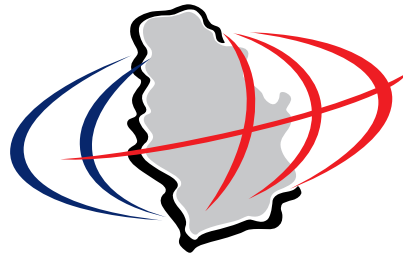


СТРУЧНИ ЧАСОПИС
РЕПУБЛИЧКОГ ГЕОДЕТСКОГ ЗАВОДА

ГЕОДЕТСКА СЛУЖБА



РЕПУБЛИЧКИ ГЕОДЕТСКИ ЗАВОД

ГЕОДЕТСКА СЛУЖБА

ЧАСОПИС ЗА ГЕОДЕЗИЈУ, КАРТОГРАФИЈУ И КАТАСТАР НЕПОКРЕТНОСТИ

113

Часопис излази 39 година

Београд, 2010.

„ГЕОДЕТСКА СЛУЖБА“

часопис

Републичког геодетског завода

Издавач:

Републички геодетски завод, Београд, Булевар војводе Мишића 39

Главни и одговорни уредник:

Ненад Тесла

Заменик главног и одговорног уредника:

Доц. др Загорка Госпавић

Почасни редакцијски одбор:

Проф. др Крунислав Михаиловић

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

Редакцијски одбор:

Мр Стојанка Бранковић (председник), Проф. др Манојло Миладиновић, Проф. др Тоша Нинков,
Проф. др Иван Алексић, Доц. др Синиша Делчев, Доц. др Бранислав Бајат, Проф. др Ванчо Георгијев,
Проф. др Сузана Драгићевић, Доц. др Миливој Вулић

Издавачки савет:

Саша Ђуровић (председник), Десанка Поповић, Надежда Матић,
Коста Мирковић, Владимир Миленковић, Стојан Аргакијев, Доц. др Мирко Борисов

Технички уредник:

Славица Милосављевић

Сарадник на УДК класификацији:

Живорад Окановић

Интернет презентација:

Предраг Живић

Прелом и припрема за штампу:

Слободан Ивашковић

Технички секретар:

Драгана Коларевић

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:

Милица Чолаковић, Дарко Вучетић МОДЕЛИРАЊЕ УТИЦАЈА ФАКТОРА ЛОКАЦИЈЕ НА ВРЕДНОСТ СТАМБЕНИХ ЈЕДИНИЦА НА ТЕРИТОРИЈИ БЕОГРАДА.....	5
Љубомир Маџарац ИСТОРИЈА ЈЕДНЕ МЕЂЕ.....	12
Саша Лазић АУТОМАТСКА НАКНАДНА ОБРАДА ПОДАТАКА У НАЦИОНАЛНОЈ МРЕЖИ ПЕРМАНЕНТНИХ СТАНИЦА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ АГРОС.....	20
Јелена Шкрњуг, Срђан Ђаловић АНАЛИЗА МЕТОДА ИНТЕРПОЛАЦИЈА КРИВИХ ЛИНИЈА.....	25
Др Драган Благојевић, Др Олег Одаловић, Ненад Тесла, Владимир Миленковић ВЕРТИКАЛНИ И ГРАВИМЕТРИЈСКИ РЕФЕРЕНТНИ СИСТЕМИ ЕВРОПЕ.....	35
Проф. др Иван Алексић, Александар Дедић, Саша Миленковић, Драгица Пајић СТАНДАРДИ У ОБЛАСТИ ГЕОИНФОРМАЦИЈА.....	43
Доц. др Мирко Борисов МОДЕЛОВАЊЕ И ОРГАНИЗАЦИЈА ПОДАТАКА О ПРОСТОРУ ЗА РАЗМЕРУ 1:50000 – СВЕТСКА И НАША ИСКУСТВА.....	52
Живорад Окановић ОД КИЛОБАЈТА ДО ТЕРАБАЈТА: ПРИЛОГ ИСТОРИЈИ ПРИМЕНЕ РАЧУНАРСКИХ ТЕХНОЛОГИЈА У ГЕОДЕТСКОЈ ДЕЛАТНОСТИ У СРБИЈИ.....	62
Проф. др Мирослав Старчевић ГЕОФИЗИЧКА ИСТРАЖИВАЊА У ЕТИОПИЈИ - ЈЕДНО НОВО ИСКУСТВО.....	74

CONTENTS:

Milica Čolaković, Darko Vučetić MODELING THE INFLUENCE OF LOCATION FACTOR ON THE PRICE OF RESIDENTIAL PROPERTIES IN BELGRADE.....	5
Ljubomir Madžarac THE HISTORY OF ONE BOUNDARY.....	12
Saša Lazić AUTOMATIC DATA PROCESSING OF NATIONAL NETWORK OF SERBIAN AGROS PERMANENT STATION.....	20
Jelena Škrnjug, Srđan Đalović ANALYSIS OF CURVE INTERPOLATION METHODS.....	25
Dr Dragan Blagojević, Dr Oleg Odalović, Nenad Tesla, Vladimir Milenković EUROPEAN VERTICAL AND GRAVIMETRIC REFERENCE SYSTEMS.....	35
Prof. dr Ivan Aleksić, Aleksandar Dedić, Saša Milenković, Dragica Pajić STANDARDS IN GEOINFORMATION AREA.....	43
Doc. dr Mirko Borisov MODELING AND ORGANIZATION OF SPATIAL DATA AT SCALE 1:50000 – WORLD AND OUR EXPERIENCES.....	52
Živorad Okanović FROM KILOBYTES TO TERABYTES: CONTRIBUTION TO THE HISTORY OF COMPUTER TECHNOLOGY IMPLEMENTATION IN GEODETIC ACTIVITIES IN SERBIA.....	62
Prof. dr Miroslav Starčević GEOPHYSICAL INVESTIGATIONS IN ETHIOPIA - NEW EXPERIENCE ONE.....	74

МОДЕЛИРАЊЕ УТИЦАЈА ФАКТОРА ЛОКАЦИЈЕ НА ВРЕДНОСТ СТАМБЕНИХ ЈЕДИНИЦА НА ТЕРИТОРИЈИ БЕОГРАДА

Милица Чолаковић, дипл.геод.инж.¹
Дарко Вучетић, дипл. геод. инж.²

Оригиналан научни рад
УДК:[332.851+332.812] : [311 + 519.233.5](497.11)

РЕЗИМЕ

Овај рад је покушај да се прикаже једна од могућности коришћења просторних података у сврху моделирања утицаја фактора локације на вредност стамбених јединица на територији Београда. Фактор локације изабран је као фактор који у просторном смислу одређује непокретност, те су и његове компоненте просторно зависни под-фактори. Моделирање утицаја фактора локације на вредност непокретности вршено је на основу методе 'вишекритеријумске анализе' (МСЕ) као ГИС методе просторне анализе и регресионог кригинга као геостатистичке методе. На крају рада дато је поређење резултата ове две методе и закључци о могућностима њиховог коришћења.

Кључне речи: *Просторна анализа, вишекритеријумска анализа, геостатистика, регресиони кригинг.*

MODELING THE INFLUENCE OF LOCATION FACTOR ON THE PRICE OF RESIDENTIAL PROPERTIES IN BELGRADE

Милица Чолаковић, MSc in Geodesy and Geoinformatics¹
Дарко Вучетић, MSc in Geodesy and Geoinformatics²

ABSTRACT

This paper is an attempt to present one of the possibilities of using spatial data for modeling the influence of location factor on the price of residential units in Belgrade. Location factor was selected as the factor that determines the property in spatial sense with its components that are spatially dependent sub-factors. Modeling of the location factor influence on the value of real estates is based on Multi Criteria Evaluation (MCE) method as a method of spatial analysis with GIS and regression kriging as geostatistical methods. At the end of the paper comparison of the obtained results from these two methods and conclusions on the possibilities of their use are done.

Key words: *Spatial analysis, Multi Criteria Evaluation, geostatistics, regression kriging.*

1. УВОД

Међу великим бројем компоненти које карактеришу одређену непокретност локација се сматра фактором од највећег утицаја, нарочито ако се посматра у домену процене вредности непокретности. Локација се дефинише као јединствена просторна одређеност непокретности коју чини велики број просторно дефинисаних атрибута. Уколико располажемо моделом који на одговарајући начин приказује зависност и утицај локације као фактора, можемо рећи да је главни фактор који одређује вредност непокретности познат. Такође, за локацију можемо рећи да представља екстерни или географски одређен фактор утицаја, док се остали фактори свде под интерне или описне карактеристике непокретности. У овом раду фактор локације разложен је на 16

под-фактора који просторно дефинишу непокретност. Њихов утицај на вредност непокретности испитиван је методама 'вишекритеријумске анализе' (МСЕ) и регресионог кригинга.

2. ПОДРУЧЈЕ ОД ИНТЕРЕСА, РЕФЕРЕНТНИ И ФАКТОРСКИ ПОДАЦИ

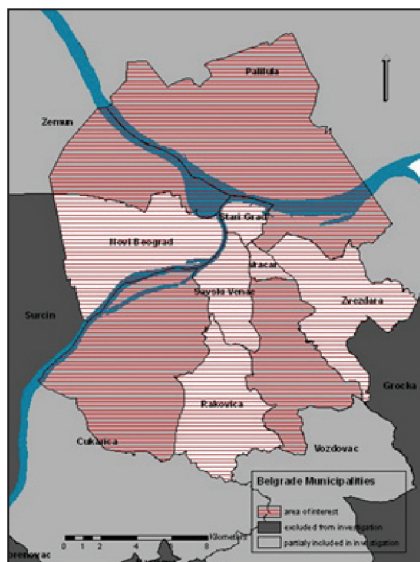
С обзиром да је анализа ограничена на испитивање утицаја фактора локације на вредност стамбених јединица у зградама и не укључује породичне куће, као област од интереса изабрана је урбана територија Града Београда, тј. подручја која карактеришу изабрани тип градње (слике 1,2).

Улазне или референтне податке за ову анализу представљају понуђене продајне вредности стамбених јединица на подручју од интереса. Понуђене продајне

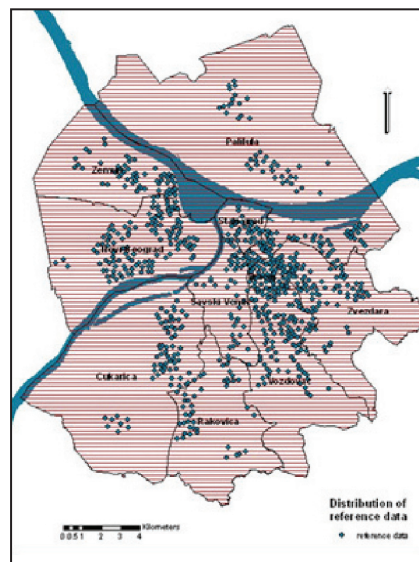
^{1,2} Републички геодетски завод, Сектор за премер непокретности, Булевар војводе Мишића 39, Београд,
e-mail: milica.colakovic@rgz.gov.rs, darko.vucetic@rgz.gov.rs



Слика 1: Територија Београда



Слика 2: Подручје од интереса



Слика 3: Референтни подаци

вредности непокретности као референтни подаци коришћене су као алтернативно решење услед немогућности приступа реалним подацима тј. вредностима ско-рашњих трансакција стамбених јединица на територији Београда. Референтни подаци прикупљени су са интернета, при чему се водило рачуна да буду равномерно распоређени у односу на подручје од интереса, а такође, да су изабране стамбене јединице легализоване и да немају неку од карактеристика којом одударају од осталих референтних података. Узорковање је извршено на 747 локација (слика 3).

Факторски подаци представљају скуп података којима је одређена непокретност дефинисана у смислу локације или географског положаја. Факторски подаци подељени су на четири групе и то на: географске, инфраструктурне, факторе који одређују квалитет окружења и социо-економске.

У географске факторе спадају: близина центра, близина пословне зоне, близина зелених подручја, близина вода. Као инфраструктурни подаци дефинисани су: удаљеност од главних путева, близина железничких пруга, близина стајалишта јавног градског превоза, близина основних школа и вртића. Фактори који одређују квалитет окружења су: близина паркова и игралишта, близина подручја културно-забавног садржаја, близина зе-

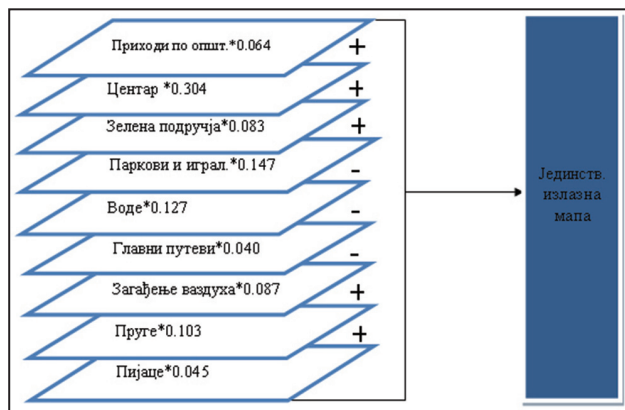
лених пијаца и шопинг центара, ниво комуналне буке и ниво загађења ваздуха. Просечна примања запослених по одређеним деловима града изабрана су као социо-економски фактор.

3. ГИС ПРОСТОРНА АНАЛИЗА

Као ГИС решење за просторну анализу изабран је МСЕ-Multi Criteria Evaluation метод или метод 'вишекритеријумске анализе'. Као софтверска подршка коришћен је ArcGIS софтвер, један од најпопуларнијих и најшире коришћених ГИС софтвера. Метод 'вишекритеријумске анализе' приказан је на дијаграму 1. Почетне кораке представљају дефинисање циља и дефинисање критеријума-фактора на основу којих ће се вршити анализа. У овом случају као циљ одређено је добијање резултујуће мапе која приказује зависност вредности стамбених јединица од изабраних локацијских фактора на подручју од интереса. Изабрани критеријуми се просторно приказују, у овом случају као растерске мапе, које се затим стандардизују како би се могле комбиновати. На основу стандардизованих мапа критеријума и срачуна-тих тежинских коефицијената за сваки од фактора од утицаја, креира се модел на основу ког се добија резултујућа мапа.



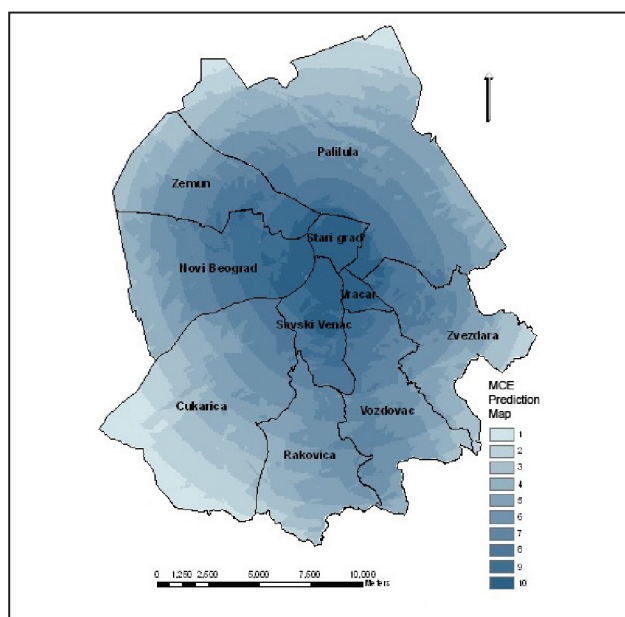
Дијаграм 1: МСЕ процес



Слика 4: Моделовање

Улазни подаци за метод ‘вухекритеријумске анализе’ су растерске мапе креиране коришћењем различитих алата просторне анализе. Поред њих, на основу референтних података - предложених продајних вредности непокретности као променљиве од интереса и факторских података као помоћних предиктора, коришћењем вишеструке регресије срачунати су тежински коефицијенти. Тежински коефицијенти представљају степен утицаја сваког појединачног фактора на продајне цене непокретности, а срачунати су на основу излазних коефицијената вишеструке регресије који приказују промену зависне променљиве повећањем или смањењем појединачне независне променљиве за јединичну вредност. На основу резултата вишеструке регресије 7 од 16 фактора искључени су из даље анализе.

Преосталих 9 фактора и одговарајући тежински коефицијенти креирају модел представљен на слици 4. Методом алгебре мапа (*Map Algebra*), која подразумева комбиновање факторских мапа ‘пиксел по пиксел’ ко-



Слика 5: Предикциона мапа МСЕ методе

ришћењем алгебарских оператора, и избором функције за јединствену излазну мапу (*Single Output Map Algebra*) добијена је резултујућа мапа (слика 5).

4. РЕГРЕСИОНИ КРИГИНГ

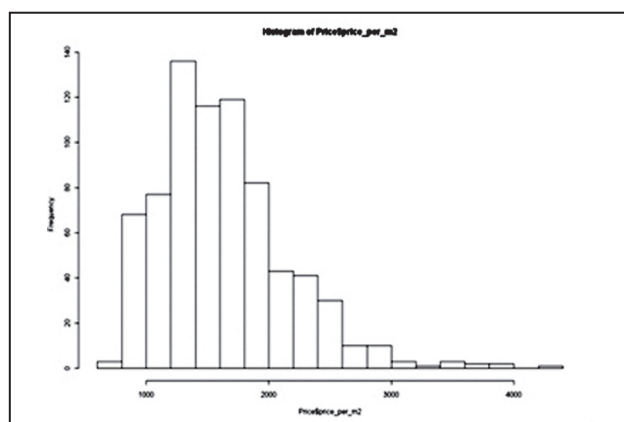
Полазна идеја геостатистике је примена просторне корелације величине која се анализира у циљу побољшања њене просторне предикције или интерполације. Том приликом не рачуна се само корелациона зависност унутар саме променљиве величине коју оцењујемо већ и њена корелација са осталим просторним величинама. Синоним за геостатистичке методе интерполације је кригинг метода.

Модификација основних формула и њихово прилагођавање специфичним апликацијама резултовала је све ширу примену кригинга у различитим просторним анализама. Посебно интересантна метода за просторне анализе је регресиони кригинг.

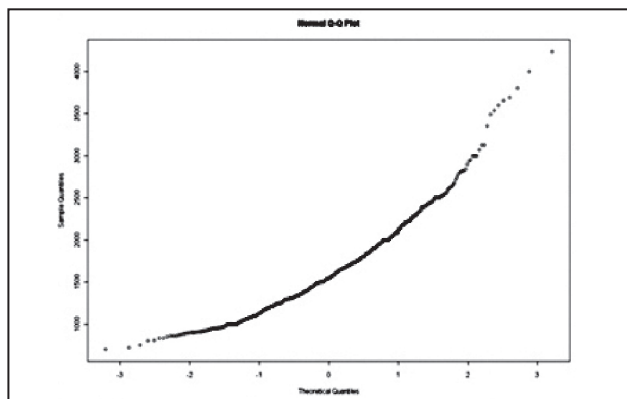
Техника регресионог кригинга може се успешно имплементирати коришћењем R софтверског окружења применом *gstat* пакета за моделирање, предикцију и симулацију просторних података, као и *sp* пакета, који омогућује манипулацију просторним подацима у R-у. Резултати добијени у R-у могу се лако конвертовати у било који од стандардних ГИС формата, што омогућује накнадну манипулацију и анализе резултата у комерцијалним ГИС пакетима.

Референтни подаци су учитани као ASCII фајлови. Садрже X и Y координате и продајне цене стамбених објеката по m². Прелиминарна анализа референтних података подразумева рачунање статистичких података у циљу приказивања њихове дистрибуције. Нормалност распореда улазних података је предуслов за предикцију регресионим кригингом. Резултати те анализе показују које су минималне и максималне вредности узорка на посматраној области, њихову средњу вредност, медиану, QQ-plot и вредности Шапиро-Вилк теста.

Min.	1 st Quart.	Median	Mean	3 rd Quart.	Max.
700	1259	1545	1633	1905	4235



Слика 6: Хистограм

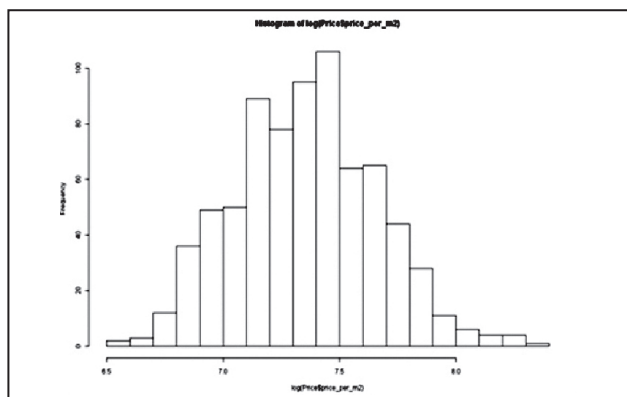


Слика 7: QQ-plot

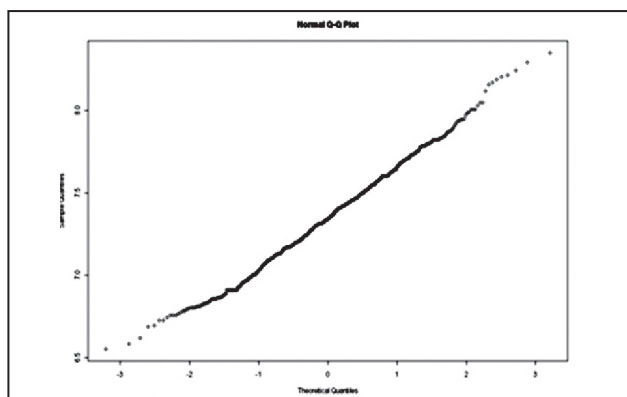
Шапиро-Вилк тест	
W=0.9359	p-value=2.2e-16

Хистограм показује нецентралност расподеле узорка што указује на потребу трансформације улазних података. После логаритамске трансформације узорак показује нормалан распоред:

Min.	1 st Quart.	Median	Mean	3 rd Quart.	Max.
700	1259	1545	1633	1905	4235



Слика 8: Хистограм



Слика 9: QQ plot

Шапиро-Вилк тест	
W=0.9953	p-value=0.02118

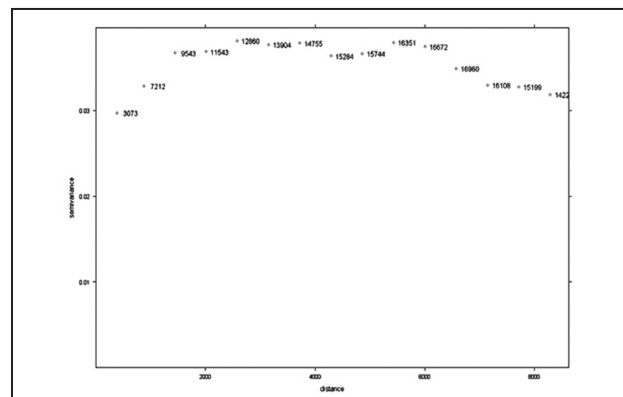
Када је прелиминарна анализа завршена и подаци припремљени за даљу обраду, преко вишеструке регресије испитује се да ли помоћни предиктори показују корелацију са променљивом од интереса, односно испитује се да ли помоћни предиктори могу послужити за побољшање просторне предикције. Резултати вишеструке регресије приказани су у табели 1.

Из табеле се види да променљива од интереса показује значајну корелацију са 11 од 19 предиктора. Помоћни предиктори који су означени са *** имају највећи утицај. Помоћни предиктори који нису показали корелацију са променљивом од интереса избачени су из даље анализе.

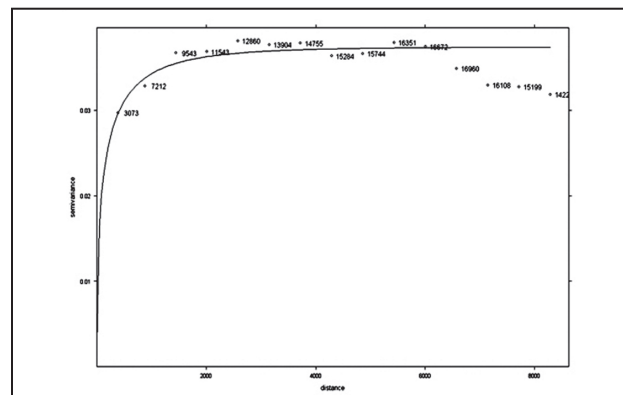
Када је завршено са анализом особина променљиве од интереса може се почети са просторном предикцијом. Да би се испитала аутокорелација променљиве рачуна се експериментални полувариограм.

Експериментални вариограм показује да је аутокорелација значајна што указује на просторну зависност променљиве. Када узорци имају просторну зависност, креира се вариограм који ће моделирати узорке неком математичком функцијом. За модел вариограма је изабран експоненцијални модел јер најбоље одговара експерименталном вариограму. Фитовање експерименталног вариограма дало је следеће резултате:

Range=173m	Nugget=0.0026	Partial sill=0.0347
------------	---------------	---------------------



Слика 10: Експериментални вариограм



Слика 11: Вариограм

Regression Statistics	
Multiple R-squared	0.637
Adjusted R Square	0.627
Residual Standard Error	0.187
Observations	747

Табела 1: Резултати вишеструке регресије

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Signif. code
(Intercept)	7.30E+00	1.50E-01	48.689	2.00E-16	***
Приходи	4.70E-06	1.64E-06	2.856	0.004411	**
Главни путеви	2.12E-05	1.17E-05	1.803	0.071848	*
Комунална бука	-1.07E-04	6.85E-03	-0.016	0.987514	
Чађ	-2.97E-02	1.27E-02	-2.349	0.019085	*
no2	3.96E-02	8.62E-03	4.594	5.11E-06	***
so2	2.24E-02	7.98E-03	2.81	0.00509	**
Термоелектране	1.37E-03	9.13E-03	0.15	0.881177	
Вртићи	2.28E-05	3.03E-05	0.754	0.451364	
Пословна зона	-2.72E-05	1.19E-05	-2.284	0.022652	*
Центар	-6.61E-05	1.09E-05	-6.052	2.29E-09	***
Култура	1.27E-05	1.69E-05	0.75	0.453557	
Паркови	-2.99E-05	1.18E-05	-2.535	0.011466	*
Пијаце	-9.22E-05	1.08E-05	-8.511	2.00E-16	***
Железница	-4.20E-05	8.09E-06	-5.199	2.61E-07	***
Воде	2.85E-05	6.95E-06	4.096	4.68E-05	***
Школе	7.20E-05	2.82E-05	2.558	0.010742	*
Шопинг центри	2.92E-05	1.10E-05	2.648	0.008271	**
Зелена подручја	-4.61E-05	1.27E-05	-3.645	0.000287	***
Станице јавног превоза	-5.24E-05	5.69E-05	-0.921	0.357124	

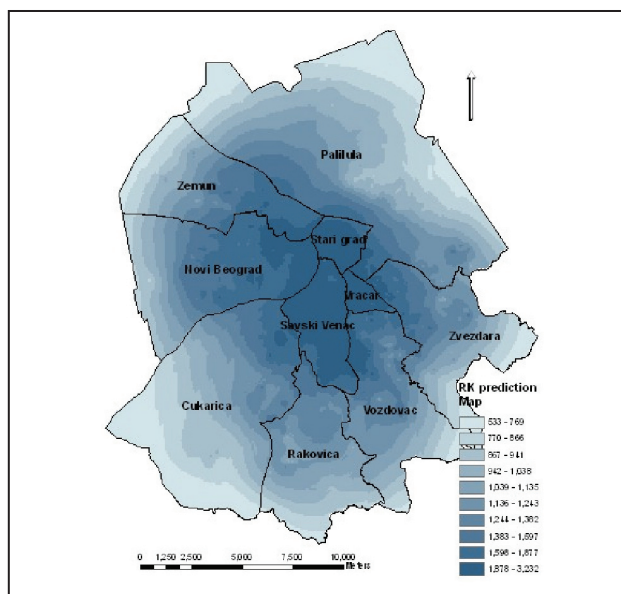
Дефинисање вариограма је значајно због тога што омогућава да просторна предикција буде извршена методом регресионог кригинга. Добијени резултати предикције променљиве од интереса на тест подручју презентовани су слици 12.

5. КОМПАРАЦИЈА ДОБИЈЕНИХ РЕЗУЛТАТА

Процена резултата се врши упоређивањем мапа добијених из поменутих метода (МСЕ методе и регресионог кригинга) са мапом за поређење. Мапа за поређење добијена је интерполацијом улазних-референтних података методом *IDW*.

Мапа која показује разлику између мапе за поређење и мапе предикције добијене МСЕ методом приказана је на слици 13-1. Апсолутне вредности које се крећу од 0 до 7 приказују разлике у класама. Подручја са вредностима 0 представљају места где је дошло до потпуне подударности док подручја која имају вредности 7 представљају места где је дошло до највеће разлике између мапе предикције и мапе за поређење.

На слици 13-2,3 и 4 приказане су мапе подударности у зависности од задате толеранције. Мапа апсолутне подударности приказује подручја на којима не постоји раз-

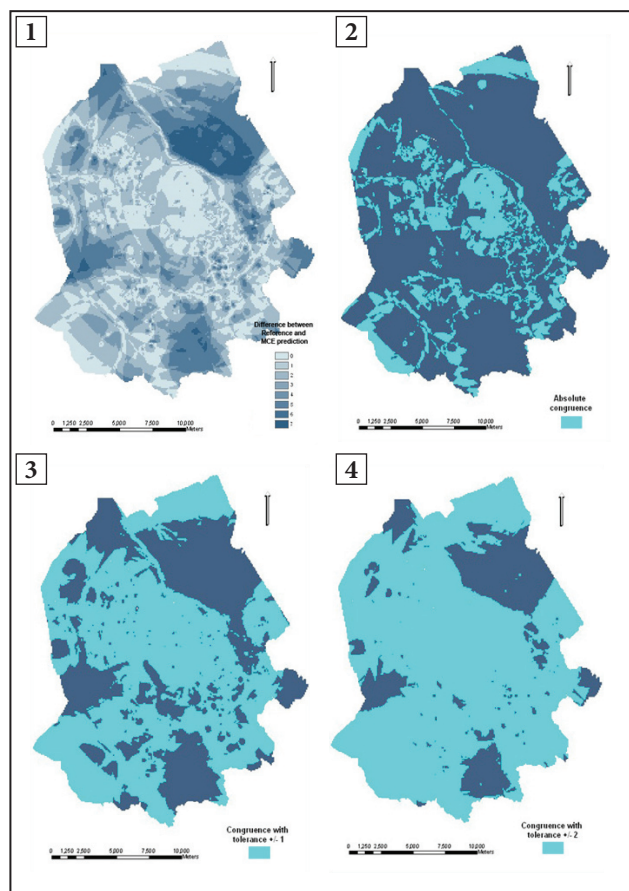


Слика 12: Предикциона мапа методе регресионог кригинга

лика у класи између мапе за поређење и мапе предикције добијене МСЕ методом. Такође, приказане су мапе

подударности са толеранцијом од +/- 1 и +/- 2 класе. Процентуални приказ дат је у табели 2.

Као друга метода компарације, вредности узорака поређене су са резултатима МСЕ предикције у одговарајућим тачкама. Резултати те врсте поређења дати су у табели 3:



Слика 13: Поређење МСЕ предикционе мапе и мапе за поређење

Табела 2: Процент поклапања мапа

Разлика између класа	Поклапање
0	26%
0 или 1	60%
0, 1 или 2	78%

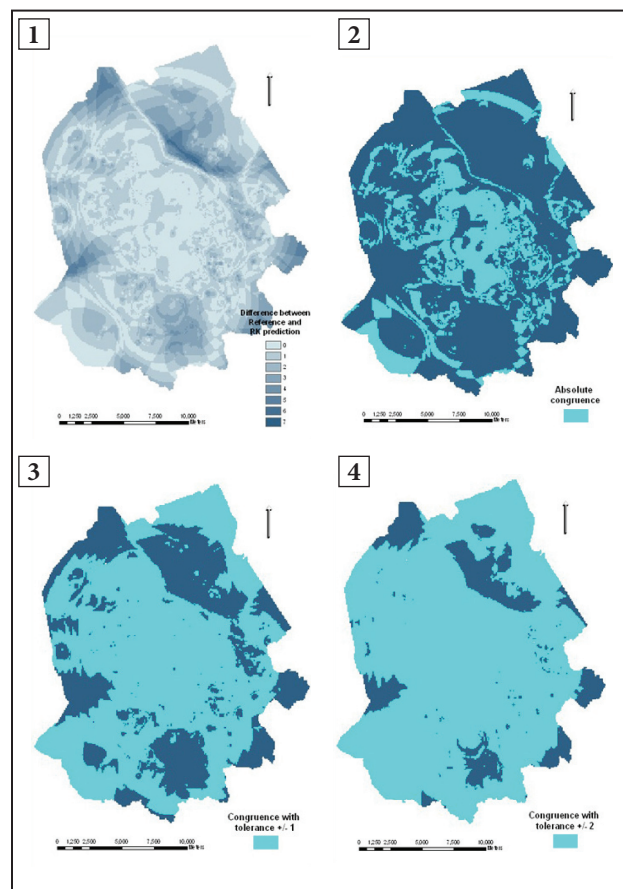
Табела 3: Процент поклапања у тачкама узорка

Разлика између класа	Број поклапања
0	220 од 747 (29%)
0 или 1	503 од 747 (67%)
0, 1 или 2	629 од 747 (84%)

Мапа која показује разлику између мапе за поређење и мапе предикције добијене методом регресионог кригинга приказана је на слици 14-1. Апсолутне вредности које се крећу од 0 до 7 приказују разлике у класи. Подручја са вредностима 0 представљају места где је дошло до потпуне подударности док подручја која имају вредности 7 представљају места где је дошло до највеће разлике између мапе предикције и мапе за поређење.

На сликама 14-2,3 и 4 приказане су мапе подударности у зависности од задате толеранције. Мапа апсолутне подударности приказује подручја на којима не постоји разлика у класи између мапе за поређење и мапе предикције добијене методом регресионог кригинга. Такође, приказане су мапе подударности са толеранцијом од +/- 1 и +/- 2 класе. Процентуални приказ дат је у табели 4.

Резултати друге методе компарације вредности узорака и резултата предикције методом регресионог кригинга дати су у табели 5:



Слика 14: Поређење предикционе мапе методе регресионог кригинга и мапе за поређење

Табела 4: Процент поклапања мапа

Разлика између класа	Поклапање
0	31%
0 или 1	67%
0, 1 или 2	86%

Табела 5: Процент поклапања у тачкама узорка

Разлика између класа	Број поклапања
0	294 од 747 (39%)
0 или 1	577 од 747 (77%)
0, 1 или 2	691 од 747 (93%)

На основу поређења резултата две изабране методе са мапом за поређење, може се извести закључак да обе методе дају добре резултате при моделирању утицаја фактора локације на вредност стамбених јединица на територији Београда. Како се спроведено истраживање ослања на област процене вредности непокретности испитани модели могли би наћи примену у истој. Наиме, предложена решења могуће је утпотпунити атрибутским

или интерним подацима који карактеришу одређену непокретност, што би резултовало комплетнијим, комплекснијим и тачнијим моделом. То подразумева интеграцију просторних података са интерним карактеристикама непокретности. За потребе креирања модела предикције, метода регресионог кригинга представља поузданије решење, јер омогућава интеграцију описних података на једноставан начин, док МСЕ метода подразумева моделирање само просторних података.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] David Maquire, Michael Batty, Michael Goodchild; *GIS, Spatial Analysis and Modeling*, 2008
- [2] Tomislav Hengl; *A Practical Guide to Geostatistical Mapping*, 2009
- [3] Robert J. Gloudemans; *Mass Appraisal of Real Property*, International association of Assessing Officers, 1999
- [4] Дарко Вучетић; *Примена регресионог кригинга за картирање садржаја хумуса и муља у земљишту* – дипломски рад, 2009
- [5] Милица Чолаковић, Срђан Дабић; *GIS vs. Geostatistics on the example of modeling the influence of location factor on the price of residential properties in Belgrade* – master thesis, 2010

ИСТОРИЈА ЈЕДНЕ МЕЂЕ

Љубомир Маџарац, дипл.инж.геод.¹

Стручни рад
УДК: [930.23/.25 : 528.44] : 332.334(497.11)

РЕЗИМЕ

У чланку је дат историјат једне граничне линије – међе. Посебно је истакнуто како омеђавање – обележавање граница видним трајним белегама, утиче на податке премера како у катастру земљишта, обнови премера и катастра земљишта тако и у катастру непокретности који је израђен на основу података обнове премера. На крају је приказана исправка непобитно утврђене грешке при изради дигиталног катастарског плана која је произвела и погрешан упис у катастарском оперативном катастру непокретности.

Кључне речи: *гранична линија – међа, омеђавање, премер, катастар земљишта, катастар непокретности.*

THE HISTORY OF ONE BOUNDARY

Ljubomir Madžarac, grad.geod.eng.

ABSTRACT

The history of one boundary is presented. It is particularly accented how demarcation of boundaries by visible constant marks influence on the cadastre survey, renovation of the cadastre and real estate cadastre which is registration on the data of renovation of the cadastre. The correction of fixed error in registration digital cadastral plan is given on the end.

Key words: *boundary, demarcation, survey, cadastral register, real estate cadastre.*

1. УВОД

Закон о катастру земљишта [4], Закон о премеру и катастру земљишта [5], као и Закон о државном премеру и катастру и уписима права на непокретностима [6] прописивали су, а Закон о државном премеру и катастру [7] прописује данас, да је корисник непокретности дужан да о свом трошку и на прописан начин обележи видним и трајним белегама границе земљишта пре премера непокретности. Треба рећи да међне линије, као уосталом и све друго, с временом су подложне променама, што доводи до промене података који су за њих били утврђени и уписани у катастру земљишта или у катастру непокретности при премеру. Како је израда катастра непокретности у неким катастарским општинама извршена на основу података обнове премера који нису у складу са законом, потврђени решењем Републичког геодетског завода [5], ни стављени у употребу и нису одржавани, требало је у поступку израде катастра непокретности извршити употређивање података првобитног премера и одржавања катастра земљишта са подацима обнове премера и у вези са омеђавањима, која су у међувремену обављена.

Међу или границу није дефинисао ни један закон до доношења Закона о државном премеру и катастру [7], већ су углавном навођени услови под којима она постоји. Данас Закон о државном премеру и катастру [7] прописује да „Граница парцеле се дефинише гранич-

ним тачкама које су одређене координатама прописане класе тачности и означене међним белегама на терену.“ Дакле можемо рећи да се приликом дефинисања међе или границе имао у виду начин како се у правном смислу дефинише земљиште као и шта представљају међне – граничне белеге и како се оне математички одређују у простору. Тако се дошло до дефиниције по којој је међа идеална линија која раздваја земљишта, а коју чине видиве и трајне белеге (међне ознаке) којима је она постојано одређена на терену [2].

Обнова граница или међа поседа спомиње се још у списима старог Египта као последица поплава Нила. Тада су „харпедонапт“ [1], како су називали геометре, на основу „планова и нумеричких података“ премеравањем обнављали замуљене међе поседа.

2. УСПОСТАВЉАЊЕ КАТАСТРА ЗЕМЉИШТА

2.1. Премер и израда катастра земљишта

Првобитни детаљни катастарски премер на подручју Србије урађен је нумеричким методам снимања детаља четрдесетих година прошлог века.

Геодетску основу за овај премер чиниле су тригонометријска мрежа I., II., III. и IV. реда и полигонска мре-

¹ Републички геодетски завод,

Служба за катастар непокретности Лазаревац, Карађорђева бр. 42, 11550 Лазаревац, e-mail: skn.lazarevac@rgz.gov.rs

жа, чије координате су одређене у Gauss-Krüger – овој пројекцији меридијанских зона. Дужине тригонометријских страна између тачака у мрежи IV. реда биле су 1 – 4 km. Како би се приближило детаљу који је требало снимити, тригонометријска мрежа IV. реда је допуњавана полигонским влаковима у којима су удаљености између тачака биле око 100 – 300m [3]. У овако постављаним полигонским влаковима дужине полигонских страна мерене су углавном педесет метара дугом пољском пантљиком по терену, а углови су мерени углавном ауторедукционим даљиномерима у једном гирусу. Дужине полигонских страна су редуковане на хоризонт на основу висинских разлика, између полигонских тачака, које су одређене тахиметријом и израчунате у К обрасцу. Координате полигонских тачака, које су постављане између тригонометријских тачака или већ постојећих полигонских тачака, одређене су изравнањем искључиво у оквиру полигонских влакова. Стабилизација, начин премеравања, начин изравнања и тачност полигонске мреже била је прописана Правилником о катастарском премеравању II. део [10].

