164	0
R12	89,024	89,026	2	89,024	-2	89,025	1
R13	88,665	88,667	2	88,666	-1	88,667	1
R14	89,072	89,074	2	88,073	-1	89,075	2
R15	88,465	88,467	2	88,466	-1	88,466	0
R16	89,337	89,339	2	89,339	0	89,382	
R17	88,481	88,483	2	88,482	-1	88,482	0
R18	88,303	88,306	3	88,304	-2	88,304	0
R19	88,560	88,562	2	88,560	-2	88,560	0
R20	88,699	88,701	2	88,701	0	88,700	-1
R21	88,681	88,683	2	88,682	-1	88,682	0
R22	88,672	88,674	2	88,674	0	88,674	0
R23	88,417	88,418	1	88,418	0	88,418	0
R24	88,631	88,633	2	88,632	-1	88,631	-1
R25	88,059	88,062	3	88,062	0	88,061	-1
R26	88,059	88,062	3	88,062	0	88,061	-1
R27	87,928	87,930	2	87,930	0	87,930	0
R28	87,819	87,824	5	87,825	1	87,823	-2
R29	87,897	87,898	1	87,899	1	87,898	-1
R30	88,005	88,007	2	88,008	1	88,007	-1
R31	91,537	91,539	2	91,540	1	91,540	0
R32	95,808	95,809	1	95,808	-1	95,810	2
R33	96,374	96,376	2	96,376	0	96,377	1
R34	97,977	97,978	1	97,978	0	97,980	2
R35	97,967	97,970	3	97,970	0	97,972	2
R36	98,931	98,933	2	98,933	0	98,935	2
R37	100,005	100,007	2	100,006	-1	100,009	3
R39	103,125	103,126	1	103,125	-1	103,128	3
R40	103,207	103,209	2	103,207	-2	103,211	4
R41	104,258	104,259	1	104,258	-1	104,261	3
R42	101,032	101,035	3	101,035	0	101,037	2
R43	99,911	99,915	4	99,914	-1	99,915	1
R44	96,975	96,976	1	96,976	0	96,976	0



Слика 3. Виноград снимљен са пирга краља Милутина.



Слика 4. Учесници радова на обнови манастира Хиландар

чићи и затегнут канап између њих. На сваких 1,2 метра обележавано је место где ће бити посађен чокот. Хиландарски монаси који помагали приликом овог посла сугерисали су да без обзира што путеви пресецају делове винограда сви редови морају да се догледају и не смеју бити смакнути. Резултат оваквог рада може се видети на слици 3. друге године после обележавања винограда.

Уз још једну серију опажања слегања 2012. године, снимљени су путеви кроз виноград, пут за депонију, пут ка манастирској болници, нова ограда око винограда као и локација у делу винограда предвиђена за изградњу винарије.

3. ЗАКЉУЧАК

Ово је био укратко приказ радова који су изводили стручњаци Републичког геодетског завода заједно са колегама из приватног сектора. Било је изузетно радити на обнови Свете српске царске лавре манастира Хиландар, поготово када се погледа на виноград, уређене путеве и земљишта које су пројектовани и реализовани захваљујући топографским плановима.

4. ЛИНКОВИ

[1] - <http://www.hilandar.org/>

ГЕОДЕТСКА ИЗДАВАЧКА ДЕЛАТНОСТ НЕКАД И САД

Приказ Геодетског библиографског приручника од геодете Акима Миљанића за период 1868-1960.

Живорад Окановић, дипл.геод.инж.¹

Прегледни рад
УДК: 528 : 013=163.4

РЕЗИМЕ

Тема овог рада је некадашња издавачка делатности и објављени геодетски радови на српскохрватском језику, кроз приказ једног библиографског приручника. Циљ је да се прикаже једно вредно сведочанство геодетске струке у периоду 1868-1960. Из класификације радова и контекста наслова библиографских јединица, може се сазнати који су били преовлађујући геодетски радови тога времена као и који су аутори о томе писали.

Кључне речи: геодетска литература, геодетска библиографија, старе и ретке књиге, историја геодетске струке.

GEODESIC PUBLISHING BEFORE AND NOW

Review of Bibliographic geodesy handbook by surveyor Akim Miljanić for the period 1868-1960.

Živorad Okanović, grad.geod.eng.

ABSTRACT

This article is about former publishing and geodetic articles published in Serbo-Croatian language and representation of a bibliographic guide. The aim is to present a valuable testimony of geodesy for the period 1868-1960. Through the classification of the works and the context of the bibliographical titles, you can find out dominant surveying articles of that time and who were the authors that wrote about it.

Key words: surveying literature, surveying bibliography, old and rare books, history of geodesy.

1. УВОД

Историја развоја геодетске делатности и струке може се истраживати и кроз издавачку делатност, објављене књиге, стручне и научне радове, одржане стручне скупове, конференције и конгресе. Да би се о томе квалитетно закључивало, неопходно је уложити велики напор, истраживати, прикупити, пописати и класификовати све објављено из геодетске и сродних делатности, где год су геодети имали удела. Дobar пример таквог истраживачког подухвата већ постоји и изведен је и публикован пре педесет и више година. Аутор који је средио, класификовао и представио резултате свог истраживања, закључно са 1960. годином, био је геодета **Аким Миљанић (1898-1982)**.

Ради се о, сада већ старој и вредној књизи из историје геодетске струке, **Геодетски библиографски приручник 1868 – 1960**, са поднасловом - **Литература на националним језицима**. Издавач је био **Савез геодетских инжењера и геометара НР Србије**, а штампар **Геокарта**. Иначе, књига је издата 1961. године, има 303 нумерисане странице и штампана је на не баш квалитетном

папиру и у меком повезу. Била ми је част да део садржаја ове вредне публикације приредим и прикажем за неке нове генерације које можда нису ни чуле за наведеног колегу, нити су имале прилике да прелистају поменути приручник.

О геодети Акиму Миљанићу детаљније је писано у **Геодетској служби** у броју 33 из 1982. године². Аким Миљанић је пореклом из Бањана код Никшића у Црној Гори. Био је ученик прве генерације *Геодетске техничке школе* која се уписала школске 1924/25. године, а која је претходно геодетско образовање стекла у приватној школи професора Милана Андоновића. Службовао је у Великом Градишту, Лајковцу, Пожаревцу, Умци, Јагодини и Битољу одакле се са супругом Зорком, сином Миљаном и ћерком Миром пред Други светски рат преселио у Крагујевац. Од 1945. године, радио је у Београду у Одељењу катастра Министарства финансија а касније у *Геодетској управи СР Србије* на различитим пословима везаним за обнову и изградњу земље (аграрна реформа, колонизација, мелиорације, електрификације, регулације, изградње саобраћајница и објеката) све до одласка у пензију 1960. године.

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

² С. Јакуковић, Д. Матејић: In меморијам – Аким Миљанић



Аким Миљанић

У ауторском делу *Геодетски библиографски приручник*, навео је својих петнаест стручних радова из чијих се садржаја може закључити чиме се претежно бавио. Најстарији његов објављени рад из 1929. године је о омеђавању и снимању путева и река. И касније теме о којима је писао биле су омеђавање, премер и контрола премера, а међу последњима је чланак *Чување података државног премера* објављен у *Геодетској служби* бр.3, из 1953. године. *Геокарта* је 1957. године штампала његов сепарат на 46 страна, под насловом **30 година репродукције планова – 10 година Завода за картографију**. Био је и коаутор, на монографијама *Љетопис братства Миљанића*³ и *Презимена у Црној гори*, од којих је ова друга имала два издања. Старијим колегама је познато да је у *Геокарту* радила његова кћерка Мира (удата Маржик) а већини старијих фудбалских навијача свакако је познатији његов син, фудбалски маг, Миљан Миљанић.

У *Геодетском библиографском приручнику*, поред уводних техничких и других напомена (организација и претраживање аутора и тема радова), на првим страницама *Садржаја* даје се истовремено и класификација радова у педесет и две тематске целине. У првом делу *Приручника* радови су приказани по ауторима, а у другом делу по „сродности“ материје. Из уводног објашњења се може видети, да се до неких радова може доћи вишеаспектним асоцијацијама на тражену тему. И ауторски и тематски начин претраживања су сасвим рационално и јасно објашњени читаоцу на практичним примерима. Поред увида у превлађујуће тематске целине тога времена, регистар аутора и историје излажења многих геодетских часописа, може се сазнати да је «...*Вероватно, први писац геодетске литературе у нашој земљи на српскохрватском језику био Михаил Петковић, професор Велике школе у Београду.*

³ Аким Миљанић, Миљанић Ђорђевић: *Љетопис братства Миљанића од око 1450. до 1968*; Вукота Миљанић, Аким Миљанић: *Презимена у Црној Гори – Београдска књига*, 2002. и 2007.

Та његова књига носи назив: Мерење висина са особитим погледом на нивелман, а штампана је у Београду 1868. године на 141 страни...». Аутор, поред претходне тврдње, даје и информацију у којим су се библиотекама, наведена и друге најстарије књиге, тада могле наћи. Захваљујући модерним технологијама и COBISS-у⁴ књига је пронађена у Народној библиотеци Србије, снимљене су корице и насловна страна које су дате, уз библиографски опис, у прилогу овог рада.

У *Приручнику* су приказани радови за укупно 523 аутора и око 2.200 њихових писаних радова. Да би се то прикупило и приредило за штампу, поред ванредне упорности и љубави за своју струку, морао је бити уложен вишегодишњи истраживачки рад. Да је то било лако, већ би се неко од колега прихватио таквог подухвата за протеклих пет деценија.

Иако су важећи библиотечки стандарди за израду професионалних библиографија строжији (посебно у домену обавезних подручја и елемената описа, синтаксе, израде регистара и др.), овакав библиографски приручник је неизбежан извор у изради националних, тематских, периодичних и других библиографија. По изјави стручњака и колега, који имају редак примерак ове публикација, *Геодетски библиографски приручник* заслужује да се трајно сачува, чему ће надам се допринети и овај рад.

2. ПРИКАЗ ГЕОДЕТСКОГ БИБЛИОГРАФСКОГ ПРИРУЧНИКА

Да се не би препричавао садржај и читаоцима сутерисао лични суд о књизи, у овом поглављу приређен је оригинални текст *Садржаја* (због класификација радова), *Предговора* и *Накнадних објашњења* које аутор даје у уводу и на крају наведене књиге. Такође, преузета су и поглавља о *Стручним часописима пре и после Другог светског рата*. Текст који следи, само је технички приуреден, другачије преломљен и преведен у ћириличну верзију, док су наслови поглавља незнатно измењени у односу на оригинал због појашњења садржаја.

&&&

Уводна објашњења Председништва Савеза геодетских инжењера и геометара НР Србије

У нашој земљи постоји велики број књига, часописа и брошура, писаних или превођених од стране наших аутора у којима је обрађена материја из разних области која би у потпуности или делимично могла интересо-

⁴ COBISS - Кооперативни онлајн библиографски информациони систем и сервис.

Опширније на адреси <http://www.vbs.rs/cobiss/>

вати геодетског стручњака. *Геодетски библиографски приручник* Акима Миљанића је обухватио сву ту литературу публиковану до краја 1960. године, а сређену по ауторима и по врстама радова тако да ће Приручник моћи врло корисно да послужи свима онима који се интересују за неку од геодетских или њој сродних области рада а нарочито ће бити од користи геодетским стручњацима. Надамо се да се на овом послу неће стати, већ да ће се сваке године издавати допуне новог материјала. Сматрамо да аутору другу Миљанићу треба одати пуно признање за његов рад и залагање на изради овог Приручника.

Ауторски предговор у Приручнику Акима Миљанића

Прва литература из геодетске струке у нашој земљи на националним језицима појавила се седамдесетих година прошлога столећа (19. прим. О.Ж). Она се у овоме периоду, од скоро сто година, развијала постепено - према општим условима развитка. Оно што се одмах може рећи јесте да развитак те литературе није заостајао иза развитка литературе других струка сличнога обима.

Вероватно, први писац геодетске литературе у нашој земљи на српскохрватском језику био је Михаил(о) Петковић, професор Велике школе у Београду. Та његова књига носи назив: "Мерење висина са особитим погледом на нивелман", а штампана је у Београду 1868. године на 141 страни. Други по реду писац геодетске литературе код нас био је др Вјекослав Корошкенји (Vjekoslav Köröškenji), професор шумарског господарског училишта у Крижевцима. Његова књига "Геодезија" штампана је на хрватско-српском језику у Загребу 1874. године на 152 стране.

После овога, у осмој деценији прошлог (19.) столећа, отпочиње даље развијање геодетске литературе и она се из деценије у деценију све више увећава, а нарочито после ослобођења 1945. године. С обзиром да све бројнија литература и све већи број геодетских стручњака захтевају и стварање библиографских приручника, сматрао сам за потребно да покушам да ову празнину попуним. Код овога сам се користио нашим библиотекама у свим народним републикама као и обавештењима и мишљењима појединих истакнутих геодетских стручњака. Уколико ипак није у овај Приручник унет неки важнији чланак или чак и посебна публикација, молим заинтересоване другове да ми податке о томе доставе ради уношења у евентуална друга издања. О томе где су издавани поједини геодетски часописи и у којим се библиотекама сад могу наћи они и неке друге публикације, посебно је изложено на крају Приручника под насловом: "Нека објашњења".

Приручник има два дела: у први део уписани су сви аутори по азбучном реду презимена. Иза личних података аутора и његовог редног броја уписани су хронолошким редом сви његови радови које је он објавио, било

да су то посебне публикације или чланци. За публикације, изузев малог броја, назначено је: где су издате, кад су издате, колико имају страна и издавач, а за чланке назначено је: у коме су часопису публиковани, које године, број часописа и број стране. На пример, аутор Дражић инг. Милан, уписан је под словом Д, на 44. страни, под бр.137, а иза тога сви његови радови са уписом редног броја испред сваког рада. (Код аутора који су написали само један рад, нису исписивани редни бројеви). Непосредно пред први део Приручника придодат је и списак аутора по презименима.

У другом делу Приручника написани радови сређени су у групе по сродности материје и уписани азбучним редом по почетном слову рада. Непосредно после сваке овако уписане теме написан је у загради у облику разломка редни број стране на којој је у првом делу рад уписан и редни број под којим је рад уписан код дотичног аутора. Овај број у загради служи као веза између првог и другог дела Приручника. На пример, аутор Јанковић инг. Маго, написао је стручни рад: "Развој примењене геодезије". Овај рад сврстан је, према сродности материје, у тридесет прву групу под насловом: "Примењена геодезија" и према азбучном реду уписан међу остале сродне радове под насловом: "Развој примењене геодезије" (69/76). Кад аутор није написао више од једног рада, у загради је уписан само број стране.

Иако је код сврставања радова према сродности материје одређен мали број група (свега 51), ипак стручњацима неће бити тешко да преко тих група утврде у коју је групу сврстан рад за који се интересују. На пример, неки геодетски стручњак жели да поново прочита стручни чланак за који се сећа да носи наслов: "Уплив грешке мерене стране у рачунским троугловима", али се не сећа ни аутора ни чаописа где је објављен. Он, у таквом случају, треба само да оцени да је таква тема могла да се сврста у групу под насловом: "Полигонска и линијска мрежа" и тамо ће тај рад наћи под истим насловом са додатком у загради броја стране и редног броја теме. Према томе броју стране и теме лако ће се пронаћи у првом делу, да је тај чланак написао Рудл инг. Фрањо, а према осталим подацима уписаним непосредно иза назива чланка види се да је чланак објављен у *Геометарском и геодетском гласнику* 1935. године, бр.1, стр.18.

Напомиње се да су неки радови који су објављени у стручним часописима сврстани у две па и више група. На пример, чланак "Нивелир Zeiss Ni2" сврстан је у групу под насловом: "Нивелман" и у групу: "Геодетски инструменти за теренске радове". Или, научни рад: "Испитивање слијегања терена у граду Тузли геодетским методама" сврстан је у три групе: "Триангулација", "Нивелман" и "Примењана геодезија".

У више група нису сврстане оне публикације које су објављене као посебне књиге, зато што оне у своје саставу имају садржај из кога се види коју материју обухватају.

На крају, желим да се захвалим руководству *Геодетске управе НР Србије* што ми је омогућило да средим овај материјал. Руководиоци других геодетских установа и факултета допринели су много тиме што су ми омогућили прикупљање података из њихових библиотека. Посебно истичем помоћ коју ми је у овом раду као сарадник пружио друг Милорад Костић, геодета. Уз ово напомињем да је уношење материјала у овај *Приручник* закључено са 1960. годином. Пре тога материјал је био достављен свим живим ауторима (који су писали више радова) на преглед, исправку и допуну. Они су то и учинили и тиме много допринели квалитету овога рада.

Класификација објављених радова у *Приручнику* Акима Миљанића

1. Аграрне операције
2. Виша геодезија
3. Вештачења геодетских стручњака
4. Геодетска друштва, скупштине и конгреси
5. Геодетски инструменти за теренске радове
6. Геодетски инструменти за канцеларијске радове
7. Геодетске установе - организације
8. Геодетске школе и кадрови
9. Геодетска предузећа
10. Геоморфологија
11. Геофизика
12. Геодетске изложбе
13. Геодетска астрономија
14. Геодетски часописи
15. Деоба парцела
16. Експропријације за потребе изградње
17. Земљишне књиге
18. Информације о извршењу и стању геодетских радова у ФНРЈ
19. Информације о извршењу и стању геодетских радова у иностранству
20. Историјски развитак геодезије - уопште
21. Картографија - теоретски део
22. Класирање и приход од земљишта
23. Мере за дужину и површину
24. Мелиорације
25. Нижа геодезија
26. Нивелман
27. Норме за геодетске радове и планирање тих радова
28. Одржавање државног премера земљишта
29. Општенародна имовина - геодетски радови
30. Овлашћени геодетски стручњаци
31. Примењена геодезија
32. Полигонска и линијска мрежа
33. Премаер површина земљишта - уопште
34. Прецизна полигонометрија
35. Проналажење подземног центра
36. Површине и њихово рачунање
37. Претварање углова из старе поделе у нову и обротно
38. Писмени задаци, питања и одговори
39. Репродукција планова и карата
40. Рударска мерења
41. Рецензије за неке домаће и стране публикације
42. Рачун изравнања
43. Рефракција
44. Стручни испити геодетских стручњака
45. Триангулација
46. Таблице - разне
47. Трансформација координата
48. Терминологија геодетских појмова
49. Технички инструменти за геодетска рачунања
50. Улога геодетских радова
51. Фотограметрија и фотографија
52. Д О Д А Т А К (Економски и друштвено политички рад геодета)

Накнадна ауторска објашњења у *Приручнику*

Иако су у *Приручнику*, с малим изузетком, означени и издавачи публикација, вероватно ће оне који буду користили *Приручник*, интересовати постоје ли и сад, у ком броју и каквом стању означене публикације. Посебно ће их интересовати публикације старијег датума, те ради тога навешћемо овде о неким од њих још неке податке.

- “Мерење висина са особитим погледом на нивелман” од Петковића чува се (један примерак) у *Универзитетској библиотеци “Светозар Марковић”* у Београду. Друго Петковићево дело “Земљомерство” чува се у библиотеци *Грађевинског факултета* у Београду.
- “Фотограметрија”, од Кружића, која је вероватно прва публикација ове врсте у нашој земљи, пронађена је, такође, у библиотеци *Грађевинског факултета* у Београду.
- Андоновићева “Геодезија” у три књиге, и “Космографија”, постале су реткост и могу се наћи само у већим стручним библиотекама.

Касније издата и преведена службена стручна литература обимна је и налази се у свим стручним библиотекама, а нарочито она која је издата после Другог светског рата. Тако је стање и са стручним часописима.

Овде сматрам за потребно да нешто кажем и о издавању стручних часописа, јер је у *Приручнику* назначено да је у часописима објављен већи број радова. Преглед излажења часописа поделићу у два дела.

СТРУЧНИ ЧАСОПИСИ ПРЕ ДРУГОГ СВЕТСКОГ РАТА

1. Први часопис геодетске струке који је уређивао домаћи стручњак излазио је 1914. године у Загребу под насловом “Весник” - орган цивилне геодетске струке Хрватске и Словеније. Уређивао га је Јарослав Суг, геодета. Издато је свега 8 бројева, а затим је, због рата, престао да излази.
2. “Геометарски гласник” је излазио као орган *Удружења* од 1919. до почетка 1941. године. За две деценије свога постојања неколико пута је мењао свој назив и место излажења, али је за све то време остао стручни орган *Друштва*. Углавном његово излажење је текло овако:
 - а. 1919. године почео је да излази у Загребу под називом “Гласило геометара”. За две године овог излажења (1919-1920) уређивао га је инг. Владимир Филкука, професор *Загребачког свеучилишта*. За те две године издато је 18 бројева.
 - б. Исти уредник - инг. Филкука - уређивао је овај часопис 1921. и 1922. године у Загребу под насловом “Геодетски гласник”. За обе године изашли су свега 2 броја, а у 1923. години није ни излазио.
 - в. 1924. и 1925. и првих месеци 1926. године часопис је излазио у Новом Саду и ранијим називом - “Гласило геометара”. Уређивао га је Стеван Видак геодета, и у свему је за то време изашло 19 бројева. Под истим уредништвом почео је да излази овај часопис у Загребу у другој половини 1926. године. До краја 1926. године и у првој половини 1927. издато је свега 12 бројева.
 - г. Од друге половине 1927. до почетка 1931. године часопис је излазио у Београду. Тако су 1927. године изашла 4 броја под насловом “Гласило геометара”, затим по други пут узима стари назив (из 1919. година “Геометарски гласник”) и под тим насловом излази до 1931. године (закључно са трећим бројем). У овом временском раздобљу часопис су уређивали:
 - Сви бројеви 1927. и први и други број 1928. године (свега 15 бројева), изашли су под уредништвом инг. Миодрага Хаџи-Видојковића.
 - Трећи број из 1928. уређивао је инг. Милан Дражић.
 - Остале бројеве за 1928. и све бројеве за 1929. (свега 6 бројева) уређивао је Стјепан Весел, геометар.
 - 1930. године уређивачку функцију поново је преузео инг. Милан Дражић, кад су изашла 4 броја.
- 1931. године, издата су три броја под уредништвом Стевана Видака, геодета, и инг. Јована Раслапчевића.
- е. Децембарски, наиме, четврти број из 1931. доbio је измену односно допуну у свом називу и гласи: “Геометарски и геодетски гласник”. Под тим насловом издаван је до почетка 1941. године, кад је због рата престао да излази. За време овог десетогодишњег периода часопис је, углавном, излазио у Београду (у Новом Саду 1937. и 1938. године). Уређивали су га: Димитрије Милачић, геометар, за године 1932, 1933, 1935, 1936, 1939 (4 броја), 1940. и један број 1941. са којим је бројем престао да излази. Просечно је од 1937. до 1940. годишње издавано по 6 бројева. За 1934. годину уредник је био инг. Александар Костић; за 1937. и 1938. - Мате Кужник, геодета, а један број (други) 1939. уређивао је Џемал Далипагић, геометар.
3. “Геометарски календар” изашао је само за 1928. годину. Уредио га је и припремио за штампање инг. Миодраг Хаџи-Видојковић.
4. “Катастарски гласник” издаван је само 1930. године, као публикација једне мање групе геодетских стручњака који су се 1930. године били издвојили из Друштва геодетских стручњака Југославије у Самостално друштво катастарских геометара. Наредне, 1931. године одустали су од овога издвајања и вратили се у своје матично удружење, а са тим је престао да излази и њихова публикација “Катастарски гласник”, од које су изашла само три броја под уредништвом инг. Александра Костића.
5. Библиотека “Геометар”. У Београду су од 1930. до 1933. године издаване посебне стручне публикације под горњим називом - Библиотека “Геометар”. За то време припремљене су за штампу три брошуре, али су изашле само две. Прва, “Дозвољена оступања по правилницима о катастарском премеравању”, друга, под називом “Катастар”, требала је да изађе као рад инг. Станоја Недељковића, али није оштампана; трећа брошура носи назив “Ректификација и употреба геодетских инструмената”. На крају ове брошуре назначено је штампање још 9 разних стручних брошура, али оне нису издате.
6. “Геометарски годишњак”. Уредништво Библиотеке “Геометар” отпочело је 1934. године са издавањем годишњака.
 - а. “Годишњак 1934” уредили су и за штампу приредили инг. Илија Живковић и геометар Будимир Живанчевић.
 - б. “Годишњак 1935” припремљен је под уредништвом инг. Александра Костића.
 - с. Годишњаци за 1936, 1937, 1938. годину изашли су под уредништвом инг. А. Костића, инг. И. Живковића, инг. Л. Сопоцког и инг. Н. Свечникова. У свим годишњацима аутори већег броја чланака

- остали су анонимни. Међутим, за многе се зна да су их писали сами уредници годишњака, јер су и раније исту или сличну тематику објављивали.
7. "Геометарски лист" излазио за 1939. и 1940. године у Нишу. Покренут је од напредних снага из редова геодетских стручњака и као такав, поред стручне проблематике, третирао је и социјална питања. Због његових таквих тенденција лист је забранила полиција већ после 6. броја. Нишки "Геометарски лист" уређивали су геометри: Данило Прица, Светомир Пејовић и Љубомир Вељковић.
 8. "Геодетски лист". У Загребу је пре другог светског рата излазио стручни геодетски часопис под називом "Геодетски лист", као орган удружења цивилних инжењера и геодета ондашња Бановине Хрватске. Почео је да излази 1937. године и до рата 1941. изашло је 7 бројева. Под окупацијом 1941. изашло је 5 бројева. Часопис је уређивао инг. Стјепан Хорват.
 9. Са престанком издавања "Геодетског листа" 1941. године, почео је 1942. године да излази у Загребу други стручни часопис под називом "Хрватска државна измјера" као орган ондашњег *Отсека за хрватску државну измјеру*. И овај часопис уређивао је инг. Стјепан Хорват. До краја 1942. године издато је свега 11 бројева и тада је престао да излази.
 10. "Аграрне операције". За време рата 1944. године у Загребу је излазио овај стручни часопис као орган Завода за аграрне операције у Хрватској. Те године - 1944. изашла су свега 4 броја под уредништвом инг. Рене-а Голубовића.

СТРУЧНИ ЧАСОПИСИ ПОСЛЕ ДРУГОГ СВЕТСКОГ РАТА (до 1960. године)

1. Први стручни геодетски часопис који је почео да излази после ослобођења носио је назив "Геодетски гласник", научни и стручни часопис за геодезију. 1946. годне издавала га је секција за геодетску струку *Савеза финансиских службеника у Београду*. Уређивао га је инг. Илија Живковић и издата су свега 4 броја.
2. "Билтен" - Геодетске секције ДИТ за Хрватску. У Загребу је 1946. године, *Геодетска секција за Хрватску* издавала своје гласило "Билтен". Овај часопис престао је да излази 1947. године због појаве централног геодетског листа, органа Савеза геодетских друштава ФНРЈ, који је тада отпочео да излази. Билтен је уређивао геометар Бруно Унгаров и изашло је 5 бројева,
3. *Секција геодетске струке Савеза финансиских службеника* издавале су 1946. године и свој часопис под називом "Избор". Изашли су свега три броја уређивана од *Управе Секције синдиката геодетских службеника*.
4. *Главна геодетска управа ФНРЈ* издала је 1951. године један број свога часописа под називом "Гласник главне геодетске управе". Уредник је био инг. Радослав Укропина.
5. "Геодетска служба НР Србије". *Геодетска управа НРС* почела је 1950. године да издаје свој "Билтен". Под уредништвом геометра Драгомира Аврамовића издато је 1950. године 8 бројева и 1951. године 1 број. Од другог броја 1952. године "Билтен" је наставио да излази под називом "Геодетска служба НР Србије". Први број "геодетске службе" изашао је под уредништвом Бранка Чулића, геометра, а три броја из 1951. и 1 број из 1952. године уређивао је Драгослав Матејић, геометар. Даље уређивање преузео је геометар Дејан Трбовић и под његовим уредништвом изашла су наредна три броја из те године и три броја из 1952. године. Четврти број 1953. и 4 броја из 1954. године изашла су под уредништвом инг. Ђорђа Николића. Са изласком четвртог броја 1954. године излажење овог часописа обустављено је, јер је *Геодетско друштво НР Србије* стало на гледиште да је његово даље излажење сувишно, пошто већ излази један стручни часопис, "Геодетски лист" у Загребу, као гласило Савеза геодетских друштава ФНРЈ.
6. "Геодетски лист". Одлуком републичких геодетских друштава престао је 1947. године да излазе сва стручна гласила која су до тада издавана од стране синдиката, а покренут је заједнички стручни часопис "Геодетски лист", који и сада излази у Загребу као орган *Савеза геодетских друштава ФНРЈ*. Прве, 1947. године, изашло је 8 бројева у четири свеске, а уређивао га је геометар Бруно Унгаров. Од 1948. године до данас главни уредник је професор универзитета инг. Мато Јанковић. Прихваћено је начело да часопис излази једанпут месечно, али из техничких и других разлога често излази као двоброј, а неки пут као и троброј.
7. У Љубљани је 1953. године издаван стручни часопис "Глас", као орган републичког Геозавода НР Словеније. Уређивао га је Франц Шперлин. 1953. године издата су 4 броја и даље није изишио.
8. Од 1953. године Геодетско друштво НР Словеније почело је да издаје свој стручни часопис "Весник". Од 1953. до 1954. издата су 4 броја под уредништвом Владимира Везиса. Почев од 1954. године часопис уређује инг. Иван Голореј. Досада је издато: 1954. године - 4 броја; 1955. - такође 4 броја; 1956. - 6 бројева; 1957. - три броја и 1958. године - 2 броја. Часопис и даље излази.
9. "Зборник" Геодетског института Грађевинског факултета у Београду издају професори Геодетског отсека Грађевинског факултета. Под уредништвом инг. Милана Дражића издати су 1958. године број 1 и 1959. године број 1.
10. У години 1958, 1959. и 1960. издало је Геодетско друштво НР Србије "Геодетски годишњак". За сваки годишњак одговорни уредник је био инг. Илија Живковић. Поред часописа и годишњака који су на-

пред поменути постоје и други часописи и публикације у којима се понекад објављују и чланци из области геодетске струке. То су: “Техника”, стручни часопис инжењера и техничара, “Наутички годишњак”, “Шумарски приручник”, “Грађевински приручник”, “Техничар”, “Изградња”, “Саобраћај”, “Народни одбор”, “Шумарски лист”, “Земљишна књига” и др. Ове часописе као и остале публикације поменуте у овом Приручнику пронашао сам у библиотекама: Савезне геодетске управе у Београду, Географског института ЈНА, у библиотекама републичких геодетских управа у Београду, Загребу и Љубљани, Геодетског факултета у Загребу, Геодетског отсека Грађевинског факултета у Београду, у библиотеци “Геокарте” у Београду, Геодетске управе града Београда, Геодетског факултета у Љубљани, Геодетске техничке школе у Београду, републичких геодетских архива и планова у Загребу, Београду и Љубљани и Архиви Геозавода НР Словеније у Љубљани. Прегледан је и изванредан број приватних библиотека геодетских стручњака. Свега је објављено око 2.200 радова од 523 домаћа аутора.

&&&

3. ГЕОДЕТСКА ИЗДАВАЧКА ДЕЛАТНОСТИ ПОСЛЕДЊИХ ПЕТ ДЕЦЕНИЈА

Писану историју геодетске публицистичке делатности до 1960. године, коју је геодета Аким Миљанић сјајно истражио и обрадио, требало би сваки геодета да прелиста, из елементарне геодетске културе. За историју геодетске писмености, било би значајно неке најважније примерке старих и ретких публикација пронаћи, посебно заштити и чувати, скенирати или урадити њихов репринт. За оне најстарије, судећи према „одзиву“ на претраживачима библиографских база COBISS и мреже *Народне библиотеке Србије*, као и библиографском опису који се при томе добије, још увек се неке од њих чувају у наведеним фондovima. Али, треба имати у виду да за неке друге струке, па и за библиотекарске и библиографе, значај тих старих и ретких књига из геодетске историје није адекватан значају које оне имају за геодетске стручњаке и геодетску делатности. Због тога постоји ризик да се оне не сачувају, и да се не третирају адекватно. Највероватније се добар део публикација пописаних у *Приручнику*, посебно радова објављених у стручним часописима, још увек може пронаћи. Нешто је мања вероватноћа да се могу наћи оне публикације (приручници, уџбеници, скрипта, академски радови...) који су објављивани интерно или за које у *Приручнику* нема података о издавачу.