Снимање детаља је већином обављано поларном методом, док су вароши, варошице и груписана насеља снимани ортогоналном методом – члан 122 Правилника о катастарском премеравању III. део – Омеђавање и снимање детаља [9]. Пре премера према Закону о катастру земљишта [4], а на основу истог Правилника [10] требало је извршити омеђавање граница прописаним трајним видним белегама. Омеђавање граница катастарских општина обављала је посебна комисија, а омеђавање граница катастарских парцела требали су извршити сами сопственици – суседи споразумно и о свом трошку [10]. Облик, димензије и врсте материјала од кога су урађене међне белеге, били су прописани у Правилнику о катастарском премеравању III. део – Омеђавање и снимање детаља [10]. Ако би приликом премера било утврђено да сопственици нису обавили омеђавање својих катастарских парцела снимано је постојеће стање. Спорне границе су снимане тако да су обележене и снимане све спорне линије, а и на скицама су учртане као спорне. Правилник о катастарском премеравању III. део [10] је прописао колико мора бити детаљан првобитни премер кад налаже да: „Сви преломи на међама парцела између разних сопственика имају се обележити видним белегама по могућству од природног или вештачког камена.“ Подаци о снимању детаља су приказани графички на детаљним скицама према Топографском кључу који је био саставни део Правилника о изради катастарских планова и рачунања површина V део, Министарство финансија, Београд, 1930. године и исцртани су тушем у приближној размери – већином у размери 1:2500, а нумерички подаци који су прикупљани ауторедукционим даљиномерима бележени су у тахиметријским записницима тинтом.

Картирање овако снимљеног детаља је углавном рађено поларним координатографима одвојено по поје-

диним катастарским општинама већином у размери 1:2500, само су вароши картиране углавном ортогоналним координатографом у размери 1:500, тако да су формирани катастарски планови у оквиру тригонометријских секција координатног система Gauss-Krüger – ове пројекције меридијанских зона. Димензије детаљног листа за размер 1:2500 су по оси-Y 900mm (2250m), а по оси-X 600mm (1500m), док површина тако формираног детаљног листа износи 337,5ha. Површине катастарских парцела тог премера рачунате су већином механичким путем² – поларним планиметрима, док су површине малих катастарских парцела или катастарских парцела издуженог облика рачунате кончаним планиметрима [1], а има и случајева где су већ тада површине катастарских парцела рачунате из координата граничних тачака (КО Стари град – Београд). Тако одређене површине катастарских парцела изравнате су у оквиру површина група, а у границама појединих катастарских општина. Радни оригинали катастарских планова умножени су на Schoellers-Hammer папиру и достављени катастарским управама, заједно са књижном делом катастарског оператa катастра земљишта, ради одржавања премера и катастра земљишта. Посебно напомињемо да је Правилник о катастарском премеравању III. део – Омеђавање и снимање детаља [10], у члану 110. прописивао 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.“

2.2. Практични пример премера из 1930. године

Премером за израду катастра земљишта КО Р. из 1930. године снимљена је међна линија, приказана на детаљној скици бр. 8/3 у приближној размери 1:2500, детаљним тачкама бр. 149, 142 и детаљном тачком без броја која је апсисно мерена на линији између детаљних тачака бр. 710 – 189, између катастарских парцела које су тада биле нумерисане бројевима 335 и 336. У тахиметријском записнику из 1930. године, стране 300, 301, 641 и 305, видљиво је да је детаљ снимљен поларном методом ауторедукционим даљиномером Breithaupt бр. 38022. Хоризонтални углови су мерени тако да најмања вредност која је читавана на хоризонталном лимбу износи 1', а дужине су читаване на вертикалној лети тако да је најмања читавана вредност 1dm. (Тач-

² У Инструкцији [8] се рачунање површина парцела поларним или кончаним планиметром сврстава у графичку методу. Међутим, у Практичној геодезији [1] и у Живковић, И., Топографски планови, Научна књига, Београд, 1983. године, рачунање површина парцела поларним или кончаним планиметром сврстава се у механички начин рачунања површина, што је сигурно прецизнија одредница за овај начин рачунања површина.

ност мерења дужина ауторедукционим даљиномерима са дијаграмом – којој конструктивној групи припада и Breithaupt – приближно је једнака тачности Reichenbach – овог даљиномера [1] и [3] она зависи од тачности вертикалног постављања мерне летве, тачности читања поделе на мерној летви и тачности мерења вертикалног угла – зенитног одстојања [3]; у пракси најбољи резултати постижу се у мерењу дужина до 100m уз грешку $m_s = \pm 14,1cm$ [3].) Поменути Правилник о катастарском премеравању III. део [10] прописао је да дужина визуре при тахиметријском снимању међних тачака не сме прећи 1,3 константе инструмента, а како су константе инструмента (и ауторедукционог даљиномера Breithaupt) углавном биле 100, можемо рећи да је дозвољена максимална дужина визуре при тахиметријском снимању у то време била 130m. Ако се пажљивије погледају тахиметријски записници уочава се да је доста велики број детаљних тачака снимљен, иако су дужине визуре биле доста преко 130m.

Детаљ са скице премера бр. 8/3 из 1930. године картиран је у размери 1:2500 – на Schoellers-Hammer папир – катастарски план – детаљни лист бр. 3 КО Р, а површине катастарских парцела тог премера рачунате су механичким начином рачунања – поларним планиметром Coradi бр. 4954. Односна међна линија налази се из

међу кат. парц. бр. 335 и кат. парц. бр. 336. У списак парцела КО Р. из 1935. године за кат. парц. бр. 335 уписана је површина 3334m² као њива 3 класе, а за кат. парц. бр. 336 уписана је површина 4579m² као њива 3 класе.

Данас можемо на основу података са скице премера бр. 8/3 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 Р. Нумеричким начином рачунања за кат. парц. бр. 335 добије се површина 3328m², а за кат. парц. бр. 336 добије се површина 4524m². Разлика између површина које су одређене механичким начином рачунања – поларним планиметром Coradi бр. 4954 и површина које су одређене нумеричким начином рачунања износи: за кат. парц. бр. 335 – $\Delta = 6m^2$, а за кат. парц. бр. 336 – $\Delta = 55m^2$.

Вредности за површине кат. парц. бр. 335 и кат. парц. бр. 336 израчунате нумеричким начином можемо упоредити са површинама које су за исте катастарске парцеле рачунате механичким начином рачунања, а на основу дозвољених одступања које се рачунају за размер 1:2500 по формули

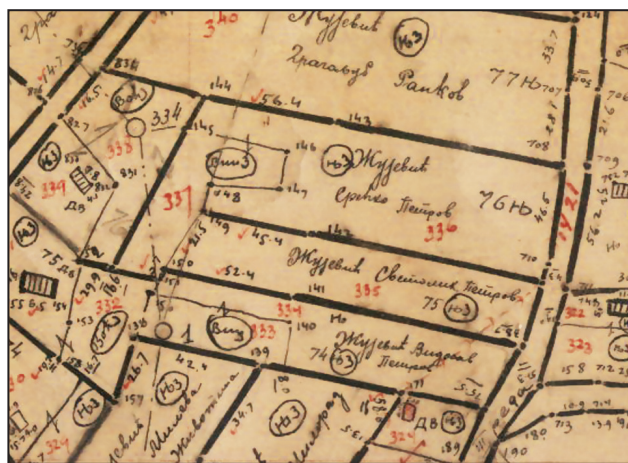
$$\Delta P \leq 1,00 \sqrt{P} \quad (1)$$

– члан 53. став 1. Инструкције за одржавање катастра земљишта [8] можемо извршити анализу њихове поузданости. Дозвољено одступање за кат. парц. бр. 335 износи $\Delta P = 58m^2$, а за кат. парц. бр. 336 износи $\Delta P = 68m^2$. Како се разлике између површина које су рачунате механичким начином рачунања и нумеричким начином налазе у границама дозвољених одступања можемо закључити да су површине које су уписане у списак парцела КО Р. 1935. године за кат. парц. бр. 335 и 336 поуздане.

3. О ОДРЖАВАЊУ КАТАСТРА ЗЕМЉИШТА

3.1. Одржавање премера и катастра земљишта

Како би документација премера и катастра земљишта у времену била усклађена, у погледу њеног садржаја, са стварним стањем на терену, мора се трајно одржавати. Законом и пратећим прописима о премеру и катастру земљишта је било одређено да одржавање премера и катастра земљишта обухвата праћење и утврђивање промена насталих на земљишту које утичу на податке премера и катастра земљишта те провођење утврђених промена на катастарским плановима и у осталим деловима катастарског оператера. Најзначајнија одредба прописа у техничком погледу је предвиђала да се промене настале на земљишту, њихова обрада и провођење кроз документацију премера и катастра земљишта морају изводити истом тачношћу која је примењена приликом премера и израде катастра земљишта. Дакле мо-



Слика 1: Скица премера бр. 8/3

ГЕНЕРАЛНА ДИРЕКЦИЈА КАТАСТРА								
ТАХИМЕТРИЈСКИ ЗАПИСНИК								
Страна 301								
Станица и висина инструмента	Визура	Хоризонтални угао	Одсецак на летви за дужине	Одсецак на летви за висине	Хоризонтално одстојање	Висинска разлика	Кота тачке	Приједба: Датум, време број инструмента и друго
1	2	3	C ₁	C ₂	C ₁ × 100	C ₂ × 20		
	√149	124 4 07	0 4 2 8	+ 0 0 2 8	42 80	+ 0 56		
	√150	125 0 54	0 2 2 8	+ 0 0 1 8	27 80	+ 0 36		
	√151	124 9 40	0 2 2 0	+ 0 0 2 0	22 00	+ 0 40		
	√152	123 35 24 44	0 2 0 0	+ 0 0 0 0	44 40	+ 0 90		

Слика 2: Нумерички подаци о снимању детаљне тачке бр. 149

жемо закључити да при одржавању премера и катастра земљишта није битно која ће се геодетска метода снимања применити, већ је значајно да се постигне задовољавајућа тачност снимања и на тај начин усклади стварно стање на терену и стање приказано на катастарским плановима.

У одржавању премера и катастра земљишта омеђавање – „премеравање у циљу обнове поседовних граница на темељу катастарских планова“ било је прописано Правилником о одржавању катастра у општинама у којима је катастар израђен на основу премера, VII део II одељак [11]. Геодетски стручњаци су омеђавање у сврху обнове међа могли подузети само у оним крајевима где су катастарски планови поуздани или ако је премер извршен, односно обновљен последњих година, и то само по захтеву сопственика и у случајевима када сви интересенти пристају на обнову међе. Правилник [11] је прописао да се под обновом поседовних међа једне парцеле подразумева:

– пренос облика односне парцеле из плана на терен са истим одстојањима и подацима, који су били уписани на детаљној скици и у другим записницима, а помоћу којих је и картирање на катастарском плану у своје време било извршено,

– омеђавање тих међа видним и трајним белегама.

Тачност тако обављене обнове међа мора бити таква да се накнадним контролним снимањем и картирањем односне парцеле добије исти облик који она има на катастарском плану.

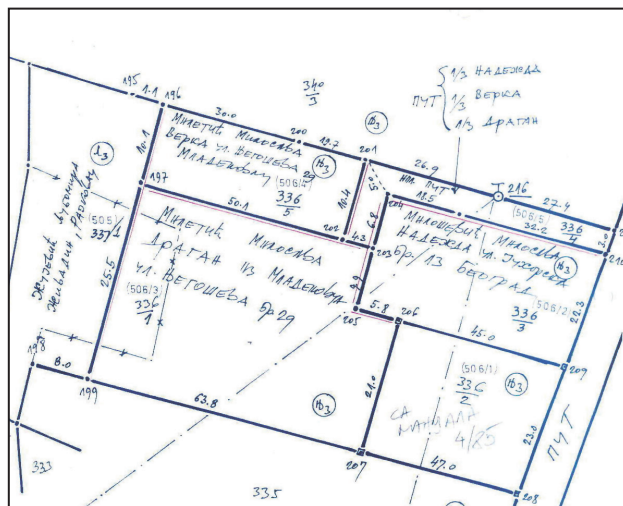
Посебно се истиче да се премеравање парцеле или целог поседа у сврху деобе није могло обављати док се претходно не би извршило омеђавање свих парцела које се премеравају и то прописаним видним и трајним белегама и то на начин да такво омеђавање признају сви заинтересовани поседници.

Правилник о геодетским радовима за посебне потребе [9] прописује процедуру обнове граница катастарских парцела на основу података важећег премера која је слична правилима Правилника о одржавању катастра у општинама у којима је катастра израђен на основу премера [11]. Омеђавање према Правилнику о геодетским радовима за посебне потребе [9] врши се на основу нумеричких података премера, истом методом и са исте геодетске основе која је коришћена у поступку премера или одржавања премера, а посебно се истиче да се омеђавање не може обавити без нумеричких података важећег премера. И овај правилник прописује да се омеђавање може обавити само када постоји сагласност свих заинтересованих међаша. Сигурно да у пракси већином геодетске организације омеђавање обављају на основу захтева корисника катастарске парцеле и без сагласности корисника суседних парцела, а да се омеђавање у техничком смислу обавља на основу постојећих података који увек и нису нумерички и са геодетске основе која није постојала приликом снимања у поступку премера и да са свим овим чињеницама не упознају заинтересоване странке.

3.2 Практични пример одржавања премера и катастра земљишта

У поступку одржавања катастра земљишта КО Р. међа на линија између катастарских парцела број 335 и 336 поново је 1985. године деломично снимљена приликом деобе катастарске парцеле број 336 – скица одржавања премера бр. 4/85. Односном деобом први пут је дељена катастарска парцела број 336 поларном методом снимања детаља, али тахиметријски записник са нумеричким подацима за детаљне тачке бр. 83, 84, 85, 86, 87 и 88 није сачуван. Детаљ са скице одржавања премера бр. 4/85 картиран је на катастарски план – детаљни лист бр. 3 КО Р. у размери 1:2500, а површине катастарских парцела које су настале деобом рачунате су механичким начином рачунања и за кат. парц. бр. 336/1 израчуната је површина од 3565m², а за ката. парц. бр. 336/2 површина од 1014m².

Катастарска парцела број 336/1 КО Р. дељена је 1986. године – скица одржавања премера бр. 20/86 и тада су поново снимљене и преломне међне тачке ката. парц. бр. 336/2 као детаљне тачке бр. 206, 207, 208 и 209, као и односна међна линија. И ова деоба урађена је поларном методом снимања детаља ауторедукционим даљинометром Dahlta 010 (углови су мерени – најмањи читани податак је 1°, а дужине – најмањи читани податак је 1dm), детаљ са скице одржавања премера бр. 20/86 картиран је на катастарски план – детаљни лист бр. 3 КО Р. у размери 1:2500, а површине катастарских парцела које су настале деобом рачунате су механичким начином рачунања. И овде на основу нумеричких података са скице одржавања премера бр. 20/86 и припадајућег тахиметријског записника данас се може нумеричким начином из координата детаљних тачака број 206, 207, 208 и 209 израчунати површина кат. парц. бр. 336/2 и добити вредност 1002m². Разлика између површине кат. пар. бр. 336/2 која је одређена механичким начином рачунања и површине која је одређена нумеричким начином рачунања



Слика 3: Скица одржавања премера бр. 20/86

DS 20/86

ТАХИМЕТРИЈСКИ ЗАПИСНИК ЗА

Станица I = vis. instr. R = rep. letve SD Datum	Vizura	Horizontalni ugao			Zenitna daljina III vertikalni ugao			Osećak na letvi za duž h ₀ h ₁ h ₂ h ₃ h ₄ - h ₀		Konstanta za visine H	Osećak na letvi za vis. h ₀ h ₁ h ₂ h ₃ - h ₀		Horiz. distan- cija D = (h ₁ - h ₀) ²
		°	'	"	°	'	"	mm	mm				
5216	01	238	19	✓									
i = 115	5215	213	46	30									
195	195	277	51	✓									77,6
DS = 20/86	196	272	55	✓									76,1
197	197	270	27	✓									77,2
	198	256	19	✓									92,8
	199	253	31	✓									86,0

Слика 4: Нумерички подаци о снимању детаљне тачке бр. 199

износи $\Delta = 12\text{m}^2$. Како дозвољено одступање рачунато за размер 1:2500 износи $\Delta P \leq 32\text{m}^2$ и овде можемо рећи да је површина ката. парц. бр. 336/2 која је 1986. године уписана у списак парцела при одржавању премера и катастра земљишта за КО Р. поуздана.

Упоредимо ли међну линију првобитног премера дефинисану координатама детаљних тачака бр. 149, 142 и детаљне тачке без броја која је апсцисно мерена на линији између детаљних тачака бр. 710 – 189 која се налази између катастарских парцела број 335 и 336 и која је снимљена 1930. године, са међном линијом дефинисаном координатама детаљних тачака бр. 199 – 207 – 208 која је снимљена 1986. године при одржавању премера и катастра земљишта између кат. пар. бр. 335 с једне стране и кат. пар. бр. 336/2 и 336/1 с друге стране, видимо да постоје мање разлике иако се ради о истој међној линији. Поменути разлике су резултат рада геодетског стручњака који је обављао деобу односног земљишта 1985. и 1986. године, којом приликом је највероватније морао извршити и обнављање међе између кат. пар. бр.

335 и 336 КО Р. на основу података првобитног премера за КО Р. из 1930. године, обележавање преломних тачака међе прописаним видним трајним белегама, а после свега снимање детаља тако обновљене међе и деобених тачака – скица одржавања премера бр. 20/86 и припадајући тахиметријски записник страна 37/86.

4. ОБНОВА ПРЕМЕРА И КАТАСТРА ЗЕМЉИШТА

Осамдесетих година прошлог века за подручје КО Р. извршена је обнова премера и катастра земљишта тако што је детаљ сниман аерофотограметријском методом.

Геодетску основу за снимање чинила је ново развијена полигонска мрежа између девет постојећих тргонометријских тачака. Стабилизација полигонских тачака извршена је каменим белегама (0,15 x 0,15 x 0,65) са болцном и подземним центром (бетонска плоча са бакарном жицом у средини). Углови у полигонској мрежи су мерени секундним теодолитом Wild T2 гирусном методом у три гируса, а дужине су мерене електронским даљиномером Wild DI-10 двоструко са једне станице. Координате полигонских тачака су изравнате методом за посредна мерења унутар појединих редова развијених полигонских влакова у координатном систему Gauss-Krüger – ове пројекције меридијанских зона.

Снимање детаља је обављено аерофотограметријском методом. Међне линије земљишта и објеката који се налазе на њима снимљене су на начин како су их сопственици, односно корисници тада обележили прописаним видним и трајним белегама, што је била обавеза сопственика, односно корисника непокретности прописана тада чланом 27. став 1. Закона о премери и катастру земљишта [5]. Пре прелета авиона сопственици, односно корисници земљишта су били у обавези да обаве фотосигнализацију сваке међне белеге плоча-

Табела 1: Површине катастарских парцела из пракичног примера кроз време¹

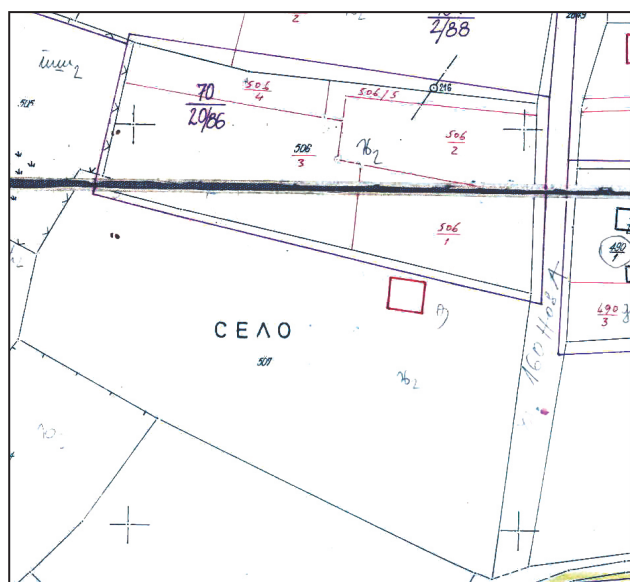
Премер 1930. год.			Премер 1980. год.		Деоба 1985. год.		Деоба 1986. год.		ДКП 2003. год.	
Број кат. парц.	Површина – механички m ²	Површина – нумерички m ²	Број кат. парц.	Површина – нумерички m ²	Број кат. парц.	Површина – механички m ²	Површина – нумерички m ²	Број кат. парц.	Површина – нумерички m ²	
333	803	772	507	7571				507/1	7411	
334	2852	2948							507/2	160
335	3334	3328								
Σ	6989	7048								
336	4579	4524	506	4175	336/1	3565	3522	506/2	3282	
					336/2	1014	1002	506/1	893	

¹ Површина 3282m² је збир површина катастарских парцела број 506/2, 506/3, 506/4 и 506/5.

ма обојеним белом бојом од лесонита, метала или пластике квадратног облика. Димензије постављених сигнала су зависиле о размери снимања.³

Картирање детаља је обављано унутар утврђених граница КО Р. у размери 1:1000, помоћу координатографа који су били повезани са инструментима за реституцију. За сваку тачку детаља која је фотосигналисана пре прелета авиона у инструменту за реституцију одређене су координате у координатном систему Gauss-Krüger – ове пројекције меридијанских зона. На основу тако одређених координата детаљних тачака извршено је картирање детаљних тачака на Schoellers-Hammer папиру и рачунање површина катастарских парцела и објеката нумеричким начином рачунања. И овде су површине катастарских парцела изравнате у оквиру површина група, а у утврђеним границама КО Р. Такође, на основу података који су прикупљени при дешифрацији фотоснимака формиран су поседовни листови, односно израђен је катастарски операт обнове премера и катастра земљишта за КО Р. који је изложен на јавни увид. Овде је потребно имати у виду да су координате детаљних тачака утврђене у инструментима за реституцију, у координатном систему Gauss-Krüger – ове пројекције меридијанских зона, одређене на основу аерофотограметријског снимања детаља, а да је то у односном примеру графичко – нумеричка метода снимања детаља [3].

Међутим, за највећи део катастарских општина у којима је осамдесетих година извршена обнова пре-



Слика 5: Индикациона скица Д. Л. бр. 14 – Обнова премера КО Р.

³ Пре картирања извршена је идентификација и дешифрација детаља на фотоскицама димензија 0,40x0,40m, у размерама погодним за исцртавање и исписивање дешифрованог детаља.

ра аерофотограметријском методом снимања, па и за КО Р, подаци катастарског оператера обнове премера и катастра земљишта нису, у складу са законом, решењем Републичког геодетског завода стављени у употребу и нису одржавани.

5. УСПОСТАВЉАЊЕ КАТАСТРА НЕПОКРЕТНОСТИ

5.1. Катастар непокретности израђен на основу података обнове премера

У току 2003. године израђен је и решењем директора РГЗ потврђен катастар непокретности за КО Р. Катастар непокретности за КО Р. урађен је на основу пројектног решења којим је предвиђено да основа за његову израду буду подаци обнове премера и катастра земљишта, а који су прикупљени аерофотограметријском методом снимања детаља осамдесетих година, односно на основу нумеричких података са детаљних листова катастарских планова у размери 1:1000 који су израђени на основу обнове премера.

Дигитални катастарски план израђен је на основу координата детаљних тачака обнове премера, које су приликом израде катастарских планова утврђене у инструментима за реституцију, у програмском систему *MapSoft*. Тако израђен дигитални катастарски план био је идентичан са катастарским плановима који су израђени на основу обнове премера. Овде је потребно истаћи да су међне линије које су “картиране” на дигиталном катастарском плану снимљене “из авиона” онако како су их сопственици, односно корисници непокретности тада обележили прописаним видљивим и трајним белегама. Свакако да се може поставити питање да ли су сопственици, односно корисници непокретности прецизно и на начин како је то прописано извршили обележавање непокретности, као и да ли су извршили прецизно и наложено фотосигнализације међних белега пре снимања. Такође се поставља питање, након што су израђени оригинали детаљних листова катастарских планова и катастарски операт за КО Р. и извршено излагање на јавни увид тих података, зашто тај катастарски операт катастра земљишта за КО Р. није потврђен решењем Републичког геодетског завода, стављен у употребу и одржаван.

Како катастарски планови и катастарски операт катастра земљишта израђени на основу обнове премера за КО Р. нису одржавани, приликом израде дигиталног катастарског плана су проведене – на основу података са скица одржавања премера и из тахиметријских записа, све промене које су настале на непокретностима и проведене у поступку одржавања премера и катастра земљишта за КО Р. од времена аерофотограметријског снимања детаља па до времена израде дигиталног катастарског плана.

Табела 2: Координате детаљних тачака исте међе кроз време

Премер 1930. год.		Премер 1980. год.		Деоба 1985. год.	Деоба 1986. год.		ДКП 2003. год.				
Бр. тачке	$Y_{Г.К.}/X_{Г.К.}$	Бр. тачке	$Y_{Г.К.}/X_{Г.К.}$		Бр. тачке	$Y_{Г.К.}/X_{Г.К.}$	Бр. тачке	$Y_{Г.К.}/X_{Г.К.}$			
710/1	7 476 001,04	3962	7 476 002,27	Недостаје тахиметријски записник	208	7 476 001,37	3962	7 476 002,27			
	4 925 058,67		4 925 061,56			4 925 058,98		4 925 061,56			
142	7 475 930,36	3938	7 475 912,66		207	7 475 995,59	17337	7 475 955,88			
	4 925 075,63		4 925 081,65			4 925 069,51		4 925 071,96			
	149		7 475 886,45		3937	7 475 886,71		198	7 475 886,54	3937	7 475 886,71
			4 925 088,08			4 925 088,24			4 925 088,42		4 925 088,24

5.2 Практични пример из катастра непокретности за КО Р.

Као што је то већ речено међна линија између катастарских парцела број 335 и 336 КО Р. снимљена је и одређена 1930. године на детаљној скици бр. 8/3 и у тахиметријском записнику стране 300, 301, 641 и 305, детаљним тачкама бр. 149, 142 и детаљном тачком без броја која је апсцисно мерена на линији између детаљних тачака бр. 710 – 189. Приликом обнове премера 1980. године иста међна линија је снимљена између катастарских парцела број 506 и 507 КО Р., а на основу координата детаљних тачака које су одређене у инструментима за реституцију на дигиталном катастарском плану за КО Р., у програмском систему *MapSoft*, означена је бројевима детаљних тачака 3937, 3938 и 3962 (овде је потребно нагласити да су међне тачке број 3937, 3938 и 3962 биле 1980. године приликом обнове премера обележене видним трајним белегама и фотосигналисани, на начин како су сопственици, односно корисници непокретности то тада урадили).

Како је вршена деоба катастарске парцеле број 336 КО Р. у одржавању катастра земљишта за КО Р. 1985. и 1986. године, то је приликом израде дигиталног катастарског плана за КО Р. проведена скица одржавања премера бр. 20/86 и припадајући тахиметријски записник страна 37/86 и формиране катастарске парцеле бр. 506/1, 506/2, 506/3, 506/4 и 506/5, али у оквиру међних линија катастарске парцеле број 506 које су снимљене обновом премера 1980. године и тада картиране на катастарском плану – детаљни лист бр. 14 КО Р. у размери 1:1000. Дакле, међна линија одређена на основу обнове премера на дигиталном катастарском плану међним тачкама број 3937, 3938 и 3962 није исправљана на основу нумеричких података са скице одржавања премера бр. 20/86 и припадајућег тахиметријског записника страница 37/86, већ је остала идентична оној која је картирана 1980. године на катастарском плану – детаљни лист бр. 14 КО Р. у размери 1:1000. То је проузроковало умањење површине катастарских парцела број 506/1 и 506/3 на

дигиталном катастарском плану, а самим тим и у катастру непокретности, с обзиром на површину утврђену у катастру земљишта, за вредности које су излазиле из граница дозвољених одступања прописаних за израду дигиталног катастарског плана, а које су прописане Уредбом о дигиталном геодетском плану [12], (за кат. парц. бр. 506/1 – 336/2 стари премер, разлика у површини износи 109m^2 , а дозвољено је $\delta P \leq 22\text{m}^2$).⁴

На дигиталном катастарском плану за КО Р. односном земљишту кат. пар. бр. 336/2 старог премера одговара кат. пар. бр. 506/1. У катастарском оперативном катастру непокретности за КО Р. кат. пар. бр. 506/1 је уписана са површином 893m^2 у лист непокретности број 708. Приликом излагања података катастра непокретности на јавни увид и утврђивању права на њима за КО Р., на излагање је два пута позиван и сопственик кат. пар. бр. 506/1, али се није одазвао позиву.

На овај начин израђен и изложен на јавни увид дигитални катастарски план и катастарски оперативни катастарски план непокретности за КО Р. потврђен је решењем Републичког геодетског завода у мају 2003. године, после чега је ступио на снагу и престали су да важе подаци катастра земљишта и земљишне књиге за КО Р.

6. ИСПРАВКА ПОДАТАКА КАТАСТРА НЕПОКРЕТНОСТИ

Односна међа утврђена је првобитним премером КО Р. 1930. године, када је означена детаљним тачкама бр. 149, 142 и детаљном тачком без броја која је апсцисно мерена на линији између детаљних тачака бр. 710 – 189, и на основу тих података одређена у катастру земљишта за КО Р., а тиме и у земљишној књизи за КО Р. Важно је уочити да је односна међа 1930. године снимљена између земљишта кат. парц. бр. 335 и кат. парц. бр. 336 које су коришћене као њиве, да до времена обнове премера

⁴ Поређење је извршено на основу површина, за кат. пар. бр. 506/1 КО Р. односно 336/2 првобитног премера КО Р., које су одређене нумеричком методом рачунања.

у поступку одржавања премера и катастра земљишта за КО Р. није било промене положаја, облика, површине и начина коришћења односно земљишта, „тако да је приликом обнове премера 1980. године односна међа требало бити обележена и фотосигналисана од стране сопственика, односно корисника непокретности на начин да буде идентична међи како је снимљена 1930. године“. Како то није био случај приликом обнове премера КО Р. 1980. године аерофотограметријском методом снимања утврђена је односна међна линија, која је касније на дигиталном катастарском плану КО Р. означена детаљним тачкама број 3937, 3938 и 3962, између катастарских парцела број 506 и 507 КО Р. које су тада коришћене као њива.

Упоредивањем нумеричких података добијених снимањем односне међе поларном методом 1930. године и нумеричких података за исту међу који су одређени у инструменту за реституцију приликом обнове премера и снимања аерофотограметријском методом утврђено је:

- да је 1980. године међа била померена на штету сопственика, корисника кат. парц. бр. 506 (кат. пар. бр. 336 стари премер) КО Р.,
- да се нумеричким начином рачунања може срачунати површина заузећа и да она износи 229m².

Како су кат. пар. бр. 506 и кат. пар. бр. 507 КО Р. коришћене као њива, намеће се закључак да је до заузећа дела кат. пар. бр. 506 дошло због начина коришћења односно земљишта – преоравања међе и да је 1980. године тако преорана међа обележена и фотосигналисана, а касније снимљена аерофотограметријском методом.

Године 1985. и 1986. вршена је деоба односно земљишта кат. пар. бр. 336 у поступку одржавања премера и катастра земљишта КО Р, и том приликом је највероватније односна међа обновљена и враћена на стање како је била снимљена 1930. године (о чему не постоји никаква белешка у теренском записнику), што потврђују подаци о поларном снимању односне деобе – скица одржавања премера 20/86 и припадајући тахиметријски записник страна 37/86. Свакако да је обнављање међне линије урађено са тачношћу коју је тада омогућавао расположиви инструментарији за снимање детаља – ауторедукциони даљиномер Dahlta 010, као и стручност и одговорност при раду геодетских стручњака и помоћних радника. Односна међа је 1986. године приликом деобе земљишта кат. парц. бр. 336 КО Р. вероватно обележена прописаним видним трајним белегама (о чему такође не постоји никаква белешка у теренском записнику), белеге и данас постоје на терену. На кат. пар. бр. 336/2 (кат. пар. бр. 506/1 обнова премера) се данас налази изграђен објекат, а са свих страна ово земљиште је ограђено – жичана ограда на бетонским стубовима.

Уз услов да заинтересовани сопственици пристану на то (сопственик кат. пар. бр. 507/1 КО Р.), што треба констатовати у записнику управног предмета, овако утврђену грешку на дигиталном катастарском плану и

у катастарском оперативном катастру непокретности треба исправити – члан 137. Закона [7]. У односном практичном примеру међа између катастарских парцела број 506 и 507 КО Р. (прецизније 506/1 и 506/3 с једне стране и 507/1 с друге стране), требало би да се исправи на дигиталном катастарском плану и у катастарском оперативном катастру непокретности КО Р. на основу нумеричких података – скица одржавања премера бр. 20/86 и припадајућег тахиметријског записника страна 37/86 (координате детаљних тачака – на скици одржавања премера бр. 20/86, број 199 – 207 – 208).

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Маџарол, С., Практична геодезија, Техничка књига, Загреб, 1978.
- [2] Маџарац, Љ., Уређивање међа у управном и судском поступку, Геодетски лист, 1991, 7-9, 279-289.
- [3] Михаиловић, К., и Врачарић, К., Геодезија I, Научна књига, Београд, 1989.
- [4] Закон о катастру земљишта, Службене новине 14-VIII/1929.
- [5] Закона о премеру и катастру земљишта, Службени гласник СРС, бр. 11/76.
- [6] Закона о државном премеру и катастру и уписима права на непокретностима, Службени гласник РС, бр. 83/92, 53/93, 67/93, 48/94, 12/96, 15/96, 34/2001 и 25/2002.
- [7] Закон о државном премеру и катастру, Службени гласник РС, бр. 72/2009.
- [8] Инструкција за одржавање катастра земљишта, 01 број 95-78/99, Директор РГЗ, Београд, 2000.
- [9] Правилник о геодетским радовима за посебне потребе, Службени гласник РС, бр. 46/99.
- [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.
- [12] Уредба о дигиталном геодетском плану, Службени гласник РС, бр. 15/2003.

АУТОМАТСКА НАКНАДНА ОБРАДА ПОДАТАКА У НАЦИОНАЛНОЈ МРЕЖИ ПЕРМАНЕНТНИХ СТАНИЦА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ АГРОС

Саша Лазич, дипл.геод.инж.¹

Стручни рад
УДК:[528.3 + 629.7.08] : [004 + 528.06](497.11)

РЕЗИМЕ

Сервис је намењен за обраду статичких података опажања мерењем позиције GPS уређајем тачака у центиметарској тачности коришћењем најближих AGROS станица. Нова верзија софтвера је имплементирана почетком 2009.године.

Основа овог текста је приказ параметара квалитета мерених тачака са подржаним GPS антенама. За овај текст извршена су мерења 9 тачака на којим је период опажања износио сат времена. Подаци су обрађени сервисом за аутоматску накнадну обраду података.

Кључне речи: GPS, AGROS, Аутоматска накнадна обрада података.

AUTOMATIC DATA PROCESSING OF NATIONAL NETWORK OF SERBIAN AGROS PERMANENT STATION

Saša Lazić, grad.geod.eng.

ABSTRACT

The service is designed to process static data observations measuring positions of points with the GPS in centimeter accuracy using nearest station AGROS. New version of software was implementing early 2009.

The basis of this text is presents the quality parameters of measured points with supported GPS antenna. For this article were performed measuring 9 points on which the period of observation amounted to an hour. Data were processed using the service for the subsequent automatic data processing.

Key words: GPS, AGROS, Subsequent automatic data processing.

1. УВОД

Успостављање сервиса аутоматске обраде података, који је најављен на првој корисничкој конференцији одржане у априлу месецу 2008. године, успешно завршен и тестиран почетком 2009. године. Сервис је успостављен уз помоћ колега из Шведског контролног центра система перманентних станица SWEPOS.

Новоимплементирани сервис омогућује корисницима да слањем својих података добију обрађене податке у кратком временском периоду, у координатном систему који је материјализован системом перманентних станица АГРОС.

Резултат аутоматске накнадне обраде мора да задовољи одређене критеријуме.

Критеријуми су преузети из система перманентних станица SWEPOS (Табела 1.1).

2. АУТОМАТСКА НАКНАДНА ОБРАДА

Аутоматска накнадна обрада је развијена за потребе високо прецизних радова као и за потребе послова у катастру на подручјима где нема могућности приступа систему путем интернета. Развијен је од стране Шведских стручњака 2000. године од када је и оперативан. С обзиром да је концепција и принцип развоја националних мрежа GNSS станица у Краљевини Шведској и Републици Србији потпуно исти, у мрежу АГРОС је имплементиран овај сервис.

Принцип рада сервиса за аутоматску обраду података је да корисник шаље податке у RINEX формату путем интернета на e-mail agros@rgz.gov.rs. Подаци морају да садрже податке опажања на обе фреквенције. Прослеђен период регистрације од стране корисника би требао бити 30 секунди. Подаци који стигну са периодом регистрације већим или мањим од 30 секунди, након провере RINEX фајла, систем генерише и ставља под разумевану вредност од 30 секунди. Такође корисник

¹ Републички геодетски завод, Сектор за основне геодетске радове, Булевар војводе Мишића 39, Београд, GNSS WEB администратор, e-mail: slazic@rgz.gov.rs, agros@rgz.gov.rs

може да изабере број перманентних станица са којих жели да му се обради послати RINEX фајл, подразумевана вредност је 5. Након пријема подаци садржани у RINEX фајлу се проверавају и шаљу серверу на обраду у Bernese програмском пакету. Обрада података се може обавити на основу брзих, ултра брзих и прецизних ефемерида, које су дате у бинарном sp3 формату. Ово је још једна могућност избора корисника који је послао захтев за аутоматску накнадну обраду података.

Период креирања ефемерида, у зависности од типа ефемерида је у распону од неколико сати до неколико дана. Од избора типа ефемерида зависи и ниво тачности добијених координата. Време неопходно за креирање ефемерида можете видети на сајту <http://igsb.jpl.nasa.gov/components/prods.html>. Подразумевана вредност су прецизне ефемериде које се чекају око 15 дана. Centre of Orbit Determination in Europe (CODE) је институција која дистрибуира ефемериде и земљине оријентационе параметре за процесирање. Подаци за креирање ефемерида се базирају на станицама International GNSS Service (IGS). IGS представља глобалну подршку за накнадну обраду података са 350 станица преко којих се прерачунавају прецизне ефемериде, часовне корекције, атмосферски подаци и земљини оријентациони параметри. IGS је врло важан елемент код дефинисања интернационалних референтних система ITRS [1].

После преузимања креираних ефемерида од стране CODE програмски пакет за десетак минута обрађује послат захтев, RINEX фајл, и враћа путем електронске поште кориснику са извештајем.

Извештај се састоји од идентификационих параметара корисника, антене, датума, времена и од назива перманентних станица са којих је вршена обрада података. Затим типа ефемерида које су коришћене за обраду, извештаја о квалитету мерења, изгубљеним епохама, правоуглим и геодетским координатама, дужинама вектора са средњим квадратним грешкама, средњом квадратном грешком трансформације, тест елевације променом елевационог угла, поређењем фиксних и приближних вредности координата и на крају критеријуми задовољавања услова који су преузети из Шведске мреже перманентних станица, Табела 1.1.

Табела 1.1: Критеријуми система перманентних станица SWEPOS

Amb Res	> 30 % (mean value)
Ambiguity resolution: RMS in fixed solution:	RMS < 3 mm
Helmert transformation: RMS of transformation	< 10 mm
Elevation cut-off test:	Difference in height < 30 mm

3. RINEX

Први предлог израде Receiver Independent Exchange Format RINEX [3] дат је од стране Astronomica Institute

of the University of Berne. Идеја је проистекла из прве велике GPS кампање, EUREF 89, у којој је учествовало преко 60 пријемника свих произвођача геодетске опреме, ради лакше размене прикупљених GPS података.

До сада су публикована и реализована два формата:

- Оригинални RINEX ver.1 која је публикована и прихваћена на петом међународном геодетском симпозијуму сателитског позиционирања, International Geodetic Symposium on Satellite Positioning у Las Cruces, 1989. године у Мексику.
- Друга верзија RINEX-а презентована је и приказана на другом симпозијуму прецизног позиционирања, Second International Symposium of Precise Positioning with the Global positioning system у Ottawa, 1990. године, где се највише промена види у могућности праћења података различитих сателитских система.