Када је у питању нова епоха и стање геодетске публицистике потоњих пет деценија, извесно је да је највећи број радова сачуван и још увек доступан потенцијалним истраживачима и библиографима. Ако су се издавачи геодетских публикација држали прописа и доста-

вљали обавезни број примерка *Народној библиотеци Србије*, они ће остати сачувани и једнога дана бити урштени у неку стручну, периодичну или националну библиографију. Али, било је и издања геодетске литературе, стручних радова, зборника са разних скупова и других интерних публикација, који нису достављани на каталогизацију *Народној библиотеци Србије*, па се поставља питање њиховог чувања од заборављања. Оно што се мора прихватити као чињеница јесте то да се за протеклих пет деценија нико није потрудио (ни фирме ни појединци) да се састави једна нова библиографија геодетских радова налик *Геодетском библиографском приручнику* Акима Миљанића. Изузетак су, као добри потенцијални извори, периодичне библиографије у *Геодетској служби*, *Геодетском листу* као посебна издања и интерне библиографије које је објављивао ВГИ у својим зборницима радова. За неке од наведених извора, који могу бити корисни за даља истраживања, на крају овога рада дат је попис тих библиографских извора. Такође, користан извор за прикупљање грађе је *Универзитетска библиотека Светозар Марковић* и њене електронске базе, као и неке друге базе докторских и магистарских радова⁵.

На бази овде наведених и других извора, још увек се може учинити додатни напор и саставити *Геодетски библиографски приручник* за епоху од 1960. до данашњих дана. Није спорно да је то велики и непрофитни посао и да би, поред неопходног ентузијазма⁶ и упорности, нешто и коштао потенцијалног издавача. По неким сазнањима, колега Срба Митић је саставио библиографију радова објављених у *Геодетској служби* до 100. броја, али иста није објављена. Постоје и други, у прилогу овоме раду, наведени извори и библиографије. Био би значајан допринос историји геодетске струке, геодетској публицистици и техничкој култури, не само геодета Србије, када би се из тих и других извора штампала једна интегрална стручна - геодетска библиографија.

4. ПАПИР ЈЕ КАО МЕДИЈ ПРЕЖИВЕО – ЖИВЕО ПАПИР

Време и технологија чинили су и чине своје. Зна се каква је наша садашња геодетска издавачка делатност, па о томе није неопходно даље елаборирати. Интернет

⁵ Корисне адресе:
http://www.unilib.bg.ac.rs/projekti/disetacije_2/fakulteti/gradjevinski_fakultet.php, http://www.unilib.bg.ac.rs/projekti/disetacije_2/fakulteti/index.php,
<http://www.nsk.hr/doktorske-disertacije-i-magistarski-radovi/>

⁶ По неким личним сазнањима, издавање наведеног приручника било је максимално подржано од тадашњег СГИГ Србије. Труд и напор А. Миљанића на прикупљању грађе за Библиографију нису сви озбиљно схватили већ су тај посао неки и подцењивали.

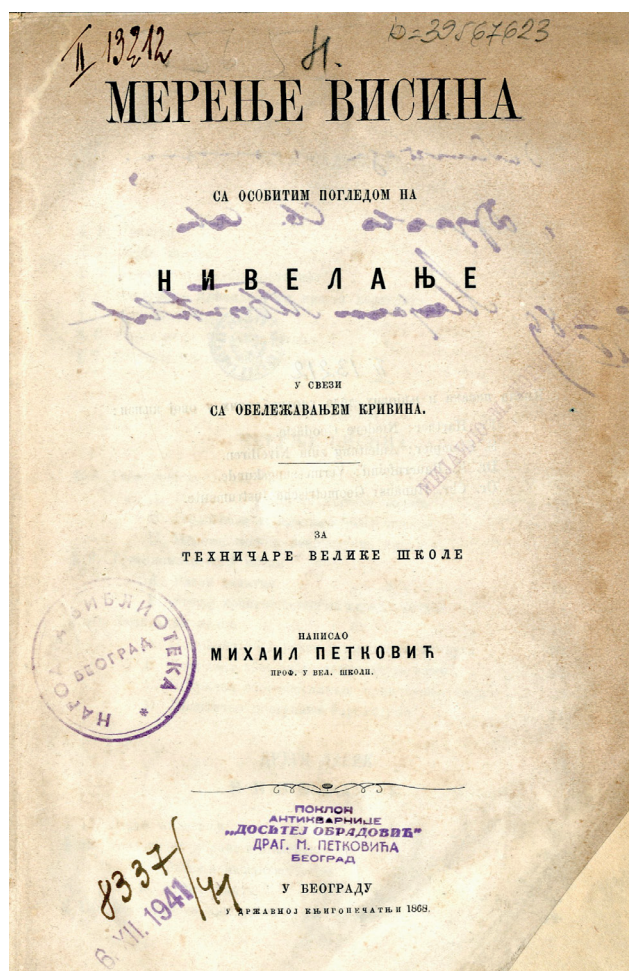
и друге врсте комуникације имају свога утицаја и на издавачку делатност. Дигитални медији у поређењу са папирним верзијама, када је у питању век трајања записа, још увек су под знаком питања. Како ће се пописивати, публиковати и за потомство сачувати садашња најновија продукција научних и стручних радова стварана у дигиталној форми, објављивана интерно, на интернету или на друштвеним мрежама, остаје да се види.

Када су у питању стара, на папиру штампана издања, она су од проналаска папира (пре два миленијума), из времена рукописне књиге па преко Гутенбергове епохе, још увек врло читљива. Под условом да су их одговор-

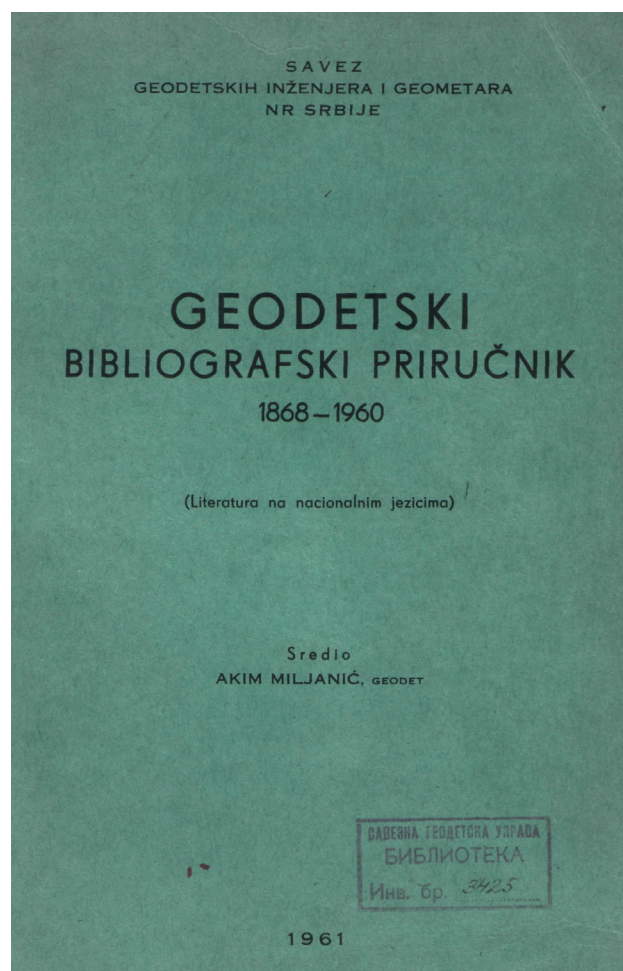
ни људи чували, преписивали и пописивали као што је то радио Аким Миљанић. Када су у питању садржаји на дигиталним медијима ништа се не мења - правила су остала сасвим иста: пописивати, преписивати их и чувати у прописаним условима, увек на актуелним медијима и уређајима.

5. ПРИЛОГ:

Део библиографских извора, изглед корица Геодетског библиографског приручника и насловне стране најстарије књиге геодетске литературе на српском језику, по Аким Миљанићу



МЕРЕЊЕ ВИСИНА СА ОСОБИТИМ ПОГЛЕДОМ НА НИВЕЛАЊЕ : У сизи са обележавањем кривина : За техничаре велике школе / написао Михаил Петковић. - У Београду : Државна књигопечатња, 1868. - 141 стр. : илустр. ; 23 см. - Брош. - УДК 528.02(075.8). **COBISS.SR-ID 39567623**, Народна библиотека Србије, МА-GII-13212, слободно за читаоце



ГЕОДЕТСКИ БИБЛИОГРАФСКИ ПРИРУЧНИК : 1868-1960 / МИЉАНИЋ Аким. - Београд : Савез геодетских инжењера и геометара НР Србије, 1961 (Београд : Геокарта). - XVII, 303 стр. : табеле ; 24 цм. - УДК: 016:528"1868/1960". **COBISS.SR-ID 95969287**, Библиотека Матице српске, Нови Сад, БМС III 432475, у читаоници: 1 прим.

1. БИБЛИОГРАФИЈА СТРУЧНИХ РАДОВА ПРИПАДНИКА ВГИ 1944 - 1974. ГОДИНЕ / МЛАДЕНОВИЋ Томислав. - Београд: ВГИ, 1974 (Београд : ВГИ/) . - 55 стр.; 21 цм. - Фонд ВГИ СК-РК. - Инв.бр.: 0439 ; Сигн.: 48/1. - Библиографија стручних радова припадника ВГИ је урађена за период од 1944. до 1973. године. Стручни радови су разврстани по абецеди аутора а у оквиру тога и по годинама издања. За сваку публикацију или стручни рад дат је редни број, име аутора, назив публикације или стручног рада, место издања, у којем је часопису и у којем броју је изашао рад, које године и колико има страна.
2. БИБЛИОГРАФИЈА ОБЈАВЉЕНИХ РАДОВА СТАЛНИХ НАСТАВНИКА И САРАДНИКА ГРАЂЕВИНСКОГ ФАКУЛТЕТА У САРАЈЕВУ У ПЕРИОДУ 1949-1989 / Грађевински факултет у Сарајеву. - Сарајево: Грађевински факултет, 1989. - 299 стр. - УДК: 016»1949-1989» : 378. - Фонд ВГИ ОСЛ. - Инв.бр.: 17997 ; Сигн.:41-17997. - Библиографија обухвата библиографске податке за укупно 98 аутора - наставника и сарадника који су наведени по абecedном редоследу, а њихови појединачни радови навођени су према хронолошком редоследу објављивања. Уз одговарајући библиографски податак назначене су значајне публикације у виду монографија и научних дела, затим уџбеника, књига, скрипти и збирки задатака за студенте Грађевинског факултета, уџбеника и скрипти за постдипломске студије, као и различитих приручника, скрипти за стручно усавршавање геодетских и грађевинских стручњака.
3. БИБЛИОГРАФИЈА РАДОВА ПРИПАДНИКА ВОЈНОГЕОГРАФСКОГ ИНСТИТУТА ЗА ПЕРИОД 1974 - 1997 / ОКАНОВИЋ Живорад, ВАСИЉЕВИЋ Гордана. - Београд: ВГИ, 1999 (Београд: ВГИ). - 179 стр.; 29 цм. - Бир. - Тираж 400. - УДК: 016:528»1974/1997». - Фонд ВГИ издавача ; инв.бр.: 1543. - Регистри: аутора, издавачких целина, радова по врсти фондова у ВГИ, по врсти грађе, стручних скупова и тематски регистар.
4. ПРЕГЛЕД САДРЖАЈА ГЕОДЕТСКЕ СЛУЖБЕ ОД БРОЈА 1-50. - Београд: Завод за картографију Геокарта, 1988. - Геодетска служба, број 50; стр. 48-80. У поводу јубилеја 150 година геодетске струке, поред пригодних чланака и приказа прославе јубилеја, објављена је и преглед садржаја свих 50 бројева Геодетске службе. Постоји списак наслова и аутора за 573 рада и њихова класификација по стручним геодетским областима.
5. БИБЛИОГРАФИЈА ГЕОДЕТСКОГ ЛИСТА 1947-1990 / Приредили Н. Франчула, М. Божичник, Н. Вучетић, С. Петровић. - Савез друштава геодета Хрватске: Загреб, 1991 (Графички завод Хрватске, Загреб). - Геодетски лист : посебно издање; xxiv + 123 стр. У посебном издању је дат врло садржајан статистички и библиографски преглед свих радова објављених у Геодетском листу од почетка његовог излажења до 1990. године. Поред врло детаљне стручне и тематске класификације објављених радова и књига, дати су ауторски и други регистри.
6. ЗБОРНИК РАДОВА. - Војногеографски институт: Београд, [1974-2009]. - 1979.-стр.175-181; 1984.-стр.?.; 1987.-стр.209-213; 1989.-стр.177-182; 1994.-стр.?.; 1995.-стр.213-223; 1996.-стр.183-187; 2001.-стр.263-278; 2009.-стр.11-13. - Зборник радова ВГИ је наставак издања публикације Билтен географског института ЈНА, који под насловом Зборник радова излази од 1974. године. Наведени Зборници у овоме опису, поред актуелних радова у години излажења, на крају сваке књиге, садрже библиографије као и прегледе урађених магистарских, докторских и других академских тема припадника ВГИ и војне геодетске службе у периоду између два броја Зборника.

РУЂЕР БОШКОВИЋ – ЗАБОРАВЉЕНИ ГЕНИЈЕ

Душан Булатовић, дипл.геод.инж.¹

Прегледни рад
УДК: 05-051 Бошковић, Р.Ј.

РЕЗИМЕ

2011. година протекла је у знаку једног ретког јубилеја: три века од рођења Руђера Јосипа Бошковића, математичара, филозофа, физичара, астронома, геодете, инжењера, архитекте, дипломате, метеоролога, археолога, свештеника, највећег песника латинске књижевности 18. века и једног од највећих умова које памти, не само ово поднебље, већ и цела планета. У нашој земљи је овај јубилеј обележен већим низом предавања и научних скупова у организацији разних образовних, научних и културних институција.

Циљ овог текста је упознавање геодетске јавности са животом Руђера Бошковића, и приказ његовог немерљивог доприноса како у развоју геодезије, тако и науке уопште.

Кључне речи: *Руђер Бошковић, математика, геодезија, астрономија.*

ROGER BOSCOVICH – FORGOTTEN GENIUS

Dušan Bulatović, grad.geod.eng.

ABSTRACT

2011th year was marked by a rare jubilee: three Centuries of the birth of Joseph Roger Boscovich, mathematicians, philosophers, physicists, astronomers, surveyors, engineers, architects, diplomats, meteorologists, archaeologists, priests, the greatest poets of Latin literature, 18th century and one of the greatest minds that remembers not only this region but the whole planet. In our country, this anniversary is marked by a larger series of lectures and conferences organized by various educational, scientific and cultural institutions.

The aim of this paper is to acquaint the public with life of Roger Boscovich, and to show his immeasurable contribution to the development of geodesy, and science in general.

Key words: *Roger Boscovich, mathematics, geodesy, astronomy.*

1. БИОГРАФИЈА УМЕСТО УВОДА (СКРАЋЕНА ВЕРЗИЈА)

Руђен Бошковић је рођен 18. маја 1711. години у Дубровнику, као шести син и осмо дете у породици Николе Бошковића, који потиче из херцеговачког села Орахов До, и Паоле Бетера (Paola Bettera), пореклом из Бергама у северној Италији. Детињство и рану младост провео је у Дубровнику, где се школовао на једини могући начин у његово доба, прво у цркви Св. Николе, затим и у језуитском Дубровачком колегијуму (*Collegium Ragusinum*). Ту је стекао класично образовање и знање латинског језика, али и показао склоност за даљим интелектуалним развојем.

У десетој години остао је без оца, а четири године касније, по препоруци учитеља, 16. септембра 1725. године наставио је школовање на чувеном језуитском Римском колегијуму (*Collegium Romanum*), где је учио философију, логику, Аристотелову физику и метафизику, еуклидску математику, астрономију и етику.