У наредном периоду настало је низ подверзија RINEX формата ver.2.xx које су дефинисале:

- Верзија 2.10 – узимала је у обзир не само целобројне секунде већ и јачину сировог сигнала као нови податак опажања, 2002. година.
- Верзија 2.11 – укључила је праћење L2C сигнала као и промене код GEO, NAS и MESS фајлова, 2005. година.
- Верзија 2.20 – незванична верзија која се користи за праћење промена временског интервала пријемника у IGS LEO пилот пројекту.

Нови обрт настаје појавом идеје за новим форматима, који би били способни за праћење више од једног сателитског система, са различитим типовима опажања, као и о новој структури података која мора бити модификована у односу на старије верзије RINEX формата.

RINEX формат у верзији 3.0 састављен је од три типа ASCII фајла и то:

- Фајл са опајачким подацима
- Фајл са навигационим порукама
- Фајл са метеоролошким подацима

Сваки од ових фајлова садржи header секцију, као и своју секцију са подацима. Формат је оптимизован на минимални запис независно од броја и типа опажања или типа сателитског система, где не постоји ограничење у дужини записа.

4. ПРОГРАМ BERNESE

Овај програмски пакет за накнадну обраду података је развијен на универзитету у Берну, Швајцарској. Дизајниран је тако да је инсталација једноставна на различитим компјутерским платформама и састоји се од многобројних програма који су развијени у FORTRAN окружењу. Сви ови програми се аутоматски извршавају један по један тако да је кориснику омогућено да прави окружења и операције које му одговарају.

Верзија која се користи у контролном центру АГРОС мреже је 5.0.

Сервис аутоматске накнадне обраде података користи ове погодности програмског пакета Bernese и са низом програма који се извршавају одређеним редом обавља процес обраде података. Редослед операција је следећи:

- Први корак је превођење односно конвертовање примљених података у Bernese формат [2].
- Затим се преко ефемерида које дефинише CODE одређује положај сателита на сваких 15 минута.
- Корекција часовника дефинисана пријемником се одређује за сваку епоху понаособ као апсолутно позиционирање.
- Вектори, базне линије, до тачке чија се позиција одређује се прерачунавају преко најближе изабраних перманентних станица мреже АГРОС.
- Следи одређивање приближних координата тражене тачке.
- Након овога се покрећу програми Quasi Ionosphere Free algorithm (QIF)
- Тропосферски параметри се користе у финалној обради када се врши изравнање базних линија, од минимално 5 перманентних станица АГРОС мреже.
- Након овога се врши трансформација координата

5. СТРАТЕГИЈА ВИШЕСТРУКИХ РЕШЕЊА

У Bernese програмском пакету се користи стратегија вишеструких решења преко програма ROUND, SIGMA, SEARCH и QUIF. Избором стартегије бирају се различите могућности које могу бити узете у обзир, као на пример дужина базне линије или дужина сесије. У случају дугачких базних линија преко 200 km неопходно је користити обе фреквенције за решење јоносферских кашњења.

Сервис за аутоматску обраду података је базиран на:

- QUIF – користи обе фреквенције и погодан је за растојања од 10 – 100 km.
- SEARCH – који се користи за кратке базне линије и кратке сесије, коришћењем обе фреквенције.
- SIGMA - за веома кратке базне линије до пар километара и кратке сесије, коришћењем обе фреквенције.

6. МЕТОДЕ АНАЛИЗЕ

Све методе анализе су урађене у Microsoft Office – Excel програмском пакету. Вршена су два типа статистичких анализа, грешка положаја и грешка расподеле.

Средње одступање приказује вредност одступања за сва мерења. Средње одступање је срачунато преко формуле:

$$m = \frac{\sum e}{n}$$

Где e представља разлику срачунатих и датих вредности координата, док n представља број мерења.

Тачност рачунања се представља као стандардна девијација и показује расипање око средње вредности мерења.

$$s = \sqrt{\frac{(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Тачност описана расипањем у околини праве вредности је срачуната и приказана преко RMS параметра, преко формуле

$$\hat{s} = \sqrt{\frac{e^2}{n}}$$

Без обзира на то што је добијена прецизност у границама толеранције могуће је постојање грубих грешака. За проверу грубих грешака средње одступање се упоређује са стандардном грешком јединице тежине S_m . Систематска грешка ће бити откривена статистичким тестом ако је стандардно одступање веће од стандардне грешке јединице тежине, са фактором ризика α и са степеном поверења t .

У овом случају за фактор ризика α је усвојено 5%, а степен поверења 95%.

Стандардна грешка средине је рачуната преко једначине

$$S_m = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

7. РЕЗУЛТАТИ

Испитивање рада сервиса аутоматска накнадна обрада је обављено на тачкама SREF мреже. У фебруару месецу 2009. године због потребе ревитализације мреже извршена су мерења на тачки R761A. Опажања на референтну тачку су извршена са тачака R759, R040, R041, R043, R051, R801, R809 и R811. Период опажања је износио сат времена. Мерења су вршена методом релативног статичког позиционирања са интервалом регистрације од 15 секунди. За мерења су коришћени комплети пријемника Trimble 5700 са пратећом опремом

Координатне разлике између познатих позиција и позиција добијених накнадном обрадом података помоћу сервиса аутоматска накнадна обрада података приказане су у табели 7.1.

Табела 7.1: Координатне разлике у метрима

Тачка	dX	dY	dZ
R759	-0.021	-0.008	-0.017
R761A	0.038	0.029	0.031
R040	0.015	0.014	0.023
R041	0.007	-0.032	0.006
R043	0.048	0.003	0.064
R051	-0.025	-0.008	-0.017
R801	-0.003	-0.015	0.010
R809	-0.012	-0.033	-0.023
R811	0.011	-0.030	-0.087

У табели 7.2 је дат приказ растојања окупираних тачака до најближе перманентне станице система АГРОС. Такође је дат приказ Ambiguity (неодређен број целобројних таласних дужина) у процентима за сваку тачку са свих пет перманентних станица, као и њихова минимална и средња вредност.

Табела 7.2: Растојања и таласне дужине

Тачка	Растојање	Amb1	Amb2	Amb3	Amb4	Amb5	min Amb	Сред. Amb
R759	44.8	80.0	55.6	80.0	60.0	90.0	55.6	73.1
R761A	39.7	60.0	50.0	30.0	50.0		30.0	38.0
R040	26.9	77.8	66.7	66.7	77.8	75.0	66.7	72.8
R041	32.8	77.8	22.2	88.9	22.2	25.0	22.2	47.2
R043	19.7	90.9	81.8	90.9	91.7	90.9	81.8	89.2
R051	36.2	63.6	90.9	91.7	81.8	88.9	63.6	83.4
R801	32.8	80.0	80.0	40.0	80.0		40.0	56.0
R809	21.7	87.5	75.0	87.5	87.5		75.0	67.5
R811	27.8	77.8	87.5	87.5	75.0	87.5	75.0	83.1

Неки од параметара квалитета су приказани у табели 7.3. Вредности параметара су добијени коришћењем Bernese програмског пакета.

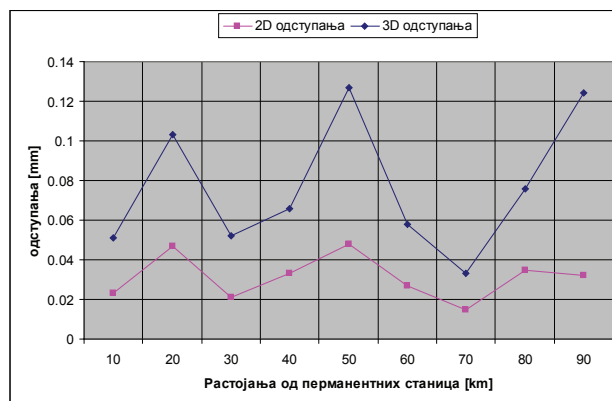
Табела 7.3: Параметри квалитета

Тачка	RMS multistation	Стандардна девијација јед. тежине	RMS по компонентама		
			North	East	Up
R759	1.1	6.4	5.8	19.4	15.3
R761A	1.2	10.7	11.8	22.1	8.4
R040	1.2	7.0	3.3	7.1	7.1
R041	1.1	16.7	9.6	38.3	6.6
R043	1.3	10.0	2.6	6.2	13.3
R051	1.2	8.6	3.6	7.3	10.1
R801	1.1	9.4	10.1	17.6	0.1
R809	1.1	6.2	3.7	7.3	3.2
R811	1.1	8.9	6.0	10.5	5.7

У Табели 7.4. је приказано испуњење квалитета излазних података са задатим критеријумима који су преузети из мреже перманентних станица Шведске. Задати критеријуми су дати у Табели 1.1.

Графички приказ одступања тачака по положају као и одступања тачака по све три компоненте је дат на графику 7.1.

График 7.1: Одступање тачака 2D и 3D



Посматрајући Табелу 7.4. са добијеним критеријумима може се закључити да је проценат Ambiguity (неодређен број целобројних таласних дужина) јако добар изузев у два случаја где је вредност испод 50%. Разлог слабог процента је вегетација која је постојала на тачкама приликом мерења.

Табела 7.4: Квалитет излазног податка

	Ambiguity resolution: Mean value %	RMS in fixed solution Mm	Helmert transformation RMS of transformation mm	Elevation cut-off test mm
R759	76.3	1.1	6.4	30.0
R761A	47.5	1.2	10.7	-15.0
R040	72.7	1.2	7.0	-33.0
R041	47.7	1.1	16.7	-27.0
R043	89.3	1.3	10.0	-24.0
R051	83.3	1.2	8.6	-30.0
R801	70.0	1.1	9.4	-31.0
R809	79.4	1.1	6.2	5.0
R811	82.9	1.1	8.9	-21.0

Сви остали критеријуми су задовољавајући.

8. ЗАКЉУЧАК

Текст је написан у циљу појашњења једног од сервиса који пружа национална мрежа перманентних станица Републике Србије. Надамо се да је текст дао јаснији увид корисницима система АГРОС о погодностима и начину коришћења оваквог сервиса. Сервис аутоматске накнадне обраде података је намењен корисницима који мрежу перманентних станица Републике Србије користе у високо прецизним геодетским радовима, инжењерској геодезији и у подручјима који су нису покривени сигнаlima мобилних оператера.

Поред наведеног у овом тексту је покушано да се у кратким цртама да историјски развој RINEX формата, са кратким описом садржаја различитих типова RINEX формата.

Приказан је кратак опис Bernese програмског пакета и појашњења корака који су коришћени у овом софтверу за потребе испитивања квалитета сервиса накнадне обраде података.

У тексту је дат приказ начина анализе са табеларним и графичким приказима добијених резултата.

Из свега приложеног се може извести закључак да мрежа перманентних станица Србије задовољава све оштре критеријуме квалитета. Сва мерења су обављена без грубих грешака, добијени резултати су у границама дозвољених одступања.

Обрађени подаци су задовољили изузетно оштре критеријуме, тако да се може рећи да је мрежа перманентних станица Републике Србије квалитетан и поуздан систем.

9. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Boucher C., Z. Altamimi, and P. Sillard, The 1997 International Terrestrial Reference Frame (ITRF97), IERS Technical Note 27, Observatoire de Paris, 1999.
- [2] Dach, R., Hugentobler, U., Fridez, P., Meindl, M. (eds) (2007), Bernese GPS Software Version 5.0, Astronomical Institute of the University of Bern, Switzerland
- [3] Werner Gurtner, Astronomical Institute University of Bern, The Receiver Independent Exchange Format Version 3.00, <ftp://ftp.unibe.ch/aiub/rinex/rinex300.pdf>

АНАЛИЗА МЕТОДА ИНТЕРПОЛАЦИЈА КРИВИХ ЛИНИЈА

Јелена Шкрњуг, дипл. инж. геод.¹
Срђан Ђаловић, дипл. инж. геод.²

Стручни рад
УДК: [517.518.85 + 519.65] : 004.925.86

РЕЗИМЕ

У раду је дата анализа различитих типова интерполација и апроксимација кривих линија узимајући у обзир једноставност поступака за рачунање и добијање графика, понашања кривих у зависности од употребе различитог броја интервала.

Кључне речи: интерполација, сплајн функције, дискретне тачке, дигитални модел терена.

ANALYSIS OF CURVE INTERPOLATION METHODS

Jelena Škrnjug, grad. geod. ing.
Srđan Đalović, grad. geod. ing.

ABSTRACT

The paper analyzes different types of data interpolation and approximation of curves by taking into account the simplicity of procedures for calculating and obtaining the chart, behavior curves depending on the use of different number of intervals.

Key words: interpolation, spline function, discrete points, digital terrain model.

1. УВОД

Дигитални модели терена су данас честа тема научног истраживања у свету као и код нас. Он се може дефинисати као упрошћен реални модел терена и добија се формирањем континуума дискретних тачака. Из овога произилази да се дигитални модел терена може дефинисати као математичка представа континуалне површи терена преко скупа изабраних тачака терена чије су координате познате (X, Y, H) у произвољном координатном систему и при том су смештене у рачунарску базу података којима се манипулише преко одговарајућих софтвера. То подразумева тачно дефинисану математичку површ и могућност добијања вредности функционала површи у свим тачкама терена. Овај поступак се најчешће изводи применом разних метода интерполације. Многи аутори често називају дигитални модел терена као дигитални модел површи или дигитални топографски модел кога чине алгоритми који описују геометрију топографских објеката. За израду ДМТ-а, користе се стандардни ГИС алати који су данас веома често у употреби. Како је дигитални модел терена углавном сачињен од велике количине података, приликом његове израде треба водити рачуна о правилном избору структуре података као и избору одговарајуће методе интерполације. Која ће метода интерполације бити употребљена за израду дигиталног модела терена зависи од једноставности поступка за рачунање, броја употребљених интервала, утицаја околних тачака на резултат као и обезбеђивања боље закривљености.

У раду су дате криве линије које се могу добити на основу дискретних тачака. Овај поступак се у математици назива 'интерполација кривих линија'. Постоји више типова интерполација. Овде су приказане следеће:

- полиномска интерполација;
- сплајн функције (спојени полиноми);
- Акима интерполација;
- Беселова интерполација;
- Bezier-ове криве.

За сваку од горе наведених интерполација урађена су по два нумеричка примера. Сва неопходна рачунања извршена су уз помоћ програмских пакета 'MATLAB' и 'Microsoft Office Excel'.

2. ИНТЕРПОЛАЦИЈА КРИВИХ ЛИНИЈА

Најједноставнија дефиниција интерполације може се објаснити следећим поступком. На одсечку $[a, b]$ дато је $n+1$ тачака x_0, x_1, \dots, x_n које се називају *чворовима интерполације*, и вредности неке функције $f(x)$ у тим тачкама,

$$f(x_0)=y_0, f(x_1)=y_1, \dots, f(x_n)=y_n.$$

^{1,2} Републички геодетски завод, Сектор за основне геодетске радове, Булевар војводе Мишића 39, Београд,
e-mail: jdjokic@rgz.gov.rs, sdjalovic@rgz.gov.rs

Треба наћи функцију $F(x)$ (интерполациону функцију) која припада познатој класи и која поприма вредности у чворовима таквог значења као и $f(x)$, тј. таква да је:

$$F(x_0)=y_0, F(x_1)=y_1, \dots, F(x_n)=y_n. \tag{2.1}$$

Геометријски то значи да је потребно наћи криву $y=F(x)$ неког одређеног типа, која пролази кроз задати систем тачака $M_i(x_i, y_i)$ ($i=0, 1, 2, \dots$).

Код такве опште поставке задатак може имати бесконачно много решења или немати решења.

2.1. Полиномска интерполација

Задатак интерполације ће бити једнозначан, ако уместо произвољне функције $F(x)$ тражимо полином $S(x)$, у даљем тексту $S(T)$, степена не већег од n , који испуњава услове (израз 2.1).

Кроз n дискретних тачака (чворова) може се провући полином $n-1$ степена и то:

$$S = S(T) = a_0 + a_1T + a_2T^2 + \dots + a_{n-1}T^{n-1}. \tag{2.2}$$

Коефицијенти полинома a_i могу се добити из следећег линеарног система једначина:

$$S_i = a_0 + T_i a_1 + T_i^2 a_2 + \dots + T_i^{n-1} a_{n-1}, \quad i = 1(1)n. \tag{2.3}$$

Ако се за n одабере 10 добија се полином 9-ог реда. За нумерички пример 1 који је дат у табели 2.1.1. добија се следећи систем једначина са решењима који представљају коефицијенте полинома (Слика 2.1.1.).

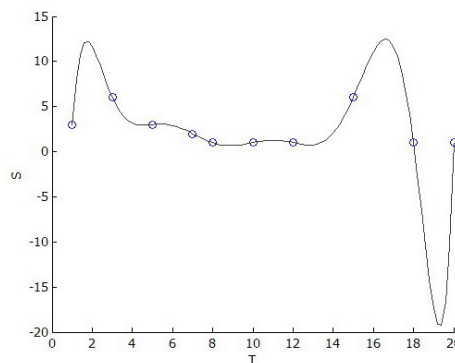
Табела 2.1.1. Вредности за S и T неопходни за решавање система линеарних једначина (2.3) – нумерички пример 1

T_i	1	3	5	7	8	10	12	15	18	20
S_i	3	6	3	2	1	1	1	6	1	1

$$\begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \\ a_5 \\ a_6 \\ a_7 \\ a_8 \\ a_9 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -87,1016 \\ 176,8767 \\ -121,6954 \\ 42,5829 \\ -8,6663 \\ 1,0842 \\ -0,0844 \\ 0,0039 \\ -0,0001 \\ 1,15E-06 \end{bmatrix}$$

Слика 2.1.1. Коефицијенти полинома – нумерички пример 1

На слици 2.1.2. приказана је интерполована крива у интервалу $T \in [1, 20]$ као и њене дате тачке са својим координатама.



Слика 2.1.2. Полиномска интерполација – нумерички пример 1

На исти начин добија се систем једначина за други нумерички пример који је дат у табели 2.1.2., док је решење система линеарних једначина који одговара овом примеру приказан на слици 2.1.3.

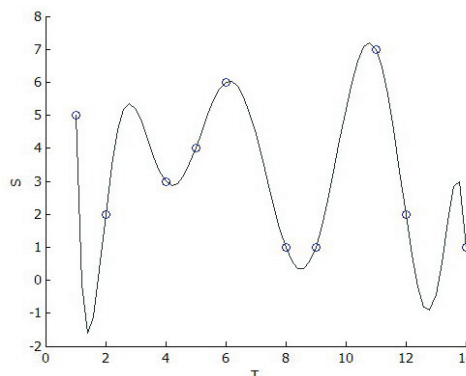
Табела 2.1.2. Вредности за S и T неопходни за решавање система линеарних једначина (2.3) – нумерички пример 2

T_i	1	2	4	5	6	8	9	11	12	14
S_i	5	2	3	4	6	1	1	7	2	1

$$\begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \\ a_5 \\ a_6 \\ a_7 \\ a_8 \\ a_9 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 193,5179 \\ -449,1012 \\ 408,2145 \\ -192,4824 \\ 52,8817 \\ -8,9032 \\ 0,9291 \\ -0,0585 \\ 0,0020 \\ -2,997E-05 \end{bmatrix}$$

Слика 2.1.3. Коефицијенти полинома – нумерички пример 2

Слика 2.1.4. приказује интерполовану криву за интервал $T \in [1, 14]$ са својим датим координатама. За сваку координату T може се срачунати одговарајућа S координата применом израза 2.2.



Слика 2.1.4. Полиномска интерполација – нумерички пример 2

2.2. Сплајн функције (спојени полиноми)

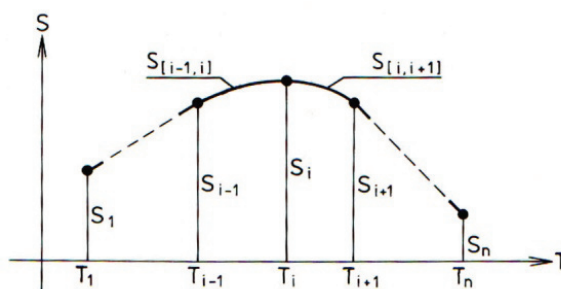
Због великог броја интервала, јављају се тешкоће приликом интерполације, најпре због мале тачности између чворних тачака као и колебања интерполације на крајевима интервала, због чега долази до деформација интерполационе криве. Зато је неопходно полином са већим бројем степени заменити са више полинома нижег степена који се надовезују један на други.

За апроксимацију линија у дигиталним топографским моделима најчешће се примењује полиномом трећег степена.

Овај полином, за интервал $[T_i, T_{i+1}]$ има облик (израз 2.4):

$$S_{[i,i+1]} = a_{0[i,i+1]} + a_{1[i,i+1]}(T - T_i) + a_{2[i,i+1]}(T - T_i)^2 + a_{3[i,i+1]}(T - T_i)^3 \quad T \in [T_i, T_{i+1}] \quad (2.4)$$

За n датих тачака са њиховим координатама T_i и S_i , тада се може одредити заједничка функција (Слика 2.2.1) од $n-1$ кубних полинома (израз 2.4).



Слика 2.2.1. Појединачни полиноми

Први извод $S'_{[i,i+1]}$ и други извод $S''_{[i,i+1]}$ кубног полинома $S_{[i,i+1]}$ могу се добити из (2.4) и то:

$$\begin{aligned} S'_{[i,i+1]} &= a_{1[i,i+1]} + 2a_{2[i,i+1]}(T - T_i) + 3a_{3[i,i+1]}(T - T_i)^2 \\ S''_{[i,i+1]} &= 2a_{2[i,i+1]} + 6a_{3[i,i+1]}(T - T_i) \end{aligned} \quad T \in [T_i, T_{i+1}] \quad (2.5)$$

За добијање свих $4(n-1)$ коефицијената полинома a_k на основу n датих тачака са њиховим координатама T_i и S_i користе се следеће једначине:

За сваки $(n-1)$ полином (2.4) две једначине са координатама датих тачака T_i, S_i и T_{i+1}, S_{i+1} :

$$\begin{aligned} S_i &= a_{0[i,i+1]} \\ S_{i+1} &= a_{0[i,i+1]} + a_{1[i,i+1]}(T_{i+1} - T_i) + a_{2[i,i+1]}(T_{i+1} - T_i)^2 + a_{3[i,i+1]}(T_{i+1} - T_i)^3 \end{aligned} \quad (2.6)$$

У сваком $(n-2)$ унутрашњем чвору морају бити једнаки леви и десни први изводи (2.5), односно:

$$\begin{aligned} S'_{[i-1,i]} &= S'_{[i,i+1]} \\ a_{1[i-1,i]} + 2a_{2[i-1,i]}(T_i - T_{i-1}) + 3a_{3[i-1,i]}(T_i - T_{i-1})^2 &= a_{1[i,i+1]} \end{aligned} \quad (2.7)$$

Такође, у сваком $(n-2)$ унутрашњем чвору морају бити једнаки леви и десни други изводи (2.5), односно:

$$\begin{aligned} S''_{[i-1,i]} &= S''_{[i,i+1]} \\ 2a_{2[i-1,i]} + 6a_{3[i-1,i]}(T_i - T_{i-1}) &= 2a_{2[i,i+1]} \end{aligned} \quad (2.8)$$

Када суочимо $4(n-1)$ непознатих са $2(n-1)+2(n-2)=4(n-1) - 2$ једначина показује да недостају још две једначине. За периодичну функцију, која постоји на пример код затворених кривих, обе једначине се могу добити преко израза (2.7) и (2.8) и гласе:

$$\begin{aligned}
 a_{1[n-1,n]} + 2a_{2[n-1,n]}(T_n - T_{n-1}) + 3a_{3[n-1,n]}(T_n - T_{n-1})^2 &= a_{1[1,2]} \\
 2a_{2[n-1,n]} + 6a_{3[n-1,n]}(T_n - T_{n-1}) &= 2a_{2[1,2]}
 \end{aligned}
 \tag{2.9}$$

За непериодичну функцију, други извод S'' је у првој и n -тој тачки једнак нули, тј. у крајњим датим тачкама функција има праву линију, односно функција код обе крајње тачке има:

$$\begin{aligned}
 S_1'' &= 0 = 2a_{2[1,2]} \\
 S_n'' &= 0 = 2a_{2[n-1,n]} + 6a_{3[n-1,n]}(T_n - T_{n-1})
 \end{aligned}
 \tag{2.10}$$

Решење $4(n-1)$ једначине (2.6) до (2.9), односно (2.10) за $4(n-1)$ коефицијената полинома a_k , може се редуковати решавањем $(n-2)$ једначина за $(n-2)$ коефицијената a_2 . Коефицијенти a_2 се могу, наимае, изразити у зависности од координата датих тачака T_i, S_i :

$$\frac{1}{3}(T_i - T_{i-1})a_{2[i-1,i]} + \frac{2}{3}(T_{i+1} - T_{i-1})a_{2[i,i+1]} + \frac{1}{3}(T_{i+1} - T_i)a_{2[i+1,i+2]} = \frac{S_{i+1} - S_i}{T_{i+1} - T_i} - \frac{S_i - S_{i-1}}{T_i - T_{i-1}}
 \tag{2.11}$$

За дате нумеричке примере са 10 датих тачака, осам једначина са осам коефицијената a_2 дати су на сликама 2.2.2 и 2.2.3, док су резултати рачунања осталих коефицијената дати у табелама 2.2.1 и 2.2.2.

$$\begin{bmatrix}
 \frac{2}{3} & \frac{2}{3} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 \frac{2}{3} & \frac{2}{3} & \frac{2}{3} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & \frac{2}{3} & 2 & \frac{1}{3} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & \frac{1}{3} & 2 & \frac{2}{3} & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & \frac{2}{3} & \frac{2}{3} & \frac{2}{3} & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{2}{3} & 3\frac{1}{3} & 1 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 4 & 1 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 3\frac{1}{3} & 0
 \end{bmatrix}
 \begin{bmatrix}
 a_{2[2,3]} \\
 a_{2[3,4]} \\
 a_{2[4,5]} \\
 a_{2[5,6]} \\
 a_{2[6,7]} \\
 a_{2[7,8]} \\
 a_{2[8,9]} \\
 a_{2[9,10]}
 \end{bmatrix}
 =
 \begin{bmatrix}
 -3 \\
 1 \\
 -\frac{1}{2} \\
 1 \\
 0 \\
 1\frac{2}{3} \\
 -3\frac{1}{3} \\
 1\frac{2}{3}
 \end{bmatrix}$$

Слика 2.2.2. Систем линеарних једначина – нумерички пример 1

$$\begin{bmatrix}
 2 & \frac{2}{3} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 \frac{2}{3} & 2 & \frac{1}{3} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & \frac{1}{3} & 2 & \frac{2}{3} & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & \frac{2}{3} & 2 & \frac{1}{3} & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{3} & 2 & \frac{2}{3} & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{2}{3} & 2 & \frac{1}{3} & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{3} & 2 & 0
 \end{bmatrix}
 \begin{bmatrix}
 a_{2[2,3]} \\
 a_{2[3,4]} \\
 a_{2[4,5]} \\
 a_{2[5,6]} \\
 a_{2[6,7]} \\
 a_{2[7,8]} \\
 a_{2[8,9]} \\
 a_{2[9,10]}
 \end{bmatrix}
 =
 \begin{bmatrix}
 3\frac{1}{2} \\
 \frac{1}{2} \\
 1 \\
 -4\frac{1}{2} \\
 2\frac{1}{2} \\
 3 \\
 -8 \\
 4\frac{1}{2}
 \end{bmatrix}$$

Слика 2.2.3. Систем линеарних једначина – нумерички пример 2

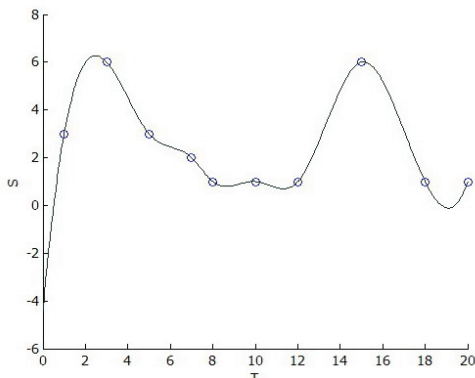
Табела 2.2.1. Резултати рачунања осталих коефицијената – нумерички пример 1

	[1,2]	[2,3]	[3,4]	[4,5]	[5,6]	[6,7]	[7,8]	[8,9]	[9,10]
a₀	3	6	3	2	1	1	1	6	1
a₁	2,3964	-0,2928	-1,2253	-0,8061	-0,7190	-0,0736	-0,2866	0,0433	-1,1867
a₂	0	-1,3446	0,8783	-0,6687	0,7558	-0,4331	0,9766	-1,3000	0,8900
a₃	-0,2241	0,3705	-0,2578	0,4749	-0,1982	0,2350	-0,1085	0,2433	-0,1483

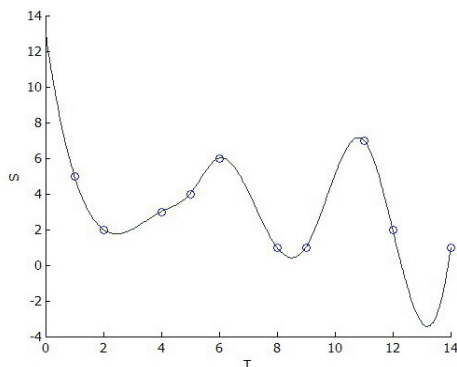
Табела 2.2.2. Резултати рачунања осталих коефицијената – нумерички пример 2

	[1,2]	[2,3]	[3,4]	[4,5]	[5,6]	[6,7]	[7,8]	[8,9]	[9,10]
a₀	5	2	3	4	6	1	1	7	2
a₁	-3,6605	-1,6789	0,8946	1,9057	0,4826	-2,2068	-1,0684	-2,3607	-4,7325
a₂	0	1,9816	-0,6949	1,7060	-3,1292	1,7845	3,0513	-5,5462	3,1744
a₃	0,6605	-0,4461	0,8003	-1,6117	0,8189	0,4223	-0,5086	2,9068	-0,5291

Графички прикази за оба нумеричка примера приказани су на сликама 2.2.4. и 2.2.5.



Слика 2.2.4. Сплајн интерполација - нумерички пример 1



Слика 2.2.5. Сплајн интерполација - нумерички пример 2

Једна од главних особина сплајн функција су минимуми квадрата закривљености у односу на интерполвану криву. Али кубни полиноми такође имају и своје недостатке:

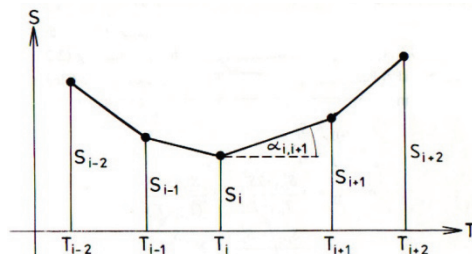
- код неадекватно изабраних тачака добија се већа закривљеност;
- важно је да одстојања између датих тачака буду равномерна;
- свака тачка има утицаја на коефицијенте полинома, па је веома важно правилно их изабрати.

Бољу закривљеност обезбеђује Акима интерполација која ће бити представљена у поглављу 2.3.

2.3. АКИМА ИНТЕРПОЛАЦИЈА

Акима интерполацијом врши се повезивање тачака кубним полиномом као и код сплајн интерполације, али се разликује од сплајн интерполације јер за одређивање коефицијената користи само тачке које су у непосредној близини. Она започиње са одређивањем првог извода S'_i у свакој датој тачки P_i коришћењем било које две дате тачке испред и иза тачке P_i . Нагнутост (први

извод S'_i) криве добија се преко $\tan \alpha_{i-1,i}$ и $\tan \alpha_{i,i+1}$ обе належуће тетиве. Томе се додају тежине p_r и p_v , уколико су нагнутости обе претходне и следеће тетиве разликују. Према ознакама на слици 2.3.1 добија се:



Слика 2.3.1. Ознаке за Акима интерполацију

$$\tan \alpha_{i,i+1} = \frac{S_{i+1} - S_i}{T_{i+1} - T_i}, \text{ а слично томе и одговарајући}$$

$\tan \alpha_{i-2,i-1}$, $\tan \alpha_{i-1,i}$ и $\tan \alpha_{i+1,i+2}$,

$$S'_i = \frac{p_r \tan \alpha_{i-1,i} + p_v \tan \alpha_{i,i+1}}{p_r + p_v}$$

$$p_r = |\tan \alpha_{i+1,i+2} - \tan \alpha_{i,i+1}|$$

$$p_v = |\tan \alpha_{i-1,i} - \tan \alpha_{i-2,i-1}| \tag{2.12}$$

На основу израза (2.12) могу се срачунати први изводи S' у свим датим тачкама, што омогућава да се одреде коефицијенти $a_{0[i,i+1]}$, $a_{1[i,i+1]}$, $a_{2[i,i+1]}$ и $a_{3[i,i+1]}$ кубног полинома $S_{[i,i+1]}$ за поједине интервале $[T_i, T_{i+1}]$ једначине (2.4). При томе се налазе у тачки T_i координате (T_i, S_i) и нагиб (први извод) S' , такође у тачки T_{i+1} координате (T_{i+1}, S_{i+1}) и нагиб (први извод) S'_{i+1} .

Уместо $S_{[i,i+1]}$ и T у једначини (2.4) могу се ставити оба координатна пара (T_i, S_i) и (T_{i+1}, S_{i+1}) , исто тако и у једначини (2.5) уместо $S'_{[i,i+1]}$ и T могу се ставити оба пара (S'_i, T_i) и (S'_{i+1}, T_{i+1}) . Из ове четири једначине после трансформације следи:

$$a_{0[i,i+1]} = S_i$$

$$a_{1[i,i+1]} = S'_i$$

$$a_{2[i,i+1]} = -\frac{S'_{i+1} + 2S'_i}{T_{i+1} - T_i} + 3\frac{S_{i+1} - S_i}{(T_{i+1} - T_i)^2}$$

$$a_{3[i,i+1]} = \frac{S'_{i+1} + S'_i}{(T_{i+1} - T_i)^2} - 2\frac{S_{i+1} - S_i}{(T_{i+1} - T_i)^3} \tag{2.13}$$

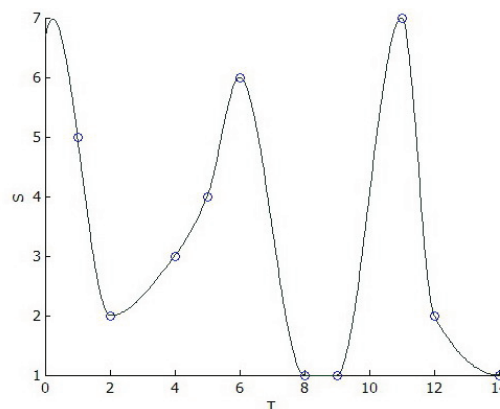
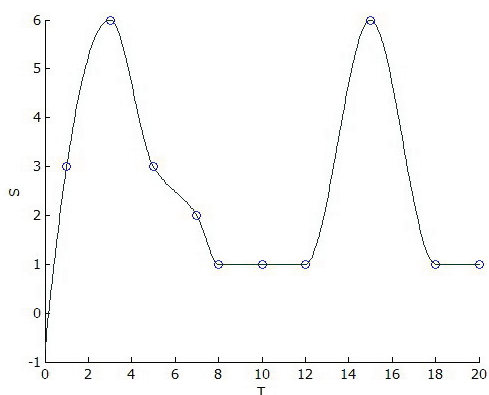
У табелама 2.3.1. и 2.3.2. приказани су резултати рачунања коефицијената, док су на сликама 2.3.2. и 2.3.3. приказани резултати Акима интерполације.

Табела 2.3.1. Резултати рачунања коефицијената – нумерички пример 1

	[1,2]	[2,3]	[3,4]	[4,5]	[5,6]	[6,7]	[7,8]	[8,9]	[9,10]	[10,11]
a_0	3,0000	6,0000	3,0000	2,0000	1,0000	1,0000	1,0000	6,0000	1,0000	1,0000
a_1	1,2857	0,5000	-0,6429	-0,7500	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-0,9091	0,7692
a_2	0,7143	-2,4286	0,2679	-1,5000	0,0000	0,0000	1,6667	-1,3636	0,5245	10,1949
a_3	-0,3036	0,7143	-0,0982	1,2500	0,0000	0,0000	-0,3704	0,2694	-0,0350	-6,9641

Табела 2.3.2. Резултати рачунања коефицијената – нумерички пример 2

	[1,2]	[2,3]	[3,4]	[4,5]	[5,6]	[6,7]	[7,8]	[8,9]	[9,10]	[10,11]
a_0	5,0000	2,0000	3,0000	4,0000	6,0000	1,0000	1,0000	7,0000	2,0000	1,0000
a_1	-0,7895	0,2308	0,8889	1,1000	0,7143	-1,0000	0,7143	-0,2000	-2,1200	1,5250
a_2	-7,6518	0,0748	0,1222	3,0857	-3,9643	1,2857	3,8857	-12,4800	0,6075	8,0438
a_3	5,4413	0,0299	-0,0111	-2,1857	1,1786	-0,2857	-1,3714	7,6800	0,1013	-5,5688

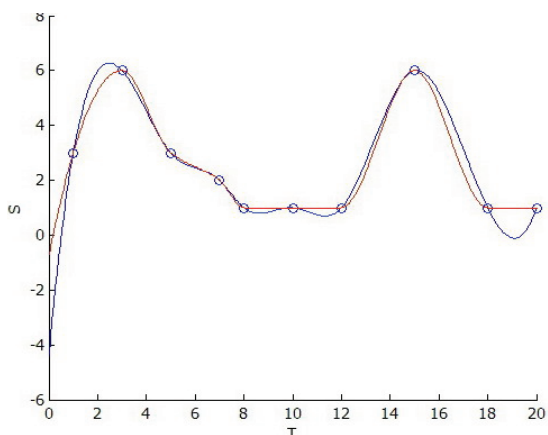


Слика 2.3.2. Акима интерполација – нумерички пример 1

Слика 2.3.3. Акима интерполација – нумерички пример 2

Може се приметити да се Акима интерполацијом добија крива која личи на криву нацртану слободном руком. Ако одређене тачке леже на правој линији, ова интерполација омогућава да се настави ток праве линије што није случај са сплајн интерполацијом, где се може запазити закривљеност.

Да би се боље уочило који тип интерполације даје реалнији приказ криве, на слици 2.3.4. приказане су заједно, сплајн и акима интерполација за нумерички пример 1.



Слика 2.3.4. Упоредње сплајн и акима интерполације

Плавом бојом на графику представљена је сплајн интерполација док је црвеном бојом дата Акима интерполација.

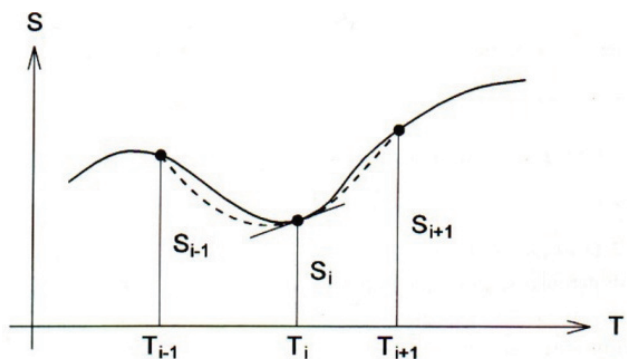
Акима интерполација се може употребљавати у тродимензионалном простору након параметарског приказивања тродимензионалне криве. Осим ове интерполације 3Д представу има и Беселова интерполација.

2.4. Беселова интерполација

Беселова интерполација формално одговара Акима интерполацији. Потребно је између сваке суседне тачке наћи први извод S'_i кривине у средњој тачки. Даље се за сваки интервал $[i, i+1]$ рачуна кубни полином $S_{[i, i+1]}$ (применом израза (2.13)) из оба координатна пара (S_i, T_i) и (S_{i+1}, T_{i+1}) , као и први извод S'_i у положају T_i и S'_{i+1} у положају T_{i+1} , применом израза (2.13).

Проблем је како одредити S'_i . Он се добија, као и код Акима интерполације, као одговарајућа средња вредност из оба прва извода у тачки T_i , суседних тангенти, наравно са различитим тежинама. Полазећи од израза (2.13), формуле за Беселову интерполацију гласе (израз 2.14):

$$\begin{aligned} \tan a_{i-1,i} &= \frac{S_i - S_{i-1}}{T_i - T_{i-1}} \\ \tan a_{i,i+1} &= \frac{S_{i+1} - S_i}{T_{i+1} - T_i} \\ S'_i &= \frac{p_r \tan a_{i-1,i} + p_v \tan a_{i,i+1}}{p_r + p_v} \\ p_r &= T_{i+1} - T_i \\ p_v &= T_i - T_{i-1} \end{aligned} \tag{2.14}$$



Слика 2.4.1. Беселова интерполација

Тежине p_r и p_v могу се добити на следећи начин:

- кроз три суседне тачке постави се полином другог степена;
- први извод у средњој тачки T_i параболе (на слици 2.4.1 параболо је испрекидана линија) биће истовремено први извод интерполационе криве у овој тачки.

На почетку и на крају отворене криве добијају се тражени изводи S'_i и S''_i , тако да ће параболо пролазити кроз прву, односно последњу дату тачку. Додатна тачка се може наћи екстраполацијом.

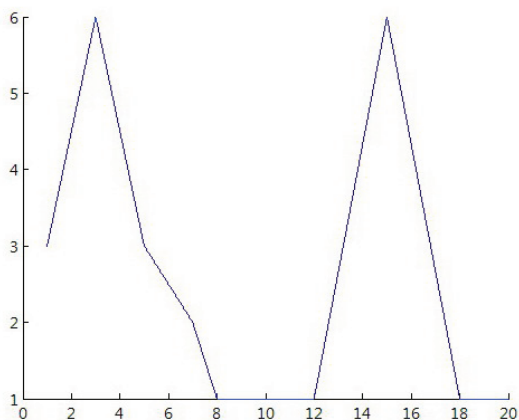
На основу датих формула за Беселову интерполацију срачунати су одговарајући коефицијенти a_i и резултати рачунања су приказани у табелама 2.4.1. 2.4.2. На сликама 2.4.2. и 2.4.3. дати су резултати Беселове интерполације за оба нумеричка примера.

Табела 2.4.1. Резултати рачунања коефицијената – нумерички пример 1

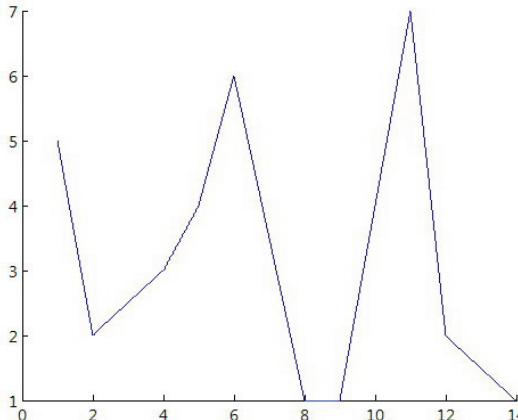
	[1,2]	[2,3]	[3,4]	[4,5]	[5,6]	[6,7]	[7,8]	[8,9]	[9,10]	[10,11]
a_0	3,0000	6,0000	3,0000	2,0000	1,0000	1,0000	1,0000	6,0000	1,0000	1,0000
a_1	1,1667	0,0000	-1,0000	-0,8333	-0,6667	0,0000	0,6667	0,0000	-0,6667	2,6667
a_2	1,0833	-1,7500	0,6667	-0,6667	0,6667	-0,3333	1,2222	-1,4444	-0,6667	6,1667
a_3	-0,4583	0,5000	-0,2083	0,5000	-0,1667	0,1667	-0,2963	0,2963	0,5000	-4,8333

Табела 2.4.2. Резултати рачунања коефицијената – нумерички пример 2

	[1,2]	[2,3]	[3,4]	[4,5]	[5,6]	[6,7]	[7,8]	[8,9]	[9,10]	[10,11]
a_0	5,0000	2,0000	3,0000	4,0000	6,0000	1,0000	1,0000	7,0000	2,0000	1,0000
a_1	0,0000	-1,8333	0,8333	1,5000	0,5000	-0,8333	1,0000	-2,3333	-3,5000	2,5000
a_2	-7,1667	2,1667	-0,1667	2,5000	-3,8333	0,6667	4,6667	-6,8333	1,5000	4,8333
a_3	4,1667	-0,5000	0,3333	-2,0000	1,1667	0,1667	-1,8333	4,1667	0,0000	-3,3333



Слика 2.4.2. Беселова интерполација - нумерички пример 1



Слика 2.4.3. Беселова интерполација - нумерички пример 2

2.5. Bézier – ове криве

Bézier – ове криве представљају параметарске криве које имају значајну улогу у области математичке анализе као и у рачунарској графици и сродним делатностима. Сачињене су од најмање три тачке што укључује почетак, крај и најмање једну контролну тачку. Добиле су име по француском инжењеру Pierre Étienne Bézier – у који је развио методу описа кривих, за потребе фирме Renault. У истом периоду Paul de Casteljau уз примену алгоритма развио нумеричку методу за њихово одређивање.

2.5.1. Основне једначине Bézier-ових кривих трећег степена

Описаћемо Bézier-ову криву трећег степена. То су такође спојени кубни полиноми. Bézier не описује кубни полином са коефицијентима a_0, a_1, a_2 и a_3 (изрази из поглавља 2.2), већ са другим вредностима, које боље одговарају за цртање кривих.

$$S(t) = d_0(1-t)^3 + d_1(1-t)^2t + d_2(1-t)t^2 + d_3t^3 \quad t \in [0,1]. \quad (2.17)$$

Једначине (2.16) и (2.17) односе се на исти полином, па се могу упоредити одговарајући коефицијенти у оба полинома и добија се:

$$\begin{aligned} d_0 &= a_0 \\ d_1 &= 3a_0 + a_1 \\ d_2 &= 3a_0 + 2a_1 + a_2 \\ d_3 &= a_0 + a_1 + a_2 + a_3 \end{aligned} \quad (2.18)$$

Уместо коефицијената a_0, a_1, a_2 и a_3 могу се увести дате вредности S_i и S_{i+1} обеју тачака P_i и P_{i+1} као и први изводи S'_i и S'_{i+1} у овим тачкама, помоћу једначина (2.4) и (2.5) и узимајући у обзир (2.15):

$$\begin{aligned} d_0 &= S_i \\ d_1 &= 3S_i + S'_i \\ d_2 &= 3S_{i+1} - S'_{i+1} \\ d_3 &= S_{i+1}. \end{aligned} \quad (2.19)$$

Заменом једначина (2.17) у (2.19) добија се:

$$S(t) = S_i(1-t)^3 + \left(S_i + \frac{1}{3}S'_i\right)3(1-t)^2t + \left(S_{i+1} - \frac{1}{3}S'_{i+1}\right)3(1-t)t^2 + S_{i+1}t^3 \quad t \in [0,1] \quad (2.20)$$

На тај начин се добија Bézier-ову криву трећег степена. Нова базисна функција су општепознати Бернштајнови (Bernstein) полиноми. За n -ти степен они уопштено гласе:

$$B_r^n(t) = \binom{n}{r}(1-t)^{n-r}t^r \quad r = 0(1)n \quad (2.21)$$

За опис Bézier-ових интерпретација користићемо познате интерпретације преко тзв. мономске базисне функције (a_0 -ознака=транслација, a_1 -ознака=нагнута права, a_2 -ознака = квадратна параболоа, a_3 -ознака= кубна параболоа). При томе ћемо се ограничити на интервал $T \in [T_i, T_{i+1}]$. Уместо параметра T , ради једноставности уводимо параметар t :

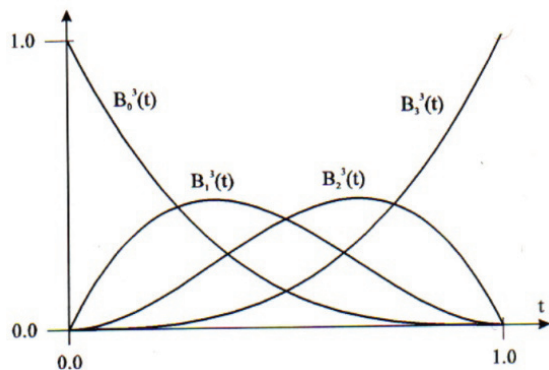
$$t = \frac{T - T_i}{T_{i+1} - T_i} \quad t \in [0,1] \quad (2.15)$$

Мономски приказ полинома трећег степена (2.4) сада има облик :

$$S(t) = a_0 + a_1t + a_2t^2 + a_3t^3 \quad t \in [0,1]. \quad (2.16)$$

Уместо монома као базисне функције могу се изабрати такође и друге функције, при чему степен остаје непромењен и након увођења ознака. У следећем полиному трећег степена употребиће се друга базисна функција која испуњава ове услове:

Бернштајнови полиноми трећег степена су приказани на слици 2.5.1.

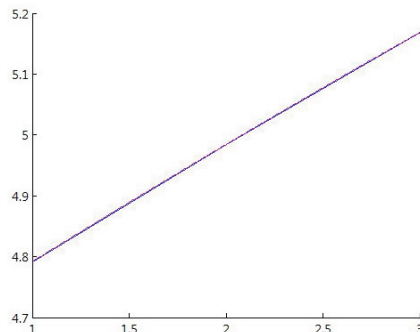


Слика 2.5.1. Бернштајнови полиноми трећег степена

Због једноставнијег рачунања коефицијената за добијање Bezier-ових кривих трећег степена коришћени су изрази 2.15 и 2.16 појединачно за сваки интервал

$T \in [T_i, T_{i+1}]$. Резултати рачунања за оба нумеричка примера из поглавља 2.1 дати су у табелама 2.5.1. и 2.5.2.

На слици 2.5.2. приказана је Bezier-ова крива за први интервал (нумерички пример 1). На исти начин могу се добити Bezier-ове криве за остале интервале.



Слика 2.5.2. Bezier-ова крива за први интервал (нумерички пример 1)

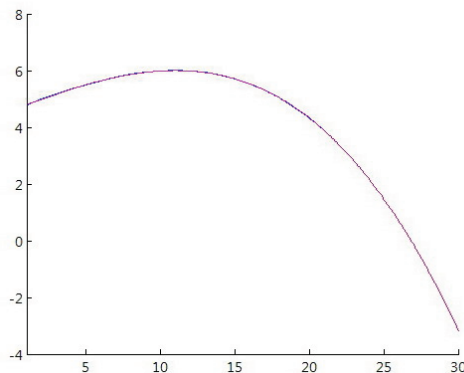
Табела 2.5.1. Резултати рачунања коефицијената – нумерички пример 1

	[1,2]	[2,3]	[3,4]	[4,5]	[5,6]	[6,7]	[7,8]	[8,9]	[9,10]
a_0	3,0000	6,0000	3,0000	2,0000	1,0000	1,0000	1,0000	6,0000	1,0000
a_1	4,7928	-0,5856	-2,4506	-0,8061	-1,4381	-0,1472	-0,8597	0,1299	-2,3733
a_2	0,0000	-5,3783	3,5133	-0,6687	3,0233	-1,7324	8,7896	-11,6999	3,5600
a_3	-1,7928	2,9639	-2,0628	0,4749	-1,5853	1,8796	-2,9299	6,5699	-1,1867

Табела 2.5.2. Резултати рачунања коефицијената – нумерички пример 2

	[1,2]	[2,3]	[3,4]	[4,5]	[5,6]	[6,7]	[7,8]	[8,9]	[9,10]
a_0	5,0000	2,0000	3,0000	4,0000	6,0000	1,0000	1,0000	7,0000	2,0000
a_1	-3,6605	-3,3578	0,8946	1,9057	0,9651	-2,2068	-2,1368	-2,3607	-9,4650
a_2	0,0000	7,9265	-0,6949	1,7060	-12,5167	1,7845	12,2052	-5,5462	12,6974
a_3	0,6605	-3,5687	0,8003	-1,6117	6,5516	0,4223	-4,0684	2,9068	-4,2325

Као што се може приметити, на датом интервалу $T \in [1, 3]$, крива трећег степена се види као права линија због мале величине посматраног интервала. Ради боље прегледности дати интервал се може проширити. (Слика 2.5.3.).

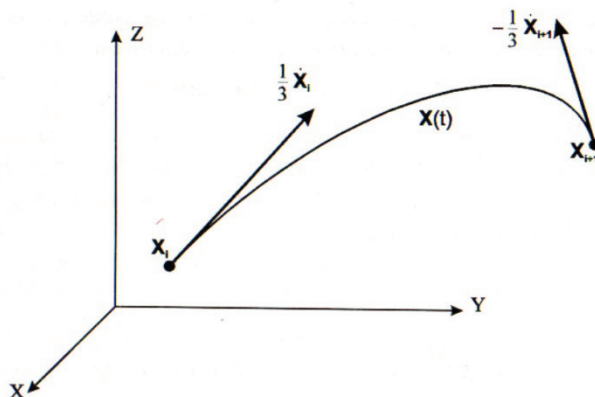


Слика 2.5.3. Bezier-ова крива за први проширени интервал (нумерички пример 1)

Још интересантније је да се појединачни Бернштајнови полиноми односе на коефицијенте у изразу (2.20). Претходно ћемо установити, да ако пређемо у 3Д простор тада израз (2.20) описује векторске вредности (Слика 2.5.4.):

$$\mathbf{X}(t) = \mathbf{X}_i (1-t)^3 + \left(\mathbf{X}_i + \frac{1}{3}\dot{\mathbf{X}}_i\right) 3(1-t)^2 t + \left(\mathbf{X}_{i+1} - \frac{1}{3}\dot{\mathbf{X}}_{i+1}\right) 3(1-t)t^2 + \mathbf{X}_{i+1} t^3, \quad t \in [0,1] \quad (2.22)$$

Вектори $\dot{\mathbf{X}}_i$ и $\dot{\mathbf{X}}_{i+1}$ формирају, заједно са векторима \mathbf{X}_i и \mathbf{X}_{i+1} , коефицијенте у једначини (2.22). Вектор $\dot{\mathbf{X}}_i$ лежи на тангенти 3Д криве у тачки P_i . Компоненте ових вектора су изводи X'_i, Y'_i и Z'_i по параметру t , на пример T у месту $t=T=0$. За вектор $\dot{\mathbf{X}}_{i+1}$ дата је такође одговарајућа интерпретација.



Слика 2.5.4. Bezier-ов приказ полинома трећег степена у 3Д простор

3. ЗАКЉУЧАК

У раду је обрађено пет типова интерполација кривих линија. Најједноставнији поступак за рачунање и добијање графика заступљен је код полиномске интерполације. Али због употребе великог броја интервала, јављају се тешкоће јер долази до колебања на крајевима интервала, што доводи до деформације интерполационе функције. Побољшање у овом погледу може се приметити употребом спојених полинома којима се постиже боља закривљеност. Акима интерполација даје сличне резултате, једноставна је за рачунање, јер се за одређивање коефицијената полинома користе било које две тачке у непосредној близини. Беселова интерполација формално одговара Акиминим интерполацијама, али је за разлику од Акиминим локалнија јер мање околних тачака има утицаја на резултат. Bezier-ове криве трећег степена, које су такође спојени кубни полиноми, су погодне за тачно геометријско обликовање кривих.

4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Миладиновић, М. Дигитални модел терена (скрипта), Грађевински факултет Универзитета у Београду, 2006.
- [2] Цветиновић, Ж. Развој методологије и технолошких поступака за формирање дигиталног модела терена за територију државе, Докторска дисертација, Грађевински факултет Универзитета у Београду, 2005.
- [3] Бајат, Б. Прилог истраживању несигурности дигиталних модела терена као примарне базе података топографских информационих система, Докторска дисертација, Грађевински факултет Универзитета у Београду, 2004.
- [4] Akima, H. A new method of interpolation and smooth curve fitting based on local procedures, Colorado, 1970.
- [5] Григовић, Љ. Дигитални модели висина и њихова примена у војној анализи терена, Војна академија, Београд

ВЕРТИКАЛНИ И ГРАВИМЕТРИЈСКИ РЕФЕРЕНТНИ СИСТЕМИ ЕВРОПЕ

Др Драган Благојевић¹
Др Олег Одаловић²
Ненад Тесла, дипл.геод.инж.³
Владимир Миленковић, дипл.геод.инж.⁴

Прегледни рад
УДК:[528.21+528.236] [528.026+528.37/.38](4)

РЕЗИМЕ

У раду је дат преглед висинских и гравиметријских референтних система Европе и кратак опис њихових реализација. У опису сваког система дате су дефиниције система, као и промене дефиниција у времену. У погледу висинских система и мрежа дати су кратки описи ЕВРОПСКОГ ВЕРТИКАЛНОГ РЕФЕРЕНТНОГ СИСТЕМА (European Vertical Reference System- EVRS), УЈЕДИЊЕНЕ ЕВРОПСКЕ НИВЕЛМАНСКЕ МРЕЖЕ (United European Levelling Network-UELN), ЕВРОПСКЕ УЈЕДИЊЕНЕ ВЕРТИКАЛНЕ МРЕЖЕ (European Vertical Reference Network-EUVN) и акција које се изводе у циљу њеног прогушћавања (European United Vertical Network – Densification Action - EUVN_DA). Гравиметријски референтни системи описани су од Потсдамског референтног система, преко система IGSN71 (International Gravity Standardization Network 1971), као и низом акција у циљу дефинисања новог референтног гравиметријског система Европе.

Кључне речи: *Референтни систем Европе, вертикални референтни систем, гравиметријски референтни систем, нивелман, гравиметрија.*

EUROPEAN VERTICAL AND GRAVIMETRIC REFERENCE SYSTEMS

Dr Dragan Blagojević
Dr Oleg Odalović
Nenad Tesla, grad.geod.eng.
Vladimir Milenković, grad.geod.eng.

ABSTRACT

The paper provides an overview of height and gravity reference systems of Europe and a brief description of their implementation. For each system we have given definitions of the system, as well as changes in definitions over time. In paper we have briefly described European Vertical Reference System-EVRS, United European Levelling Network-UELN, European Vertical Reference Network as well as densification action - EUVN_DA. Gravimetric reference systems are described by the Potsdam reference system, through a system IGSN71 (International Gravity Standardization Network 1971), as well as a series of actions aimed at defining a new gravity reference systems of Europe.

Key words: *Reference system of Europe, vertical reference system, gravity reference system, leveling, gravimetry.*

1. УВОД

У циљу израде новог правилника за основне геодетске радове Републички геодетски завод је у сарадњи са члановима Катедре за геодезију и геониформатику, Грађевинског факултета, Универзитета у Београду, урадио детаљну анализу вертикалних и гравиметријских система Европе и европских држава.

Анализа је приказана у оквиру документа ПРЕГЛЕД ВИСИНСКИХ И ГРАВИМЕТРИЈСКИХ МРЕЖА ДРЖАВА ЕВРОПЕ. Наведени преглед финално садржи преко 70 страна у оквиру којих су прецизно описани тренутни актуелни висински и гравиметријски референтни системи и њихове реализације на нивоу Европе, као и њи-

хова употреба у преко 20 европских држава. У оквиру овог рада дат је само део који се односи на референтне системе Европе, а у закључку је дат општи тренд по питању националних референтних висинских и гравиметријских система и мрежа.

2. ВЕРТИКАЛНИ РЕФЕРЕНТНИ СИСТЕМ ЕВРОПЕ

Референтни системи који су до данас коришћени у Европи дефинисани су на следећи начин [1]: за вертикални датум усвајан је средњи ниво мора (MSL), за једини-

^{1,2} Грађевински факултет Универзитета у Београду, Булевар краља Александра 73, Београд, e-mail: bdragan@grf.rs, odalovic@grf.rs.

³ Републички геодетски завод, директор Републичког геодетског завода, e-mail: ntesla@rgz.gov.rs

⁴ Републички геодетски завод, помоћник директора Сектора за основне геодетске радове, e-mail: vmilenkovic@rgz.gov.rs



Слика 1. Nivelmanska mreža

цу дужине метар, а јединицу времена секунда, сагласно Међународном систему јединица (International System of Units - SI), висина неке тачке дефинисана је геопотенцијалном котом или геопотенцијалном јединицом, а на основу геопотенцијалних кота изводиле су се динамичке, ортометријске, нормалне и сфероидне висине.

Нивелманске мреже, које су настале као реализација наведене дефиниције, креиране су на основу следећих основних поставки (Слика 1.): средњи ниво мора одређиван је коришћењем мареографа, тачке мреже (репери) стабилизовани су у геолошки стабилном терену на међусобном растојању од 0.5 до 2 km, разлика потенцијала одређивана је коришћењем резултата мерења висинских разлика и резултата мерења убрзања Земљине теже, репери су повезивани у нивелманске линије, а повезивањем више нивелманских линија формирани су полигони. Наведене поставке су примењиване у свим државама Европе, а начини успостављања и дизајн мрежа зависили су од географског положаја држава, као и од технолошког нивоа и економског стања држава у тренутку креирања самих мрежа.

Данас се готово сви Европски референтни нивелмански системи дефинишу у оквиру EUREF поткомисије: поткомисија за референтне оквири интегрисана у поткомисији 1.3-Регионални референтни оквири, комисије 1 Референтни оквири, међународне асоцијације за геодезију (International Association of Geodesy-IAG, Reference Frame Sub-commission for Europe integrated in Sub-Commission 1.3-Regional Reference Frames, of Commission 1- Reference Frames - EUREF). Поред наведеног EUREF је фокусиран на дефиницију, реализацију и одржавање Европског референтног геопросторног оквира као и вертикалној компоненти [2]. Циљ EUREF је да обезбеди најбољи могући, јединствени и хомогени референтни систем и одговарајућу реализацију за потребе научних и практичних активности који се односе на прецизно геореференцирање и навигацију.

2.1. Европски вертикални референтни систем

Европски референтни вертикални систем (European Vertical Reference System- EVRS) настао је на основу захтева Европског картографског комитета (Comité Européen

des Responsables de la Cartographie Officielle - CERCO) да се дефинише и реализује један вертикални систем на дециметарском нивоу (0.1 m) за целу територију Европе. Прва дефиниција EVRS је базирана на потенцијалу Земљине теже (W) и нормалном потенцијалу (U), као и на низу конвенција, на следећи начин:

- Вертикални датум је површ на којој је потенцијал убрзања Земљине теже константан (W_0) и једнак нормалном потенцијалу на средњем Земљином елипсоиду (U_0) [3]: $W_0 = W_{0E} = const.$
- Јединица дужине је метар дефинисан унутар Међународног система јединица (International System of Units - SI), а јединица времена је секунда такође дефинисана унутар SI.
- Висина неке тачке P дефинисана је разликом потенцијала ΔW_p , односно геопотенцијалним бројем, котом или јединицом) c_p [4].
- EVRS је систем ослобођен директног гравитационог утицаја Сунца и Месеца (zero tidal) у сагласности са IAG резолуцијом 16 усвојеном у Хамбургу 1983. године.

За реализацију датума усвојен је нулти ниво кроз Нормални Амстердамски Репер (Normaal Amsterdams Peil - NAP) тако да је геопотенцијална кота за NAP једнака нули [3]. Оваква реализација датума има ознаку EVRF2000 (European Vertical Reference Frame 2000 - често се користи и ознака EVRS2000), а за све остале релевантне параметре користи се светски референтни геодетски систем GRS80 (Geodetic Reference System 1980). Саглас-



Слика 2. Тачке за реализацију датума EVRS2007 [5] (жути кругови одабране, а зелени троуглови предложене тачке)

но оваквим поставкама потенцијал Земљине теже кроз NAP је једнак нормалном потенцијалу система GRS80.

Усвајање система 1995. године представљало је велики напредак у формирању модерног интегрисаног референтног система Европе који повезује GPS координате, физички дефинисане висине и висине изнад мора. Када је систем и усвојен одлучено је да се унутар система дефинишу висине из геопотенцијалних кота у систему нормалних висина (Резолуција 2 на симпозијуму у Анкари, 1996).

Наведена реализација датума промењена је 2007. године увођењем додатних датумских тачака при чему се мења и дефиниција и реализација система (сада EVRS2007 и EVRF2007). Датум је реализован додавањем 13 додатних тачака уз услов (Слика 2.):

$$\sum_{i=1}^{13} (c_{EVRS2007} - c_{EVRS2000}) = 0 \tag{1}$$

2.2. Уједињена европска нивелманска мрежа

Уједињена европска нивелманска мрежа (United European Levelling Network-UELN) представља реализацију система EVRS, а развија се још од 1954. године. Мрежа је настала комбиновањем одређеног броја линија националних нивелманских мрежа првог реда, а изравнања се изводе још од 1954. године. До данас готово све државе Европе су предале податке у циљу укључења у UELN (Слика 3.). Прво изравнање из 1955. године (UELN55) основано је на NAP, а тачност оцењена из изравнања је била ± 1.1 mm/km, при стандардној девијацији у односу на NAP мањој од ± 0.1 m [4]. Државе које партиципирају у мрежи непрекидно шаљу податке у савезну управу за картографију и геодезију у Лајпцигу (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie - BKG) која је задужена за обраду података.



Слика 3. UELN [5]

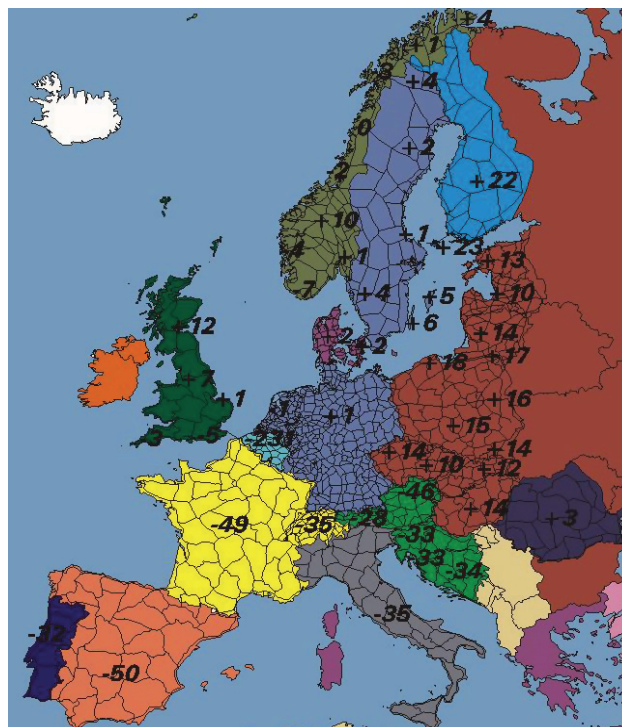
Од 1999. године мрежа се значајно проширила са укључењем Естоније, Литве, Румуније, Литваније и Бугарске, а Швајцарска, Данска, Холандија, Финска, Норвешка, Шведска, Словачка, Литванија, Пољска и Португал предале су у ВКГ резултате мерења из ново завршених нивелмана високе тачности.

У табели 1 приказани су основни подаци последњег изравнања и упоређење резултата при различитој реализацији датума.

Како су све националне мреже дефинисале своје датуме независно, а на основу MSL дефинисаног коришћењем мареографа на различитим морима и океанима, висине у националним мрежама се међусобно разликују. На слици 4 приказани су параметри трансформације између националних мрежа и UELN.

Табела 1. Основни подаци о изравнању података UELN и оцена стандардних девијација

Параметар	EVRF2000	EVRF2007
Број датумских тачака	1	13
Број непознатих	3063	7939
Број мерења	4263	10347
Број условних једначина	0	1
Број степени слободе	1200	2409
Апостериорна стандардна девијација која 1 km нивелања [kgal-mm]	1.10	1.11
Средња вредност стандардних девијација изравнатих геопотенцијалних кота [kgal-mm]	19.64	16.05



Слика 4. Трансформациони параметри између националних мрежа и UELN (статус 2000) [5]

2.3. Европска уједињена вертикална мрежа

Пројекат Европске уједињене вертикалне мреже (European Vertical Reference Network -EUVN) такође је пројекат којим руководи EUREF поткомисија. У самом почетку EUVN је креиран као допуна UELN мрежи у циљу међусобног повезивања мареографа при одређивању варијација нивоа мора и успостављању поузданог скупа тачака за потребе одређивања геоида Европе [6], односно одређивања дискретних вредности ундулација применом методе сателитског нивелмана (GPS/dh). Другим речима, креирање EUVN је имало за циљ да унифицира различите датуме у Европи на нивоу од неколико центиметара. Пројектом је дефинисано да на свим тачкама EUVN морају бити познате правоугле геоцентричне координате у систему ETRS89 и геопотенцијалне коте, као и висина тачака у нормалном систему висина. Сагласно наведеном, може се рећи да је на EUVN тачкама било неопходно одредити елипсоидне висине применом GPS, нивелањем повезати EUVN и чворне тачке UELN у циљу одређивања физички дефинисаних висина, а поред тога неопходно и континуирано опажање MSL применом мареографа.

EUVN финално садржи 196 тачака (Слика 5.), при чему су елипсоидне висине одређене у кампањи од 21.-29. маја 1997. године и ослоњене на ITRF96 епоха 1997.4.

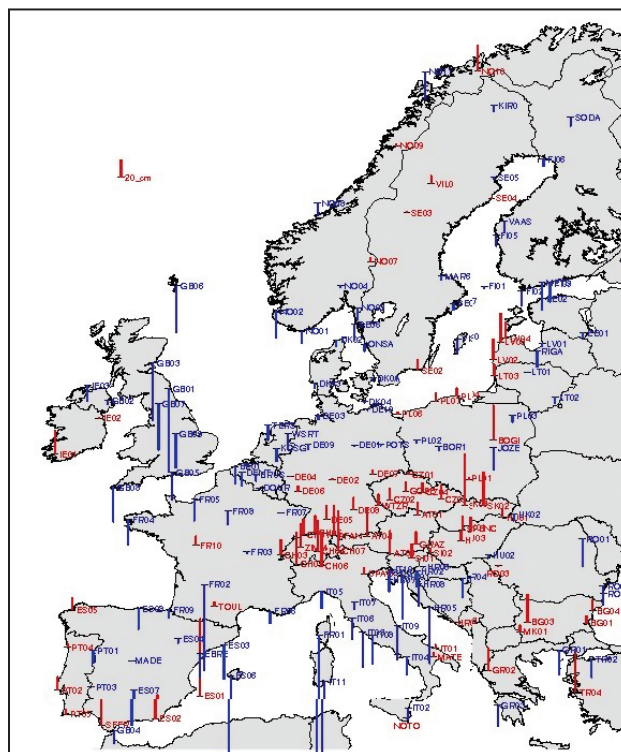


- ▲ EUREF sites
- GPS permanent stations - nodal points
- ▲ GPS permanent stations - EUREF
- ◆ Tide gauge sites
- △ GPS permanent stations
- ◎ GPS permanent stations - tide gauge
- UELN & UPLN nodal points
- ∕ UELN lines

Слика 5. Просторни распоред тачака EUVN [5]

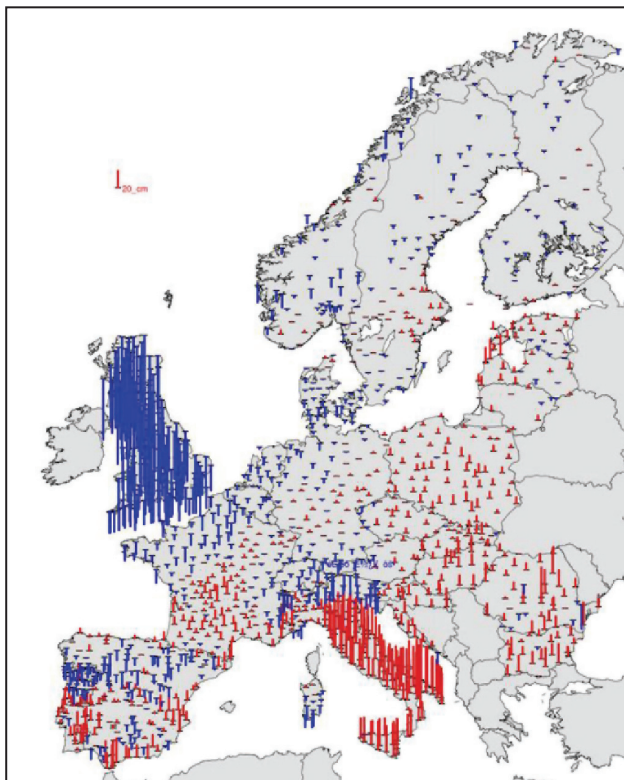
2.4. Европска уједињена вертикална мрежа – активности на прогушћавању

Поред низа анализа које су урађене у оквиру мреже EUVN извршено је упоређење европског геоида, који је одређен у оквиру Европског пројекта за убрзање Земљине теже и одређивање геоида (European Gravity and Geoid Project - EGGP). Наведеним упоређењем показано је да се дискретне вредности ундулација разликују од EGG97 геоида за максимално 20 cm (Слика 6). Како је број тачака EUVN изузетно мали у односу на површину Европе и како тачке нису адекватно распоређене за одређивања геоида на нивоу од неколико центиметара, покренута је иницијатива да се EUVN прогусте (European United Vertical Network – Densification Action - EUVN_DA).



Слика 6. Разлике EUVN и EGGP97 ундулација [5]

Готово све државе Европе партиципирале су у пројекту и тренутно се располаже са 1495 дискретних вредности ундулација. Анализе података и упоређење са геоидом EGG07 указују на разлике испод 10 cm, што је за 50 % боље од претходног решења (EGG97/EUVN_DA) [7]. Поред наведеног уочена су неслагања систематске природе на територији Италије и Велике Британије (Слика 7.). Свака држава која жели да партиципира у пројекту мора следити следеће стандарде: будуће тачке EUVN_DA морају бити на међусобном растојању од 50 до 100 km, репер који припада UELN мрежи мора бити удаљен од одабраних тачака макси-



Слика 7. Разлике EGG07/EUVN_DA [7]

мално 10 km, при одабирању тачака предност дати реперима националне мреже која партиципира у UELN, елевациона маска при GPS мерењима мора бити 15 степени, референтни систем мора бити ETRS89 или мора бити дефинисана епоха ITRF, пожељна су GPS опажања са сесијама од 24 часа, разлике потенцијала мора бити одређена у односу на најближу UELN тачку, одабране тачке одређене коришћењем наведених стандарда морају се прикључити UELN.

3. ГРАВИМЕТРИЈСКИ РЕФЕРЕНТНИ СИСТЕМИ

Гравиметријски референтни системи дефинишу се у циљу успостављања хомогеног гравиметријског премера на великим територијама реализацијом усвојених стандарда при одређивању вредности убрзања Земљине теже на одређеном броју одабраних тачака [4]. Основна намена успостављања и реализације гравиметријских референтних система за потребе геодезије је одређивање физички дефинисаних система висина и одређивање геоида. Први међународни референтни систем био је Потсдамски референтни систем (Potsdam Gravity Reference System) који је успостављен 1909. године од стране IAG. Систем је базиран на познатој вредности убрзања Земљине теже у једној тачки на Геодетском институту у Потсдаму (Geodetic Institute Potsdam). Применом реверзибилних клатна, у периоду од 1898. до 1904. године, одређена је вредност

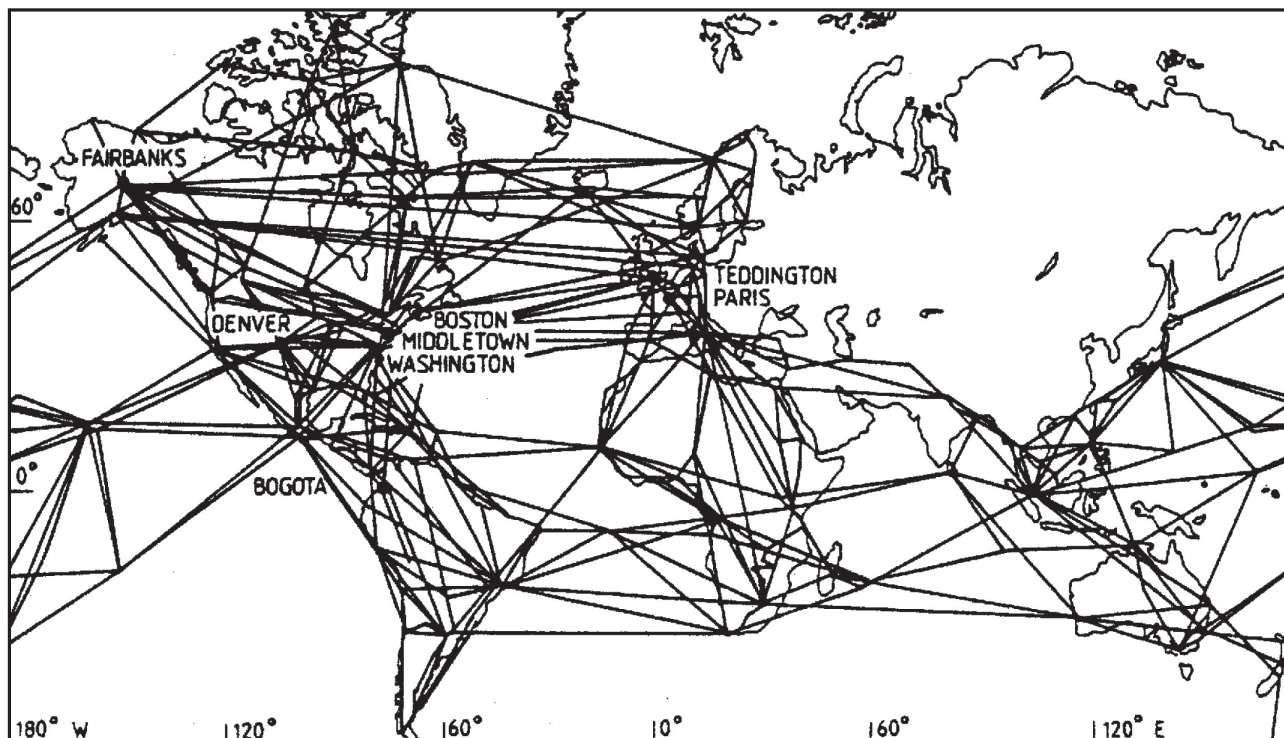
9.81274 ms^{-2} која је усвојена за референтну вредност за сва гравиметријска одређивања. Средином прошлог века готово све државе успостављају своје националне гравиметријске системе и повезују своје мреже са тачком у Потсдаму, применом релативних гравиметара, а у циљу дефинисања апсолутног нивоа убрзања. Све до 1971. године вредност у Потсдаму била је референтна вредност за сва регионална и детаљна гравиметријска одређивања. Накнадним мерењима установљено је да вредност одређена у референтној тачки садржи грешку од $14 \mu\text{ms}^{-2}$ (14 mgal). У циљу извођења гравиметријског премера на великим подручјима, без присуства грешака у апсолутном нивоу и дуготаласних ефеката који утичу на мерења релативним гравиметрима, као ефекти калибрације успостављен је, у периоду од 1950. до 1971. године, нов међународни гравиметријски референтни систем базиран на Међународној мреже убрзања Земљине теже 1971. (International Gravity Standardization Network 1971 – IGSN71, Слика 8.). Ниво мреже дефинисан је са 10 вредности убрзања, одређених са тачношћу од ± 0.1 до $1.0 \mu\text{ms}^{-2}$ применом апсолутних гравиметара који раде на принципу слободног пада, а размера мреже контролисана је на основу 1200 мерених разлика убрзања одређених применом релативних гравиметара (тачност мерења износила је ± 0.2 до $4.0 \mu\text{ms}^{-2}$). Укупно мрежа садржи 1854 тачке и преко 24000 гравиметријских мерења. Резултати изравнања показују да је просечна тачност убрзања у мрежи већа од $1.0 \pm \mu\text{ms}^{-2}$ [4]. Како су до усвајања мреже за међународни стандард све државе развиле своје националне мреже у циљу трансформације у систем IGSN71 могуће је користити релацију:

$$g_{IGSN71} = g_{Potsdam} + a + b(g_{Potsdam} - g_0) \quad (2)$$

где су a и b непознати параметри, g_0 произвољна константна вредност убрзања.

Ако се располаже са више тачака у оба система непознате параметре a и b могуће је одредити применом методе најмањих квадрата.