Након завршене школе, постављен је, са 22 године, за наставника у нижим заводима Колегијума, а седам година касније завршио је и студије теологије и постао свештеник, али не и мисионар, што је био најчешћи случај у то доба, већ је, због свог знања и вештине презентације истог, у наредне две деценије остао на Колегијуму као професор математике и научни сарадник. И поред изузетно великих обавеза као професора, налази времена за научно-истраживачки рад и објављује веома велики број дисертација, међу којима су и оне о путањи Меркура, поларној светлости, облику и фигури Земље, посматрању фиксних звезда, неједнакости у земаљској гравитацији, примени математике у теорији телескопа, теорији комета и плиме, разним проблемима сферне тригонометрије, ...

Као доказани стручњак, 1757. године позван је у Беч за саветника у спору око пограничних вода између Луче и Тоскане. Спор је решен у корист Луче од које је због тога добио и племићку титулу. Боравак у Бечу искористио је за завршетак свог главног дела «Теорија природне филозофије сведена на јединствен закон сила

¹ Републички геодетски завод, Служба за катастар непокретности Крушевац, Косанчићева 3, Крушевац,
e-mail: dusan.bulatovic@rgz.gov.rs

које делују у природи» (*Theoria Philosophiæ Naturalis Reducta Ad Unicam Legem Viriun In Natura Existentium*) 1758. године.

У овом делу Бошковић је истакао својство духа и материје као основе природе, али у целини торија коју је изнео није била у складу са учењем цркве, тако да је, нарочито у реду језуита, наишао на неприхватање и осуду својих ставова. Тада је схватио да се налази у средини у којој владају застарела схватања и да Римски колегијум није средина у којој се могу развијати и пратити најновија научна и философска достигнућа. Зато 1759. године прихвата позив маркиза Ромањолија и као његов саветник креће са њим на путовање по Европи. Прво одлази у Париз, у коме борави шест месеци, и за то време често присуствује састанцима Краљевске академије наука, чији је дописни члан постао још 4. маја 1748. године. Затим одлази у Енглеску и борави у Гриничу, Оксфорду и Кембриџу, а 15. јануара 1761. године у Лондону постаје члан Краљевског друштва, које у ствари представља енглеску Академију наука. Исте године изабрала га је за свог члана и Академија наука у Петрограду, као и многе друге Академије наука попут Римске, Болоњске, Холандске. Такође, био је члан и разних научних и јавних институција које обилази у периоду од 1761. до 1763. године на путовању кроз подручја Белгије, Немачке, Аустрије, Турске, Бугарске, Молдавије и Пољске.

По завршетку путовања одбија понуду да се врати у Римски Колегијум, да би 1764. године прихватио место професора математике у градићу Павија, недалеко од Милана, који је тада био у оквиру Аустрије. Године 1765. Бошковић прихвата позив Бечког двора да оснује астрономску опсерваторију у Миланском кварту Брера у чију изградњу улаже све своје интелектуалне снаге, али и новчана средства. Сам пројектује опсерваторију, изграђује је и опрема астрономским инструментима које је сам конструисао, најмодернијим у то доба. Након завршетка изградње, постављен је за првог човека Катедре за оптику на опсерваторији и на том месту задржава се све до 1773. године, односно до укидања Исусовачког реда коме је припадао. Тада, на позив пријатеља, Бошковић одлази у Париз и прихвата понуду Министарства за морнарицу Француске да буде директор Одељења за оптику, након чега добија и француско држављанство. Године 1782. од Министарства за морнарицу добија допуштење да у циљу завршетка и припреме за штампу дела *Opera pertinentia ad opticam et astronomiam* борави у Милану, где 1785. године и завршава планирани посао, али исцрпљен радом душевно оболева.

Умире 13. фебруара 1787. године у Милану где је и сахрањен у цркви Свете Марије Подоне (*Santa Maria Podone*) која се налази на тргу Боромео у центру Милана, на чијем се улазу налази и рељеф Руђера Бошковића. Бошковићево тело је било смештено у једном удубљењу у зиду цркве. Црква је страдала током Другог светског рата, а након њене обнове, Бошковићево гробно место је зазидано.

2. ТЕОРИЈСКИ РАД ИЛИ БИБЛИОГРАФИЈА²

Од 1736. године, када је у Риму објавио своју прву научну расправу "О сунчаним пегам", па до 1785. године, када је у малом италијанском месту Басано дел Грапа (*Bassano del Grappa*) објавио у пет томова "Дела која се односе на оптику и астрономију", није прошла нити једна година, а да Бошковић није објавио бар једно дело, односно расправу у то време, из математике, археологије, грађевинарства, астрономије, метеорологије, геодезије, физике, философије, или чак књигу поезије.

Руђер Бошковић је написао 151 књигу од којих су многе извршиле велики утицај на модерну науку. Његова дела и рукописи чувају се у Бошковићевом легату у Банкрофтовој библиотеци ретких књига универзитета Беркли.

2.1 АСТРОНОМИЈА И МАТЕМАТИКА

Већ у свом првом делу *De maculis solaribus* (1736.) Бошковић даје две методе за одређивање елемената окретања Сунца око своје осе на основу три положаја једне од његових пега, служећи се графичком конструкцијом, у првој методи, и равном тригонометријом у другој.

У својим студентским данима, у делу *Trigonometriae spherice constructio* (1737.) Бошковић, користећи графичко-геометријску методу даје начин решавања сферног троугла из познатих величина, при чему напомиње да познати подаци садрже грешке мерења и да нема смисла рачунати непознате величине са превеликом тачношћу.

У делу *De natura et usu infinitorum et infinite parvorum* (1741.) први пут је представио своје идеје о бесконачно малим и бесконачно великим величинама, док је најпознатије дело које је угледало светлост дана на ову тему *De continuitatis lege et eius consecariis pertinentibus ad prima materiae elementa eorumque vires dissertatio* (1754.), у коме је суштину непрекидности описао као постојање заједничке границе за свака два дела непрекидног објекта.

Први међу математичарима, у расправи *De aestu maris* (1747.), говори о неевклидској геометрији, у којој се са кривим линијама ради исто као са правцима и предлаже геометрију са три и више просторних и једном временском величином која се данас и употребљава.

Његова теорија конусних пресека, представљена у тротомном делу *Elementa matheseos universae* (1757.), била је прва потпуна системска теорија конусних пресека која садржи многе нове идеје и изведена је искључиво геометријским аргументима. Као прилог трећем делу *Elementa matheseos universae*, под називом *De transformatione locorum geometricorum*, Бошко-

² С обзиром на велики број објављених дела, у овом тексту су поменута она најзначајнија из различитих области његовог стваралаштва

вић представља и потпуно нову теорију геометријских трансформација.

На тему сферне тригонометрије и њене примене у астрономији објавио је више дела, од којих је најпознатије *De formules différentielles de trigonométrie*, које је објављено у склопу дела *Opera pertinentia ad opticam et astronomiam*. У њему изводи четири основне диференцијалне једначине сферне тригонометрије из којих се могу извести све остале једначине. **Такође, излаже и своју теорију о аберацији светлости, и као и Ајнштајн, сматра да је брзина светлости константна и да је све релативно, како простор тако и време.**

Основао је практичну астрономију, први указао на потребу испитивања грешака мерних инструмената и дао формулу за исправку грешака. Због изузетних заслуга у астрономији један кратер на Месецу је назван по њему.

2.2 ОПТИКА

Бошковић је писао кратке забележбе о својим опажањима, као што су *Theorie des prismes* и *Esperienze della luce*, првенствено о томе шта је видео и закључио посматрајући разне комаде стакла и разне типове сочива.

У делу *De lumine* (1748.), визионарски тврди да се не може доказати да се светлост креће праволинијски, поготово у међузвезданим просторима свемира, где неке силе могу скренути честице светлости с њихове путање. *Требало је да прође више од 150 година да би се доказало да се светлост не простира праволинијски, већ да је светлосни зрак више или мање закривљен у зависности од гравитације небеског тела поред кога пролази.*

2.3 ФИЗИКА

Theoria Philosophiæ Naturalis Reducta Ad Unicam Legem Viriun In Natura Existentium ("Теорија природне филозофије сведена на један једини закон сила које постоје у природи") представља главно и животно дело Руђера Бошковића, а први пут је објављено на латинском језику у Бечу 1758. године.

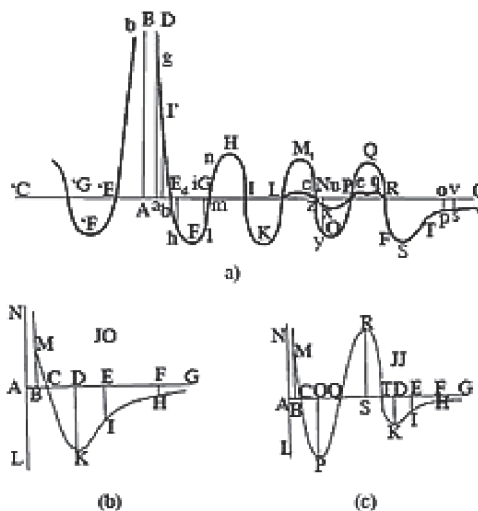
Друго издање ове књиге (опет на латинском) штампано је у Венецији 1763. године. То друго издање Бошковић је сам кориговао, дотерао и допунио у односу на бечко издање. Треће издање је било двојезично, на латинском и енглеском језику, и изашло је 1922. године у Лондону, док је четврто било само на енглеском и појавило се у Америци 1966. године.³

У овом делу Бошковић је спојио своје претходно објављене расправе О светлости (1748.), О дељивости материје (1748.), О закону континуитета (1754.), О живим силама (1754.), О закону сила које постоје у природи

(1755.), као и неке своје филозофске коментаре које је написао анализирајући радове дубровачког филозофа Бенедикта Стаја, иначе његовог истакнутог ученика са Римског колегијума.

2.3.1 ТЕОРИЈА СИЛА⁴

Бошковићева схватања се делом ослањају на схватања Лајбница и Њутна, а делом одступају од њих. Од Лајбница прихвата претпоставку да су основни елементи материје сићушни као тачке (монаде), које немају величину (непротежне су) и које су недељиве. Међутим, Бошковић не прихвата Лајбницову претпоставку да се тачке додирују. Сматра да су тачке међусобно удаљене неким размаком, који се може бесконачно повећавати или смањивати, али не може потпуно нестати. Од Њутна прихвата постојање узајамних сила између ових тачака. За разлику од Њутна, који сматра да при веома малим удаљеностима влада снажна привлачна сила између честица, Бошковић сматра да тада постоји велика одбојна сила, која је утолико већа уколико је растојање мање. Слично схватањима Емпедокла да постоје силе љубави и силе мржње, Бошковић сматра да силе могу бити атрактивне (привлачне) или репулзивне (одбојне) које се смењују зависно од растојања између тачака (Слика 1.).

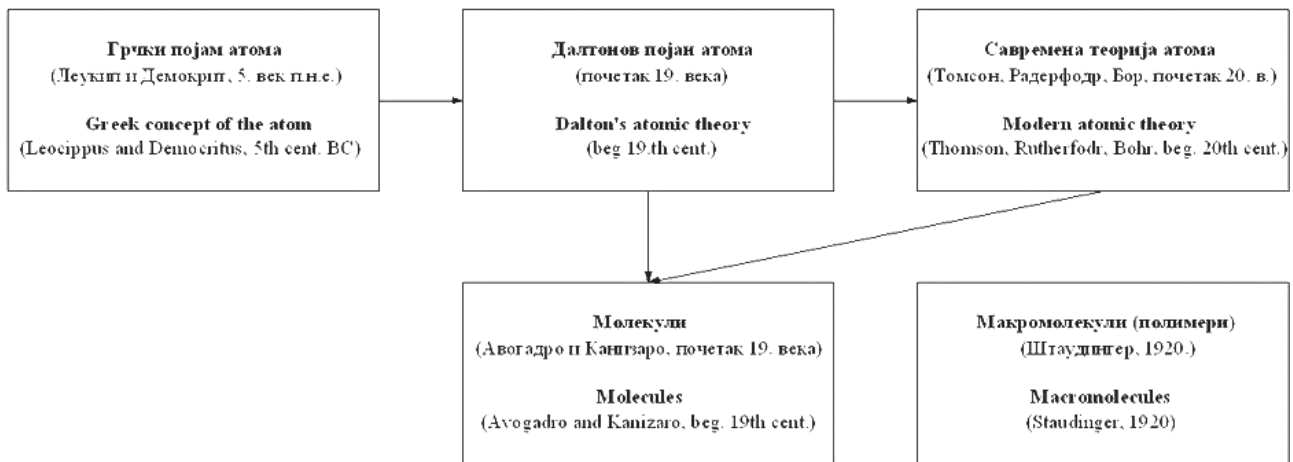


Слика 1. Бошковићева крива – општи (а) и посебни облици (б) и (с)

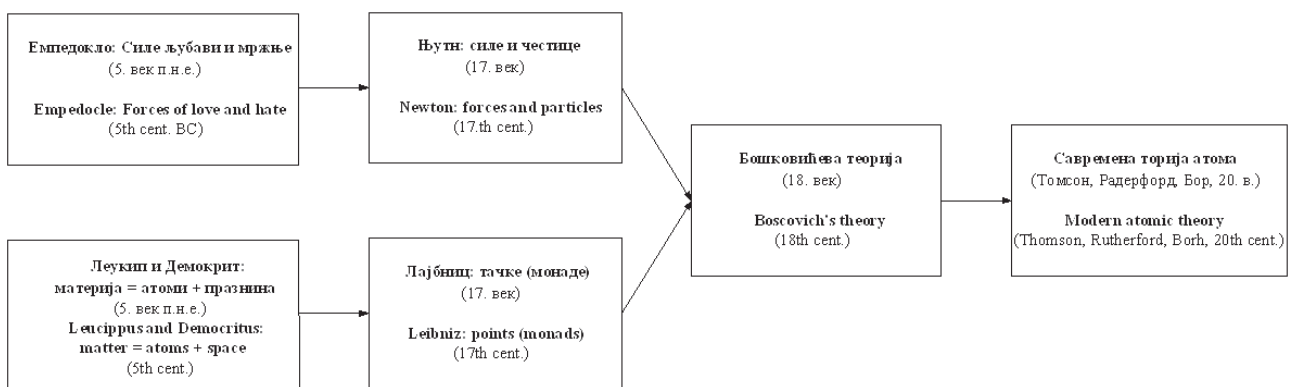
Бошковић прихвата Њутново схватање да се спајањем тачака добијају сложеније честице првог реда, спајањем ових добијају се честице другог, па затим трећег реда итд., те тако даљим спајањем настају атоми, који нису елементарне честице, већ се састоје од делова. За молекуле сматра да су још крупније честице

³ Превод другог издања "Теорије природне филозофије" је тек 1974. године објављен на српско-хрватском језику и то је прво издање главног Бошковићевог дела на том језику

⁴ С обзиром на тематику коју обрађује, а без које текст о Руђеру Бошковићу не би био потпун, садржај овог подпоглавља преузет је из [7]



Слика 2. Уобичајени приказ историјског пута открића структуре атома, молекула и макромолекула



Слика 3. Стварни историјски пут открића структуре атома

тице. Бошковић је први који је још 1758. год. указао на могућност постојања макромолекула као низова атома, описујући њихову спиралну структуру и својства, док се данас обично наводи да је макромолекулску хипотезу први предложио Штаудингер 1920. године!

2.3.2 СТРУКТУРА АТОМА⁵

Обично се каже да су старогрчки мислиоци Леукип и Демокрит први дошли на помисао да је све направљено од атома, сићушних недељивих честица. Њихова је мисао била религиозно забрањена и мировала дуже од 1500 година. У том периоду је било људи који су размишљали о атомској структури, али ипак читав период до 19. века био је само велика припрема која ће створити основу за даље. Често се наводи и Џон Далтон (John Dalton) који је на самом почетку 19. века дошао на идеју да сваки хемијски елемент има своје најситније делиће. Верујући да су ти делићи недељиви, Далтон их је, по узору на Грке, назвао атомима. Међутим, није било сасвим тако, јер је део приче изостављен. Неспорно је да су наведени на-

учници изузетно допринели тумачењу структуре материје, али је важно рећи да се та достигнућа темеље на схватањима Руђера Бошковића, што је недовољно познато широј научној јавности.

Крајем 19. века је све више сазревало уверење да су Далтонови атоми хемијских елемената ипак дељиви и да се састоје од честица које су позитивно наелектрисане и негативно наелектрисаних електрона. Поставило се питање на који су начин те честице смештене у атомима.