Од формирања мреже IGSN71 било је више покушаја да се формирају нови системи који би омогућили квалитетне основе у складу са могућностима савремених инструмента. Први покушај био је формирање Европске Уједињене гравиметријске мреже 1994. године (United European Gravity Network 1994). Мрежа је формирана под Међународном комисијом IAG за убрзање Земљине теже за државе западне Европе (International Gravity Commission Western Europe – IGC). Мрежа је покривала 11 држава западне Европе (Слика 9.) и садржала је 499 тачака са 128 апсолутних и 14532 релативних мерења. Од 1998. године до 2002. године реализован је пројекат унификације гравиметријских система у централној и источној Европи (Unification of Gravity Systems in Central and Eastern

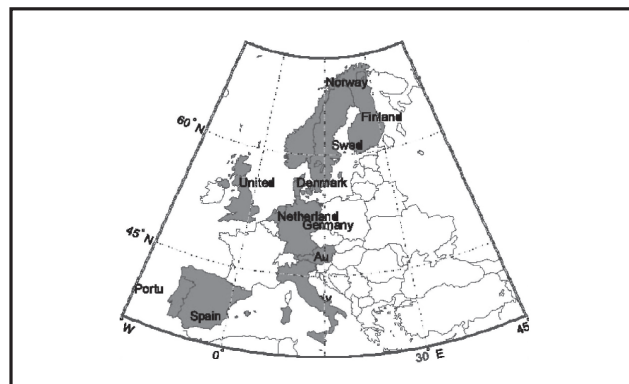


Слика 8. IGSN71 [4]

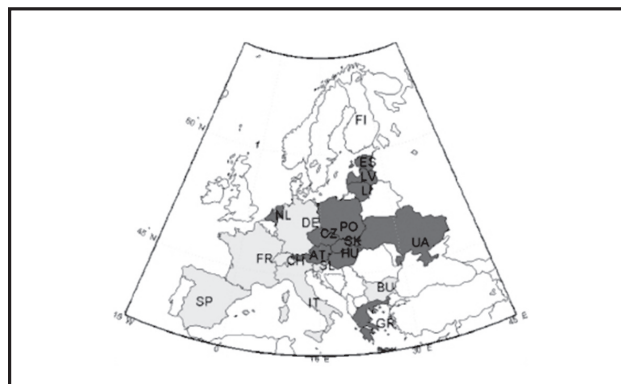
Европе – UNIGRACE, Слика 10.) када се значајно променила политичка ситуација и када су подаци о гравиметријским мерењима у централној и источној Европи постали доступни. У току реализације пројекта измерено је 19 тачака у 12 држава и ти подаци су били уступљени националним геодетским агенцијама као и UEGN пројекту. Након UNIGRACE пројекта радови на унификацији гравиметријских мерења настављени су 2001. године, када је бивша комисија IAG за убрзање Земљине теже и геоид (International Commission for Gravity and Geoid – IGGC) препоручила на IAG конференцији у Будимпешти да се формира нова континентална мрежа Европе (United European Gravity Network 2002 – UEGN02, Слика 11.) [8]. У формирању мреже UEGN02 учествује 25 држава Европе.



Слика 10. Државе које су партиципирале у пројекту UNIGRACE [8]



Слика 9. Државе које су партиципирале у формирању UEGN94 [8]



Слика 11. Државе укључене у формирање мреже UEGN02 – статус 2004 [8]

4. ЗАКЉУЧАК

Све државе европе усвајају приказане европске референтне системе за националне, а у погледу њихових реализација може се истаћи следеће [9]:

Нивелманске мреже

- нивелманске мреже 1. реда свих држава реализују се применом нивелмана високе тачности.
- Датум је дефинисан путем MSL,
- укључењем у UELN мреже су одређене у односу на NAP,
- односно у односу на низ датумских тачака дефинисаних једначином унутар (EVR2007).
- У свим државама за званични систем висина усвајају се геопотенцијалне коте, нормалне и ортометријске висине.
- Дизајн мрежа се у последњих 30 година мења у погледу прогушћавања мрежа у циљу веће доступности сагласно савременим потребама,
- поред мрежа 1. реда у готово свим државама развијају се и мреже 2. и нижих редова,
- а све државе у што већој мери међусобно повезују своје нивелманске мреже.
- Све мреже и даље се стабилизују на начин који је примењен код другог нивелмана високе тачности СФРЈ, применом фундаменталних и радних репера.
- Висинске разлике у мрежама одређују се класичним геометријским нивелманом коришћењем софистицираних инструмената,
- у државама које поседују велике територије готово искључиво се користи моторизовани нивелман,
- убрзања Земљине теже неопходне за креирање физички дефинисаних система одређују се на основу директних мерења на реперима или предикцијом коришћењем већ постојећих података регионалних или детаљних гравиметријских премера.
- Када год је то могуће поред висина, а на основу поновљених нивелмана високе тачности, обезбеђују се и брзине кретања тачака у вертикалном смислу или другим речима увек се и у што већој мери нова мерења изводе на линијама претходних нивелмана високе тачности, у циљу одређивања и моделирања вертикалних померања Земљине коре,
- у случајевима када се датум мења или су промене настале због тектонских утицаја такве да их није могуће занемарити, институције надлежне за креирање и одржавање мрежа дужне су да обезбеде моделе трансформације.
- мреже свих држава Европе укључене су у пројекте EUVN и EUVN_DA,

- а поред тога за потребе одређивања геоида за одређен број репера мреже нивелмана високе тачности одређују се елипсоидне висине применом GNSS.
- Све државе непрекидно раде на одржавању својих мрежа,
- а на сваких 20 до 25 година (у неким државама на сваких 10) креирају се нови нивелмани високе тачности.

Гравиметријске мреже

- Гравиметријске мреже европских држава нултог реда одређују се применом апсолутних гравиметара са тачношћу од 1 до 5 μ Gal.
- Мреже првог реда ослањају се на мреже нултог реда и одређују се релативним гравиметрима при чему се убрзање у тачкама мреже може одредити са максималном тачношћу од 0.02 mGal.
- Датум мрежа дефинисан је мерењима убрзања применом апсолутних гравиметра,
- а као и у случају нивелманских мрежа путем међународне сарадње, мрежу је могуће укључити у EUGN2002 и/или IGSN71.
- Дизајн мрежа дефинише се сагласно величини територије коју држава покрива и готово искључиво у затвореним полигонима (троугао, четвороугао, петоугао),
- а поред мрежа нултог и 1. реда у неким државама развијају се и мреже 2. и нижих редова,
- У што већој мери државе Европе међусобно повезују своје гравиметријске мреже.
- У погледу стабилизације тачака будућих мрежа нема посебних захтева али се при рекогносцирању у свим мрежама посебна пажња посвећује правилном распореду тачака у циљу равномерне покривености целе државне територије, као и локалним геолошким, сеизмичким и хидролошким условима.
- Мерења убрзања применом апсолутних гравиметара у већем броју држава у Европи изводи се инструментима типа FG5,
- а разлика убрзања применом инструмената типа LaCoste & Romberg и посебно применом гравиметра SCINTREX CG-5.
- Основна намена гравиметријских мерења у геодезији је свакако успостављање јединствене националне нивелманске мреже, али се са додатним гравиметријским мерењима у виду регионалног или детаљног гравиметријског премера може одредити референтна површ физички дефинисаних висина (геоида или квазигеоида)
- У оквиру међународне сарадње могуће је моделирање низа значајних феномена везаних за тело

Земље: геоид или квазигеоид региона, континента или читаве планете, упоређење нивоа мора и океана као и велики број феномена везаних за геофизичка истраживања.

- Све државе непрекидно раде на одржавању својих мрежа и гравиметријског премера.

Ако се све оно што је до сада наведено упореди са важећим стандардима у Србији, дефинисаним у правилнику за основне геодетске радове [10], може се рећи да нема значајних разлика по питањима дефиниција система и начина њихове реализације. Међутим, одржавање основних геодетских мрежа и сарадња са међународним институцијама нису били на адекватном нивоу, посебно у последњих 20 година. То се посебно односи на вертикалне система:

- још увек је у Србији у употреби нивелманска мрежа која се односи на репер на мареографу у Трсту [11],
- мрежа другог нивелмана није никада уведена у употребу нити је укључена у UELN,
- а Србија није партиципирала унутар EUVN I EUVN_DA.

За гравиметријски референтни систем и његову реализацију може се рећи да ће кроз већ реализовану нулту и основну гравиметријску мрежу, као и гравиметријски премер који је у току, у наредних неколико година достићи ниво других европских држава.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Torge W., Gravimetry, Walter de Gruyter, Berlin-New York, 1989.
- [2] Torres J. A., Altamimi Z., Boucher C., Brockmann E., Bruyninx C., Caporali A., Gurtner W., Habrich H., Hornik H., Ihde J., Kenyeres A., Mäkinen J., Marel v. d. H., Seeger H., Simek J., Guenter Stangl G., Weber G., Status of the European Reference Frame (EUREF), Observing our Changing Earth, Springer Berlin Heidelberg, 2008.
- [3] Ihde J., Augath W., The Vertical Reference System for Europe, Report on the Symposium of the IAG Subcommission for Europe (EUREF) held in Tromso, Norway, 22 – 24 June 2000.
- [4] Torge W., Geodesy, Walter de Gruyter, Berlin-New York, 1991.
- [5] Sacher M., Belyashki T., Liebsch G., Johannes Ihde J., Status of the UELN/EVRS Data base and Results of the last UELN adjustment, Presented at the EUREF 2008 Symposium in Brussels, Belgium, June 18-21, 2008.
- [6] Schlüter W., Ihde J., Adam J., Gurtner W., Harsson B.G., Wöppelmann, G., Status of the European Vertical GPS Reference Network EUVN, Wegener, Hönefoss/N, 30.06.1998
- [7] Kenyeres A., Sacher M., Ihde J., Denker H., Marti U., EUVN Densification Action: realiation of a continental GPS/levelling network, Presented at the EUREF 2008 Symposium in Brussels, Belgium, June 18-21, 2008.
- [8] Boedecker G., Kenyeres A., Francis O., Unified European Gravity Reference Network 2002 (UEGN02) - Status 2004, Gravity, Geoid and Space Mission, Springer Berlin Heidelberg, 2005.
- [9] Благојевић Д., Одаловић О., Тесла Н., Миленковић В., ПРЕГЛЕД ВИСИНСКИХ И ГРАВИМЕТРИЈСКИХ РЕФЕРЕНТНИХ СИСТЕМА ДРЖАВА ЕВРОПЕ, Републички геодетски завод, 2010.
- [10] Правилник за основне геодетске радове ("Службени гласник РС", број 46/99).
- [11] Братуљевић, Н., Мркић Р., Миловановић В., Делчев С., Благојевић Д., Васиљев В., Геодетске референтне мреже СРЈ, Институт за Геодезију, Београд, 1995.

СТАНДАРДИ У ОБЛАСТИ ГЕОИНФОРМАЦИЈА

Проф. др Иван Алексић, дипл.инж.геодезије¹
Александар Дедић, дипл.инж.геодезије²
Саша Миленковић, дипл.инж.геодезије³
Драгица Пајић, дипл.инж.геодезије⁴

Прегледни рад
УДК:[006.12 : [528 + 004](497.11)

РЕЗИМЕ

У раду су дате информације о стандардима који подржавају тренутне иницијативе за стандардизацију у области геоинформација. Повећање поузданости добара и ефективности услуга које користимо зависи од нивоа стандардизације. Циљ процеса стандардизације је да се постигне договор између учесника о прихватљивом техничком решењу. Стандарди су важна основа за развој и имплементацију инфраструктуре геоподатака. Они омогућавају развој, размену и коришћење просторних података. Заправо, осигурање да су садржај дигиталних података и сервиса имплементирани са заједничким стандардима ради лакшег приступа подацима. Стандардизација у геосектору мора бити координирана са текућим радом на формулисању INSPIRE имплементационих правила и техничких спецификација за скупове података.

Закон о стандардизацији успоставља легалну основу за стандардизацију у Републици Србији, дефинише надлежности учесника и регулише начела припреме и примене стандарда. Институт за стандардизацију Србије, као надлежно национално тело за стандардизацију, развија и промовише стандарде доприносиће унапређењу производа и услуга у Србији. Републички геодетски завод је покренуо иницијативу за оснивање комисије за стандардизацију. Институт за стандардизацију Србије формирао је Комисију за стандарде из области географских информација са ознаком KS I 211. Предмет рада ове комисије су стандарди из области географских информација кроз праћење рада техничких комитета ISO/TC 211 и CEN/TC 287.

Кључне речи: стандарди, стандардизација, геоинформације, ISO, OGC, CEN, INSPIRE.

STANDARDS IN GEOINFORMATION AREA

Prof Dr Ivan Aleksić, grad.geod.eng.
Aleksandar Dedić, grad.geod.eng.
Saša Milenković, grad.geod.eng.
Dragica Pajić, grad.geod.eng.

ABSTRACT

The paper gives information about the standards that support current standardisation initiatives in geoinformation field. Increasing the reliability of the goods and effectiveness of the services which we use depend on standardisation level. Aim of standardisation process is getting people to agree on an acceptable technical solution. Standards are an important basis for development and implementation of the infrastructure for geodata. They facilitate the development, sharing, and use of geospatial data. In fact, they are ensuring that electronic data content and services are implemented to common standards in order to become easily accessible data. Standardisation into geosector has to be coordinated with ongoing work on formulation of the INSPIRE implementing rules and the data sets specifications.

The Law on Standardisation establishes the legal bases of standardization in the Republic Serbia and defining competence of participants, as well as regulates the principles of preparation and application of standardization normative documents. The Institute for Standardization of Serbia is the only recognized national standardization body with aim to develop and promote standards contributing improvement of products and services of Serbia. Republic Geodetic Authority has started an initiative for establishing standardization Committee. The Institute for Standardization of Serbia formed the Technical Committee for standards in the field of geographic information, marked KS I 211. This Committee deals with standards regarding geographic information through following work of the Technical Committee ISO/TC 211 and CEN/TC 287.

Key words: standards, standardisation, geoinformation, ISO, OGC, CEN, INSPIRE.

¹ Грађевински факултет, Катедра за геодезију и информатику, Булевар краља Александра 73, Београд, e-mail: aleksic@grf.bg.ac.rs.

^{2,3,4} Републички геодетски завод, Сектор за информатику и комуникације, Булевар војводе Мишића 39, Београд, e-mail: adedic@rgz.gov.rs, sasha.milenkovic@gmail.com, dpajic@rgz.gov.rs

1. ЗНАЧАЈ СТАНДАРДИЗАЦИЈЕ

Савремено друштво је препознало вредност коришћења геоинформација у свакодневним активностима. Стандарди омогућавају развој, размену и коришћење геоподатака и због тога стандардизација представља веома важно техничко питање за експерте. Стратешко опредељење стандардизације у области геоинформација је да обезбеди правовремен одговор на изазове који настају због повећане потребе за просторним подацима.

Стандард је документ који садржи техничке спецификације или друге прецизне критеријуме који се користе доследно као правила, смернице или карактеристике да би се осигурало да материјали, производи, процеси или сервиси одговарају потребама.⁵ Стандарди су документи намењени за заједничко и поновно коришћење, а креирани су консензусом и потврђени од надлежних органа. Стандард је јавно доступан документ који настаје и развија се као резултат достигнућа у науци, техници и на основу искустава у свим областима.

Стандардизација је уређен процес формулисања и примене правила на уређени начин за поједине активности чији крајњи производ треба да испуни одређене норме. Прописивањем стандарда обезбеђује се могућност објективног поређења квалитета производа. Ниво стандардизације могу бити локални, грански, национални, регионални или међународни. Предмет стандардизације могу бити производи, методе испитивања, дефиниције и појмови, технолошка опрема, производни процеси, документација, контрола квалитета и системи управљања.

Циљеви стандардизације су:

- Обезбеђење јединствене техничке основе;
- Повећање квалитета и сигурности производа, процеса и услуга;
- Препознатљивост производа и процеса кроз типизацију и класификацију;
- Смањење трошкова трансакције повећањем компатибилности и заменљивости;
- Допринос разумевању снабдевача и корисника производа и услуга.

Сертификати се додељују производима који задовољавају утврђене стандарде, као и организацијама за које је утврђено да примењују праксу сагласну релевантним стандардима. Додељени сертификати су меродаван индикатор квалитета, сигурности и перформанси.

У области геоинформација, примена стандарда је од пресудног значаја. Они представљају главни ослонац успостављања инфраструктуре просторних података на различитим нивоима (гранском, регионалном, националном и међународном). Применом стандарда се постиже повезивање, интероперабилност и хармонизација

разнородних просторних података и сервиса за управљање тим подацима. Стандардизација у области геоинформација подразумева успостављање структурираног скупа стандарда чија је посебна сврха:

- Побољшање доступности, приступа, интеграције и дељења географских информација;
- Побољшање разумевања и коришћење географских информација;
- Промовисање ефикасности и економичног коришћења дигиталних геоинформација и припадајућих хардверских и софтверских система;
- Обезбеђивање оквира за развој посебних апликација за управљање геоинформацијама;
- Омогућавање успостављања геопросторне инфраструктуре на различитим нивоима.

Хармонизација и интероперабилност просторних податка директно зависи од имплементације стандарда. Поред хармонизације техничких решења и формата за размену, такође је потребна и хармонизација садржаја података.

У већини земаља постоје национални модели података за информације о простору. Тематски подаци, као катастар, адресе и административне границе различито су структуриране на националном и регионалном нивоу. Имајући у виду потребу за приступ хармонизованим подацима и сервисима неопходно је пронаћи заједнички модел података и дефинисати садржај, што се постиже успостављањем и применом стандарда.

2. ОРГАНИЗАЦИЈЕ ЗА СТАНДАРДИЗАЦИЈУ

Међународни стандард је усвојен од стране међународне организације за стандардизацију и доступни су јавности. Улога организација за стандардизацију су развој, координација, проглашавање, ревизија, измене, издавање, превођење и тумачење стандарда. Организације за стандардизацију се класификују према улози и утицају на локалном, националном, регионалном и међународном нивоу. Тренутно постоји неколико иницијатива за стандардизацију у пољу геоинформација и геоматике које обезбеђују организациони оквир за развој стандарда.

ISO (The International Organization for Standardization – међународна организација за стандарде) је највећа светска организација за развој и објављивање стандарда. ISO је федерација националних тела за стандардизацију из 163 државе (један члан по држави), са централним секретаријатом у Женеви као координатором. Државе делегирају надлежну националну институцију за стандардизацију као члана ISO, која представља јавни и приватни сектор.

Име организације ISO није скраћеница, већ води порекло од грчке речи *isos*, што значи “једнак”, тако да се независно од државе и језика увек користи исто име.

⁵ ISO дефиниција стандарда



Слика 2.1. Области рада организација за стандарде

Од оснивања 1947. године до данас ISO је публиковао више од 18 000 међународних стандарда из свих области људског деловања.

ISO је специјализована међународна организација која развија и унапређује стандардизацију у свету са циљем да се олакша међународна размена добара и услуга и да се путем стандардизације развија узајамна сарадња у области интелектуалних, технолошких и привредних активности. Иако је најзначајнија активност развој техничких стандарда ради решавања базичних проблеме у производњи и дистрибуцији, ISO стандарди такође имају економско и социјално дејство.

Развој стандарда је обезбеђен кроз ISO технички комитет (ISO/TC), који представља све заинтересоване стране су одређеној области. Технички комитет ISO/TC 211 развија серију међународних стандарда за географске информације познате као ISO 19100 серија .

Улога техничког комитета ISO/TC 211, географске информације/геоматика, је стандардизација у области дигиталних географских података. Циљ је успостављање структурираног скупа стандарда за информације које се односе на објекте и појаве директно или индиректно повезане са локацијом на Земљи. Стандарди за географске информације описују методе, алате и сервисе за управљање подацима (укључујући дефиниције и описе), прикупљање, обраду, анализу, приступ, презентацију и пренос података у дигиталном облику између различитих корисника, система и локација.

Међународни стандарди развијају се на кључним принципима отворености, усаглашености и техничке доследности. У оквиру техничких комитета национални

представници разматрају нацрт стандарда до постизања консензуса, након јавне процедуре за прикупљање мишљења заинтересованих страна. Међународни стандарди су резултат споразума између чланица кроз процес дефинисан из шест фаза: предлог, припрема, разматрање у оквиру комитета, јавни увид, усвајање и објављивање. Сви међународни стандарди се преиспитују од стране ISO чланица најмање три године након објављивања и сваких пет година након прве ревизије у циљу доношења одлуке да ли је стандард потврђен, измењен или повучен.

CEN (European Committee for Standardization – европски комитет за стандардизацију) је главни посредник у обезбеђивању европских стандарда и техничких спецификација у складу са Директивом 98/34/ЕС за планирање, израду и усвајање европских стандарда у свим областима економске активности са изузетком у области електротехнике (CENELEC) и телекомуникација (ETSI). CEN стандарди су истовремено и национални стандарди 31 државе чланице. Сви национални стандарди који су у конфликту са CEN стандардима се повлаче.

Преглед надлежности европских организација за стандардизацију:

- CEN је европски комитет за стандардизацију и обухвата различите области као што су ваздух и свемир, хемија, грађевинарство, потрошачки производи, енергетика и водови, храна, здравље, грејање, хлађење, ICT, материјали, мерење, машинство, нанотехнологију, одбрану и безбедност, услуге, саобраћај и друго.

- CENELEC је европски комитет за стандардизацију у области електротехнике.
- ETSI је европски институт за телекомуникационе стандарде, односно примена стандарда у области информационо комуникационих технологија укључујући фиксне, мобилне, радио, широкопреносне, интернет и друге области комуникација.

CEN процедура за усвајање стандарда је слична са ISO. У складу са бечким споразумом из 1991. обе организације учествују на осигурању техничке сарадње у међусобном усаглашавању и усвајању истог текста као ISO и CEN стандарда. Преко 40% европских стандарда су директно преузети од ISO у оквиру бечког споразума.

OGC (Open Geospatial Consortium) је међународни конзорцијум кога чине 404 компаније, државне институције и универзитети у циљу развоја јавно доступних стандарда за геопросторне сервисе. OGC је непрофитно међународно тело за стандарде засновано на консензусу, које развија отворене спецификације за веб приступ геoinформацијама. OGC стандарди омогућавају ток податка између различитих геoinформационих система.

Мисија OGC-а је да служи као светски форум за сарадњу програмера и корисника производа и услуга заснованих на просторним подацима и да унапреди развој, промоцију и хармонизацију међународних стандарда.

Стратешки циљеви OGC-а су:

- Обезбеђивање слободних и отворено доступних стандарда за тржиште, са видљивим резултатима за чланове и мерљивом добробити за кориснике;
- Интероперабилност геоподатака;
- Лидерство у креирању и успостављању стандарда који омогућавају да су садржај и сервиси геоподатака конзистентно интегрисани у оквиру привреде, веб и информационих система предузећа;
- Убрзање тржишног уједињавања на новим истраживањима кроз удруживање у оквиру конзорцијума.

Стандарди се усвајају у облику спецификација и техничких докумената. Програмери користе ова документа као подршка за изградњу интерфејса и кодирања апликација за постизање интероперабилности. Када је одређена спецификација имплементирана од стране два различита програмера, који раде независно, резултат је да оне могу да раде заједно без додатног отклањања грешака. У геoinформационим системима најчешће се примењују OGC стандарди Web Map Service (WMS), Web Feature Service (WFS), Web Coverage Service (WCS) и Geography Markup Language Encoding Standard (GML).

OGC блиско сарађује са другим званичним телима за стандардизацију. OGC има споразум о сарадњи са

ISO/TC 211. Друге организације за стандарде, или појединци, учествују у OGC активностима кроз чланство. ISO/TC 211 и OGC формирали су заједничку координациону групу да утиче на обостран развој и минимизира техничко преклапање. OGC подноси своје спецификације за стандардизацију преко ISO/TC 211. Додатно, бројни стандарди иницијално су развијени од стране OGC и испоручени ISO/TC 211. Након даљег развоја објављени су као ISO међународни стандарди. OGC, као индустријски конзорцијум, има програм усаглашавања и тестирања спецификација које развија.

INSPIRE (Infrastructure for SPatial InfoRmation in Europe – Инфраструктура просторних информација у Европи) је иницијатива коју је покренула, развила и усвојила као директиву Европска унија, у сарадњи са државама чланицама и прикљученим државама.

INSPIRE директива намерава на креира европску инфраструктуру информација о простору. На тај начин ће се омогућити идентификација и приступ просторним информацијама из низа извора, од локалног до глобалног нивоа, на интероперабилан начин за широк спектар корисника. Скупови просторних података у контексту директиве морају бити у дигиталној форми, у власништву јавних институција у вези једне или више тема које су дате у анексима.

Сврха директиве је стварање законског оквира за управљањем и дистрибуцијом геoinформација преко Интернета. Директива захтева усвајање заједничких имплементационих правила која обезбеђују да је инфраструктура просторних података усаглашена и коришћена у прекограничном контексту, тј. изван националних граница. Имплементациона правила дефинишу посебне компоненте као што су: метаподаци; интероперабилност и хармонизација сетова просторних података и сервиса; мрежни сервис; споразуми за размену, приступ и коришћење; механизми координације и мере за мониторинг и извештавање.

INSPIRE тежи да интегрише веб оријентисане геoinформационе сервисе ради свакодневне употребе при доношењу одлука које се односе на питања животне средине. То је дистрибуирана мрежа база података, повезаних заједничким стандардима и протоколима ради осигурања усаглашености и интероперабилности података и сервиса.

Интероперабилност скупова просторних података и сервиса обезбеђује се кроз посебна имплементациона правила садржана у техничким споразумима. Правила имплементације обухватају дефиницију и класификацију просторних објеката од значаја за скупове просторних података који се односе на теме наведене у Анексима I, II или III и начин на који ће се ови просторни подаци геореференцирати.

Правила имплементације, односно мере неопходне за имплементацију INSPIRE директиве, заснивају на међународним стандардима и стандардима које усвајају европска тела за стандардизацију. INSPIRE препознаје ISO



Слика 2.2. Ток информација према INSPIRE

стандарде као темељ за свој рад на стандардизацији европске инфраструктуре за геонформације.

W3C (World Wide Web Consortium) је међународна организација која развија web стандарде, односно техничке спецификације и упутства за осигурање квалитета web технологија. Чланови конзорцијума су експерти из релевантних области као што су web дизајн и апликације, web архитектура, XML технологија, web сервиси, web уређаји, претраживачи и други web алати. Стандарди се креирају кроз радне групе уз максималан консензус ради осигурања високог техничког квалитета спецификација.

Open Source Initiative (OSI) је непрофитно удружење формирано да образује и подржава коришћење open source производа и повезује кориснике у оквиру open source заједнице. Једна од најважнијих активности је тело за стандардизацију чија је улога процена и усвајање лиценци у складу са open source дефиницијом (Open Source Definition – OSD). Open source не значи само приступ изворном коду. Услови за дистрибуцију open source софтвера морају се придржавати OSD критеријума: слободна дистрибуција, изворни код, модификација, интегритет изворног кода аутора, нема дискриминације против лица и група и области коришћења, лиценца за дистрибуцију, лиценца не сме да буде специфична за одређени производ, лиценца не сме да ограничава друге софтвере и лиценца мора да буде технолошки неутрална.

Намера 'open' стандарда је омогућавање корисницима технологије и онима који технологију обезбеђују да

инвестирају без плаћања монопола, ауторских права, патената или заштитних знакова. Ниједан стандард се не може правилно описати као 'отворен', осим у мери у којој остварује ове циљеве. Open source имплементација је потврда квалитета за било који 'open' стандард који се може имплементирати у софтверу, било да је интерфејс апликације, хардверски интерфејс, формат датотеке, комуникациони протокол, корисничка спецификација, или било који други облик размене података.

Развој open source GIS софтвера има дугогодишњу традицију. Данас су доступни бројни системи који обухватају све области управљања геонформацијама: Desktop GIS софтвер, WebMap Server, системи за управљање просторним базама, алати за равој и библиотеке, апликације за каталогизацију просторних ресурса и други GIS алати.

3. ПРИМЕНА СТАНДАРДА У ГЕОДЕЗИЈИ И КАРТОГРАФИЈИ

Геодезија и картографија су прошле кроз значајне промене последњих деценија, као неопходан одговор на савремене технолошке иновације. Током деведесетих година прошлог века дошло је до развоја и широко прихваћеног коришћења GIS технологије. Развој Интернета у последњој деценији рапидно је увећао значај и коришћење технологије засноване на позиционирању.

Картографија и геодезија су препознале и прихватиле потребу за међународном стандардизацијом геонформација. Многе организације које прикупљају, об-

рађују и управљају геоинформацијама преорјентисале су се ка коришћењу интегрисаних web сервиса. Захваљујући развоју позиционих мобилних сервиса интероперабилан приступ геоинформацијама и сервисима користи се у многим областима као што су картографија, навигација, комуникације, водови, транспорт, одбрана, пољопривреда, управљање у кризама и јавна безбедност.

Просторни подаци које прикупљају и којима располажу националне картографске и катастарске институције представљају референтни оквир за све остале тематске просторне податке. Зато је веома важно да подаци имају добро познат квалитет.

Стандарди ISO серије 19100 потпомажу интероперабилност геоподатака и система како између институција које обезбеђују податке тако и изван националних граница. Имајући ово у виду, картографске и катастарске институције у све већем обиму користе стандарде. Имплементација стандарда омогућава ефикасније решавање корисничких захтева, повећање квалитета геоподатка, лакшу размену и интеграцију података, што допринеси пружању ефективних услуга за јавни и приватни сектор.

ИТ стандардизација је кључни фактор за развој геосектора. Сервисно оријентисани системи су средство које омогућава комбиновање различитих типова сервиса у циљу креирања флексибилних и интероперабилних решења. Такође, примена техничких правила и метода обезбеђује поуздану размену информација на основу сервисно оријентисане архитектуре. Ефикасно управљање геоинформацијама биће значајно повећано ако су геоподаци дати у стандардизованом референтном систему. На тај начин могу се креирати скупови конзистентних (безшаваних) геоинформација, без обзира на разноврсност изворних података.

Стандарди су интегрисана компонента сваке инфраструктуре просторних података. Техничка основа за развој и имплементацију националних и европских SDI-ова заснова се на примени стандарда. Стандарди, упутства и други докуменати омогућавају креирање лако доступних геоинформација за широк круг корисника. Националне катастарске и картографске институције су кључне за изградњу инфраструктуре просторних података, а самим тим и за имплементацију стандарда за геоинформације.

4. ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА

Закон о стандардизацији уређује начела и циљеве стандардизације у Републици Србији, организовање и делатност националног тела за стандардизацију, као и доношење, објављивање и примену српских стандарда и сродних докумената.

Као основа за доношење српских стандарда користе се, по правилу, међународни стандарди и сродни документи. У случају да у одређеној области не постоји међународни стандард или је важећи међународни стан-

дард неогдговарајући, као основа се могу користити европски или национални стандарди и сродни документи других држава.

Српски стандарди доносе се и објављују на српском језику и писму, у складу са законом којим се уређује службена употреба језика и писма. Законом је омогућено преузимање европских и међународних стандарда на енглеском језику (или неком другом званичном језику европских организација за стандардизацију).

Примена српских стандарда и сродних докумената је добровољна.

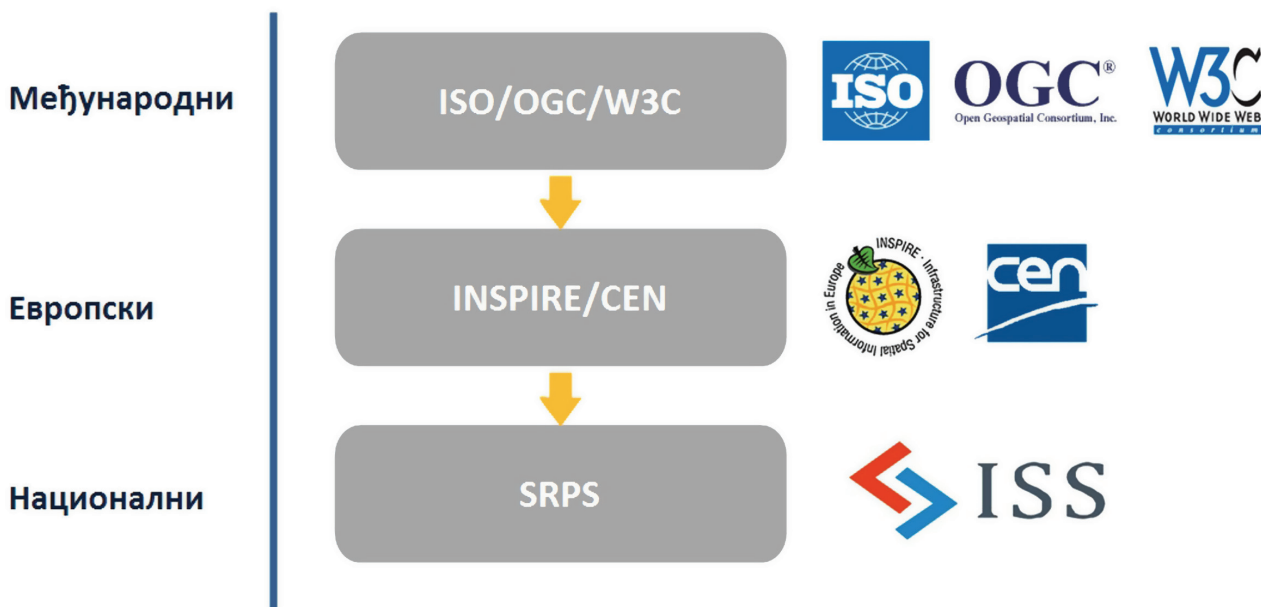
5. ИНСТИТУТ ЗА СТАНДАРДИЗАЦИЈУ СРБИЈЕ

Према Закону о стандардизацији, Институт за стандардизацију Србије (ИСС) је једино национално тело за стандардизацију. Улога Института је, између осталог, да:

- Доноси, развија, преиспитује, мења, допуњава и повлачи српске и сродне документе;
- Обезбеђује усаглашеност српских стандарда и сродних докумената са европским и међународним стандардима и сродним документима;
- Води регистар српских стандарда и сродних докумената у свим фазама развоја;
- Сарађује са европским и међународним организацијама за стандардизацију и националним телима за стандардизацију земаља потписница одговарајућих споразума из области стандардизације;
- Обезбеђује доступност јавности српских стандарда, сродних докумената, публикација, као и стандарда и публикација одговарајућих европских и међународних организација и других земаља и врши њихову продају;
- Припрема програме и годишње планове доношења српских стандарда;
- Представља и заступа интересе Републике Србије у области стандардизације у европским и међународним организацијама за стандардизацију, као и у њиховим телима.

Институт за стандардизацију Србије, као национално тело за стандардизацију, обезбеђује заинтересованим странама и целокупној јавности српске стандарде усаглашене са међународним и европским стандардима и могућност да равноправно учествује у међународној и европској стандардизацији доносећи националне стандарде поштујући међународне и европски признаје те принципе стандардизације.

Стручни рад Института у појединачним областима одвија се у комисијама за стандарде. Задатак комисија за стандарде је припрема и реализација плана доношења стандарда у одређеној области. Комисије су углавном формиране по аналогји са ISO техничким коми-



Слика 5.1. Нивои организација за стандардизацију

тетима. Састав комисија се бира из редова стручњака за одређену област, научних и истраживачких установа, државних органа и индустријских грана.

Институт, у сагласности са стратегијом Републике Србије, интезивно ради на преузимању пре свега европских стандарда, а затим на преузимању других међународних и националних стандарда за којима постоји интерес. Српски стандард је стандард који је донео Институт као национално тело за стандарде и који је доступан јавности. Српски стандарди и сродни документи могу бити изворни или могу настати на основу међународних, европских, регионалних и националних стандарда других земаља. Српски стандарди и сродни документи означавају се ознаком која почиње са скраћеницом SRPS, ускладу са правилима Института.

6. ИНИЦИЈАТИВА ЗА ФОРМИРАЊЕ КОМИСИЈЕ ЗА СТАНДАРДЕ ИЗ ОБЛАСТИ ГЕОГРАФСКИХ ИНФОРМАЦИЈА

Републички геодетски завод је покренуо иницијативу за формирање комисије за стандардизацију у области геоинформација. Институт за стандардизацију Србије, као надлежно национално тело за стандардизацију, на основу иницијативе Републичког геодетског завода је формирао Комисију за стандарде из области географских информација са ознаком KS I 211. Позив за предлагање стручњака за чланове комисије објављен је у Информатору Института за стандардизацију Србије од 31. октобра 2010. године.

Институт за стандардизацију донео је решење о образовању Комисије 26. јула 2010. године. Предмет рада комисије су стандарди из области географских информација. Комисија прати рад техничких комитета ISO/TC 211 и CEN/TC 287. Задатак је да се, до 31. децембра 2012. године, донесу потребне одлуке и обаве потребни послови у вези са преузимањем свих европских стандарда и сродних докумената из надлежности техничког комитета CEN/TC 287, као српских стандарда и то према динамици утврђеној својим програмом рада и својим годишњим плановима доношења српских стандарда и сродних докумената, које је верификовао надлежни стручни савет Института за стандардизацију Србије.

Уз сваки предлог за доношење српских стандарда којим се преузима одговарајући европски, односно међународни стандард, истовремено мора бити дат предлог за повлачење свих важећих српских стандарда који су у супротности са њим. Комисија ради према Упутству о начину образовања и рада комисија за стандарде. Рад у комисији је добровољан и заснива се на општим начелима стандардизације која су утврђена Законом о стандардизацији.

7. ПРЕГЛЕД ОБЈАВЉЕНИХ ISO И CEN СТАНДАРДА

Стандарди наведени у табели усвојени су проглашавањем на енглеском језику методом прештампавања, чиме се не оспорава објављивање на српском језику. Национални документ настао прештампавањем страног документа садржи националну насловну страну и предговор на српском језику, док је текст документа на енглеском језику.

Табела 7.1. Табела објављених српских стандарда из области геоинформација преузетих на енглеском језику.

Ред. број	Ознака – SRPS...	Назив на енглеском	Назив на српском
1.	CEN/TR 15449	Geographic information-Standards, specification, technical reports and guidelines, required to implement Spatial Data Infrastructure	Географске информације-Стандарди, спецификације, технички извештаји и упутства, неопходни за имплементацију инфраструктуре просторних података
2.	EN ISO 19101	Geographic information-Reference model	Географске информације-Референтни модел
3.	EN ISO 19105	Geographic information-Conformance and testing	Географске информације-Усаглашеност и тестирање
4.	EN ISO 19106	Geographic information-Profiles	Географске информације-Профили
5.	EN ISO 19107	Geographic information-Spatial schema	Географске информације-Просторна шема
6.	EN ISO 19108	Geographic information-Temporal schema	Географске информације-Временска шема
7.	EN ISO 19109	Geographic information-Rules for application schema	Географске информације-Правила за апликативну шему
8.	EN ISO 19110	Geographic information-Methodology for feature cataloguing	Географске информације-Методологија за каталогизацију просторних објеката
9.	EN ISO 19111	Geographic information-Spatial referencing by coordinates	Географске информације-Просторно референцирање координатама
10.	EN ISO 19112	Geographic information- Spatial referencing by geographic identifiers	Географске информације- Просторно референцирање географским одредницама
11.	EN ISO 19113	Geographic information-Quality principles	Географске информације-Принципи квалитета
12.	EN ISO 19114	Geographic information-Quality evaluation procedures	Географске информације-Процедуре за процену квалитета
13.	EN ISO 19114/AC	Geographic information- Quality evaluation procedures	Географске информације- Процедуре за процену квалитета
14.	EN ISO 19115	Geographic information-Metadata	Географске информације-Метаподаци
15.	EN ISO 19116	Geographic information-Positioning services	Географске информације-Сервиси позиционирања
16.	EN ISO 19117	Geographic information-Portrayal	Географске информације-Приказ
17.	EN ISO 19118	Geographic information-Encoding	Географске информације-Кодирање
18.	EN ISO 19119	Geographic information-Services	Географске информације-Сервиси
19.	EN ISO 19123	Geographic information-Schema for coverage geometry and functions	Географске информације-Шема за геометрију и функције обухвата
20.	EN ISO 19125-1	Geographic information-Simple feature access-Part 1: Common architecture	Географске информације-Приступ једноставном просторном објекту-Део 1: Општа архитектура
21.	EN ISO 19125-2	Geographic information- Simple feature access-Part 2: SQL option	Географске информације- Приступ једноставном просторном објекту-Део 2: SQL опција
22.	EN ISO 19128	Geographic information-Web map server interface	Географске информације-Web map сервер интерфејс
23.	EN ISO 19133	Geographic information-Location-based services-Tracking and navigation	Географске информације-Позициони сервиси-Праћење и навигација
24.	EN ISO 19135	Geographic information-Procedures for item registration	Географске информације-Процедура за регистрацију објеката

8. ЗАКЉУЧАК

Стандарди су документи који садрже карактеристике и захтеве за производ, поступке производње, методе испитивања и оцену усаглашености производа са захтевима. Коришћењем стандарда у производњи и пружању услуга повећавају се ефикасност и ефективност процеса и подиже квалитет услуга, чиме се доприноси подизању нивоа задовољења потреба корисника.

Стандарди су главни ослонац и незаобилазна компонента инфраструктуре просторних података. Потребно је да организације које управљају просторним информацијама користе исте методе и правила за прикупљање, одржавање и размену података у циљу осигурања квалитета и интероперабилности података.

Улога Комисије за стандарде из области географских информација је да припреми, преиспитује и одржава српске стандарде и сродне документе у области геоинформација, да прати рад ISO/TC 211 и CEN /TC 287 као и других сродних техничких радних тела међународних и европских организација за стандардизацију. Колико је то могуће, треба користити српске стандарде када постоје, а ако не постоје имплементација треба да се заснива на међународним стандардима за геоинформације.

Поштовање прихваћених стандарда у великој мери отклања различите проблеме и непрецизности. Према томе, стандарди имају, као једну од својих најзначајнијих функција, улогу средства помоћу кога се остварује комуникација. Тиме се обезбеђује основа за размену информација и сарадњу, тако да се квалитет производње, одржавања и коришћења подиже на виши ниво. Трошкови у процесу стандардизације су значајни, али уколико се сагледају добробити које се њом остварују, долази се до закључка да је напор у том правцу исплатив.

9. ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE)*
- [2] *INSPIRE Architecture and Standards Position Paper*
- [3] *Standards guide ISO/TC 211 geographic information/geomatics, 01.06.2009*
- [4] Републички геодетски завод, „Стратегија за успостављање инфраструктуре просторних података у Србији 2010 - 2012“
- [5] *Закон о стандардизацији*, („Службени гласник РС“, бр. 36/2009)

ЛИНКОВИ

- ISO – <http://www.iso.org>
ISO/TC 211 Geographic information/
Geomatics – <http://www.isotc211.org>
CEN – <http://www.cen.eu>
OGC – <http://www.opengeospatial.org>
INSPIRE – <http://inspire.jrc.ec.europa.eu>
W3C – <http://www.w3.org>
Open Source иницијатива – <http://www.opensource.org/about>
Институт за стандардизацију Србије – <http://www.iss.rs>
Републички геодетски завод – <http://www.rgz.gov.rs>

МОДЕЛОВАЊЕ И ОРГАНИЗАЦИЈА ПОДАТАКА О ПРОСТОРУ ЗА РАЗМЕРУ 1:50000 - СВЕТСКА И НАША ИСКУСТВА

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

Прегледни рад
УДК:[004.651/.652 : [528.93 : 681.518](100)(497.11)

РЕЗИМЕ

У раду се износе светска и наша искуства при моделовању и организацији података о простору за размеру 1:50 000. Од светских искустава су анализирана са подручја Сједињених Америчких Држава, Велике Британије и Аустралије. У поступку креирања података о простору у дигиталном облику поред геометријских, тополошких и тематских одлика, треба посебно водити рачуна о организацији и самој структури података. Структурирање података о простору у крупнијој размери је важно за разноврсне потребе и уз велики степен аутоматизације појединих фаза модели података пружају ефикаснију анализу и симулацију простора. Такође, изнета су домаћа искуства у моделовању и организацији података о простору за дату размеру.

Кључне речи: ГИС, подаци о простору за размеру 1:50 000, моделовање података, организација података, светска искуства.

MODELING AND ORGANIZATION OF SPATIAL DATA AT SCALE 1:50000 - WORLD AND OUR EXPERIENCES

Mirko Borisov, Ph.D.

ABSTRACT

The paper analyses some of the world and domestic experiences in the modelling and organization of spatial data at scale 1: 50 000. There are experiences from United States of America, The United Kingdom and Australia. Besides creating digital data from aspect of geometric, topologic and thematic features, it is very important organization and structure of data. The procedure of structuring data in high resolution is important way for different needs and with computer-aided along and with a certain degree of automatization in individual phases for analyzing and simulation of space. Also, it is issued our experiences in the modeling and organization of spatial data into that details.

Key words: GIS, spatial data at scale 1:50 000, modeling data, organization data, world experiences.

1. УВОД

До сада је мали број земаља пројектовао или изградио информационе системе о простору над својом целокупном територијом, нарочито у крупнијој размери. Њихова изградња је сложен, дуготрајан и скуп процес. Прве примене и искуства просторних информационих система крупне размере у свету везане су за војну проблематику у САД. Сагледавањем и изучавањем тог сегмента дошло се до одређених искустава и достигнућа код нас. Када је реч о моделовању и организацији података о простору за размеру 1:50 000, она се могу користити и у другим размерама. Међутим, до комплетних решења са техничко-технолошким детаљима још увек се тешко долази. То подручје се сматра за високу технологију и производи с таквом структуром података о простору не могу се комерцијално добијати.

2. СВЕТСКА ИСКУСТВА У МОДЕЛОВАЊУ И ОРГАНИЗАЦИЈИ ПОДАТАКА О ПРОСТОРУ

Као и у другим областима, тако и у области моделовања и организацији података о простору технолошки развијеније земље далеко су испред других. Географске информације (како на западу понекад називају податке о простору) сматрају се, поред људства и опреме, за један од најважнијих ресурса неопходних за успешно извођење многих активности у друштву. По прорачунима британских стручњака за више од 85% одлука које се доносе у војсци, па и у привреди неопходни су подаци о простору. На основу неколико примера приказаћемо стање и кретања на пољу моделовања и организације података о простору за размеру (у резолуцији) 1:50 000.

2.1 Сједињене Америчке Државе

На основу спецификације *Vector Smart Map (VMap) Level 2* и докумената који су коришћени у изради те специ-

¹ Наченик Војногеографског института, Мије Ковачевића 5, Београд, e-mail: mborisov@eunet.rs

фикације, стечен је увид у садржај и структуру података о простору у размери 1:50 000 за подручје САД. Основни циљ спецификације јесте да обезбеди униформни приступ међу свим елементима садржаја и приказа, те одржавање апликација за тај производ. За израду спецификације *VMap Level 2* производа као полазна основа коришћено је више владиних и невладиних докумената и публикација, те искуства у изради карата страних подручја у размери 1:50 000.

Стандард за Vector Product Format (VPF) коришћен је као полазна основа и њиме је дефинисан начин моделирања података о простору у векторском формату. Сам стандард за представљање података о простору заснива се на георелационом моделу, комбинаторној топологији и теорији скупова. Сваки објекат у моделу представљен је у облику релационе табеле, сачињене од колона које дефинишу синтаксу сваког поља и врсти које садрже податке.

Спецификација производа *VMap Level 2*

Спецификацијом производа *VMap Level 2* америчка фирма Defence Mapping Agency (DMA) је крајем прошлог века одредила садржај и формат векторског производа. Та спецификација даје опис садржаја, тачност, формат и дизајн производа *VMap Level 2*. У изради тог документа коришћени су и војне спецификације и стандарди. Основни захтеви, тј. спецификације за производ *VMap Level 2* су:

а) Тачност

Тачност традиционалних карата изражава се у димензијама, тј. растојањима на самој карти, док се за дигиталне производе, као што су *VMap Level 2*, тачност изражава растојањем у реалном простору, односно на самој површи Земље. Апсолутна положајна тачност изражава се на основу очекиване средње квадратне грешке, тј. "циркуларне" грешке са вероватноћом од 90% (0.9п). За јасно дефинисане тачке и објекте (раскрснице путева, торњеви и слично), одступања не могу бити већа од 0.5 мм од свог стварног (географског) положаја. Приказ растојања на површи Земље у смислу положајне и висинске тачности за *VMap Level 2* производ дат је у табели 2.1.

Апсолутна висинска тачност репрезентује разлику између додељене висине и истините висине тачке.

Табела 2.1. Положајна и висинска тачност података за *VMap Level 2* производ

Категорија земљишта (класа)	<i>VMap Level 2</i> (m)	<i>VMap Level 2 LE</i> (интервал изохипси)
1	25 m	0.5
2	50 m	1.0
3	100 m	2.0
4	>100 m	> 2.0

При међусобном упоређивању обе висине се односе на средњи ниво мора. Према стандардима за висинску представу, тачност изохипси и висина локација које се добију интерполацијом, треба да буде у границама 1/2 основне еквидистанције. Када су у питању коте, онда њихове вредности треба да буду у границама 1/4 основне еквидистанције. Висинска тачност података се изражава преко вредности линеарне грешке, која се односи на интервал између суседних изохипси са вероватноћом 90% (0.9п).

б) Датум

Хоризонтални датум за *VMap Level 2* је WGS 84 (World Geodetic System 84), усклађен према спецификацији датај у техничком упутству (ТМ 8350.2) DMA при Министарству одбране САД. Вертикални датум за *VMap Level 2* је средњи ниво мора (Mean Sea Level- MSL).

в) Густина (резулција) података

За *VMap Level 2* подаци су прикупљани на нивоу детаља који одговара густини производа крупне размере DMA. На основу такве густине прикупљених података о простору, *VMap Level 2* подаци при излазу у виду одштампаних листова карата или цртежа одговарају размери 1:50 000.

г) Извори и обим базе података

Географски простор за *VMap Level 2* производ је глобални и састоји се од више регионалних база података. Подаци *VMap Level 2* изведени су из садржаја објеката дефинисаних војном спецификацијом са стандардима DMA производа. Изузеци од картографских правила дати су у самој спецификацији производа.

д) Континуитет

Свака *VMap Level 2* база података организована је у одговарајуће VPF библиотеке. Непотпуност у подацима може се појавити због непостојања одговарајућих информација. Такође, не може постојати преклапање података (редудантност) у библиотекама *VMap Level 2* базе података.

ђ) Организација тематских нивоа

VMap Level 2 производи организовани су по тематским нивоима. Сваки *VMap Level 2* тематски ниво се складишти као један слој у VPF структури. При том постоје два референтна слоја и десет тематских слојева на нивоу библиотеке података, те један референтни слој и три тематска слоја на нивоу референтне библиотеке. Та VPF структура приказана је у табели 2.2.

е) Димензије

Јединица мере за производ *VMap Level 2* јесте метар. Минимална величина прикупљених објеката усклађује се са одређеним критеријумима и речником података који су технолошки део спецификације тог производа.

Табела 2.2. VMap Level 2 слојеви са VPF структуром нивоа

VPF структурни нивои	VMap Level 2 слојеви (тематски нивои)	Називи слојева (директоријуми)
Референтна библиотека	Библиотека референци Референце базе података Политички ентитети Називи места	LIBREF DBREF POLBND PLACENAM
Библиотеке података	Библиотека референци Везне референце Границе Квалитет података Висине Хидрографија Индустрија Земљишни облици Насеља Транспорт (комуникације) Услуге (објекти) Веgetација	LIBREF TILEREf BND DQ ELEV HYDRO IND PHYS POP TRANS UTIL VEG

Објекти се прикупљају као тачке, чворови, линије или површи. Текст или анотација такође се прикупљају са минималном величином у тачкама (пунктима), која је дефинисана у придруженој табели атрибута за сваку табелу текстуалног објекта.

ж) Модели кодирања објеката и атрибута

У производ VMap Level 2 имплементиран је стандард за размену географских информација у дигиталном облику, тј. Digital Geographic Information Exchange Standard (DIGEST) као и Feature and Attribute Coding Catalog (FACC). У случајевима где FACC не означава оно што је непознато или непостојећу (нул) вредност атрибута, потребно је да се попуне одређена поља према табелама речника података наведеног у спецификацији производа.

з) Координатни систем

VMap Level 2 подаци складиштени су у географском координатном систему са децималним записом. Хоризонтална резолуција за географске координате складишти се са тачношћу од 0.01 лучних секунди или 0.000002 децимална степена. За представљање географских локација користи се географски референтни систем (GEOREF).

и) Формат података

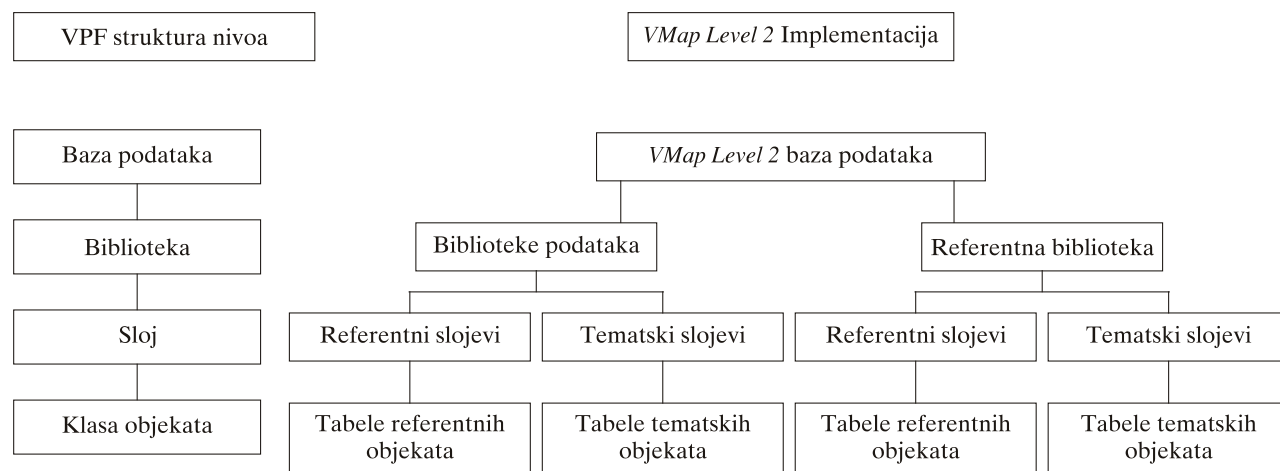
Производ VMap Level 2 креира се у VPF стандардном формату. Спецификација тог производа даје упутство за складиштење дигиталних картографских података и имплементацију производа VMap Level 2 у VPF.

ј) Опис базе података

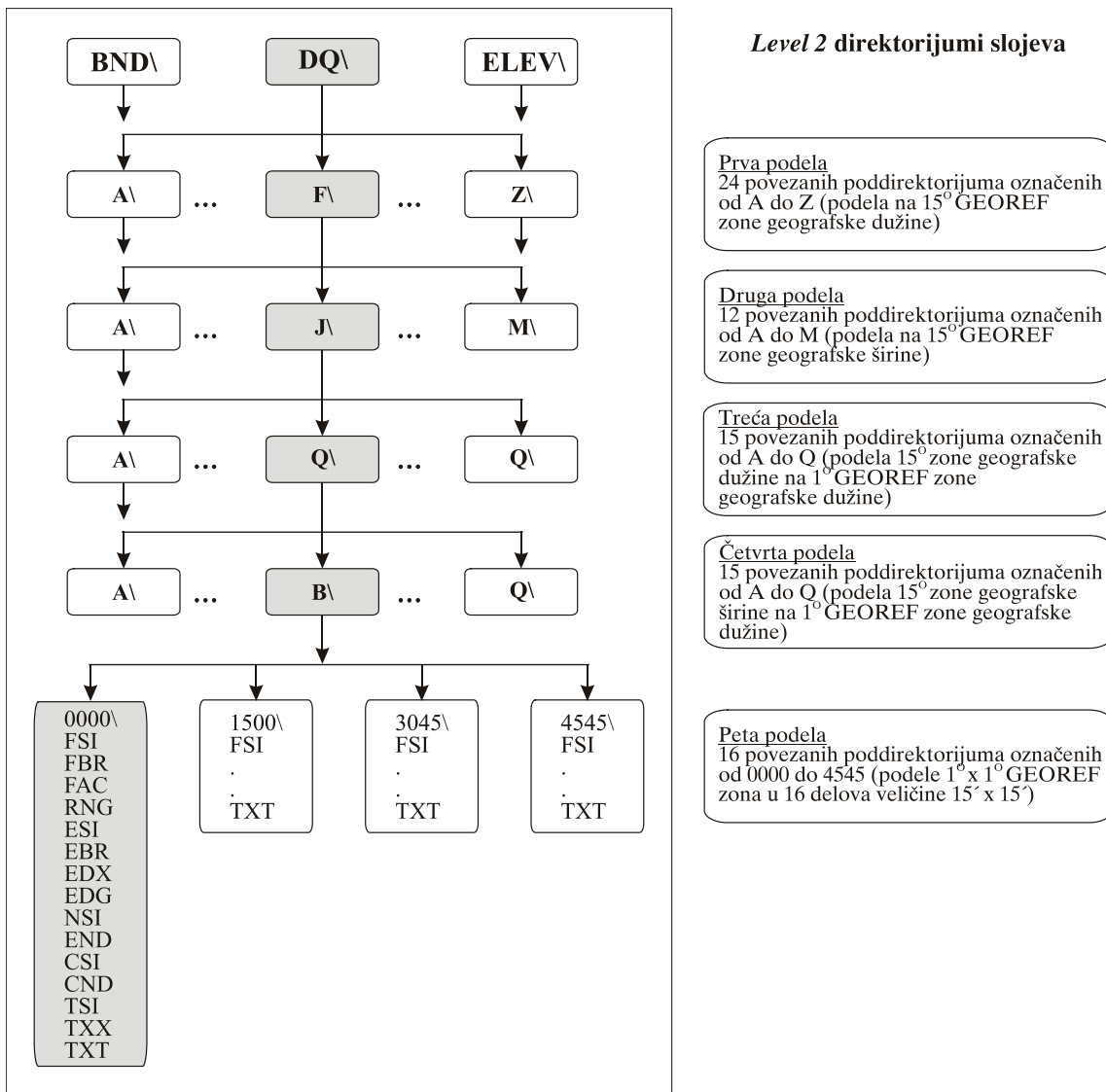
База података је векторски заснован производ. Он је дизајниран да подржи апликације ГИС са подацима о простору у крупној резолуцији. Тематски нивои VMap Level 2 организовани су по слојевима према VPF структури. База података VMap Level 2, такође садржи референтну, односно везну библиотеку, која садржи генерализоване податке слојева за оријентацију корисника према бази података. Сваки слој садржи скуп датотека које описују објекте у одређеном тематском нивоу.

к) VMap Level 2 организација директоријума

Датотеке VMap Level 2 организоване су у четири VPF структурна нивоа: базе података, библиотеке, слојеви и класе објеката. Структура нивоа VPF и VMap Level 2 имплементација приказана је на слици 1. Базе података, библиотеке и слојеви представљени су директоријумима. Ниво “класа објеката” представља се као група датотека смештених на нивоу слојева. Класа објеката дефинисана је као група објеката који деле хомогени скуп атрибута и састоји се од једне или више основних табела и једне или



Слика 1. VPF структура нивоа и VMap Level 2 имплементација



Слика 2. VMap Level 2 хијерархија директоријума

више табела са атрибутима. Ако су слојеви преклопљени, те основне табеле биће смештене у поддиректоријумима директоријума слоја. Свака база података садржи два типа библиотека, тј. библиотеку података и референтну библиотеку. У оквиру сваке библиотеке постоје референтни и тематски слојеви.

л) VMap Level 2 шеме повезивања

Сви тематски слојеви у библиотеци деле исту структуру повезивања и координатни систем GEOREF. Повезивање података се, у ствари, појављује на нивоу примитива. Тако све табеле објеката могу да буду смештене испод самог директоријума слоја. Представљање табела и организација датотека у производ VMap Level 2, приказано је на слици 2.

Када је у питању топологија података, она се одржава преко система поделе, односно коришћењем референтног броја на ивици у основној табели која успоста-

вља везу између делова који су приказани хијерархијом директоријума. Поред директоријума и табела, постоје одређене просторне и тематске индекс датотеке (фајлови). Просторни индекс фајл, односно датотека омогућава коришћење скупа координата ради идентификације основних објеката и њима придружених атрибута, а тематска за подршку ефикасног постављања упита.

љ) Квалитет производа

Скуп провера тачности према спецификацији треба да постане део општег система провере добављача или програма квалитета. Недостатак било каквих захтева у спецификацији не ослобађа добављача одговорности за гаранцију да сви производи и набавке прослеђене влади за одобравање испуњавају све захтеве према уговору. Квалитет финалног производа треба да рефлектује онај квалитет који је изражен у применљивим стандардима.

2.2. Велика Британија

На основу спецификације производа *Meridian 2* и *Land-Form PANORAMA* (User Gyide, 2002) стечен је увид у садржај и структуру података о простору за размену 1:50000, у Великој Британији (UK). *Meridian 2* и *Land-Form PANORAMA* су производи британске националне агенције за картографију - UK National Mapping Agency Ordnance Survey. Спецификацијама тих производа дат је опис садржаја, тачност, формат података и дизајн самог производа.

Спецификација производа *Meridian 2*

Спецификацијом векторске карте и базе података *Meridian 2*, UK National Mapping Agency Ordnance Survey дефинише садржај и формат тог производа. Спецификација даје опис садржаја, тачност, формат података и дизајн производа *Meridian 2*. Основне спецификације производа *Meridian 2* су:

а) Тачност

Подаци у производу *Meridian 2* задржавају тачност улазних података. Међутим, није могуће дати јединствен критеријум тачности због различитих извора података. Многи објекти изведени су из различитих размера, а подаци су картографски генералисани у подручјима где би њихово позиционо представљање доприносило густоћи у приказу.

б) Извори и обим података

Подаци за *Meridian 2* дигиталну карту изведени су из база података крупних и ситних размера. Извори података и размере извора дате су у табели 2.3.

в) Организација тематских нивоа

Производ *Meridian 2* организован је по тематским нивоима, при чему они представљају одређену категорију географских података, а има их укупно осам. Нивои су уређени на хијерархијски начин. Ниво путева је први у хијерархији података, а остали су организовани према редоследу навођења, како је то дато у табели 2.4.

Табела 2.3. Извори података за производ *Meridian 2*

Објекат	Оригинални извори података	Размера извора
Путна мрежа	ROADS централне линије	1:1250, 1:2500 и 1:10000
Пруге	Базе податка крупне размере	1:1250, 1:2500 и 1:10000
Државне границе и границе округа и општина	Граничне линије	1:10000
Административне границе за Велс и Шкотску	Граничне линије	1:10000
Обалне линије	Landranger	1:50000
Површи коришћења земљишта и називи	Strategi	1:250000
Хидрографија	Strategi	1:250000
Шуме	Strategi	1:250000
Висине према правилној решетки (грид)	Land-Form PANORAMA	1:50000

Табела 2.4. Структура података (нивоа) производа *Meridian 2*

Ниво	Опис нивоа
Путеви	Путеви су подељени у категорије. Комплексне раскрснице представљене су појединачним чворовима и више коловоза у појединачне везе. Ово је хијерархијска позиција 1.
Пруге	Железничке пруге су представљене линијски. Укрштање пруга садржи везе и чворове, при чему се везе прекидају тамо где пруга прелази различите нивое. За одржавање позиционих веза објекти са овог нивоа могу бити придружени заједно са путевима, и чине комуникациони ниво.
Административне области и обалне линије	То су територије Шкотске, Велса и границе дате за Лондон. Границе су хијерархијски уређене. Обалну линију прати средњи ниво мора (MHW) према свим заливима (ушћима) до нормалне границе плиме и осеке (NLT). Административне границе су суседне у односу на обалне линије.
Области коришћења земљишта	Укључују површинске објекте, градове, села, индустријске и пословне паркове. Целокупни ниво може бити позиционо уклопљен са путном мрежом.
Картографска имена	Називи насељених места из база података ситних размера и називи железничких станица приказани су као текст-објекти и смештени близу објекта који описују. Називи који садрже више речи преведени су у један текстуелни објекат и представљени као <i>string</i> .
Хидрографија	Сваки водни објекат и површ садржи идентификациону тачку која носи код објекта и придружене атрибуте. Такође, свака веза за границе вода носи код објекта. За одржавање позиционих веза, објекти са овог нивоа могу се уклопити у постојећу хијерархију.
Шуме	Свака веза за границе шума носи код објекта. Пошумљена површ садржи идентификациону тачку која носи код објекта и придружене атрибуте.
Висине према правилном гриду	Висине се добијају у форми дигиталног модела терена (DMT). Информације о висинама могу се добити у резолуцији од 50 m Land-Form PANORAMA skupa података до 200m.

г) Координатни систем

Координатни систем је национални грид (National Grid - NG). Координате националног грида су у резолуцији 0.01m. То је и резолуција изворних података. Подаци о висинама испоручују се независно, а могу се уклопити са садржајем производа *Meridian 2*.

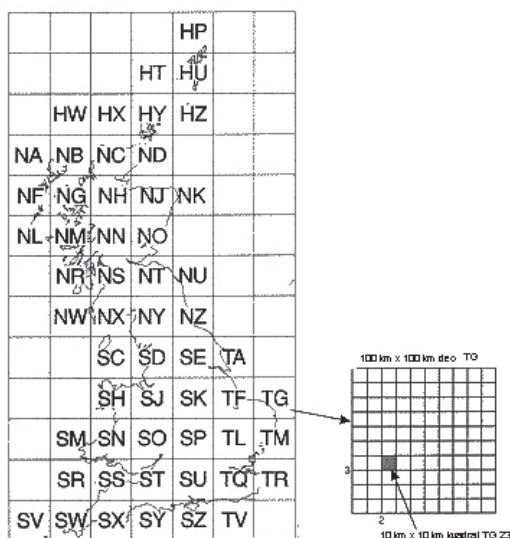
д) Формати података

Производ *Meridian 2* је доступан корисницима у NTF и DXF формату. Формат NTF је британски стандардни национални формат и заједнички за све дигиталне карте које производи Ordnance Survey. Представљање производа *Meridian 2* могуће је и у DXF формату са проширеним ентитетима података за складиштење атрибута. Производ *Meridian 2* има структуру података ограничених веза и чворова. У таквој структури објекат може бити: назив, тачка или линија (или серија линија које формирају кохерентну јединицу). Сваки објекат је независан, што значи да тополошке везе објеката нису изражене у подацима. Објекти су класификовани по типу и сваки тип смештен у посебан DXF ниво.

ђ) Модел поделе простора за производ *Меридиан 2*

Делови *Meridian 2* идентификовани су према националном гриду у односу на референтни северозападни ћошак површи коју покрива. Ordnance Survey National Grid дели територију Велике Британије на квадрате 100 x 100 km. Сваки од тих квадрата има два јединствена слова за идентификацију. Приказ поделе простора дат је на слици 3.

Даље је сваки квадрат производа *Meridian 2* подељен на делове величине 10 x 10km. Они су описани додавањем још две цифре називу референтног квадрата 100 x 100km.



Слика 3. Приказ поделе територије Велике Британије према националном гриду

е) Квалитет производа

Ordnance Survey настоји да одржи квалитет података, уз спремност за исправку било ког недостатка или грешке које уоче корисници. Производ *Meridian 2* испоручује се као статичан скуп података. Да би се добио потпуни потенцијал употребе тог производа, неопходно је коришћење одговарајућег апликативног софтвера, као што су то GIS или CAD алати. Целокупну територију Велике Британије покрива 2857 делова величине 10 x 10km.

Спецификација производа

Land-Form PANORAMA

Тај производ представља национални покривач вертикалне представе терена. Висине тачака су заокружене на метар. Спецификацијом дигиталних висинских података *Land-Form PANORAMA* одређени су садржај и формат производа од UK National Mapping Agency Ordnance Survey. Та спецификација даје опис садржаја, тачност, формат података и дизајн производа *Land-Form PANORAMA*. Опште одлике производа *Land-Form PANORAMA* односе се на саму структуру и квалитет података. Основне спецификације производа *Land-Form PANORAMA* су:

а) Тачност

Тачност изохипси изражена је средњом квадратном грешком и износи $\pm 3m$. Добијена је на основу разлика између висине изохипси које су биле представљене на карти и одговарајућих мерења на терену. Променљива тачност DMT може се очекивати у зависности од конфигурације земљишта. Висинска тачност DMT већа је од половине еквидистанције суседних изохипси и износи око $\pm 5m$.

б) Извори и обим података

Употреба изохипси са Landranger карата утицала је на дигиталну презентацију постојећих изолинија. Ради креирања DMT додате су коте, линије гребена и линије важних рељефних облика. Изохипсе су у векторском формату и дате са еквидистанцом од 10m, а висине ката означене вредностима заокружене на метар. Све изохипсе се састоје од једног континуалног објекта, изузев оних које су изостављене у подручјима са великим нагибом терена. Такође, изохипсе се не приказују у активним каменоломима, шљункарама, гомилама одређених наслага или отвореним рудницима. Дате су и преломне линије које указују на дисконтинуитет површи терена.

в) Организација података

Подаци тог производа уређени су у деловима чије су димензије 100 x 100km, односно 20 x 20 km. Они су расположиви за целокупну територију Велике Британије. Приказ просторне поделе и номенклатура просторних подручја по којима се подаци дистрибуирају дати су на слици 3.

г) Координатни систем

Координатни систем је Национални грид. Координате националног грида су у резолуцији 0.01m. То је и резолуција изворних података. Висине нису дате ни за један објекат. Вертикални датум за *Land-Form ПАНОРАМА* је средњи ниво мора у месту Невлин (Newlyn датум).

д) Формати података

Подаци производа *Land-Form PANORAMA* доступни су корисницима у NTF и DXF формату.

2.3 Аустралија

На основу описа производа дигиталне топографске карте размере 1:50000, тј. *Topographic Land Map (TLM50)* и *VMap Level 2*, датог на Internet локацији <http://www.defence.gov.au>, од Defence Imagery and Geospatial Organization (DIGO), стечен је увид у садржај и формат векторских карта у размери 1:50000 за подручје Аустралије, те за производ Digital Terrain Elevation Data (DTED) Level 2. Производ је добијен применом Arc/Info софтверског окружења, а полазна основа за одређивање атрибута објеката је стандард DIGEST и спецификација производа TLM50.

Спецификација производа TLM50

Спецификација производа TLM50 обухвата векторске податке и номенклатуру објеката о простору која одговара топографској карти линијског садржаја у размери 1:50000. Основне спецификације тог производа су:

а) Тачност

Положајна тачност података за 90% добро дефинисаних детаља није мања од $\pm 25m$, тј. одступања од стварног положаја објеката износе $\pm 25m$, са вероватноћом 90%. Висинска тачност података за 90% висина износи $\pm 1/2$ од вредности интервала изохипси, односно $\pm 5m$, изузев у подручјима са густом вегетацијом.

б) Датум

Хоризонтални датум је WGS 84, док је пре 1990. године био Australian Geodetic Datum (AGD). Висински датум је Australian Height Datum (AHD).

в) Извори података

Основни извори података за производ TLM50 су кеширани репродукцијски оригинали и/или дигитални фотограметријски снимци.

г) Координатни систем

Подаци који су креирани пре 1990. године могу бити у неком од референтних координатних система: AGD 66, AGD 84 или WGS 72. Од 1990. године сви подаци су дати у WGS 84 координатном систему. При том се ко-

ристи Универзална Меркаторова пројекција. Подаци су припремљени за дистрибуцију у WGS 84 координатном систему, али, према потреби, могу бити преведени и у други референтни систем.

д) Формати података

Подаци се креирају коришћењем софтвера Arc/Info, а могу бити испоручени и у другим стандардним форматима.

Спецификација производа VMap Level 2

Према спецификацији *VMap Level 2*, израђена је дигитална векторска карта за подручје Аустралије у размери 1:50000. Спецификација садржи опис садржаја, тачност, формат података и дизајн *VMap Level 2* производа. Основна намена тог производа је основа за развој информационих система, који укључују податке о простору и производњу картографских приказа. Основне одлике тог производа су:

а) Тачност

Апсолутна положајна тачност изводи се на основу примарних картографских извора и генерисаних векторских података. У слоју квалитета података садржана је актуелна размера карте и величина грешака. Тачност се изражава као "очекивана" положајна грешка са вероватноћом од 90% (0.9п). Очекивана положајна тачност по нивоима и класификација изворних података дата је у табели 2.5.

За добро дефинисане објекте (више од 90%) положајна грешка је дата под класом извора А, у зависности од размере приказа. Такође, не више од 10% добро дефинисаних објеката не прелази положајну грешку дату под класом извора В. Понеки пут се одређени елементи приказа померају у односу на друге, на пример, комуникације у односу на реке, па су у том случају положајне грешке веће и дате су под класом извора С. У најгорем случају, неки објекти могу бити премештени и много више, као што је то случај под D.

Табела 2.5. Приказ класификације извора података и очекиване положајне и висинске грешке

Класа извора	Очекивана положајна грешка (m)	Линеарна грешка (интервал изохипси)
A	25	≥ 0.5
B		1.0
C		2.0
D>		2.0

Са становишта апсолутне висинске тачности, висина тачке може бити одређена интерполацијом дигитализованих изохипси или може бити приказана

као координата темена објекта. У табели 2.5 приказана је висинска тачност за производ који се заснива на класификацији изворних података. Интервал изохипси и класа извора података, дати су у слоју квалитета података. Висинска тачност се изражава са 90% вероватноћом (0.9p) линеарне грешке одговарајућег интервала изохипси.

б) Датум

Хоризонтални датум производа је WGS 84. Висински датум представља средњи ниво мора, одређен на основу више локација и мареографа.

в) Обим података и садржај

Подаци се прикупљају са нивоом детаљности који одговара стандардним картографским производима средње (*Level 1*) и крупне (*Level 2*) размере. База података *VMap Level 2* организована је у библиотеке и може се користити за продукцију сличних производа. Непопуњеност у подацима може се појавити само тамо где нема изворних информација. Нема преклапања података између библиотека. Слојеви података су: границе, висине, хидрографија, индустрија, земљишни облици, насељеност, саобраћај, услуге и вегетација. Такође, слој квалитета података је део структуре садржаја.

г) Координатни систем

Координатни систем који се користи за представљање географских локација је World Geographic Reference System (GEOREF). Географске координате смештају се у децималном запису, а на јужној и на западној хемисфери представљају се коришћењем негативних вредности за приказивање географске ширине и дужине.

д) Структура и формат података

Производ је организован по датотекама, коришћењем стандардне Disk Operating System (DOS) структуре. Објекти и атрибути означавају се према FACC. Подаци се дистрибуирају као *VMap Level 2*.

Спецификација производа DTED Level 2

Производ DTED Level 2 обезбеђује основне квантитативне податке за војне системе који захтевају информације о висинама, нагибу и/или информације о степену неравнина саме површи терена. Производ DTED Level 2 обезбеђује информације о висинама са интервалом од једне лучне секунде (приближно 30m). Основне спецификације производа DTED Level 2 су:

а) Тачност

Апсолутна положајна тачност, односно средња квадратна грешка положаја износи $\pm 50m$, са вероватноћом 90%. Апсолутна висинска тачност износи $\pm 30m$ линеарне грешке, такође са вероватноћом 90%.

б) Датум

Висински датум је Australian Height Datum (AHD) или средњи ниво мора изван копненог дела Аустралије.

в) Густина података

Садржај производа DTED Level 2 приближно је еквивалентан резолуцији података у размери 1:50000. При коришћењу за крупније размере потребно је укључити оцену грешке за сваку поједину просторну јединицу.

г) Координатни систем

Координатни систем који се користи за представљање локација географских информација јесте GEOREF.

д) Садржај производа

Заглавље сваке просторне јединице садржи слог у коме се налазе подаци за идентификацију, административни подаци, вредности (параметри) потребне за апликације, одржавање и верификацију вредности висина. Сваки слог са подацима о висинама садржи 3 601 вредност, дату у метрима дуж једног меридијана. У свакој појединачној просторној јединици налази се од 630 до 3 601 висински податак, зависно од зоне географске ширине. У свакој од пет зона географске ширине, растојање у вредностима висина је једна лучна секунда. Растојање у зонама географске дужине дато је у табели 2.6.

Табела 2.6. Приказ растојања по зонама

Зоне	Географска ширина	Географска дужина
I	0° - 50° N/S	1 лучна секунда
II	50° - 70° N/S	2 лучне секунде
III	70° - 75° N/S	3 лучне секунде
IV	75° - 80° N/S	4 лучне секунде
V	80° - 90° N/S	6 лучних секунди

ђ) Формат података и медијум за дистрибуцију

Формат података је ASCII датотека са слоговима ваљабилне дужине. Медијум CD-ROM са производом DTED Level 2 садржи, датотеку Digital Mean Elevation Data (DMED), додатне DTED датотеке, те датотеке са другим географским подацима. Датотека DMED укључује статистичке податке за свако подручје величине 15' x 15'.

3. НАША ИСКУСТВА У МОДЕЛОВАЊУ И ОРГАНИЗАЦИЈИ ПОДАТАКА О ПРОСТОРУ

На основу спецификације производа Baze Geoprostornih Podataka (BGP50), дат је увид у садржај и структуру података о простору у размери 1:50 000 за подручје Србије. Производ је добијен применом GIS софтверског окружења, а полазна основа за одређивање садржаја је топографска карта 1:50 000.

Модел за представљање података о простору засни- ва се на објектно-оријентисаном приступу. Сваки обје- кат треба представити преко основних геометријских ентитета (тачка, линија, полигон). Поред облика и по- ложаја у простору, објекти се могу надопунити симбо- лима, описима или међусобно дефинисаним везама (су- седност, преклапање и припадност). Такође, уз графичке (геометријске) податке, потребно је додати и описне по- датке, односно атрибуте.

Спецификација производа BGP50

Спецификација производа BGP50 обухвата векторске податке и номенклатуру објеката о простору која одго- вара топографској карти линијског садржаја у размери 1:50 000. Та спецификација даје опис садржаја, тачност, формат и дизајн производа BGP50. Основне одлике тог производа су:

а) Тачност

Положајна тачност података је дефинисана Гаус- вом средњом квадратном грешком. У подручјима где су шуме/планине, те песковита брда, објекти могу бити 1.5 пута мање тачности, тј. максимално 0.75mm у раз- мери картирања. Тамо где симболи на картама нису по- мерани, апсолутна вредност хоризонталне (положајне) грешке строго дефинисаних линија које се односе на најближу контролну тачку или картографску мрежу, не прелази 0.5mm. Када је у питању вегетација и контуре које се обележавају, максимална положајна грешка дос- тиже 1mm. Положајна и висинска тачност дигиталних података, дата је у табели 2.7.

Табела 2.7. Положајна и висинска тачност података GBP50

Објекти на дигиталној карти	Положајна тачност у размери (mm)	Типови терена и угао нагиба	Висинска тачност (m)
Контролне (референтне) тачке	± 0.10		
Коте	± 0.18	Раван терен 0° - 2°	± 4 m
Стални, добро идентификовани објекти	± 0.35	Брдовит терен 2° - 6°	± 5 m
Лоше идентификовани објекти	± 0.55	Планински терен > 6°	> ± 5 m

Висинска тачност података дефинисана је тачношћу положаја појединачних тачака које се непосредно мере, те њиховом количином, тј. квалитетом узорка којим се представља површ терена. У планинским пределима број изохипис је усклађен са висинском разликом између врха и подножија планине. Типови терена и угао нагиба дати су у истој табели.

б) Датум

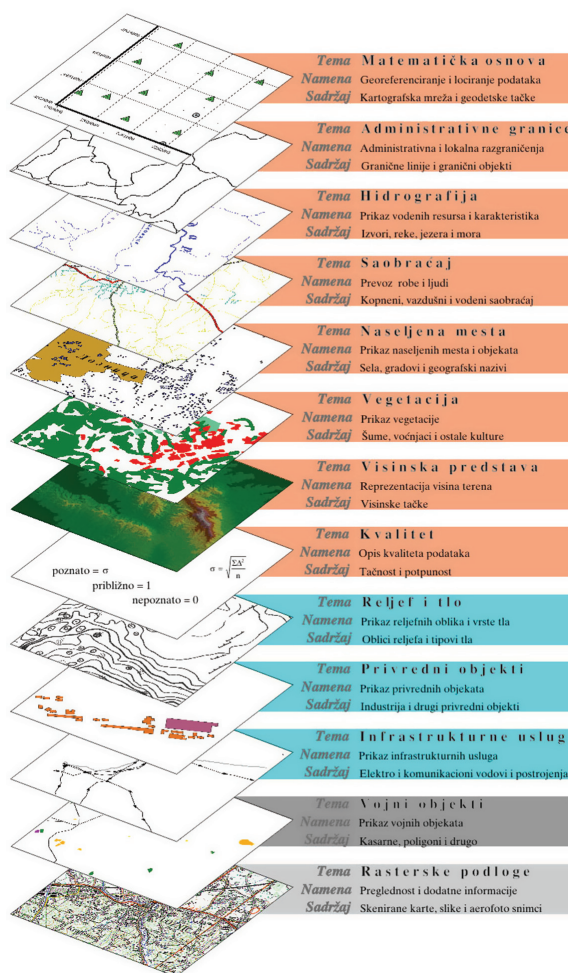
Хоризонтални датум за GBP50 је Bessel 1841 (Hermannskogel), усклађен према спецификацији датум у техничким упутствима за геодетско-картографске радове. Вертикални датум за GBP50 је средњи ниво Јадранског мора.