У то време је Џ. Џ. Томсон разматрао различите моделе атома. По једном од њих, који се најчешће наводи у савременој литератури и ком је Томсон био привржен, позитивно наелектрисање испуњава цео атом који је облика лопте, а у њему су распоређени негативни електрони као „зрна грожђа у колачу“. Међутим, лорд Келвин је у периоду од 1902. до 1907. године објавио неколико радова у којима истиче своје уверење да се то питање може решити помоћу Бошковићеве Теорије и предложио „планетарни модел атома“.

Недоумицу да ли је исправан модел „зрна грожђа у колачу“ или „планетарни модел атома“ је решио Радерфорд, бивши студент и асистент Томсона. Радерфорд је 1907. г. прешао у одељење за физику Универзитета у Манчестеру и већ наредне године је потврдио да су алфа честице заправо језгра хелијума, тј. позитивно

⁵ С обзиром на тематику коју обрађује, а без које текст о Руђеру Бошковићу не би био потпун, садржај овог подпоглавља преузет је из [7]

наелектрисане честице које се састоје од два протона и два неутрона. Танке листове метала је бомбардовао алфа честицама. У случају да је исправан први модел атома, све алфа честице би се одбиле од листова метала. У другом случају би бар неке алфа честице прошле кроз листове између језгра атома и околних електрона. Радерфорд је 1911. г. експериментално потврдио „планетарни модел атома“, па се тај модел обично назива „Радерфордов модел“.

Након што је 1912. год. боравио седам месеци код Томсона у Кембриџу и четири месеца код Радерфорда у Манчестеру, Нилс Бор је 1913. год. израчунао могуће стазе електрона, узимајући у обзир да електрони могу прећи са једне на другу орбиталу само ако приме или предају одређену количину (квант) енергије - што је Бошковић указао век и по раније. Данас се овај модел атома назива „Боров модел“, што није у потпуности оправдано.

2.4 ХИДРОТЕХНИКА

Бошковићево писмо о начелима хидродинамике једини је искључиво теоријски спис међу његовим радовима из хидротехнике и хидродинамике. У том писму, образложио је како геометријски представити средњу брзину течности. Он је 1765. године рекао да се за различите случајеве криве брзина количина протекле течности може увек приказати на два начина: геометријски или уз помоћ интегралног рачуна.

Још је непосреднији био у погледу општих метода којима се може прећи пут од геометријске конструкције до бројчане вредности. Тај преглед општих метода пружа потпуни увид у математичке могућности епохе, односно конкретно описује методе и услове уз које се оне примењују: интеграција за интегралне функције, апроксимација бесконачним конвергентним редом за неинтегралне функције, интерполација ако се апроксимација функција остварује дивергентним редом или ако је функција задана на коначном скупу. А то значи, мада у писму није зашао у појединости, да је Бошковићев избор методе заиста савремен из перспективе 1765. године.

2.5 МЕТЕОРОЛОГИЈА

По налогу кардинала Силвија Валентија, државног секретара Свете Столице, а 20 дана након пустошења које је у Риму изазвао олујни ветар који је стигао са мора, Бошковић истражује детаље око овог догађаја и објављује расправу *Sopra il Turbine che la notte tra gli XI e XII giugno del MDCCXXIX danneggiò una gran parte di Roma* (1749.) о вртложном ветру. У овом делу, Бошковић се није зауставио само на опису појаве и поређењу са претходним сличним појавама, већ је срж излагања посветио расправи о особинама таквог ветра. *Бошковић је појаву нијавице*, на основу извршених експеримената од

стране Стивена Хејлса,⁶ тумачио обликовањем чврстог облика који проузрокује вртложно кретање и увлачење ствари у празну средину вртлога. Ово његово тумачење вртложног ветра веома јако је одјекнуло у центрима науке Прагу, Лајпцигу, Паризу и Лондону.

3. ПРАКТИЧАН РАД

3.1 ГРАЂЕВИНАРСТВО

Године 1742., по Папином налогу, Бошковић је радио у тиму математичара који се бавио проблемом пукотина на куполи базилике Св. Петра у Риму, а годину дана касније истраживао је и чврстоћу њене апсиде. Касније се бавио и питањима стабилности бечке дворске библиотеке (1763.), на позив Марије Терезије, и новог пирамидалног шиљака на врху куполе миланске катедрале (1765.), а у Паризу су од њега тражили да испита носивост стубова у цркви Св. Геновеве.

У делу из 1742. године *Parere di tre Matematici sopra i danni che si sono trovati nella Cupola di S. Pietro* Бошковић је развио методологију како просуђивати стабилност неке грађевине, јер се при изради експертизе користио теоријским разматрањем уз употребу начела виртуелног померања, уз разрађену методологију описа штете, теоријског образложења настанка штете, и на крају, предлога начина санације настале штете. Започињући нову еру у приступу стабилности грађевине, с правом је назван „пиониром градитељске статике“.

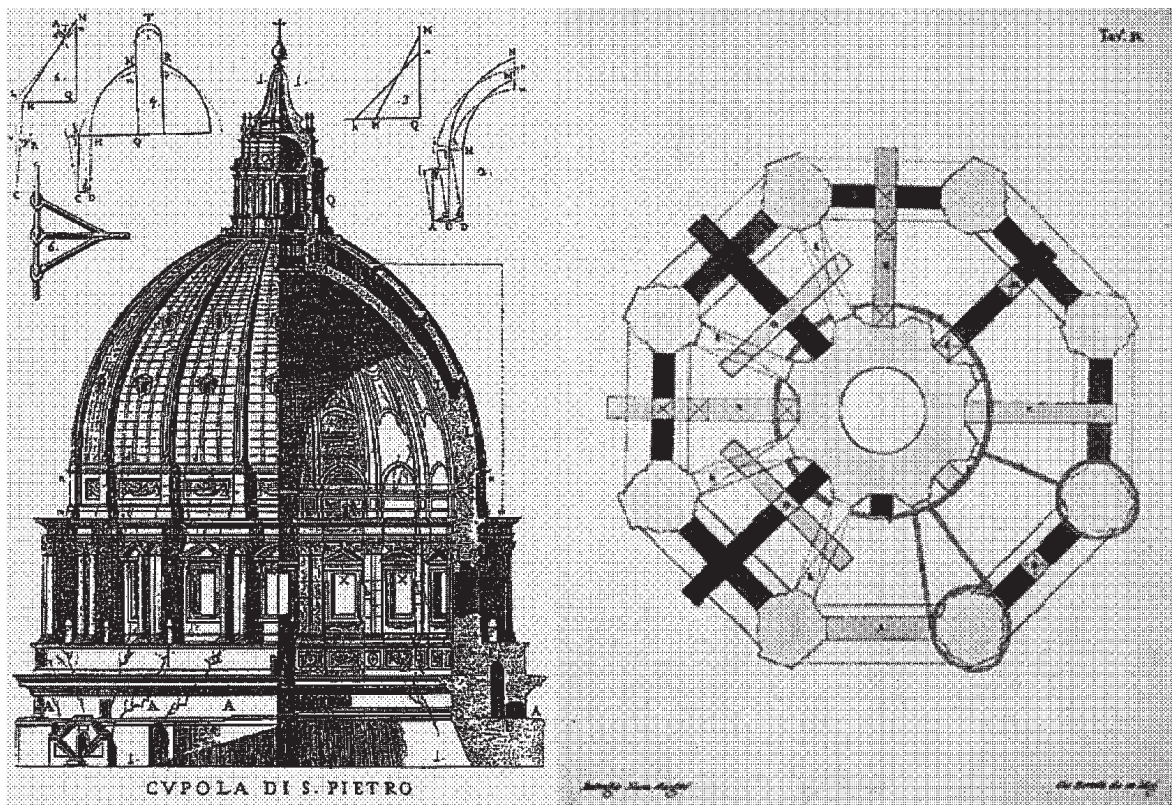
Градитељ је и опсерваторије у Брери, која је изграђена према његовој основи, као ниједна опсерваторија до тада. Расподела опсерваторије спроведена је врло интелигентно и зналачки. Било је то могуће јер се до тада није појавио појединац који је у једној особи био и толики астроном и толики грађевинац, односно архитекта, као што је то био Бошковић.

3.1.1 ХИДРОТЕХНИКА

У периоду 1752. до 1781. године израдио је више од десет хидротехничких експертиза за реке, водоводе, водоскоке и мочваре. Прву је урадио, опет по Папином налогу, почетком 1752. године, и бавила се штетама на колчаним превојницама пловног рукавца Тибера. Најделотворнија је била она у којој је предложио прокопавање канала којим би се спречило да Арно плави гранично подручје Луке и Тоскане. Истој врсти умећа припадају и његова вештачења за пет италијанских лука: Fiumicino, Terracina, Magnavacca, Rimini и Savona.

Међу свим Бошковићевим лучким експертизама она о луци Римини најпомније је израђена. Са великим искуством у вештачењу лука Бошковић је одмах по до-

⁶ Стивен Хејлс (*Stephen Hales*, 1677-1761), енглески физиолог, хемичар и проналазач



Слика 4. Цртежи при раду на куполи базилике Св. Петра у Риму и миланске катедрале

ласку у Римини 1764. године могао применити своју методологију у изради лучке експертизе, и то у њеном најразвијенијем облику. Основни Бошковићев поступак био је свакодневно посматрање које се састојало од мерења дубине у луци, опажања струјања и свакодневног деловања мора. Обавио је преглед обале до Пезара и Фана да би уочио особине и предности суседних лука и измерио дубину мора у тим лукама и на оближњим обалама. Истовремено је од најстаријих рибара и бродовласника прикупио податке о најстаријем стању луке које памте и узастопним променама у луци, како би их упоредио са тренутним стањем, а важне чињенице је сазнао и од управника луке који су непосредно били задужени за њено одржавање. Из свега овога се види да је Бошковић развио системски приступ луци који је обједињавао различите поступке. Његов систематични приступ се види и у логичном троделном приказу лучке експертизе:

- утврђивање претходног и садашњег стања у луци и речном каналу,
- процена чинилаца који проузрокују штете и
- предлог поправака у луци и каналу.

То је био модел који је Бошковић већ испробао за луку Magnavassa, потпуно га развио за Rimini, да би га применио на Savonu 1771. године.

3.2 АСТРОНОМИЈА

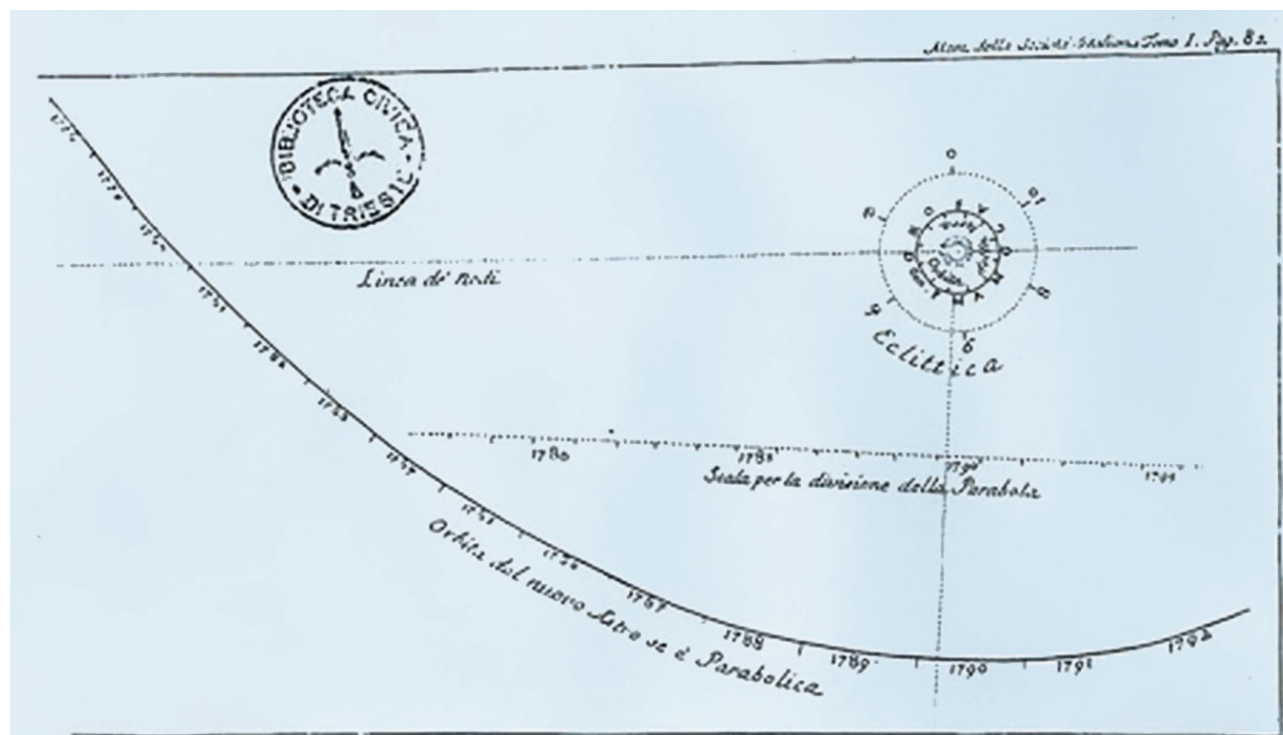
Велики део његове делатности односи се на давање одговора на низ практичних питања из области астрономије. Примењујући теорију гравитације, разматра кретање тела у Сунчевом систему, као и појаве које су последица тих кретања - плима и осека мора, облик и структура Земље.

Супротно тврдњама Ојлера, Бошковић указује да Месец нема атмосферу, а на основу померања сунчевих пега, примењујући сопствену методу, одредио је време ротације Сунца. Замишља звезде као већа или мања сунца, а његова атомистика је предвидела звезде са врло густом и врло разређеном средином, дивове и пагуљке, који су откривени тек у XX веку.

Подстакнут опажањима комета које је извршио почетком 1744. године, Бошковић је написао расправу *De cometis dissertatio*, издату у Риму 1746. године, у којој је изложио нову методу за одређивање параболичне стазе комета на основу три блиска опажања положаја комете. Ништо касније је, кроз даља опажања, овом делу придодao и своја разматрања о настанку и нарави репа комета, као и о показатељима који говоре у прилогу његовој тврдњи о ротацији комета око сопствене осе.

Када је Хершел⁷ 1781. године открио једно ново небеско тело у Сунчевом систему, у почетку се мисли-

⁷ Сер Фридрих Вилхелм Хершел (*Friedrich Wilhelm Herschel*, 1738-1822), немачко-британски астроном и композитор



Слика 5. Бошковићев нацрт проучавања стазе Урана

ло да је то комета. Може се рећи да је Бошковић био међу првима који је прецизно одредио стазу тог тела и закључио да то није комета већ нова планета, која је данас позната под називом Уран.

Као методу за проналажење скретања светлосних зрака при пролазу кроз разне средине, препоручује експерименте са два дурбина од којих је један испуњен водом, а испитујући криву астрономске рефракције први одређује висину тропосфере.

3.3 КЊИЖЕВНОСТ

Писао је на латинском, италијанском и француском језику, а ретко и на језику родног Дубровника.

У Паризу је 1759. године објавио књигу поезије на француском језику *Les eclipses, poeme en six chants*, коју је посветио француском краљу. **Годину дана касније објавио је своје најзначајније и најобимније дело *De Solis ac Lunae defectibus, libri V, cum ejusdem auctoris adnotationibus*** ("Помрачење Сунца и Месеца"), на латинском језику, које је посветио Краљевском научном друштву, најстаријем и најутицајнијем научном удружењу у Великој Британији. Са писањем овог дела је започео 1735. године, које је, у првом маху, имало око 300 стихова, да би као завршена поема, 1760. године, нарасло на читавих шест књига. Само дело имало је веома велику популарност, а кроз њу је Бошковић приближио астрономију својим читаоцима и на елегантан начин комбиновао себе као песника и себе као астронома.

За време и током повратка из Цариграда, након неуспелог праћења пролаза Венере поред Сунца, прола-

зећи кроз Бугарску и Молдавију до Пољске, Бошковић пише путопис *Giornale di un viaggio da Costantinopoli in Polonia* и објављује га 1772. године на француском језику. У њему је описао драму Балкана, народа који говоре скоро исти језик, којим је и он говорио у родном Дубровнику и који је био и његов матерњи језик.

У друштву *Academia arcada*, које је шведска краљица основала у Италији са циљем да негује популарност песничких и белетристичких дела, Бошковић је писао и читао значајне песме, које је потписивао, уобичајено, псеудонимом *Numenius Anigreus*.

Са пријатељем Јакопом Виторелијем 1785. године објављује књигу поезије *Per le nozze faustissime dell'egregio cavaliere Francesco conte di Brazza colla ornatissima dama Giulia contesa de' Piccolli*, у коме је Бошковић аутор седам дистиха на латинском, а Виторели седам сонета на италијанском језику.

Писао је и у славу Марије Терезије, као промотерке науке, и поводом оздрављења португалског краља Ивана V и папе Бенедикта XIV, у славу сицилијанског краља Карла и његове супруге, али и у славу мора,

3.4 АРХЕОЛОГИЈА

Многи Бошковићеви савременици су мислили да је његов интерес за археологију у ствари неки његов екстравагантни хоби. Међутим, археологији га је првенствено водио његов геометријски, астрономски и грађевинско-технички интерес. То се потврђује у више наврата: интересовањем о мозаицима са геометријским цртежима код остатака античке римске виле и при томе пронађе-

ном античком каменом сату, коме је открио грешку у конструкцији, или ископаном обелиску из Египта, јер је по његовом мишљењу имао астрономску функцију, или, по оном најспектакуларнијем, раду на дефинисању положаја Троје.

Наиме, закаснивши у Цариград на посматрање пролаза Венере испред Сунца, Бошковић користи прилику да посети рушевине за које се сматрало да представљају остатке легендарне Троје. Користећи одређене математичке и астрономске параметре у својим опажањима Бошковић оспорава тада популарну идеју о локацији Троје, наводећи да се остаци Троје налазе дубље, односно даље у унутрашњости копна где је била сама пустош, што је и потврђено крајем 19. века од стране Хајнриха Шлимана.⁸ Свој рад на откривању Троје Бошковић представља кроз путопис *Giornale di un viaggio da Constantinopoli in Polonia dell'abate Ruggiero Giuseppe Boscovich, con una sua relazione delle rovine di Troia* 1784. године, који је издат на италијанском језику.

3.5 ДИПЛОМАТИЈА

Овај геније је био веома сналажљив и када је дипломатија Дубровачке Републике била у питању. Наиме, након Седмогодишњег рата (1756.-1763.) који је вођен између Аустрије, Француске и Русије, с једне стране, и Енглеске и Пруске, са друге стране, није дошло до територијалних промена у Европи, Међутим, Енглези су узели Француској Индију, Сенегал, Канаду и део Луизијане и отада настали спор између ове две силе умало се није лоше одразио по Дубровачку Републику, да се ту није нашао спретни Руђер Бошковић, који снагом своје речи и дипломатијом елегантно решио спор без неке веће катастрофе.

4. ГЕОДЕЗИЈА

Идеје о саставу и облику, као и о настанку Земљине коре, извршена астрономска, геодетска и гравиметријска мерења, увођење појма компензације цео век пре творца званичне теорије изостазије, Руђера Бошковића постављају као путоказ у развоју геодезије и геофизике, и сврставају га у сам врх светских научника који су се бавили или се баве овом облашћу људске делатности.

4.1 ТЕОРИЈА И ПРАКСА

Још 1741. године у свом делу *De inaequalitate gravitatis in diversis terrae locis* ("О неједнакости гравитације у различитим местима на земљи») Бошковић износи теорију о облику Земље који одступа од елипсоида, који је Листинг 1873. године назвао геонд.

⁸ Хајнрих Шлиман (*Heinrich Schliemann*, 1822-1890), познати немачки археолог који је открио Троју

Према математичкој дефиницији елипсоида, сви би меридијани требали бити идентичне дужине, а све паралеле кружнице. С обзиром на претходно изнету теорију Бошковић се са тим није слагао и у циљу њеног доказивања припремао се за пут у Бразил са једном португалском експедицијом, како би премерио један степен меридијана. Међутим, није отпутовао у Бразил јер га је папа Бенедикт XIV позвао да са колегом исусовцем Кристофером Мејером изврши мерење два степена меридијана између Рима и Риминија и да се, при томе, коригује службена ватиканска географска карта. Ово истраживачко путовање је трајало две академске године, од 1. октобра 1750. до 7. новембра 1752. године, а резултати истог, објављени 1755. године у Риму, на латинском језику, били су садржани у делу *De litteraria expeditione per pontificiam ditione ad dimentendos meridiani gradus et corrigendam mappam geographicam, iussu et auspiciis Benedicti XVI* ("О научној експедицији по папској држави са сврхом мерења два степена меридијана и исправљања географске карте»). Дело је подељено у 5 књига са укупно 500 страница, од којих је Бошковић написао I, IV и V књигу, док је Мејер написао II и III (укупно 59 страна).

Спроведене су две врсте мерења: астрономска, за одређивање дужине лука на небеској сфери, и геодетска, за одређивање дужине лука меридијана. Методе и инструменти које је Бошковић током мерења користио су: триангулација меридијана Рим-Римини, сектор којим је одређивана удаљеност циркумполарних (стационарних) звезда до зенита, уређај за верификацију квадранта, кружни квадрант који је коришћен за мерење углова у троугловима, летва за мерење базе, компаратор дужине и треножац. Коришћене инструменте осмислио је сам Бошковић.⁹

При мерењима Бошковић се послужио помагалом које су у својим геодетским мерењима већ користили француски академици: триангулацијским полигоном. Крајње тачке мерења уздуж меридијана повезао је са низом троуглова које је одредио тако да им се теме на налазе на врховима брда и да су им суседна темена троуглова јасно видљива. На дужини од готово 240 км Бошковић је поставио укупно 11 троуглова, најкраћа страница триангулације износила је 22,79 км, а најдужа 68,27 км (Слика 6.). За мерење меридијанског лука између Рима и Риминија Бошковић и Мејер су одабрали две основице подједнаке дужине од око 12 км. Базу уз обалну линију недалеко од Риминија су измерили два пута, док су римску базу измерили само једном.

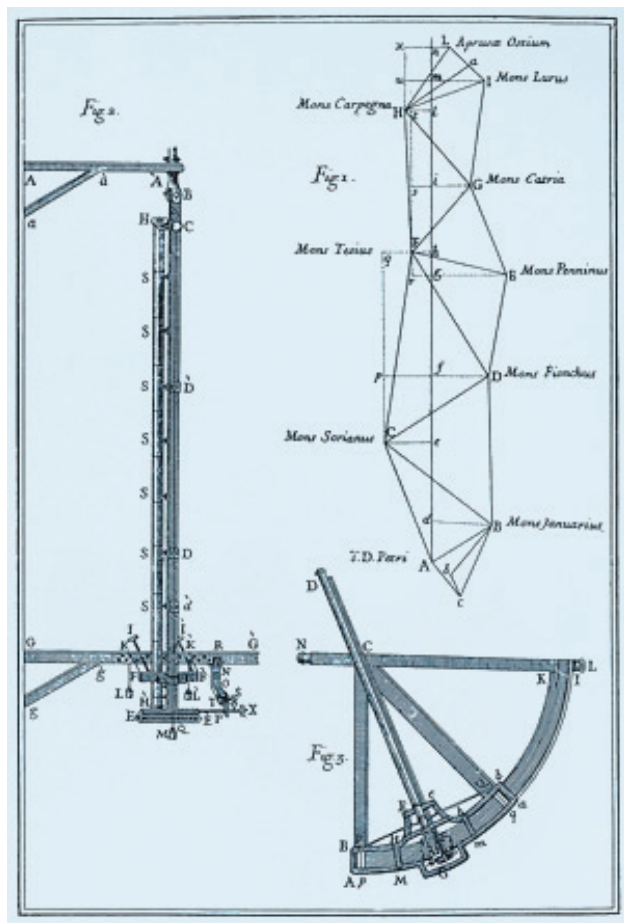
Резултате овог истраживања Бошковић је још три пута представио јавности: 1757., 1760. и 1770. године. Ово четврто издање је објављено на француском језику и тек тада је постигнуто прихватљиво схватање Бошковићевих научних резултата. Ово издање је садржало и додаток, од 501 до 512 стране, у коме Бошковић пред-

⁹ Видети поглавље 5.2 овог рада

ставља свој начин обраде резултата мерења. Тада је први представио систематску и општу методу за изравнање грешака, тј. процену криве која најбоље описује податке, а све у циљу уједначавања резултата геодетских мерења. При томе је за мерења увео три услова корекција:

- да њихове разлике буду пропорционалне разликама синуса географских ширина, који излази из претпоставке функционалне зависности спљоштености Земље и мерења,
- да збир позитивних корекција буде једнак збиру негативних, који произилази из случајне (стохастичке) расподеле позитивних и негативних грешака,
- да збир свих корекција буде минималан, која се уводи када и ако су испуњене прве две корекције.

Ова метода је названа метода изједначавања грешака и није нашла практичну примену, али је непосредни претходник методе најмањих квадрата коју је развио **Адријен-Мари Лежандр**, а затим допунио и уобличио 1809. године Карл Фридрих Гаус кроз своју «Теорију изравнања резултата извршених мерења уз услов да сума квадрата поправака вредности мерених величина буде минимална», која се још увек користи при математичкој обради резултата мерених величина у геодезији.



Слика 6. Мрежа триангулације Рим-Римини и два геодетска инструмента

Приликом обраде резултата мерења Бошковић је користио геометријску методу и тако приближно одредио облик и величину Земље, односно одредио је дужину лука меридијана (111027 m) и меридијански обим Земље (39969.72 km).

4.2 ТЕОРИЈА ИЗОСТАЗИЈЕ

Руђер Бошковић је кроз своје истраживачке радове на пољу геодезије и геофизике у периоду од 1742. до 1785. године поставио и основе теорије изостазије, мада сам назив је први пут употребио амерички геолог Кларенс Датон тек 1889. године.

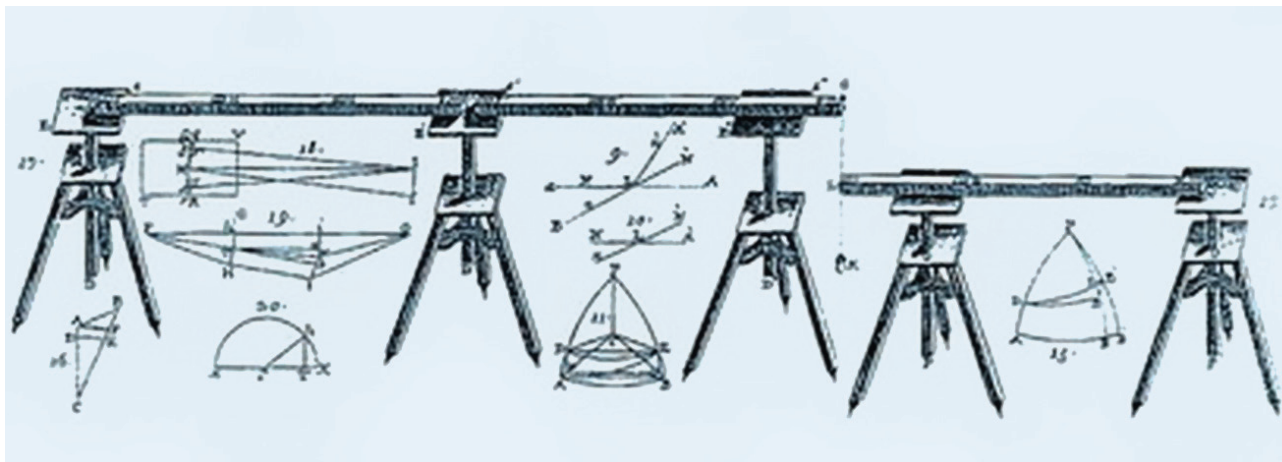
Наиме, Бошковић је при геодетским мерењима запазио да на висак геодетских инструмената утичу планинске масе и закључио је да је маса неке планине у нескладу са величином отклона виска, што значи да јој је и густоћа мања од густоће слојева у дубљим деловима, односно да се при издизању маса задржава иста маса изнад истог дела Земљине површине, а празнине су те које компензују ту масу. Тим његовим закључком је први пут дефинисан појам изостазије, односно равнотежног стања Земљине коре. Након Бошковића, теоријом изостазије су се бавили и дали своје моделе изостазије и Џон Прат, Џорџ Ери и Феликс Венинг Мајнес.

Као највећи модерни геофизичари Венинг Мајнес и Хејсканен приметили су да је Бошковић први, у контексту изостазије, употребио реч “компензација” која најбоље описује оно што се дешава са распоредом маса у Земљиној унутрашњости. Размишљајући у том правцу, Бошковић је препоручивао мерење убрзања силе теже како на копну тако и на мору и за таква мерења предлагао апарат са еластичним пером. Због свих ових радова га и сам Хејсканен, по генијалности упоређује са Леонардом да Винчијем.¹⁰

5. КОНСТРУКЦИЈА ИНСТРУМЕНАТА

Од 1739. године, када је у делу *De novo telescopii usu ad objecta coelestia determinanda* објавио конструкцију првог, па све до краја епохе ручне израде инструмената 1785. године, Бошковић је имао велике успехе у конструкцији оптичких, астрономских и геодетских инструмената, а три главна разлога да се систематски позабави инструментима пружили су му: геодетска експедиција од Рима до Риминија (1750-1752), опремање нове опсерваторије у Брери (1765) и обавезе управника оптичких истраживања у француској ратној морнарици (1774-1782).

¹⁰ Леонардо да Винчи (*Leonardo da Vinci*, 1452-1519) италијански ренесансни архитекта, проналазач, инжењер, вајар и сликар. Описан је као идеал „ренесансног човека“ и као универзални геније



Слика 7. Бошковићеве геодетски троновци

5.1 ОПТИЧКИ И АСТРОНОМСКИ ИНСТРУМЕНТИ

У оптици је познат по конструкцији многих инструмената, а нарочито по кружном микрометру чију је конструкцију описао још 1739. године, а који се и данас користи код модерних теодолита, и по призми са променљивим углом, тзв. Бошковићева призма.

Док је управљао опсерваторијом у Брери, Бошковић се бавио и астрономским часовницима и изградио нову врсту часовника са клатном. Године 1770. објавио је чланак у коме приказује конструкцију свог часовника са клатном и његове саставне делове, а када је напуштао Бреру тражио је да часовник понесе са собом.

Како би се установило да ли је брзина светлости већа у гушћој средини или мања, Бошковић је предложио експеримент са дурбином коме је цев напуњена водом помоћу кога би се посматрала земаљска аберација. Тај експеримент Бошковић никада није извео, али и данас слови као његов вероватно најважнији допринос експерименталној оптици и као једна од његових најблиставијих замисли.

Да би одредио индекс лома и расипа у сочивима Бошковић је осмислио справу којој је дао назив витрометар. Прва варијанта витрометра из 1763. године, чију је конструкцију објавио у Бечу и Болоњи 1767. године, састојала се из две призме, од које је једна била стаклена са сталним углом, а друга водена са променљивим углом. Усавршавајући витрометар Бошковић је водену призму променљивог угла заменио са Абатеовом стакленом призмом променљивог угла.¹¹ Коначну варијанту витрометра није израдио Бошковић већ мле-

¹¹ Склоп планконкавног и планконвексног сочива једнаке закривљености која закривљеним плочама пријањају једна уз другу, а равним основицама одређују угао приклона

тачки градитељ дурбина Доменико Селва 1773. године али према Бошковићевим упутствима, док је потпуно теорију и упутство за употребу витромера Бошковић представио тек 1785. године у првом делу „Дела која се односе на оптику и астрономију“.

На темељу многих експеримената са витромером Бошковић је упозорио на две Њутнове претпоставке: хроматска дисперзија је једнака индексу лома и боје спектра размакнуте су на исти начин као у било којој другој средини, одприлике као тонови једне октаве.

Витрометар је Бошковићу био само средство за постизање главног циља – за конструкцију дурбина без хроматске аберације, па му је зато и закупао пажњу током дугог раздобља од 1763. до 1785. године.