в) Координатни систем

Подаци GBP50 складиштени су у географском ко- ординатном систему са децималним записом. За пред- стављање географских локација користи се и правоугли координатни систем Гаус-Кригерове пројекције тро- степених зона, на Земљином елипсоиду Бесела 1841, са гриничким почетним меридијаном. Меридијани којима одговара 18° и 21° источне географске дужине средњи су меридијани зона, а линеарни модул (размера) на средњем меридијану зоне износи 0,9999.

г) Организација тематских нивоа

Подаци производа GBP50 огранизовани су по тем- атским нивоима. Сваки GBP50 тематски ниво се скла- дишти као један слој у векторској (графичкој) структу- ри. При том постоје два референтна слоја и једанаест основних (тематских) слојева. Та организација и струк- тура приказана је на слици 4.



Слика 4. Приказ организације тематских нивоа

д) Извори и садржај базе података

Географски простор за *GBP50* производ је глобални и састоји се од више пројеката (по листовима карте). Подаци *GBP50* изведени су из садржаја топографских карата дефинисаних војном спецификацијом са међународним стандардима. Изузеци од картографских правила дати су у самој спецификацији производа.

ђ) Густина података

За *GBP50* подаци су прикупљани на нивоу детаља који одговара густини производа крупне размере. На основу такве густине прикупљених података о простору, подаци при излазу из *GBP50* у виду одштампаних листава карата или цртежа одговарају размери 1:50 000.

е) Димензије

Јединица мере за производ *GBP50* јесте метар. Објекти се прикупљају као тачке, чворови, линије или површи. Текст или анотација такође се прикупљају са минималном величином у тачкама (пунктима), која је дефинисана у придруженој табели атрибута за сваку табелу текстуалног објекта.

ж) Формат података

Производ *GBP50* креира се у стандардном векторском формату. Спецификација тог производа даје упутство за складиштење дигиталних картографских података и имплементацију производа *GBP50*.

4. ЗАКЉУЧАК

Моделовање података о простору представља поступак уобичавања, где након тога, подаци постају корисне информације. А да би се то постигло, просторни подаци морају бити на прави начин структурисани и организовани. Данас се то најчешће чини путем модела података о простору, који су неижбежни сегмент база података о простору, односно GIS, а геодезија је област којој по природи ствари припада обавеза њиховог креирања и стварања.

У раду се износе различита искуства у моделовању и организацији података о простору у размери 1: 50 000. Вртоглави развој информационих технологија на том пољу наметнули су потпуно нове погледе на организацију и структурирању података о простору. Прво су САД, а потом и остале економски развијене земље света (Велика Британија, Аустралија) започеле радове на поступцима креирања и стандардизације геопросторних информација.

Појава нових технологија за прикупљање, приказ и анализу података о простору утицала је и код нас на развој инфраструктуре података о простору у размери 1:50 000. Истраживање оптималног модела и организације података о простору за дату размеру, представља управо корак у том правцу, и то веома важан корак, јер реч је о формирању базе геоподатака велике детаљ-

ности која представља неопходан услов за интероперабилност и успешно коришћење. При том одређена искуства су иста у односу на друге или се објашњавају на другачији начин, нека се допуњавају, а многа се појављују као потпуно нова.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Army Defence Agency: Australian Land Map, <http://www.maptrax.com.au/topographicmaps.htm>
- [2] Borisov, M. (2004): Model i organizacija geoprostornih podataka za razmeru 1:50 000, Doktorska disertacija, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd.
- [3] Digital Products: TLM50: 1:50000 Scale Digital Database, Defence Imagery and Geospatial Organization, <http://www.defence.gov.au/digo/digo/Product50tlm.htm>
- [4] Digital Products: VMap Level 2: Vector Map (VMap) Level 1&2, Defence Imagery and Geospatial Organization, <http://www.defence.gov.au/digo/digo/ProdyctVMAP.htm>
- [5] Digital Products: DTED Level 2: Digital Terrain Elevation Data (DTED) Level 2, Defence Imagery and Geospatial Organization, <http://www.defence.gov.au/digo/digo/ProdyctDETD.htm>
- [6] DMA, (1995): Draft Military Specification for Vector Smart Map (VMap) Level 2, USA.
- [7] DMA, (2000): The Digital Geographic Information Exchange Standard (DIGEST), USA.
- [8] STANAG 2211, (2000): Geodetic Datums, Projections, Grids and Grid References, North Atlantic Treaty Organization, Military Agency for Standardization, Edition 6.
- [9] Technical Specifications Version 3.5, (2000): AUSLIG, <http://www.auslig.gov.au>
- [10] User Guide V3.0., (2002): Land-Form PANORAMA, Ordnance Survey, UK.
- [11] User Guide V3.1., (2002): Meridian 2, Ordnance Survey, UK.
- [12] VGI., (1982): Upustvo za izvođenje radova na drugom izdanju topografske karte razmere 1:50 000, Beograd.

ОД КИЛОБАЈТА ДО ТЕРАБАЈТА: ПРИЛОГ ИСТОРИЈИ ПРИМЕНЕ РАЧУНАРСКИХ ТЕХНОЛОГИЈА У ГЕОДЕТСКОЈ ДЕЛАТНОСТИ У СРБИЈИ

Живорад Окановић, дипл.геод.инж.¹

Прегледни рад
УДК: 004 : 528(497.11)

РЕЗИМЕ

У раду се даје историјски преглед примене рачунарских технологија у геодетској делатности у Србији у неколико последњих деценија.

Кључне речи: Информациона технологија, примена рачунара у геодезији, историја геодетске делатности Србије.

FROM KILOBYTES TO TERABYTES: CONTRIBUTION TO THE HISTORY OF COMPUTER TECHNOLOGY IMPLEMENTATION IN GEODETIC ACTIVITIES IN SERBIA

Živorad Okanović, grad.geod.eng.

ABSTRACT

The paper gives a historical overview of implementation of computer technology in geodetic activities in Serbia in the last few decades.

Key words: Informaciona technology, Computer application in geodesy, Surveying activity history in Serbia.

1. УВОД

У овом раду је учињен покушај да се изнесу неке сада већ историјске чињенице из области примене рачунарске технологије у геодетској делатности у Србији. Прожимање геодетске делатности и рачунарске технологије, посматрано је из терабајтног² окружења са краја прве деценије двадесет првог века.

У многим геодетским и негеодетским фирмама, ако је постојала рачунарска опрема, геодетски стручњаци су је успешно користиле као алат за своје послове. Примера је више: *Геопремер*, *Војногеографски институт*, *Завод за фотограметрију*, *Рударски институт*, *Грађевински факултет*, *Енергодата*, *Партизански пут*, *Рударско топионичарски басен Бор* и други. У тим и другим фирмама и њиховим рачунским центрима (*Геомагнетски институт*, *ИМТ*, *Навип*, *Михаило Пупин*, *Центротекстил*, ...) аутор овога рада и колеге, седамдесетих година прошлог века, провели су много радног времена изнајмљујући никад довољне рачунарске ресурсе за геодетске обраде, најчешће у другој и трећој смени, када те фирме нису вршиле обраду својих података.

Атрибутом *први*, не и једини али вероватно највећи рачунарска центар у геодетској делатности у Србији, могао би се прогласити некадашњи рачунарска центар – *ЕРЦ Геопремер*. Формиран је 1972. године, а *нестао* је када и предузеће *Геопремер*, утопивши се са свим својим људским и другим ресурсима у новоформираном *Републичком геодетском заводу* (РГЗ) 1994. године. Као што су се усавршавале мерне технике и методе рада у геодетској пракси, тако се мењала и рачунарска технологија која је примењивана у геодетској делатности у Србији. Лако се може документовати да је *ЕРЦ Геопремер* најдаље допринео у квалитативном и квантитативном погледу, на примени информатичке технологије у геодетској делатности тога времена, па је њему (не само из тога разлога) посвећен већи део овога рада.³ Од организационе јединице од десетак запослених почетком седамдесетих, *ЕРЦ Геопремер* је стигао до посебне радне организације, самосталног предузећа, са око педесет запослених крајем осамдесетих година прошлог века. Такав колектив је, у дужем периоду, самог себе финансирао и издржавао од израде и одржавања катастарског оператера и других геодетских (и не геодетских⁴) обрада података, на најмодернијој рачунаској опреми тога времена. То су били домети професионалне и комерцијалне примене рачунарске технологије у геодетској делатности, каквој се и данас тежи у свакој области људског рада.

¹ Републички геодетски завод, Сектор за информатику и комуникације, Булевар војводе Мишића 39, Београд, e-mail: zokanovic@rgz.gov.rs

² Терабајт се користи као јединица мере података у рачунарству и износи 10¹² знакова по SI или 240 знакова записаних по бинарном систему

³ Овај чланак је краћа верзија резултата из истраживања и још обимнијег необјављеног рада

⁴ Рађени су послови за грађевинце, машинце, војску, ...

Природно би било да су се геодетски стручњаци са применом рачунарске технологије најпре сусретали у току свог школовања. Међутим, није било увек тако, јер за то углавном некада није било услова. У прошлости, услова је увек више било у пракси привредних, геодетских и других организација. Данас је ситуација, у томе погледу, срећом много другачија. Зато је потребно посветити коју реченицу и томе аспекту примене рачунарске технологије у геодетској делатности.

2. РАЧУНАРСКА ТЕХНОЛОГИЈА У ГЕОДЕТСКОМ ОБРАЗОВАЊУ

Масовнија примена рачунарских технологија у основном геодетском образовању, у *Средњој геодетској техничкој школи*, почело је са појавом јефтинијих персоналних рачунара. Тек тада су се у средњошколским и студентским геодетским кабинетима почели уводити рачунарско и информатичко образовање. Велики број геодета и других стручњака који су радили у геодетској делатности се образовао и на другим техничким факултетима. Ипак, највећи број њих је рачунарска и програмерска знања стицао на курсевима које су организовали добављачи рачунарске опреме и софтвера.

2.1 Геодетски одсек на Грађевинском факултету

Према монографији Грађевинског факултета (ГФ) [1.], може се закључити да се о правој примени рачунара у геодетском образовању може говорити када је, од 1969/70. године, на том факултету и Геодетском одсеку, уведен предмет *Програмирање*. Прве скраћене практичне вежбе обављале су се још и раније, на Природно-математичком факултету (ПМФ) у Београду. Од 1964/65. године, уведен је предмет на последипломским студијама, који се звао *Програмирање и математичке машине* за све смерове студија. Најпре је *Програмирање* на ГФ био необавезан, да би касније наставним планом из 1972. године, био уведен као обавезан предмет. Испит из програмирања *Fortran IV* за студенте петог семестра свих одсека, па и за Геодетски одсек, почео је од школске 1973/74. године.

Конфигурација система IBM 1130 на коме су се обучавали будући геодетски инжењери у *Инжењерском рачунарском центру* на ГФ се састојала од: централне јединице од 8К (16-битне) меморије, диска од 0.5 МБ, читача 80-колонских картица и штампача. Брзина извршавања једног меморијског циклуса је била 3.6 микросекунди, брзина штампача 80 редова у минути а читача картица - 300 картица у минути.

Први кораци у развоју геодетског софтвера на Геодетском одсеку, начињени су још раних 70-их година. Једно име и један професор, на предмету *Програмирање* са Геодетског одсека на ГФ, из те епохе скромних рачунарских ресурса, остало је у посебном сећању генерацијама студената геодезије. Био је то професор Павле

(Паја) Зеремски, који се може сматрати родоначелником примене рачунарских технологија и програмирања, не само у геодетском образовању, него и у геодетским пројектима на Геодетском одсеку. Захваљујући његовом изузетном залагању, знању и таленту, развијена је богата библиотека геодетских програма, на поменутом скромном картичном рачунарском систему *IBM 1130*, који су касније усавршавани на моћнијем рачунару *Digital DEC 20*. Стотине дипломских, семинарских, специјалистичких, магистарских и докторских радова урађено је и одбрањено користећи софтверска решења које је написао и свима безрезервно стављао на располагање професор Зеремски. Били су то програми за сва геодетска рачунања и изравнања, писана у *Fortran IV*, сјајно документована и организована процедура обраде података, доступна информатички скромно писменој геодетској популацији тога времена. Ти програми су доживели и каснију миграцију на персоналне рачунаре и *DOS* оперативне системе. Касније је, захваљујући све опет доступности РС технологије, и кроз наставу на Геодетском смеру, информатичко образовање све више било заступљено. Стасало је више даровитих стручњака који су дали свој печат информатичком образовању геодетских кадрова. Али то је већ новија историја о којој се доста зна.

2.2 Виша геодетска школа

На Вишој геодетској школи новије и модерније рачунарско образовање будућих геодетских стручњака почело је да се уводи захваљујући професорима ентузијастима за програмирање и рачунарску технику. Више од осталих, генерације студената памте професора Часлава Апостолског. Предмет *Техника рачунања* је био много година у форми и садржају класичан, *конзервативан* и теоријски оријентисан. Касније, деведесетих година прошлог и почетком овога 21. века, опет са појавом јефтинијих персоналних рачунара, нове и млађе колеге, радиле су на сопственом развоју и примени нових програмских решења, на савременијим платформама и окружењима, за сва геодетска рачунања за рад на терену и у канцеларији. Данас са Високе грађевинско-геодетске школе долазе образовани геодетски стручњаци за *CAD* и *ГИС* технологије, захваљујући осовременејој настави из предмета *Информатика за инжењере* и *Примена рачунара и математике*.

2.3 Природно математички факултет

Није спорно да су персонални рачунари дали немерљив допринос ширем информатичком образовању, па и геодетској популацији. За геодете је ипак важан податак, везан за велики рачунарски систем *IBM 360/44* на ПМФ. Вероватно је *прва рачунарска обрада веће геодетске мреже, рачунање координата и кота геодетских тачака у Србији*, извршено управо на том IBM рачунару 1971. го-

дине, за потребе премера општине Бујановац, о чему детаљно сведочи аутор у раду [2.]. Иначе, у поментом *ЕРЦ Геопремер* је радило више програмера са тог факултета који има несумњиво најдужу традицију у информатичком образовању инжењера. Уџбеници и приручници професора др Недељка Парезановића са ПМФ, били су тражени од свих инжењера који су правили прве кораке у програмирању и обради података, па и од геодета. Тако је његова књига *FORTRAN IV* доживела 20 издања.

2.4 Факултет организационих наука

Факултет организационих наука (ФОН), од свог оснивања 1969. године, имао је такође значајног утицаја на информатичко и друго образовање кадрова као и на примену нових технологија у геодетској делатности. Много је геодетских инжењера, после завршене Више геодетске школе, због некомпатибилности наставног плана и програма на Геодетском одсеку Грађевинског факултета, изабрало наставак студија на ФОН. У дужем периоду постојања у *ЕРЦ Геопремер* радило је више инжењера информатике и организације рада са ФОН, дајући свој допринос пројектовању геодетских и других информационих система. Скоро да нема старије генерације пројектаната информационих система и база података, а да није чуо за професора са тог факултета, др Бранислава Лазаревић, по коме је ФОН назвао и своју лабораторију за информационе системе.

3. ПРИМЕНА РАЧУНАРА У ГЕОДЕТСКИМ ОРГАНИЗАЦИЈАМА

3.1 Војногеографски институт

Традиција војне геодетске делатности на простору Србије и бивших република СФРЈ је дуга преко 130 година и може се сматрати кључном за установљавање и развој цивилне геодетске струке. Примена рачунарских техника и технологија у тој установи, документована је у писаним радовима припадника ВГИ. Најбољи прикази војне геодетско картографске делатности дају се у *Зборницима радова ВГИ*, а детаљан приказ примене рачунарске технологије постоји у раду [3.].

До 1950. године у ВГИ су, као и у другим геодетским организацијама, логаритамске и друге нумеричке таблице и номограми, логаритмари, ручне механичке и електричне рачунске машине, били основни алати за сва сложена појединачна⁵ и масовна геодетска рачунања. Друга генерација рачунарске технологије која се примењива-

⁵ Норматив РГУ и «Геопремера» за изравнање угловних и дужинских података мерења и рачунање координата једне тригонометријске тачке, логаритамским и тригонометријским таблицама, у формулару (ТОбр.10) био је тачка/човек дан.

ла у ВГИ, од почетка шездесетих до 3. генерације, долазила је углавном следећим редоследом:

- Z-22R први цевни рачунар (цеви су се стално прегревале), ЕК-3, аутографи А-5
- СИ-10070 (Compagnie) Sigma-7, био у употреби чак до 1980.
- 1971: HP-9100B, први програмирабилни рачунар
- 1972: Wang 720C, амерички, 16 К (16.384 бајта) такође био у употреби све до 1980. године
- 1979: PDP 11/70, набављен⁶ је уз online графички систем KONGSBERG (равни плотер и интерактивни колор графички терминал ТЕКТРОНИХ 4115, формата 41 инч).

Програмери из ВГИ (Драго Штемебергер, Драган Петровић и др) су у *ЕРЦ Геопремер*, мигрирали програме за геодетска рачунања са старог (Wang) рачунарског система на нови *PDP 11/70* и *Fortran IV*. Писац овога рада имао је прилике да те пакете подпрограма из те епохе ВГИ, који су били сјајно документовани, као и своја програмска решења почетком деведесетих година и касније, врло лако и успешно прилагођава новим окружењима: ORACLE DBMS (Fortran 77/SUN Solaris и Pro*Fortran for ORACLE) као и за UNIX, DOS и Windows оперативне системе. Била су то већ проверена решења, коришћена деценијама за рачунања у *вишој и нижој геодезији*, за трансформације координата и све друге обраде геодетских, картографских и астрономских података.

3.2 Савезни завод за фотограметрију

Због свог савезног значаја у бившој ФНРЈ, односно СФРЈ, Завод за фотограметрију (ЗЗФ) је, заједно са ВГИ у оквиру Савезне геодетске управе, имао водећу улогу у свим капиталним, основним геодетским радовима (астрономија, гравиметрија, триангулација, нивелман) на читавој територији тадашње Југославије. У тим околностима је 1980. купљен рачунарски систем *HP модел 45F*, за који је развијено и/или набављено доста квалитетног софтвера. Стручњаци из ЗЗФ су радили и школовали се у иностранству, одакле су преносили искуства и софтвере за фотограметријске и друге геодетске радове. Радили су и на развоју сопствених решења у свом рачуном центру за обраду података премера и комасације.

3.3 Покрајински геодетском завод Војводине

У Покрајинском геодетском заводу у Новом Саду, према *Геодетској монографији* [4.] стр.184, постојала је аутоматска механографска обрада података катастра за

⁶ Нешто после набавке и инсталације истог таквог рачунара у ЕРЦ Геопремер

Војводину. Било је то 1964. године, када је уведена прва аутоматска обрада на *механографској* опреми *Аритма*, на пословима израде и одржавању катастарског операта. Овом аутору је лично познато да је *ЕРЦ Геопремер*, седамдесетих и осамдесетих година преузимао те податке, са механографских бушених картица и магнетних трака. Вишеаспектно тестирање, листинге грешака и конверзију података на нови електронски рачунарски систем генерисали су врло ефикасни програми развијени у *ЕРЦ Геопремер* на *IBM* рачунару у окружењу *RPG, COBOL* и *Fortran*.

3.4 Градски геодетски завод у Београду

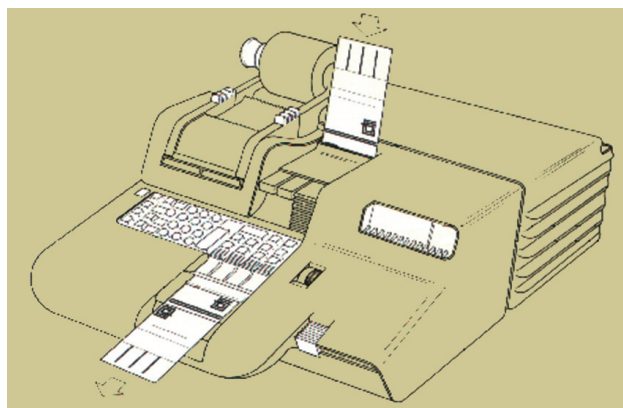
У периоду постојања Републичке геодетске управе (РГУ) и општинских геодетских управа, у Београду је као посебан градски орган постојао Градски геодетски завод (ГГЗ). ГГЗ је, у том и таквом друштвеном статусу и окружењу, према [5.] учествовао у амбициозним пројектима аутоматизације у изради банке података о простору на нивоу Београда. Пројектима је требало да се повежу ГГЗ и друге градске управе, пре свега Градски завод за статистику, Дирекција за градско грађевинско земљиште, Урбанистички завод и друге. Тада се већ увелико *говорило* о ГИС Београда. Што се тиче техничке архитектуре, ГГЗ је у масовнију аутоматизацију кренуо са појавом првих персоналних рачунара, док су у другим градским органима постојали или су набављани набављани моћнији *IBM mainframe*, *Honeywell Bull* и други рачунарски системи.

У таквом окружењу ГГЗ је кренуо у израду својих софтверских решења за потребе израде и одржавања катастра земљишта за Београд. У *ЕРЦ Геопремер* су аутоматизовани процеси израде пописних листа као и свих фаза рачунања површина парцела из координата и излагања података тадашњих нових премера Београда. Овде треба напоменути, да је крајем седамдесетих година,⁷ тим геодетских стручњака програмера из *ЕРЦ Геопремер* и ГГЗ, укључујући и правнике из суда, радио на заједничком пројекту и моделу *јединствене евиденције* (обједињавању) података из катастарског операта и Земљишне књиге. Израда новог, обнова и одржавање старог катастарског операта, за општине изван Београда, и даље је вршена у *ЕРЦ Геопремер*. Касније, почетком деведесетих година, када је спроведена реорганизација геодетске службе у Србији, софтверско решење из ГГЗ је подигнуто на ниво новоформираног РГЗ. Са перманентним одржавањем и дорадама нових верзија оно је и дан данас, скоро две деценије, униформно решење за израду и одржавање КЗ и КН у целој Србији.

⁷ Републичку комисију за припрему јединствене евиденције о неокретностима у Србији, образовало је Републичко извршно веће Скупштине Србије, 1977. године (према сведочењу Богдана Богдановића, директора РГУ).

4. ПРИМЕНА РАЧУНАРСKE ТЕХНИКЕ У ЕРЦ ГЕОПРЕМЕР ОД 1972. ДО 1990. ГОДИНЕ

Геопремер је била државна фирма основана шездесетих година прошлог века, са задатком да врши геодетски премер непремерених крајева Србије као и све што се под тиме подразумева. Задатак ЕРЦ Геопремер, као прве самосталне организационе јединице у геодетској струци за рачунарску обраду, био је да се бави модернизацијом обраде података премера и катастра применом рачунарских технологија. Претеча првог правога *електронског*⁸ рачунара у геодетској радној организацији *Геопремер* се мора неизоставно поменути, а то је *Olivetti Programma 101* – стони програмибилни калкулатор.



Olivetti Programma 101 - почетак АОП у ЕРЦ Геопремер

Он је у *Геопремеру* постојао и пре формирања организационе јединице *ЕРЦ Геопремер*. Инжењери геодезије су на поменутом стоним рачунару, правили програме за геодетска рачунања, који су снимани на магнетне (савитљиве) картице/траке. Били су програмирани скоро сви геодетски обрасци (*формулар*), сва рачунања геодетских мрежа, као и сва неопходна *координатна геометрија* у равни, за пројекте у инжењерској геодезији, премеру и комасацији у земљи и иностранству (Мароко, Либија, Алжира). Било је то време изградње аутопута кроз Београд (9.4 КМ), *Мостарске петље* и моста *Газела*, Народне библиотеке Србије, Железаре Смедерево и других капиталних објеката и радова у земљи и иностранству, који се нису могли замислити без искусних геодета из *Геопремера*. Пред тим тада *моћним* стоним рачунаром чекало се на ред. Касније је *ЕРЦ Геопремер* за потребе примењене, инжењерске геодезије, добио професионални *COGO* пакет, на бушеним 96-колонским картицама, чијим се функционалностима већ било овладало кроз поменута сопствена програмска решења.

⁸ Атрибутом електронски желела се изстаћи разлика нове генерације рачунарске технологије у односу на претходну, механографску обраду података

Електронска обрада геодетских података, за потребе *Геопремера*, вршена је и на великом рачунару IBM 360/44 на ПМФ а касније и другим фирмама. Један од тих послова је било рачунање координата за геодетску мрежу на радилишту Бујановац II, у време фотограметријског премера, 1970. године. Еминентни геодетски стручњак, аутор рада [2.] Његослав Вукотић⁹, иначе и сам врсни програмер, у наведеном чланку даје детаљни приказ поступка, алгорита обраде, блок дијаграме програмских решења у *Fortranu IV*, перформансе наведеног рачунара, конкретне резултате и показатеље за обрађену геодетску мрежу везних тачака. Био је то свакако пионирски подухват у историји наше струке, вероватно и један од првих, у примени електронске обраде података геодетских мрежа. Не дуго после тога, већ од 1973. године, обраде геодетских мрежа су програмиране и масовно вршене и у *ЕРЦ Геопремер*. Али у овој историјској причи о првом рачунарском центру у *Геопремеру* и у геодетској струци у Србији, о томе шта му је претходило и како је настајао, како се развијао и нешто, пођимо редом.

4.1 Модернизација геодетске струке од 1971.

Опремање и отварање првог рачуноског центра у *Радној организацији Геопремер* је био део велике модернизације и само једна од више координираних инвестиција са почетка седамдесетих година, не само у том предузећу већ и у другим геодетским институцијама - ЗЗФ, ВГИ и др. Иначе, *Геопремер* је био у то време, и још много година касније, највећа геодетска организација у Србији, а можда и у СФРЈ.

Тих година набављана је и најсавременија мерна техника: први електрооптички даљиномери сантиметарске тачности, авио камере и друга фотограметријска опрема за аеро фото премер у свим размерама, као и комплетна фото лабораторија за развијање филмова, израду фотограма и фото скица. Уз рачунарску опрему то је била комплетно аутоматизована технолошка линија премера, израде и одржавања катастарског операта, намењена свакој Општинској геодетској управи у Србији, која се одлучила да посао повери *Геопремеру*. То је подразумевало и провођење годишњих промена у катастарском операту, од уноса старог и новог стања, до штампања података свакој књизи катастарског операта за текућу годину, као и архивирање историје промена на магнетним тракама. Иначе, аутоматизована израда катастарског операта је био само један од неколико великих геодетских и других развојних пројеката у *Геопремеру*.

⁹ По изјави аутора у Архиву РГЗ би требало да постоји елаборат рачунања те мреже из 1971. године у шест књига (750 тачака на око 17.000 хектара), са печатом и потписом тадашњег директора Војислава Дућине.

4.2 Први електронски рачунар у геодетској струци – IBM System/3

Са великом сигурношћу се може утврдити да почеци масовне и савремене електронске рачунарске обраде података у геодетској делатности јесу у тој, сада већ далекој 1972. години, када је формиран први Електронски рачуноски центар у *Геопремеру*, познатији као *ЕРЦ Геопремер*. У новоформираној *ЕРЦ Геопремер*, који је за то време био ексклузивнији део пословног простора (као и избора кадрова), реализована је серверска сала по свим техничким стандардима и адаптиране су друге радне просторије. Узгред нека буде напоменуто, да је тај и такав простор бившег *ЕРЦ Геопремер* први пут после тога адаптиран, тек 2009. године. И то нешто говори о функционалности некадашњих решења, па и у просторном информатичком окружењу.



Изглед рачунара IBM System/3 какав је радио и у *ЕРЦ Геопремер* 1972-1980.

Запослени у *ЕРЦ Геопремер*, организовани много раније у пројектне тимове, са посебним радним еланом и великим мотивима, прихватили су без поговорно рад у две и три смене. Геодети, углавном искусни теренци, који су у школском образовању традиционално учили немачки језик, похађали су курсеве енглеског због новог рачунара који се очекивао али и због обука и послова у иностранству. Много пре пристизања рачунарске опреме, организовани су посебни курсеви за пројектанте, програмере, оператере на систему, организаторе обраде и друга звања, за која су тада многи први пут чули да постоје. Поред осталог, једна група будућих руководиоца, после претходних строгих тестирања, ишла је на посебне врсте курсева за управљање *ЕРЦ-ом*. На тим курсевима се оспособљавало за будуће вођење пословних преговора, анимације корисника и вештина комуникација и понуда нових услуга и података, из области рачунарске обраде и по-

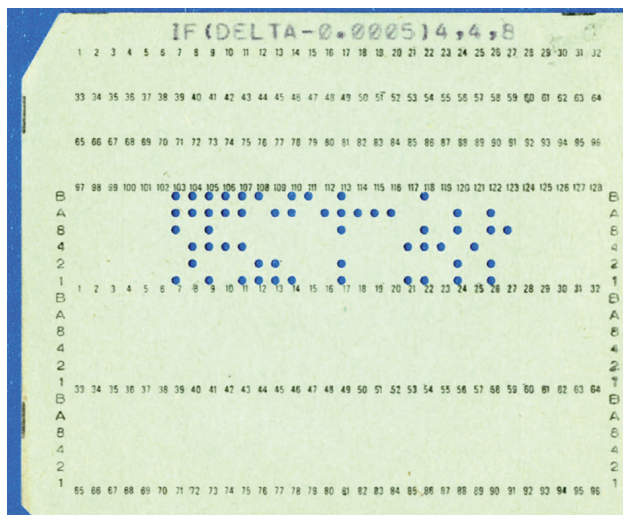
словања, сличног ономе што је данас модерно и без чега се не може, а то су знања и звања менаџмента и маркетинга.

Организовани су радни тимови од специјалиста за програмирање и обраду података и то за: геодетске мреже, рачунање површина и комасацију, катастарски операт, као и посебан тим оператера за припрему, унос и обраду података. Тимови су као такви, са сталним увећавањем броја запослених, опстали докле је постојао ЕРЦ Геопремер, што се као организациона структура и концепт показало врло ефикасним.¹⁰ Такође, ретки су они који су се запошљавали у ЕРЦ Геопремер а да су га напустили пре његовог краја, 2004. Треба овде истаћи, да је први и дугогодишњи директор ЕРЦ Геопремер био Рупних Ладислав дипл.ел.инж, а да су родоначелници у изради првих рачунарских програма за израду и одржавање катастарског оператера били Добривоје Стојковић (Доћа), дипл. геод. инжењер и Миодраг Старчевић (Стари) инжењер геодезије. Тим програмера се стално увећавао, јер су се развијали и други пројекти. Тимове програмера и за обраду података, за рачунање површина из координата и послове комасације, предводили су Вера Акшамовић и Љубиша Лазић, док је тим за геодетске мреже предводио Војислав Џепароски. Посебан тим оператера система чинило је пет лица који су одржавали рачунарски систем непрекидно (24/7/365) у сталном раду, вршили директну обраду кроз добро документоване апликације, организовали бекап система, водили евиденцију пројеката и радилишта, архивирања података и медија.

После свих припрема, у већ наменски адаптиран пословни простор и серверску салу, међу обучене тимове и стручњаке жељне иновација и стручних изазова, дошао је први прави електронски рачунар IBM System/3 са дисковима, штампачем, две јединице магнетних трака, мултифункционалном јединицом за читање, сортирање и бушене картица, као и више машина бушилица за картице. Тачније, рачунар је закупљен под ренту од фирме IBM Intertrade. Тај компјутерски систем је радио у строго контролисаној серверској сали (климатизована просторија, антистатик под) у коју се није лако улазило. Почело се са 16 KB меморије, 2 hard диска са по 2 мегабајта, две јединице магнетних трака густине записа 800/1600 bpi и штампачем од 100 редова у минути. Улазни уређај је био читач 96-колонских картица (250 картица у минути), што је била већ напреднија технологија од 80-колонских картица (већих димензија а мањег броја колона).

Картрице су се бушиле на десетак бушилица/верифицирања на којима се радило у две смене. Остали улазни уређаји су били читач папирних трака (бушених у поступку фотограметријског картирања), или регистра-

¹⁰ Изгледа да је у ИКТ опет тренд развоја ЕРЦ (Data центара), некадашњим концептом «мајн-фрем» рачунара, кроз виртуелизацију «фарме» сервера и «танких» клијената



96-колонска бушена картица - главни медиј за унос података до 80-их година прошлог века



Главни медији седамдесетих: бушене картице, папирне и магнетне траке и дискови од 2 МБ

тор координата на магнетне траке, који је био интегрисан на високо прецизне оптичко-механичке стерео фотограметријске инструменте Wild A10.

Била је то *top* производна фотограметријска и рачунарска линија у Геопремеру, која је функционисала скоро деценију. Хиљаде хектара, у градским и ванварошким премерима и комасационим подручјима је дигитализовано (преведено у електронску форму) на тој технологији и таквој производној линији. Главни архивски медији и ресурс, поред бушених трака и картица, биле су деветоканалне магнетне траке. Број бушених картица достигао је милионске цифре и стотине метара полица у ходницима. Дужине папирних трака на којима су се регистровали подаци у фотограметријском одељењу (координате међних тачака новог премера градова за размеру 1:500 и 1:1000) су биле километарских дужина. Архива магнетних трака на којима су се чувале радне и архивске датотеке, достигла је крајем 80-их година број

од преко 2000 комада. Неки архивски подаци са магнетних трака су преписани на нове PC CD/DVD медије и Windows окружење, тек 2005. и 2006. године.

Екстерних, радних дискова од по 2 мегабајта, за IBM Sistem/3 било је свега десетак. Служили су као простор за наменску обраду по врсти послова и апликација. За други новији, касније добијени рачунарски систем PDP 11/70, било је неколико дискова од по 80 мегабајта, што је за то време био велики и комфоран радни простор.

У ЕРЦ Геопремер се рачунар није ни искључивао, осим изузетно. Радило се у три смене, па су цене основног месечног закупа троструко увећаване, што је даваоцима закупа, београдској канцеларији фирме IBM Intertrade обезбеђивало енормни профит. Закуп је плаћан према утрошеном процесорском времену. IBM Intertrade је био дугогодишњи партнер ЕРЦ Геопремер и када је промењен бренд опреме, тј. када је напуштен IBM Sistem/3 и када се прешло на DEC PDP 11/70. Наиме, касније када су први персонални рачунари ушли у многе фирме, ЕРЦ Геопремер је опет изнајмљивао време у наведеном представништву, правећи нове програме у DOS и BASIC окружењу на IBM PC конфигурацијама. Радило се о новом пројекту за потребе непокретности и програмима за унос података из Земљишне књиге и Катастра земљишта, у нови тада тек озаконјени информациони систем, Јединствена евиденција непокретности (ЈЕИ) Црне Горе. Изради тог пројекта је претходила израда Правилника о ЈЕИ, после чега је урађен модел података и процеса. Први персонални рачунари¹¹ које је Црна Гора добила као донацију после земљотреса 1979. године, а који су годинама стајали не распаковани у многим општинама, послужили су за унос података који су касније обрађивани у ЕРЦ Геопремер.

4.3 Унос података било је «уско грло» у аутоматизацији обраде

Сви геодетски, картографски и фотограметријски подаци су уношени у рачунар преко бушених картица, на бушилицима у две смене или преко бушених папирних трака и то је било и за то време врло споро. Собзиром на количину улазних података, највише људских и системских ресурса и времена се трошило на унос података из катастарског оператера. Пошто се са ове временске дистанце, из гигабајтног окружења и савремених алата за прикупљање података (скенери високе резолуције, OCR и други алати и софтвери) тешко може разумети проблем масовног уноса података, у овом поглављу се тој, само наизглед мање важној теми, даје више простора.

Прво велико убрзање уноса података је значајно постигнуто, када се у више општинских геодетских управа организовало преписивање података на класичној IBM

писаћој машини са специјалном главом (куглом) са алфанумеричким симболима који су касније били оптички читљиви. Та техника из средине седамдесетих година, касније позната као *Optical character recognition (OCR)*, омогућила је да се у општинским геодетским управама организује припрема података о парцелама и поседницима преписивањем из поседовних листова, на папир формата А4. Колеге оператери система, као и аутор ових редова, провели су много изнајмљених смена у фирми Центротекстил у Кнез Михаиловој бр.1, где је на рачунару IBM-360 постојала специјална робусна улазна јединица, оптички читач података – претеча данашњих скенера. Катастарски подаци су, са папирног формата А4, дигитализовани и записивани на магнетне траке у програмирани формат поља и слогова, што је за ЕРЦ Геопремер био велики помак у решењу проблема спорог уноса података за милионе парцела.

Друго велико убрзавање уноса, уз увођење максималних контрола података на улазу/уносу у систем ЕРЦ Геопремер је решио сопственом инвестицијом. Набављен је нови *Data entry* оријентисан рачунарски систем – Mera 9150-SICHEK.

4.4 Mera 9150 SICHEK - Data entry sistem

Набавком новог *Data entry* оријентисаног система, унос података је вишеструко убрзан. Техничко решење је било такво да је обезбеђивало програмирање уноса и свих могућих контрола, на нивоу поља и слога, а да се рад није успоравао и када је радило свих осам оператера истовремено. Улазне екранске форме су се лако програмирале. Свако поље је имало довољно атрибута којима су се предефинисали услови и ограничења за унос, са контролним сумама чиме су се смањивале грешке оператера системским чекирањем на самом уносу, где је и



Data entry систем Mera 9150

¹¹ Биле су то скромне верзије «бејби» РС, само са Флору диском од 5.25 инча од 760 KB и неколико бољих примерака РС, са хард диском од 10 мегабајта.

најјефтиније отклањање грешака. Тако је шеснаест оператера, на осам терминала, у две смене, годинама радило на дигитализацији катастарског оператера, премера и комасације стотине радилишта, као и рачунања координата геодетских тачака за стотине геодетских мрежа за Србију, део БиХ и део Црне Горе.

Из статистике коју је сам систем Мера 9150 водио, а на бази осредњеног тромесечног тестирања оператера [9.] који су плату зарађивали по учинку, постигана је просечна брзина од 70 откуцаја у минути. Посебно су се истицале, надпросечним брзинама и са минималним бројем грешака, Вида Јовановић и Мица Поповић (Матић) које су могле за радно време да унесу у систем и по две хиљаде координата тачака (шифра, број, Y, X, H). Просечан број грешака свих оператера, после верификације – куцањем истих података, био је мањи од једног промила.

4.5 Остали рачунарски системи и обраде у ЕРЦ Геопремер

Крајем седамдесетих година, пре него што се ЕРЦ Геопремер појачао са *Data entry* системом *Mera 9150*, безболно и без застоја се прешло са *IBM System/3* на нову технолошку линију, *MiniVAX* рачунар, модел *DEC PDP 11/70*. Био је то радикални заокрет, не само напуштање картичног система улаза и прелазак са једног на други бренд, већ и потреба конверзије свих радних и архивских података са EBCD (IBM) у ASCII кодну табелу. Монохроматски терминали за *PDP 11/70* и *Mera 9150* су заменили картични *IBM System/3*. Нешто касније стигао је још један рачунар исте генерације, *Iskra Delta 400*, словеначки клон настао од *DEC PDP 11/70*, када је дефинитивно *IBM System/3* враћен рентеријеру, представништву *IBM* за Србију. У периоду од 1972. до 1989. године за око 50% територије Србије је, на аутоматизовани начин на рачунарима *IBM Sistem 3* и *PDP 11/70*, преведен катастарски операт у електронску форму. О томе је детаљније писано у [6.], [7.] и [8.]. Наиме, од када је уведена технологија аутоматизоване израде катастарског оператера од 1973. године, према [6.], само за првих шест година, поред осталих послова у ЕРЦ Геопремер, урађен је нови катастарски операт за 52 општине из Србије, БиХ и Ц. Горе. Према тврдњи аутора наведених чланка, да је та количина парцела за 52 општине рађена само за Србију, било би то око 44% од укупне површине Србије, односно око 32% укупног броја парцела у Србији.

Са ове временске дистанце, не само овом аутору већ и другим колегама из тога времена, који су у вишегодишњем раду у три смене израдили и одштампали стотине хиљада страна катастарског оператера и других геодетских обрада, тешко је сада разумети такву продукцију на тако скромним рачунарским ресурсима. Паралелно, поред израде и одржавања промена у катастарском оператеру који је прво програмерски освојен, све више се ра-



Друга серверска сала 1980-1990: PDP-11/70 и Delta 400 - радила до 2003.године

дило на другим геодетско техничким апликацијама,¹² у геодетским мрежама, комасационим и другим радovima. Са те и такве рачунарске опреме, тадашња РГУ обезбеђивала је преко ЕРЦ Геопремер повезивање катастарског прихода и основицу за опорезивање за пореске управе. За многе напредније пореске управе, директно је вршено и штампање пореских решења са прештампаним потписима надлежних начелника, у више примерака/индиго копија, са доставницама и налепницама са адресама за коверте. ЕРЦ Геопремер је зато, поред осталих стручњака, запошљавао и једног књиговесца. Тако ефикасних апликација и заокружених процеса рада скоро да ни данас нема у геодетској делатности, 35. година касније, уз све бенефите модерних база података, DBMS, DMS, Office, CAD, GIS и других алата.