5.2 ГЕОДЕТСКИ ИНСТРУМЕНТИ

Да би успешно извршио посао на мерењу два степена меридијана између Рима и Риминија Бошковић је конструисао и два инструмента (Слика 8.):

- сектор којим је одређивао удаљеност звезда од зенита, справу коју је редовно употребљавао у својим опажањима за време путовања и
- уређај за верификацију квадранта, израђен према сопственим нацртима

Бошковић је први направио и применио треножне сталке (Слика 10.) који омогућавају да приликом мерења мерне летве буду у ваздуху, а да се при том не додирују, при чему се могу, у случају неравног терена, поставити на различитим висинама. У том тренутку то је била велика новост у геодезији и на њих је Бошковић хтео да скрене пажњу научне јавности кроз приказ истих у делу „О научној експедицији по папској држави са сврхом мерења два степена меридијана и исправљања географске карте“.



Слика 8. Фотографија Николе Тесле са књигом Руђера Бошковића “Теорија природне философије”, испред високонапонског трансформатора у њујоршкој лабораторији

6. УМЕСТО ЗАКЉУЧКА

Волкер Биалас¹² у својој монографији из 1982. године, у којој представља великане геодезије, користећи поступак у којем се примењују монографије и обрађују информације садржане у регистрима особа, при чему се на основу учесталости спомињања појединих презимена у регистру особа закључује о важности именованих научника за развој одређеног научног подручја, Бошковића ставља на 14. место од 24 имена која су се нашла на његовом списку. Међутим, сам Биалас истиче да би двојицу (Pascard и Mechain) требало скинути са списка јер су цитирани, односно често помињани због неких мање битних ствари. Са друге стране, Биалас је превиديو неке важне Бошковићеве мисли, теорије и открића у вези са геодом и изостазијом, па да је њих узео у обзир број цитирања Бошковића био би још већи и вероватно би ушао међу првих десет најзначајнијих геодета у историји.

Према Биаласовој монографији редослед најзначајнијих геодета кроз историју па све до 80-их година

XX века су: Laplace, Newton, Gauss, Bouguer, Clairaut, Helmert, Bessel, Eratosten, Picard, Legendre, Mechain, Huygens, Snellius, Бошковић, Aristotel, Delambre, Maupertius, Lagrange, Cassini Jacques, D’Alambert, Bruns, Airy, Stokes, Vening Meinesz.

“... У тачкама а, б и ц, изнео сам неке од очевидних заблуда савремене псеудо-науке. Теорију релативитета покренуо је још пре више од 200 година мој славни земљак Бошковић, велики филозоф, који је, иако притиснут бројним обавезама, успео да напише око хиљаду томова на безброј различитих тема. Он је радио на релативитету – укључујући чак и континуум временског простора – тако детаљно и без грешке да за друге није остало ништа већ да само додају неке којештарије. Релативисти нису никада поменули његово име, јер наравно – у мутноме се риба лови.”¹³

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Стојиљковић, Д., Руђер Бошковић утемељивач савремене науке, Истраживачка станица Петница, 2010.
- [2] Кадум, В., О животу Руђера Бошковића, његовом знанственом и филозофском раду, Методички огледи 14, Хрватско филозофско друштво, 2007.
- [3] Савковић, Н., Руђер Бошковић и Јакопо Андреа Виторели (поводо 300-годишњице од рођења Руђера Бошковића), Зборник матице српске за књижевност и језик, 2011.
- [4] Мартиновић, И., Летопис живота и дјела Руђера Бошковића, Дубровачки хоризонти, 1995.
- [5] Дадић, Ж., Руђер Бошковић, Школска књига, Загреб, 1987.
- [6] Стипанић, проф. Е., Руђер Бошковић, Дечије новине, Горњи Милановац, Просветни преглед, Београд, 1984.
- [7] Стојиљковић, Д., Руђер Бошковић – Претеча савременог схватања структуре атома, Технолошки факултет Универзитета у Новом Саду, Нови Сад
- [8] Милинковић, А., Теслина божанства, Poni Press, Београд, 2006.
- [9] Димитрић, Р., Руђер Бошковић, Helios, Pitsburg - Београд, 2006.
- [10] White, L.L., Roger Joseph Boscovich – Study of his life and work on the 250th anniversary of his birth, George Allen and Unwin, London, 1961.
- [11] Хрватска енциклопедија, Лексикографски завод Мирослав Крлежа, Загреб 2000.
- [12] Годишњак 2012., Геодетско друштво Херцег-Босне, Мостар, 2012.

¹² Волкер Биалас (Volker Bialas, рођен 1938. у Берлину) немачки историчар и филозоф науке

¹³ Речи Николе Тесле – одломак из писма за часопис “Patfinder” 1937. године - преузето из [8]

8. ЛИНКОВИ

- [1] Хрватска академска и истраживачка мрежа Home page <http://www.carnet.hr>
- [2] *Астрономски магазин* Home page <http://www.astronomija.co.rs/>
- [3] J. J. O'Connor, E. F. Robertson: *Ruggero Giuseppe Boscovich. The MacTutor History of Mathematics archive*, <http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/Biographies/Boscovich.html>
- [4] Драго И. Драговић: *Руђер Јосипа Бошковић (1711-1787) – биографија – Астрономски магазин*, <http://static.astronomija.co.rs/nauke/istorija/biografije/boskovic/boskovic.htm>
- [5] Ђено Хорват: *Живот и дјело Јосипа Руђера Бошковића*, <http://zvjezdarnica.com/znanost/velikani/zivot-i-djelo-josipa-rudera-boskovica/1472>
- [6] Ивица Мартиновић: *Руђер Бошковић полихистор 18. стољећа*, http://public.carnet.hr/zuh/do1874/nv18/nv18_1.htm
- [7] *Mathematics In Europe* Home page <http://www.mathematics-in-europe.eu/>
- [8] *Ризница српска* Home page <http://www.riznicasrpska.net>
- [9] Владимир Караџић: *Руђер Бошковић – помало заборављена личност*, <http://www.val-znanje.com/index.php/tekstovi/znanost/1160-ruder-boskovic-pomalo-zaboravljena-licnost>
- [10] *Wikipedia* https://sh.wikipedia.org/wiki/Ruđer_Bošković

БЕСПИЛОТНИ АЕРОФОТОГРАМЕТРИЈСКИ СИСТЕМИ

Љубиша Аџемовић, дипл.геод.инж.¹

Владимир Миленковић, дипл.геод.инж.²

УДК: [528.873 : 628.75] : 629.7.017.1

РЕЗИМЕ

Рад описује савремене системе за аерофотограметрију базиране на примени беспилотних летелица. Описан је концепт система, области примене, типични елементи система и резултати примене на првим пројектима у Србији.

Кључне речи: *BAS, UAV, UAS, аерофотограметрија*).

UNMANNED AERIAL PHOTOGRAMMETRY SYSTEMS

Ljubiša Adžemović, grad.geod.eng.

Vladimir Milenković, grad.geod.eng.

ABSTRACT

An article describes modern aerial photogrammetry systems based on unmanned aerial vehicles. It includes system description, typical areas and examples of usage, system elements and examples from first projects in Serbia.

Key words: *BAS, UAV, UAS, aerial photogrammetry*.

1. УВОД

Примена беспилотних летелица представља нови значајан искорак у развоју аерофотограметрије са великим потенцијалима за примену у геодезији и повезаним струкама.

Беспилотне летелице омогућају економично и лако аерофото снимање за потребе разних мерења и анализа, што је раније захтевало значајно веће инвестиције уз многа техничка ограничења.

Републички геодетски завод у сарадњи са предузећем Ливона д.о.о., регионалним дистрибутером америчке компаније Trimble, анализирао је потенцијале примене ове технологије.

Стручњаци Републичког геодетског завода присуствовали су демонстрацији рада са летелицом у организацији предузећа Ливона. Демонстрација је обухватала све фазе теренског рада, почев од планирања, преко лансирања, затим снимања, до слетања.



Слика 1 - Беспилотна летелица Trimble UX 5
(Фото: Trimble)

Захваљујући практичним искуствима стручњака Ливоне у примени беспилотних летелица на више пројеката у различитим областима, у прилици смо да опише-

мо типичан систем, текуће примене у Србији, искуства у примени сличних система у свету.

2. БЕСПИЛОТНИ АЕРОФОТОГРАМЕТРИЈСКИ СИСТЕМИ – БАС

Пре свега треба поћи од дефиниције система, односно од уобичајених назива.

Зависно од нивоа сложености решења, у пракси су установљена два најчешће коришћена назива – UAS или UAV.

UAV је скраћеница за *Unmanned aerial vehicle*, што буквално значи "беспилотно ваздушно возило", односно беспилотна летелица. Ради се о самосталној летелици која се лансира у циљу снимања одређене територије и контролише помоћу рачунара интегрисаног у летелици, даљинском контролом или мануелном контролом.

Компанија Trimble сматра да је летелица само један део сложеног система, због чега користи термин UAS - *unmanned aircraft system* – систем заснован на беспилотној летелици.

Да је реч о систему код којег је беспилотна летелица само један део, јасно је када погледамо који су његови елементи. Типичан UAS састоји се од:

- Беспилотна летелица
- Контролни рачунар
- Радио веза за комуникацију са летелицом
- Софтвер за терен и биро
- Остали прибор.

¹ Љубиша Аџемовић, Ливона д.о.о., Др Ивана Рибара 173, Београд, e-mail: ljubisa@livona.rs

² Владимир Миленковић, Републички геодетски завод, Булевар војводе Мишића 39, Београд, e-mail: vmilenkovic@rgz.gov.rs



Слика 2. Комплетан систем стаје у један кофер и лако се транспортује. (Фото: Trimble)

3. ЗАШТО БАС ?

Беспилотни аерофотограметријски системи представљају нову технологију која се тек развија.

Идеални су за премер мањих до средњих површина, сувише великих за класичан премер, али недовољно великих и економски неоправданих за класичан аерофотограметријски премер.

Једноставност употребе и ниска цена, истичу БАС у први план у бројним инжењерским областима и омогућавају нове, до сада неслућене примене.

На скали геодетских метода прикупљања података, постављају се између терестричких метода и класичне аерофотограметрије, обезбеђујући повећану продуктивност недостижну терестричким методама, уз економичност и једноставност коју класична аерофотограметрија не може да постигне.



Слика 3. БАС попуњавају простор између терестричких метода и аерофотограметрије

Посебно је атрактивна за геодетске и друге инжењерске примене. Једноставност примене отвара ову технологију за примену у најразличитијим областима и код стручњака различитих профила. Брз развој технологије наговештава проширење могућих примена и нове неслућене могућности.

Скрећемо пажњу да на тржишту постоји више типова беспилотних летелица, али нису све погодне за авио премер у геодезији и премер већих површина. Многе од тих летелица намењене су видео надзору у реалном времену, снимању одређених догађаја и преносу ТВ слике или једноставном фотографисању из ваздуха, али не и производњи метричких фотографија погодних за примену у геодезији.

4. ПРЕДНОСТИ БАС

Беспилотни аерофотограметријски системи имају не сумњиве предности које се огледају у следећем:

- **Економичност** - Свима је омогућено аерофото снимање, некада резервисано искључиво за највеће геодетске и инжењерске фирме;
- **Безбедност** - Омогућено је мерење тешких, опасних, недоступних или нездравих терена, без ризика од повреде;
- **Ефикасност** - Могућност за прикупљање и обраду података брже него било којом терестричком мерном технологијом;
- **Брзина** - Систем је пројектован за брзо планирање и ”инстант” летење, за разлику од класичне фотограметрије;
- **Свестраност** - Технологија са великим бројем примена, које ће временом бити још бројније.

5. КОЈИ СУ РЕЗУЛТАТИ СНИМАЊА СА БАС?

Беспилотни аерофотограметријски системи креирају два основна резултата:

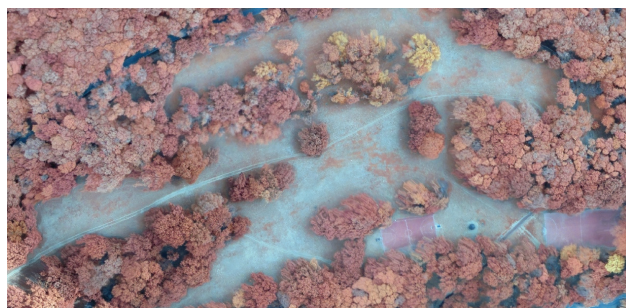
1. Ортофото снимак
2. Дигитални модел површина

Ортофото

У зависности од коришћене камере, ортофото снимци могу да буду у видљивом делу спектра (RGB) или близу инфрацрвеног дела спектра (NIR – Near InfraRed).

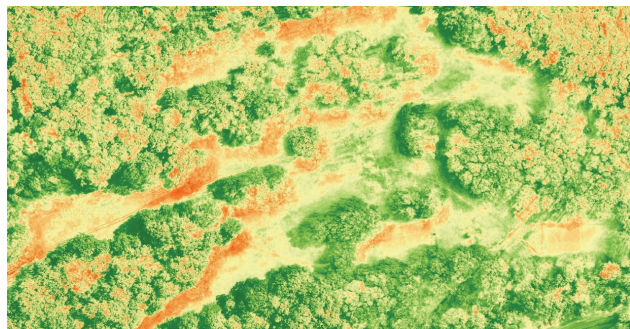


Слика 4. Кошутњак, Београд - RGB снимак (Фото: Ливона д.о.о. – ортофото добијен системом Sensefly eBee)



Слика 5. Кошутњак, Београд - NIR снимак (Фото: Ливона д.о.о. – ортофото добијен системом Sensefly eBee)

Кобинавањем RGB и NIR снимака могуће је креирати тематске карте које приказују индекс вегетације (NDVI), на основу којег се могу анализирати пољопривредне културе, здравље биљака, хлорофил, итд. Ови снимци имају велику примену у пољопривреди и шумарству.



Слика 6. Кошутњак, Београд - Тематска карта индекса вегетације (NDVI)
(Фото: Ливона д.о.о. - NDVI обрада софтвером Global Mapper)

Резолуција снимка може се бирати у распону од 2,5 до 20 cm.

Ради се о минималној дистанци између два пиксела мерено на тлу, на месту полетања летелице. Пошто је тло неравно и различитих висина у простору снимања, то се тачност по пикселу мења у зависности од морфологије терена. Због тога се говори о просечној резолуцији снимка.

Избором резолуције и жељеног подужног и попречног преклопа снимака, софтвер аутоматски израчунава потребну висину лета и креира план снимања.

Тачност

Резолуцију снимка не треба мешати са тачношћу координата сваког пиксела. Произвођачи наглашавају следеће правило:

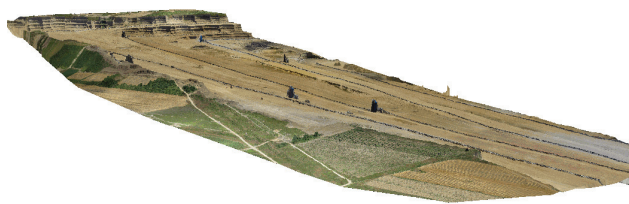
- хоризонтална тачност = 2 x резолуција снимка
- висинска тачност = 3 x резолуција снимка.

То значи да очекивана тачност за резолуцију од 5 cm/пиксел износи 10 cm хоризонтално, односно 15 cm за висине.

Дигитални модел површина

Дигитални модел површина добија се у више различитих формата и то:

- растер – грид модел
- вектор – tin модел
- облак тачака (3D координате сваког пиксела).



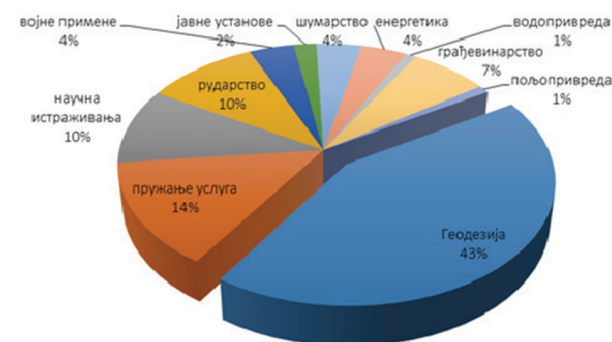
Слика 7. Површински коп рудника "Дрмно" - пример дигиталног модела површина
(Фото: Ливона д.о.о. – 3D визуелизација софтвером Global Mapper)

Дигитални модел површина (DSM – Digital Surface Model) не треба мешати са дигиталним моделом терена (DTM – Digital Terrain Model). Тако ће дигитални модел површина приказати површину кровова зграда или крошњи дрвећа, али не и висину терена испод њих.

Међутим код снимања потпуно отворених терена као што су површински копови или отворена градилишта, дигитални модел површина управо ће бити и модел терена. Због тога се ови дигитални модели нарочито користе у рударству или грађевинарству.

6. ТРЕНУТНИ КОРИСНИЦИ У СВЕТУ

Према истраживањима компаније Trimble, дијаграм на слици 8 приказује примену БАС у свету у зависности од области примене. Издваја се геодезија са готово половином укупних примена.



Слика 8. Области примене БАС
(према подацима продаје компаније Trimble)

7. ТИПИЧНЕ ПРИМЕНЕ

У зависности од области примене, истичу се следеће типичне апликације:

- **Геодетски премер**
Аерофотограметријски премер није новост у геодезији, али јесте његова једноставност и економичност, што омогућује примену у много већем броју случајева него раније.

- **Географски информациони системи – ГИС**

Ортофото снимци представљају драгоцене позадинске подлоге у сваком просторном информационом систему. Ажурност тих подлога омогућује сагледавање фактичког стања на терену и од великог је значаја за разне ГИС анализе.

- **Анализа и рекогносцирање простора**

У поступцима идејног пројектовања или приликом истражних радова, авио снимци могу да се користе за анализу стања на терену и боље пројектовање и планирање активности.

- **Планирање радилишта**

Авио снимање омогућује детаљан преглед ширег простора и пажљиво сагледавање ситуације на терену у циљу бољег планирања радилишта.

- **Праћење реализације пројеката у простору**

Периодичним авио снимањем документује се стање на терену и прати реализација пројекта. Снимци високе резолуције детаљно приказују стање на терену и омогућују пажљиво анализирање и праћење радова.

- **Планирање рута и приступних путева**

Снимци из ваздуха омогућују анализу приступних путева и пажљиво планирање рута кретања. Пример су путеви извлачења грађе у шумама, путеви кретања тешких возила на рудницима, путеви кретања грађевинских машина, путеви кретања оперативаца на непроходним теренима (мочваре, шуме, планине, крашки терен, ...).

- **Прорачуни запремина**

Процизни прорачуни запремина земљаних маса нарочито су значајни у рударству и грађевинар-

ству. Дигитални модел површина садржи хиљаде тачака које прецизно дефинишу површине у простору, чиме се омогућује прорачун запремина вишеструко прецизније него класичним терестричким мерењима.

- **Анализа здравља пољопривредних и шумских површина.**

Захваљујући могућности RGB и NIR снимања могуће је креирати тематске карте вегетације, које омогућују анализе стања вегетације и промена у току пољопривредне производње или експлоатације шума.

8. ПРОБЛЕМИ КОЈИ СЕ РЕШАВАЈУ ПРИМЕНОМ БАС

Зависно од врсте посла и области примене, примена класичних терестричких метода често подразумева бројне проблеме, које рад на терену чине сложеним, дугим или једноставно заморним.

9. ПРОИЗВОЂАЧИ И МОДЕЛИ

Још увек млада технологија, подржана је од мањег броја произвођача.

Издваја се компанија Trimble са својим робусним и свеобухватним решењем Trimble UX5. Trimble се одликује комплетним развојем у својим развојним центрима, укључујући све интерне компоненте и мерне сензоре, саму летелицу, до софтвера за терен и биро. Практично су покривени сви елементи система, чиме је обезбеђено савршено уклапање и висока конзистентност решења, без утицаја спољних произвођача.

Проблем	Опис проблема	Решење применом БАС
Велика површина за мерење	Потребно је класичним путем снимити велику површину, што захтева ангажовање више екипа, посебне опреме и више дана на терену.	Примена БАС омогућује авио снимање великих површина и то чак више десетин km^2 дневно, зависно од резолуције снимања.
Велика количина детаља за снимање	На терену се налазе бројни објекти које треба картирати, укључујући путеве, стазе, оgrade, грађевине, воде, границе култура, итд.	Ортофото снимци високе резолуције омогућују детаљно сагледавање ситуације на терену и картирање у бироу. Детаљ који није могуће картирати са авио снимака, једноставно се издваја и планирају се допунска теренска мерења класичним методама.
Споро мерење	У раду са тоталним станицама или ГНСС пријемницима, потребно је преходати сваки део терена, сам или са фигурантима, понекад по тешком и непроходном терену, што отежава рад, чини га дуготрајним и заморним.	Примена БАС омогућује брзо снимање великих површина и њихову даљу обраду у бироу. За високу резолуцију снимања (нпр. 5 cm) могуће је дневно снимити чак до 7 km^2 .
Мали број и густина тачака за висинску представу	Класичним методама мерења терен се дискретизује малим бројем тачака. Снимање висинске представе често се своди на одређени број профила или расутих тачака, чиме се изузимају теренски облици између тих профилних линија.	Применом БАС добија се дигитални модел површина високе резолуције, са густином тачака од само неколико центиметара. У поређењу са снимањем по профилима или расутих тачкама, количина података и густина снимања су неупоредиви у користи БАС.
Недоступност ажурних геореференцираних авио снимака.	За пројектовање, планирање или реализацију одређених активности, често је потребно унапред имати ажурне авио снимке; у правилу то није случај и није економски оправдано изводити класичан аерофотограметријски премер.	Примена БАС омогућује "инстант" мерења по жељи, за било који терен, у било ком тренутку, како би се добили ажурни ортофото планови, неопходни за реализацију пројекта.



Слика 8. Беспилотна летелица Trimble UX5
(Фото: Trimble)

Веома је занимљиво и решење швајцарске компаније Sensefly, засновано на моделу eBee и софтверима других произвођача. Тај модел имали смо прилике да видимо у пракси, захваљујући предузећу Ливона д.о.о..

Интересантно је да други велики произвођачи геодетске опреме још увек нису понудили своја решења, али то је стање које вероватно неће дуго трајати. Остатак понуде чине мање фирме или научне установе.



Слика 9. Лансирање летелице Sensefly eBee
(Фото: Ливона д.о.о.)

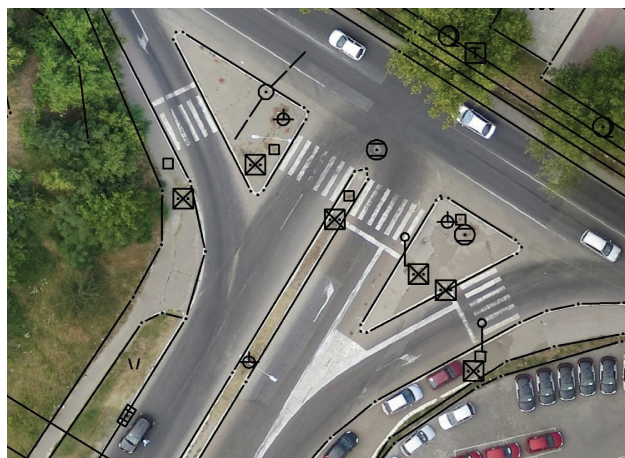
10. ПРИМЕР - ОРТОФОТО СНИМАК

За примене у геодезији природно се поставља питање о тачности ортофото снимка произведених овим системима.

Следећи пример приказује геодетски план који је снимљен пре извршења аерофотограметријског снимања. Затим је план накнадно положен преко авио снимка, како би се проверило поклапање и тачност самог снимка.

Као што се види у примеру, поклапање је одлично.

Геодетски план израђен је у размери $R=1:1000$, на нову снимања тоталном станицом.



Слика 10. Потврда тачности - геодетски план $R=1:1000$ положен преко аерофото снимка
(Фото: Ливона д.о.о. – беспилотни аерофотограметријски систем Sensefly eBee; Геодетски план: Геосистем, Београд)

За реализацију аерофотограметријског снимања Ливона д.о.о. је користила систем Sensefly eBee. Резолуција снимања била је 5cm/пиксел.

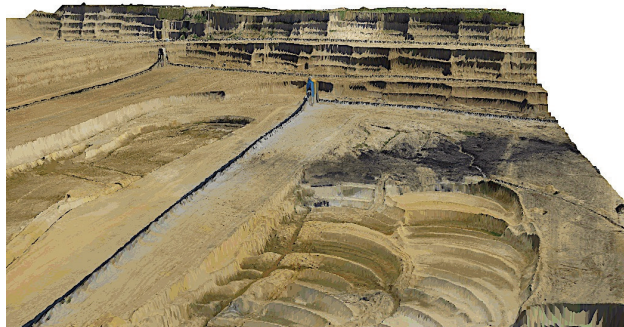
11. ПРИМЕР – ДИГИТАЛНИ МОДЕЛ ПОВРШИНА

Следећи пример приказује дигитални модел површина површинског копа рудника "Дрмно" код Костолца.

Снимање је извршено у резолуцији 10 cm/пиксел применом система Sensefly eBee.

Ортофото снимак пројектован је на дигитални модел, ради лепше визуелизације простора.

Богатство детаља је задивљујуће. Јасно је да овакви дигитални модели површина омогућују значајно прецизније прорачуне запремина у односу на класична терестричка мерења, којима се терен апроксимира и снима по профилним линијама. Брзина мерења је такође неупоредива.



Слика 11. Површински коп рудника "Дрмно" – дигитални модел површина
(Фото: Ливона д.о.о. – 3Д визуелизација софтвером Global Mapper)

12. ЗАКЉУЧАК

Беспилотни аерофотограметријски системи су технологија која се убрзано развија и заузима све значајније место.

Иако млада и у развоју тек неколико година, ова технологија већ је сазрела за комерцијалну употребу. У наредним годинама очекује се све већа подршка произвођача геодетске опреме и још већа понуда на тржишту.

Прве примене у Србији демонстрирало је предузеће Ливона д.о.о. и то у различитим струкама, укључујући геодезију, рударство, шумарство, пољопривреду, урбанизам.

Добијени резултати наговештавају велике могућности и са сигурношћу можемо очекивати све већу примену у геодезији и сродним струкама.

Републички геодетски завод је веома заинтересован за даља истраживања и тестирања ових система, како би се анализирале могућности технологије и дефинисала одређена правила и прописи за примену у геодезији.

Тим поводом у наредном периоду Републички геодетски завод и Ливона д.о.о. планирају реализацију серије тестова.

У међувремену не треба чекати. Препоручујемо свим геодетским стручњацима да обрате пажњу на беспилотне аерофотограметријске системе и да размотре примену у својим пројектима, јер то је очигледно технологија будућности.

13. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Trimble, <http://www.trimble.com/Survey/unmanned-aircraft-systems.aspx>, веб страна произвођача, 2013
- [2] Trimble UAS, <http://uas.trimble.com>, веб страна посвећена UAS, 2013
- [3] Sensefly, <http://www.sensefly.com>, веб страна произвођача, 2013.



ПРОФ. ДР НАТАЛИЈА БРАТУЉЕВИЋ-МАШАНОВИЋ

Др Наталија Братуљевић-Машановић, редовни професор Грађевинског факултета Универзитета у Београду, од својих студената и колега радије ословљавана као професорка Цаца, надимком који носи још из свога детињства, преминула је у јуну 2012. године, уз велику тугу њене породице, бројних генерација студената Геодетског одсека, колега са Грађевинског факултета и геодетске струке.

Завршивши гимназију у Крагујевцу, одлучила је да се упише на Геодетски одсек Грађевинског факултета, 1953. године. Отац Цацин, Војин Братуљевић, угледни грађанин Крагујевца, грађевински инжењер, признати стручњак за путеве, није био одушевљен Цациним избором, знајући да је то за женску децу теренска и напорна струка. Али, Цацина одлука је била коначна. Током своје каријере доказала је да је њена одлука била оправдана. Постигла је највише што универзитетска каријера омогућава, звање редовног професора Универзитета у Београду, углед признатог стручњака и омиљеног професора код својих студената, којима је била узор не само у стручном погледу, већ и у оној другој страни живота, коју чине весео дух, комуникативност, дружељубивост и пријатељство, што је на овим нашим просторима увек било прихватано и цењено.

Још као студент била је сарадник професора Николе Свечникова, који је геодетској науци и струци Југославије дао немерљив допринос. Учествовала је у тиму проф. Свечникова на развијању модела претходне оцене тачности мерења у геодезији. Овај модел се стално развијао кроз своју примену на реализацији градских геодетских мрежа, посебно већих градова у Србији, у којима су 60-их година прошлог века градитељски подухвати били у пуном замаху. Овај модел привукао је пажњу стручне јавности у другим деловима тадашње Југославије, назван у научним часописима и литератури „Београдска школа“. У иностранству је схваћен тек после више година и развијан на Техничком универзитету у ХанOVERу, за примене геодезије на објектима у градитељском инжењерству.

Колегиница Цаца била је један од ретких чланова Геодетског одсека која је са колегом Павлом Зеремским почела сарадњу са колегама других одсека Грађевинског факултета и грађевинском струком, учешћем на значајним пројектима у области грађевинарства. Високо стручни рад на оваквим пројектима је показао улогу и значај геодезије, подизао афирмацију геодетске струке, у чему је колегиница Цаца давала значајан допринос.

У редовној настави на Геодетском одсеку проф. Братуљевић предавала је више предмета: Вишу геодезију, Технику рачунања, Теоријску геодезију, а на последипломским сту-

дијама: Одабрана поглавља из Више геодезије, Савремени модели основних геодетских мрежа, Модели референтних мрежа, Гравиметријске мреже. Била је ментор импозантног броја дипломских радова студената, ментор запаженог броја магистарских и докторских радова. Као професор на уже стручним предметима преносила је студентима не само теоријска знања, већ и развијала код њих имжењерски приступ у решавању стручних проблема. Практична настава студената - геодетска пракса, која се одржала и до данашњих дана, била је посебно значајна за студенте, али и за професорку Цацу, да у блиској сарадњи са њима оствари планиране задатке. После напорног дана испуњеног задацима, од раног јутра до мрака, дешавала су се често заједничка дружења студената и наставног особља, у којима је професорка Цаца давала посебан тон, где се стварала једна здрава атмосфера, атмосфера једне велике породице.

У подручју свог научно-истраживачког рада, проф. Братуљевић је обрађивала проблеме референтних мрежа, геодетске метрологије и савременог померања Земљине коре. Посебно треба истаћи тему „Референтне висинске мреже СФР Југославије“, која припада пројекту „Међународне висинске референтне мреже“, који је водила Интернационална унија за геодезију. Већи број студија и монографија били су извор за публикавање низа радова у научним и стручним часописима.

Студијска анализа „Други нивелман високе тачности“ омогућила је дефинисање предлога за висинско повезивање са суседним државама, као и укључивање у јединствену европску нивелманску мрежу (УЕЛН).

У реализацији научно-истраживачких пројеката, у којима је углавном била и руководилац, укључивала је млађе сараднике у циљу овладавања савременим методама у геодезији и приступом у научном истраживању.

Бројни су пројекти и студије проф. Братуљевић на стручном плану, који најбоље потврђују њену оријентацију на решавање стручних проблема, коју је зацртала још у студентским и асистенским данима.

Говорити о проф. Братуљевић, посебно о њеним људским особинама, могуће је само уз најлепше епитете: ведар и весео дух, спортиста у младости, изузетна надареност за шарм и комуникацију са својим окружењем, студентима, колегама и пријатељима, пуни смисао за окупљање и дружење. Све је то утицало на стварање посебних симпатија према једној таквој личности.

Њен одлазак најтеже пада сигурно породици Машановић, супругу Лазару, сину Милану, брату Славољубу, омиљеним унуцима Луки и Саше, снахама Ребеки и Божици.

Њени бројни студенти и колеге сачуваће сећања на Цацину личност и на године сарадње и дружења.

Проф. др Душан С. Јоксић

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 MicrosoftWord формату, једностубачно, 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, бод, италик).

ABSTRACT

Kratak opis rada na engleskom jeziku. (9pt)

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

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

1.1 Наслови, као и сви други наслови нижег реда (11pt, бод, 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 радити у MicrosoftExcel 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 (TIF, 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, viaa 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 Крејовић. – Год. 30,
бр. 86(1) (2001) – . – Београд (Булевар војводе
Мишића 39) : Републички геодетски завод, 2001 –
(Београд : Службени гласник). – 28 cm

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