4.6 CAD алати у ЕРЦ Геопремер

Крајем седамдесетих година формирана је друга серверска сала са *MiniVAX* рачунарима и првим CAD окружењем. Прво је набављен оригинални *DEC – PDP 11/70*, а нешто касније *Iskra Delta 400*, где су и даље јединице магнетних трака биле главни медиј за складиштење обрађених геодетских и катастарских података као и за одржавање/ажурирање промена. Комплекти дискова (више плоча са више глава за писање/читање у једној кутији) су достигли, за то време фантастичне капацитете, 105 мегабајта а радна меморија од 256 килобајта. И даље су на посебним дисковима држале апликације и подаци

¹² Проверавајући неке чињенице за овај рад, колега Добривоје Стојковић ме је подсетио, да је поред осталих пројеката у ЕРЦ Геопремер израдио и Катстар винограда за подручје Косова и Метохије, а за потребе брендирања и географског порекла вина.



Дигитајзер CALCOMP 660



Плотер CALCOMP 7000, формат 2 X A0, тачност 0.1 мм

(катастар, мреже, комасација, рачуноводство,...) што је давало додани *комфор* у раду простом физичком заменом дискова у диск јединици. Набављен је и први интерактивни монохроматски графички терминал, са електронским пером, са којим су цртани попречни профили за потребе пројеката каналске мреже на комасацијоним подручјима. Уводе се у вишеструку употребу, за те године врло скупи и прецизни дигитајзер и равни плотер фирме CALCOMP, са припадајућим софтверским рутинама које су биле писане за *Fortran*. Сами смо креирали, према топографском кључу, потребне графичке симболе геодетских тачака и ћириличне фонтове за опис планова.

Дигитајзером су углавном прикупљани подаци (бројеви парцела, координате тачака и површине) са старих планова за потребе комасације али и за друге послове. Направљени су кориснички програми за картирање геодетских планова и комасације на плотеру CALCOMP 7000, при чему су коришћене све могућности цртања и описа геодетских планова (ћириличним фонтом, хемијским оловкама или тушем) на свим врстама медија укључујући и гравирање на ослојеним фолијама. Вршене

су услуге и другим фирмама изван струке и *Геопремера*. Цртане су прецизне кружне скале за машинске и друге погоне у Србији и БиХ, када су се мењале мерне јединице (килограми у њутне), профили машинских елемената за неке војне производе итд. Гравирана је матична плоча за домаћи рачунар *TIM-100* за *Институт М. Пупин*. Радна површина плотера је била подржана вакумским системом, а четири носача писаљки омогућавала су ванредну креативност и оптимизацију у организацији цртања, као и високу прецизност (0.1 мм).

4.7 Регионализација у изради катастарског операта и почетак краја ЕРЦ Геопремер

У великим државним фирмама и у већим регионалним центрима, средином осамдесетих (Бор, Краљево, Аранђеловац и другим), оснивани су се нови рачунски центри, набављани новији рачунарски системи, стасали нови програмери и почела је нова (*не*) пословна политика тадашњег *Геопремера*, РГУ и/или државе. Тим новим центрима (*моћи*) предавани су сређени, исконтролисани и ажурни дигитални подаци (без икаквих грешака којих је било у папирним верзијама операта) као и све архиве годишњих промена у катастру земљишта. Даље је радио свако по своје резону и знању, у свом софтверу и на свом рачунару, за свој ужи регионални *атар*. Централизован концепт бивше РГУ се полако напуштао а са њиме су долазиле и друге слабости *разуђеног* система и некомпатибилности података.

До формирања РГЗ, поред израде и одржавања катастарског операта, доминантни послови у ЕРЦ *Геопремер* су били премер и комасација. Све до краја осамдесетих, док *неко* (читај политика) није почео са интеграцијом државних органа па тако и новог решења у домену катастра Србије у оквиру нове републичке *формације*. РГЗ је формиран централизацијом државних и управљачких функција у Београду, како би се (вероватно !?) лакше вршила стручна и друга контрола. Тако се и 1994. године завршила мисија ЕРЦ *Геопремер* који је имао неспорне заслуге за прву примену савремених рачунарских технологија у геодетској делатности. Увођењем рачунарске технологије знатно је смањен мукотрпни људски рад на обради огромне количине података премера, изради и одржавању катастарског операта. Уведена је једнообразност, повећана тачност и брзина израде и одржавања података премера, а онда су дошли персонални рачунари. *IBM System/3* нешто раније, *Data entry system Mera 9150*, *PDP 11/70* и *Delta 400* нешто касније, отишли су у историју.

4.8 Престанак рада Геопремера и ЕРЦ Геопремер

РГУ је, заједно са једним делом ЗЗФ, покрајинским геодетским заводима, општинским геодетским управама на територији целе Србије и ГГЗ Београд *прерасла* у РГЗ. Нешто касније је кооптиран и *Геопремер*, тачније

све самосталне и самофинансирајуће фирме из њега настале, укључујући и *ЕРЦ Геопремер*. Дошла је ера *PC* технологије и концепт *ЕРЦ* је замењен новим организационим моделима, настао је Сектор за ГИС, ICT одељења и одсеци. Уводиле су се и развијале технологије БП и ИС, уместо ранијих обрада у *Cobol*-ским и *Fortran*-ским апликацијама. У свим катастарским службама уводе се нова решења за израду и одржавање катастарског операта. Прелазило се на развој *клијент/сервер* апликација и умрежавање *PC* рачунара. Реализоване су *BNC LAN* мреже и одговарајуће софтверско и мрежно окружење. Део наслеђених података из *ЕРЦ Геопремер*, са око 2000 магнетних трака, делом је преведен у ново хардверско (*PC*) и софтверско (*DOS*, *Novel* и *FOX*, а касније *Windows* и *CAD*) окружење. У међувремену су многи подаци, нажалост, поново прикупљани, уношени и обрађивани због дисконтинуитета у технологији али и организацији¹³. Ипак, због неких апликација, систем *Delta 400* је радио до 2004. године када је, иако у радном стању, уместо у геодетски или неки други музеј, отишао у отпад. Почетком деведесетих, појавило се и прво домаће решење за израду дигиталних геодетских планова – *ManSoft*. *LAN* и *WAN* мреже, интернет и интранет технологије, веб портали и сервиси постају стандард. ГИС, ГПС, *DBMS*, *CAD* и друге ICT технологије врло брзо улазе у геодетску делатност, не само у државним већ и у приватним геодетским фирмама.

5. ВРЕМЕ САДАШЊЕ - ТЕРАБАЈТИ ГЕОДЕТСКО КАТАСТАРСКИХ ПОДАТАКА У РГЗ

Последњу деценију двадесетог века, информатичка делатност је обележила појавом да су се преласком на *PC* технологију напуштали велики рачунарски системи и концепт *ЕРЦ*. Исто се дешавало и у геодетској делатности. У седишту РГЗ, не случајно већ неминовно, постепено се концентрисао и развијао највећи ИКТ ресурс (неки нови *ЕРЦ*) за све постојеће и будуће геодетске информационе системе у Србији. Организациони носилац тих ИКТ ресурса у првим годинама РГЗ био је Сектор за ГИС, који је променио назив и сада се зове Сектор за ИК. По аналогији из времена *Геопремера* и РГУ садашњи Сектор за ИК је, ако се узме у обзир његова кадровска и техничка инфраструктура, неки нови виртуелни *ЕРЦ РГЗ*. Јер у серверској сали Сектора за ИК је чвориште АГРОС/ГПС центра, дигиталног архива РГЗ, националног геопортала *GeoСрбија*, картографске и ортофото про-

дукције РГЗ као и локација будућег интегралног система КН. У седишту РГЗ постоји велики Скен центар, са два равна скенера за скенирање катастарских планова, који се такође одржава преко Сектора за ИК.

Са постојеће серверске инфраструктуре у Сектору за ИК публикује се и одржава веб презентација РГЗ и више веб сервиса. У *WAN* мрежу РГЗ је за сада повезано 70 локација топологијом *звезда*. Предстоји повезивање и преосталих РГЗ локација у исти домен, али и неминовна изградња новог бекап *дата-рикавери* центра на некој удаљеној локацији. РГЗ поседује лиценце за сервере, радне станице и *MS Office* алате. Постоје лиценце и за све развојне и услужне софтвере и базе података (*ORACLE*, *ArcGIS*, *SQL server*, *AutoCAD*, *MapSoft*, анти-вирусни и други програми). Поред савремене техничке инфраструктуре, ништа мање није важан високо стручни људски ресурс.

РГЗ има можда најсавременију и највећу серверску салу, од свих државних институција, која се тренутно и даље проширује са ИКТ ресурсима. Серверска сала је подржана алтернативним енергетским напајањем (централни *UPS 2x40 KVA* и дизел агрегат), одговарајућом климатизацијом и противпожарном заштитом. Урађени су пројекти и очекује се реализација проширења серверске сале у складу са захтевима нових пројекта, од којих је најзахтевнији Пројекат новог дигиталног архива РГЗ.

Постојећи систем *SAN Storage EMC2, CX3-40*, са простором на дисковима од око 50 *TB*, у фази је проширења са новим *IBM* сторицом од 100 *TB*. Раније је, из норвешке донације, добијен и инсталиран *IBM* сториц капацитета 100 *TB*, намењених дигитализацији геодетског архива у РГЗ. Ту је и бекап систем, *Tape library TL4000* и *TL2000*, *LTO3* стандард, који је већ преоптерећен, спор и недовољан за нарастале потребе, па је неопходна замена бекап система. И поред свега наведеног, стални су захтеви за новим ИКТ ресурсима, уз све захтевније пројекте дигиталне картографске продукције. Годишњи прираст потреба за дигиталним простором у РГЗ, на серверским медијима, сада је реда величине више десетина терабајта. Оно што се у скорије време мора решавати, то је *дизастер рикавери* (бекап решење) серверске сале, на некој удаљеној локацији изван Београда. Само они који знају обим и значај геодетско картографске, правне и друге документације у РГЗ разумеће потребу таквих ИКТ ресурса.

Разлога за стално повећање ИКТ ресурса у геодетској делатности је све више. Интегришу се алфанумерички и графички подаци у окружењу моћних (али и скувих) софтверских производа. Геодетске мреже се на терену одређују из сателитских података. Стална модернизација (читај глобализација) узима свој данак (цену) у терабајтима (сервера, сторица и архива), у гигабитним брзинама протока и сталној продукцији нових верзија. Али прича са терабајтима се овде не завршава. Она заправо као и да нема крај а наследиће је, не

¹³ Поред осталог, нису преузети дигитални подаци (алфанумерички описи, координате и орјентисани правци) за тригонометријске тачака свих редова за Србију, унетих из *ТО27Т*, *ТО5* и *ТО25*, укључујући и територијалну припадност и друге метаподатке. На томе пројекту је *ЕРЦ Геопремер* утрошио више човек година рада.

задуго, неке нове мерне јединице (*нетабајти*¹⁴) дигиталних података. Производи и услуге плаћени том ценом се, за сада, не мере ни на државном ни личном нивоу прихода, расхода, трошкова и зарада, као што је то било у време постојања *ЕРЦ Геопремер*.

6. УМЕСТО ЗАКЉУЧКА

Тешко је објективно упоређивати некадашњу примену рачунарске технологије у геодетској делатности Србије са садашњом, као и некадашње ресурсе *ЕРЦ Геопремер* и садашње ИКТ у РГЗ. Ништа није мање тешко аутору *конфротирати* све информације којима располаже (од бушених картица до ORACLE база, ArcGIS и терабајтних сторица) у једном чланку, и остати објективан. Поред осталог, велика је разлика у томе што је сва обрада података вршена на чистим економско комерцијалним доходовним принципима, на сопственом развијеном софтверу у *ЕРЦ Геопремер*. Куповани су само оперативни системи а све остало је била *наша памет*.

Сада су функционални захтеви геодетске струке, државе, грађана и времена неупоредиви са некадашњим. Нова је форма, квалитет и садржај података и система који се зове *Катастар непокретности*: земљиште, зграде, станови, пословни простор, титулари и њихова права, дигитални геодетски планови и карте, ортофото планови, дигитална архивска грађа, ГПС сервиси. Једно од одељења, у *Сектору за ИК*, одржава сву претходно наведену и другу јако скупу опрему и даје подршку корисницима (за око 2.300 стално запослених и више стотина сарадника по различитим уговорним основама) кроз *Хелп деск*, базу ИКТ опреме и софтвера. Сектор за ИК, са своја четири одељења, даје развојну и апликативну подршку целом РГЗ, у свим ИКТ пословима.

О примени рачунарских технологија у геодетској делатности *данас* може се доста видети на страницама интернет презентације www.rgz.gov.rs, других геодетских органазиција и фирми које дистрибуирају савремену геодетску опрему и софтвере. Али има места и другачијим констатацијама, анализама и питањима - *шта је исто, различито или заједничко* у примени ИКТ у геодетској делатности за неколико последњих деценија. Ево само неких констатација на ту тему:

- Геодетски, катастарски и други подаци мењају координатне системе, методе и алате прикупљања, форму, садржај и квалитет презентације, али и организацију струке и људи који са њима рукују и управљају.
- Парцеле у Србији су и даље *на истом месту*, неке су се мало измениле или *смањиле* због промена на терену, неке зарасле у коров, неке покривене об-

лакодерима или дивљом градњом. Не зна се колико их је сада више (или мање !?) у односу на почетак примене рачунарских технологија. Не зна се да ли и подаци о њима више коштају, у односу на некадашње стање премера, јер њихово одржавање захтева све више, не само људских ресурса на терену, већ и више ИКТ опреме да би се евидентирале и одржавале промене и све презентирало корисницима.

- Подударност делатности садашњег *Сектора за ИК* у РГЗ и бившег *ЕРЦ Геопремер* у бившој РГУ из свега претходно презентираниог (а треба веровати на реч и аутору) сасвим је очигледна.
- Геодетско катастарски подаци у дигиталној форми, не само због промене власничке структуре на непокретностима, много су сада важнији и номинално вреднији¹⁵ ресурс геодетске струке, али и државе, него ранијих деценија.
- Некада се РГУ бавила премером, комасацијом, изградом и одржавањем КЗ на нивоу алфанумеричких података и аналогних катастарских планова. Задатак РГЗ, поред осталих је, израда и одржавање геореференцираног система КН који настаје спајањем КЗ и земљишне књиге (ЗК), уз дигитални катастарски план, са много више атрибута, функционалних захтева и свакодневних трансакција. А израда и одржавање КН је само један део делатности које се у РГЗ подржавају ИКТ ресурсима. Некада су се промене у КЗ спроводиле једном годишње. Катастарски планови су били у папирној верзији, а само је операт за део Србије био у дигиталној форми. Данас је око 30% катастарских планова већ у дигиталној форми (CAD и/или ГИС формату). Оно што је значајније, провођење промена у КН се врши свакодневно. Колико је тачно података и колико ће терабајта простора стварно требати за све то, а посебно колико ће то значити и вредети корисницима, знаће се када се заврши израда КН за целу Србију.
- За оно што нам се некада чинило да су били довољни мегабајтни дискови, сада су нам мали и терабајтни сторици. LAN и WAN мреже, интернет портали и веб сервиси се подразумевају. Ту се ова прича о *килобајтима* и *терабајтима* не завршава, већ се *обогађује* новим појмовима и изразима, као што су *нетабајти*, *гигафлорси*, *миспи*... А ко-

¹⁴ Петабајт износи 1000 или 1024 терабајта, односно 1015 знакова по SI или 250 знакова по бинарним систему

¹⁵ Србија има површину од око 8,8 милиона хектара. Ако се претпостави, да државни премер и израда катастарског операта кошта 500 евра по хектару (од постављања геодетске основе за премер, до фазе да се подаци премера озваниче и ставе «на шалтер» или, свеједно, на веб портал корисницима), онда би сви геодетско картографски подаци о непокретностима Србије, били они аналогни или дигитални, вредели око 4,4 милијарде евра.

лико све то кошта (по кориснику, јединици површине и/или парцели) тема је за неке друге радове и ауторе.

Конечно, може се стећи погрешан утисак, да примена рачунарских технологија у геодетској делатности, као да тек почиње. При томе треба имати на уму да је сваки помак у примени ИКТ у геодетској делатности само природни континуитет условљен многим, не само технолошким већ и друштвеним околностима развоја. Неки садашњи стручњаци и будући аутори имају и имаће увек на ову тему о чему да пишу. Али не треба никада заборавити како се некада радило и оне који су међу првима почињали. Писати историју своје струке, на папиру или интернет страницама није лако, али битно је да се запише и не заборави. Прилози историји струке су и прилози струци. Истине ради, треба имати у виду и то, да је ово само један мали прилог тој историји, али и велики ризик да многи заслужни стручњаци и догађаји нису поменути. Јер, ако се нешто не запише као да се није ни догодило. А догодило се да је пре скоро четири деценије рачунарска технологија ушла на велика врата у геодезију. Требало би да се тај пређени пут на било који начин обележи, 2012. године као четрдесетогодишњица од оснивања првог рачунског центра у геодетској служби. Нека један од узора за то буде пример Рударско-геолошког факултета у Београду који је, у Галерије наука и технике САНУ од 12. априла до 10 маја 2010. године, приредио пригодну изложбу «Четрдесет година рачунарства у српском рударству». Кроз неколико рачунарских експоната, плаката и пригодном монографијом изложба је више од свега одсликала четири деценије истраживања, развоја и примена рачунарских технологија у рударству. Нека слична, јубиларна или стална, историјска поставка недостаје и у геодетској делатности Србије.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1.] Грађевински факултет Универзитета у Београду : 1846-1996. књиге 1 и 2, Београд : Грађевински факултет, 1996.
- [2.] Вукотић, Њ: Рачунање координата и кота везних тачака на објекту «Бујановац II» електронским рачунаром IBM 360/44. – Геодетска служба бр. 2.: Београд, Геокарта, 1972. године, стр. 44 – 58.
- [3.] Штембергер Д.; Глишић В: Развој обраде података у ВГИ 1944 – 1987; Зборник радова ВГИ , Београд, 1987., стр. 115-128.
- [4.] Геодетска делатност у Србији 1837–1947–1987 : Монографија 150 година геодетске делатности у Србији. - РГУ Србије; Геокарта, Београд, 1987. година
- [5.] Савковић, М: Развој информационог система Београда са посебним освртом на израду Банке података о простору. – Геодетска служба бр. 23, 1979. године. – стр.32-35
- [6.] Рупник, Л: Допринос ЕРЦ-а Геопремер аутоматизацији Геодетско-картографског система, Београд, Геодетска служба бр. 23, 1979. год, стр. 5-9.
- [7.] Рупник, Л: Нека искуства у електронској обради катастарских и геодетских података. Загреб, Геодетски лист бр. 10-12, 1975. год, стр.187-194.
- [8.] Рупник, Л: Геодетски електронски рачунски центар РО Геопремер ООУР ЕРЦ, Информатор ДЕЛТА, штевилка 7, Лето 4, Љубљана, 1. март 1982, стр. 14-15.
- [9.] Лична документација и архива аутора

ГЕОФИЗИЧКА ИСТРАЖИВАЊА У ЕТИОПИЈИ - ЈЕДНО НОВО ИСКУСТВО

Проф. др Мирослав Старчевић¹

Прегледни рад
УДК:[550.3 + 550.831](63)

РЕЗИМЕ

Током 2006. и 2007. године био сам у могућности да у три наврата од по 40 дана радим на пословима који су неубичајени за наше услове и у пределима који се и цивилизацијски и културолошки разликују много од наших. Осим тога, посебно искуство је било рад са страним компанијама, при чему се човек који проведе радни век у домаћој средини, среће са сасвим другачијим приступима раду, радном времену и међуљудским односима. Врста посла била је таква да обухвата моју струку, геофизику, али сам се сретао и са геодетским проблемима код примене GPS уређаја за позиционирање у пустињским условима, а да не говорим о осталим свакодневним животним проблемима, далеко од цивилизације, породице, пријатеља...

У раду је описан цео развојни пут овог незаборавног искуства, од тога како је дошло до ангажовања, које су то компаније са којима сам радио, какав је посао у питању и у каквим условима је изведен. У сваком случају, стекао сам представу о томе колико се разликује организација посла од наше, што ми је било од непроцењиве користи.

Кључне речи: Етиопија, геофизика, GPS, аерогеофизика.

GEOPHYSICAL INVESTIGATIONS IN ETHIOPIA - NEW EXPERIENCE ONE

Prof. dr Miroslav Starčević

ABSTRACT

During 2006 and 2007 it was a great opportunity for me to travel and work in jobs that are quite unusual comparing to our jobs. These jobs were performed in three times, duration of 40 days each, in the strange areas in Ethiopia that very differs from European, in cultural and civilization mining as well. Besides this, the great experience was working with foreign companies and how differs their organizations of work, working time and human relations. Jobs that I was working are related to my profession - geophysics, but some geodetic aspect were present as well, like GPS applied in desert conditions.

In this paper, the agenda of my engagement, foreign companies that I was working for, what kind of job it was and terrain conditions of that job is performed, is presented. Very important experience of this engagement is something that can't be measured by anything.

Key words: Ethiopia, geophysics, GPS, airborne geophysics.

1. УВОД

Као професор на Рударско-геолошком факултету у Београду, извео сам велики број студената кроз студије и дипломске радове. Они су наставили свој живот и рад у различитим компанијама, а велики број је отишао одмах после студија у иностранство. И после њиховог одласка далеко од домовине, са многима сам остао у вези. Један од њих, који је радио у Америци у компанији која се бави сеизмичким испитивањима, једном приликом ми је предложио да прихватим посао контроле квалитета гравиметријских и геомагнетских радова код геофизичких истраживања из авиона на теренима у Етиопији. Наравно, и пре тога сам путовао по свету, али углавном на стручне конференције или туристички, али ово је било први пут да ми се пружила могућност да радим у својој струци ван своје земље. После краћег размишљања, прихватио сам понуду и кренуо у авантуру, не знајући шта ме све чека. Разменио сам на де-

сетине мејлова са мојим бившим студентом који је већ био тамо и радио такође на контроли квалитета, али у сеизмичкој екипи.

Био сам упознат са условима који се тичу смештаја и са теренима на којима ће се радити - то су пустињски делови у источном делу Етиопије, на Афричком ругу, близу границе са Сомалијом. Етиопија, као врло сиромашна земља, није у могућности да издвоји огромна средства за истраживање нафте које у том делу њене територије, према неким геолошким показатељима, има у великим количинама. Зато су они поделили ту територију на блокове 1 x 1 степен по географској ширини и дужини, што износи око 100 x 100 km, или око 10000 km² и расписали тендер за концесије, што је уобичајна пракса за земље које немају средства да сама врше истраживања. Од 24 блока која су била на тендеру, малезијска нафтна компанија Петронас је закупила 6 и започела истраживања.

¹ Републички геодетски завод, Сектор за основне геодетске радове, Булевар војводе Мишића 39, Београд,
e-mail: starcevicstari@rgz.gov.rs

После десетак дана од првог контакта, компанија Петронас ми је послала електронску авионску карту за Адис Абебу, правцем Београд - Франкфурт - Картум (Судан) - Адис Абеба. Тек на лицу места, у представништву Петронаса у Адис Абеби сазнао сам да ће послове мерења обављати једна компанија из Јужне Африке. Наиме, Петронас нема геофизичара, они за ту врсту посла ангажују компаније из целог света које се тиме баве.

С обзиром да сам први пут у својој дугогодишњој пракси имао практичног додира са геофизиком која се ради из авиона, иако сам знао како то функционише теоријски, имао сам двојако осећање: једно које се односи на радозналост како све то изгледа у пракси и друго осећање благе нервозе како ћу се носити са нечим што нисам практично радио, нарочито кад су у питању странци. Уобичајен назив за компанију која води посао, у овом случају Петронас, је клијент, а компанија која изводи радове, у овом случају Фугро из Јужне Африке, је контрактор (уговарач). Наравно, ја сам радио за Петронас и задатак ми је био да контролишем рад момака из Јужне Африке.

У првим разговорима, тражио сам да добијем на увид уговор између клијента и извођача. Кад сам га добио, изненадио сам се да уговор има преко 500 страна! Наравно, затражио сам неколико дана да прочитам бар основне податке из уговора, што ми је омогућено. Тих неколико дана провео сам у хотелу у Адис Абеби и уочио више нелогичности које сам забележио и за које сам имао намеру да тражим објашњење од извођача. То ми је омогућено већ наредних дана и после консултација представника извођача са компанијом у Јужној Африци и разјашњења, могло се прећи на следећи корак, а то је била инспекција опреме у авиону. Авион се налазио на писти аеродрома у Адис Абеби и у контроли је осим мене био и представник Петронаса. Видео сам први пут својим очима оно што сам гледао само на сликама: гравиметар руске производње уграђен на поду малог авиона, затим два магнетометра уграђена испод крила авиона и два GPS уређаја, уграђена на горњој површини крила. Тражио сам да ураде лакше тестове како бих видео у каквом је стању опрема. Оно што се примећивало током сталног контакта са извођачима, то је извесна врста страхопоштовања према особи која врши контролу квалитета, или како они зову QC (quality control). Извођачи су, свакако, имали нешто што сам могао назвати тремом, јер од моје речи је зависило да ли ће радити или не, у зависности од моје оцене о стању опреме.

2. ТЕРЕН ВОРДЕР (WARDER)

Пошто је све прошло у реду, сутрадан је требало кренути на терен удаљен преко 800 километара, у пустињски део, југоисточно од Адис Абебе. Путовали смо малим елисним авионом са десетак места, нешто више од два часа. На самом терену постојала је писта од шљаке, а не-



Слика 1. Инспекција геофизичке опреме



Слика 2. Гравиметар за мерење из ваздуха

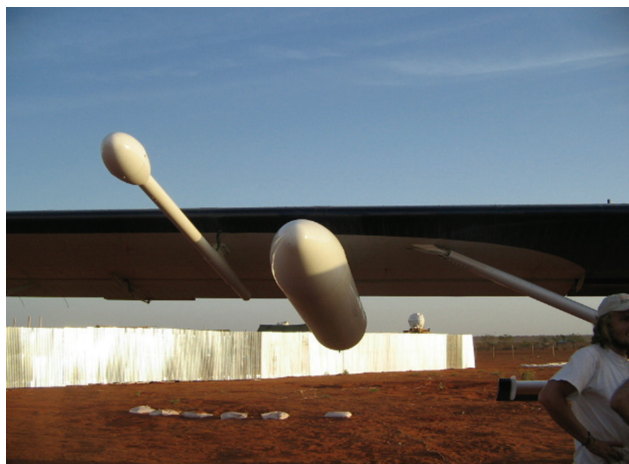
далеко је био камп који је већ био припремљен за екипу. Мали авион са геофизичким инструментима већ је био паркиран поред писте. Поново је извршена контрола опреме (Слика 1).

Већ поменути гравиметар (Слика 2) и магнетски сензори (Слика 3) овог пута подвргнути су ригорознијој контроли и ови контролни тестови су прошли, што значи да је све било спремно за мерење.

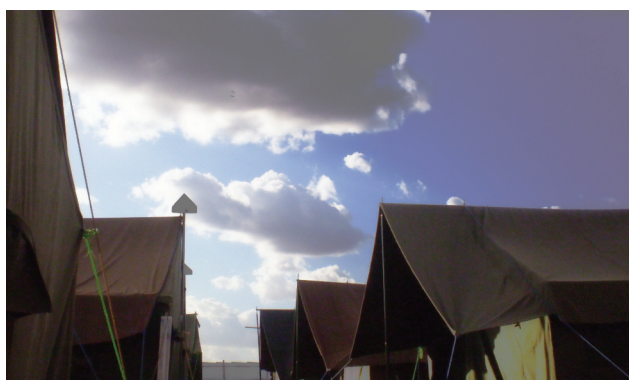
Што се тиче GPS уређаја, један је стајао у кампу као базна станица (Слика 4), а два су била смештена на крилима авиона.

Мерење је вршено прелетом авиона на висини од око 300 метара дуж профила међусобно удаљених 5 km у правцу север - југ. У току једне смене, која траје око 6 часова, авион је могао да прелети 7 профила. Лет је обично почињао у 3 сата ујутру јер су тада најмање ваздушне турбуленције и враћао се у камп око 9 сати пре подне.

С обзиром да се гравиметријско мерење врши током прелета авиона и да се узорковање врши сваких 5 секунди, јасно је да је, посебно за гравиметар, неопходно имати доста прецизно одређену висину. Зато се и бира термин летења када је време најмирније. Свакако да се овим мерењима не може очекивати тачност која се добија мерењима на тлу, али то се овде и не очекује с



Слика 3. Магнетски сензори на крилима



Слика 4. GPS као базна станица

обзиром да су ово регионална мерења на простору 100 x 100 km где је потребно добити само општу представу о облику гравитационог поља. Повољна околност је што је терен раван, без узвишења, чиме се висина ипак добија са задовољавајућом тачношћу. Очекивана тачност за овакву врсту мерења гравитационог убрзања је око 0.5 mgal. Пошто је брзина авиона 170 km/h, а мерење се врши на сваких 5 секунди, то значи да се подаци добијају на растојању око 240 m дуж сваког профила.

Магнетска мерења вршена су истовремено са гравиметријским по истим трасама профила, али са узорковањем од једне секунде. За ова мерења податак о висини није од пресудне важности, али је битно напоменути да се магнетско поље мења знатно више са растојањем него гравитационо па се зато узорковање врши сваке секунде. Из тог разлога се магнетска мерења врше и на међупрофилима на растојању 2.5 km, после обављеног премера гравиметрије и магнетизма на 5 km. С обзиром на брзину авиона, мерењем магнетског поља добијају се подаци на сваких 47 m.

Што се тиче GPS уређаја, с обзиром да се ради о пустињском пределу, разумљиво је да не постоји мрежа перманентних станица, па је било неопходно ставити један GPS уређај у камп, а ровери су били уграђени у авиону. Моја примедба је била да се у том

случају мора водити рачуна да на даљинама од преко 100 km од базне станице долази до већих грешака у одређивању координата. Одговор извођача је био да им је то познато, али да за тражену тачност то може да се прихвати. На моју опаску да се на испитиваном терену може поставити више базних станица на растојању до 20 km, локални радници који су били у кампу указали су да то није препоручљиво јер те станице могу бити померене или уништене од стране животиња или ретких путника или каравана, док би чување страже било веома скупо. Прихватио сам њихово објашњење, имајући у виду да они већ дуги низ година раде ове послове као рутинске.

Екипа која врши мерења има два човека: један је пилот, а други у кабини авиона поред мерних инструмената укључује и искључује уређаје у зависности да ли је авион на профилу или маневрише. Пилот обично нема везе са струком, а оператер у авиону је најчешће електроничар или машинац. Они имају угодану технику мерења и вероватно да не знају тачно чему служе мерења. У то сам се уверио када смо контролисали рад GPS уређаја. При тестовима који су обављени на писти, прегледао сам резултате и уочио једну нелогичност: висина коју је показивао један GPS на левом крилу била је мања од висине тла на којој је паркиран авион. Указао сам на тај податак и требало је им дуго времена да уоче где су погрешили (нешто око подешавања пријемника). Да су отишли на мерење, морали би следећег дана све то да понове, наравно о свом трошку.

Мој задатак у кампу није био тежак: свакодневно сам после лета авиона добијао податке мерења на USB меморији и требало је да прегледам да ли су мерења добра. Петронас је признавао учинак мерења само за оне дане за које су добили мој потпис. Сама технологија рада је таква да се мерење гравитационог убрзања врши на писти пре полетања авиона и на истом месту после његовог слетања, што је једна врста контроле. За магнетска мерења, постављен је један инструмент поред писте који је константно мерио магнетско поље за време лета авиона. Ова мерења су важна јер у случају ерупција на Сунцу долази до такозваних магнетских бура које изазивају велике сметње код мерења. У таквим случајевима, лет се мора поновити. Срећом, током радова није било таквих проблема.

3. ТЕРЕН КОЛЕ (COLE)

До терена Коле није се могло путовати авионом јер није било никакве писте у близини. На раздаљини од око 900 km од Адис Абебе требало је да путујемо луксузним ципом Тојота а предвиђено је да ће пут трајати три дана. Путеви су доста лоши, углавном пропали макадам. Сам пут који траје три дана у далекој непознатој земљи већ је сам по себи доживљај. На два места смо спавали у назови хотелима који су више



Слика 5. Типично етиопско село



Слика 6. Међуградски превоз у Етиопији

него скромни. На слици 5 приказано је типично етиопско село.

Такође, због великог броја становника (око 80 милиона) и великог сиромаштва, међуградски превоз обавља се камионима, како је то приказано на слици 6.

На овом терену рађена су сеизмичка истраживања за потребе нафтне компаније Петронас. Радове је изводила кинеска компанија ZPEB.

Код извођења сеизмичких испитивања неопходно је прокрчити простор ширине 6 метара у дужини профила која може износити и десет километара. Да би се одржао праволинијски правац профила, користе се GPS уређаји (Слика 7). Такође, GPS уређајима се одређује положај и висина сеизмичких тачака у којима се врши регистрација наиласка таласа, као и тачака у којима се врши активирање експлозива као побуђивача сеизмичких таласа. Сви ови подаци су веома важни код даље обраде сеизмичких података.

За побуђивање сеизмичких таласа код сеизмичких испитивања користи се динамит који се спушта у бушотине дубоке до 2 метра где се ставља око 0.5 kg експлозива. У ту сврху изводи се бушење специјалним гарнитурама (слика 8).

Због недостатка путева и због велике удаљености сеизмичких профила од кампа, у екипи је постојао хеликоптер којим се долазило до терена ради разних контрола. За мене је и то било једно ново искуство јер сам се први пут возио хеликоптером и то опет као копилот поред пилота (слика 9). Пилот је био Немац, млад и врло спретан, али као свака млада особа волео је мало да ризикује, што ми је показао приликом неколико вожњи: возио је тик изнад једне реке, пратећи њен ток како би ми показао крокодиле, затим би се нагло подигао увис до 500 метара висине, ту би застao и онда би се у јаком луку поново спустио скоро до тла. Као на великом тобогану у луна парку. Нисам се плашио јер је био веома сигуран у вожњи. Бар два пута недељно ишли смо у обилазак екипе хеликоптером, што је за мене било право уживање. Једном приликом смо се спуштали у буш (ниско растиње), али простор за пристајање био је доста скучен. Пилот је два пута покушавао да се спусти, али је грање сметало елисама хеликоптера и морао је да се спусти на приступачан простор удаљен два километра, а потом смо ишли пешице кроз буш до екипе на терену.



Слика 7. Коришћење GPS уређаја за трасирање сеизмичких профила



Слика 8. Гарнитура за бушење код извођења сеизмичких испитивања



Слика 9. Хеликоптер у кампу Коле



Слика 10. Део кампа



Слика 11. Камп снимљен из авиона



Слика 12. Камп у месту Коле

4. ЖИВОТ У КАМПУ

У месту Вордер смештај је био у шаторима, довољно великим да се може сместити кревет, радни сто, фрижидер, расхладни уређај и слично (Слика 10).

Два снажна агрегата на дизел гориво обезбеђивала су довољно електричне енергије за осветљење, кухињу и остале електричне уређаје (кухињске шпорете, фрижидере, машину за прање веша, расхладне уређаје у кухињи и у шаторима, компјутере и остало).

Пре почетка радова извођачи радова тестирали су опрему на пробним летовима у близини кампа. Једном су понудили да ја пођем са њима, што сам радо прихватио. Сео сам на место копилота, али наравно нисам дирао ручице за управљање. При тестовима, авион се кретао неуобичајено јер је било потребно видети како се понаша мерна опрема при наглom понирању, затим при наглom уздицању, а било је врло необично (и непријатно) када је при праволинијском кретању пилот нагињао авион нагло на леву а затим на десну страну. У сваком случају, било је то незаборавно искуство. Претпостављам да је пилот још мало додао гас при овим тестовима како би ме импресионирао и својим могућностима пилотирања и могућностима авиона. Приликом овог лета, снимео сам камп са висине око 350 метара (Слика 11). У близини кампа је мало село које се такође види на слици.

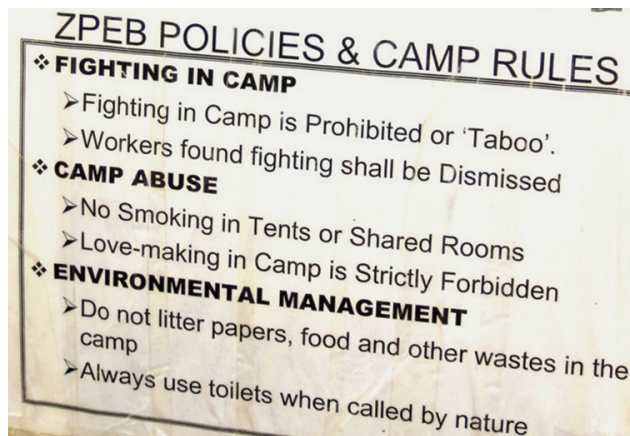
С обзиром да у кампу нема много посла за оне који не лете (осим куvara), имали смо времена на претек. Како бисмо, осим умних активности које нису трајале дуго током дана, мало скратили време, одлучили смо да направимо провизорни терен за одбојку где смо свако поподне играли утакмице.

У месту Коле смештај је био доста бољи. Камп је имао петнаестак добро опремљених приколица, са дневном собом, купатилом и малом кухињом и клима уређајем (слика 12).

Камп су организовали Кинези који су изводили радове на терену. Живот у кампу имао је своја правила, са неким помало чудним ставкама (слика 13). Иако је текст на енглеском језику, надам се да ће свако разумети правила понашања која се траже од становника кампа.

У тренуцима последодневног одмора, пријало је дружење уз кафу. Оно што је занимљиво, ту сам сазнао да реч кафа потиче од назива покрајине у Етиопији где се кафа највише узгаја. Међутим, сам напитац Етиопљани називају 'буна' тако да уствари назив кафа који је одомаћен по свету није адекватан (слика 14).

Још неколико речи о главном граду, Адис Абеби. Прво што је необично је да град лежи на надморској висини преко 2500 метара. За нас који смо цео живот провели на малим висинама, први додир са тако великом висином представља изванредан напор. Наиме, у шетњи градом, нарочито на узбрдицама, осећа се недостатак даха и потребно је често правити паузе за одмор. То траје неколико дана док се организам не навикне на



Слика 13. Правила понашања у кампу



Слика 14. Поподневни одмор уз припрему кафе

нове услове. Прве ноћи у хотелу, пошто је било свеже време, сви прозори и врата су били добро затворени, међутим у неко доба осетио сам недостатак ваздуха и морао сам да отворим прозор како бих дошао до даха. Знамо да су Етиопљани добри тркачи на дуге стазе, у шта сам се уверио када сам видео више пута током шетње како групе момака трче на узбрдицама без икаквих знакова умора.

Неки делови града подсећају на наше зграде у Новом Београду. Ова група зграда на слици 15 била је врло близу мог хотела и имао сам осећај као да сам код куће.

Дуга историјска традиција Етиопије је опште позната ствар. Према археолошким подацима први примерци бића која представљају карику између мајмуна и људи, према теорији еволуције, управо су пронађени у Етиопији. И данас се могу видети традиционалне поворке у част различитих верских или обичајних светковина. Оне су увек препуне колористичких детаља, који представљају дубоко укоренењу традицију овог веома старог народа. Једна од таквих поворки приказана је на слици 16.

О Етиопији би се могло писати много – о извору Плавог Нила, о ватреној линији вулкана која пролази западно од главног града и која ће у далекој будућности довести до одвајања Рога Африке од матичног континента, о различитим религијама присутним на овом тлу, о православној цркви коју зову катедрала и да не набрајам даље. Да би се све то видело, потребно је пуно времена.

5. ЛИТЕРАТУРА

Утисци са незаборавног пословног путовања по невероватној Етиопији.



Слика 15. Нови део Адис Абебе



Слика 16. Свечана поворка у част светог Епифанија у Адис Абеби

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 Ненад Тесла. – 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

