



СТРУЧНИ ЧАСОПИС
РЕПУБЛИЧКОГ ГЕОДЕТСКОГ ЗАВОДА

ГЕОДЕТСКА СЛУЖБА



РЕПУБЛИЧКИ ГЕОДЕТСКИ ЗАВОД

ГЕОДЕТСКА СЛУЖБА

ЧАСОПИС ЗА ГЕОДЕЗИЈУ, КАРТОГРАФИЈУ И КАТАСТАР НЕПОКРЕТНОСТИ

121

Часопис излази 45 година

Београд, 2016.

„ГЕОДЕТСКА СЛУЖБА”

часопис

Републичког геодетског завода

Издавач:

Републички геодетски завод, Београд, Булевар војводе Мишића 39
Главни и одговорни уредник:
Борко Драшковић

Заменик главног и одговорног уредника:

Проф. др Милан Трифковић

Почасни редакцијски одбор:

Проф. др Крунислав Михаиловић

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

Редакцијски одбор:

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

Издавачки савет:

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

Технички уредник:

Славица Милосављевић

Сарадник на УДК класификацији:

Живорад Окановић

Прелом и припрема за штампу:

Весна Мирковић

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:

100 примерака

Штампа:

Агос принт, Земун, Београд

САДРЖАЈ:

Крста Огњановић, Александар Матовић ОБРАДА ПОДАТАКА МЕРЕЊА ГРАДСКЕ НИВЕЛМАНСКЕ МРЕЖЕ БЕОГРАДА	5
Светлана Стевовић УЛОГА И ЗНАЧАЈ КАТАСТРА ЗА ОДРЖИВИ РАЗВОЈ.....	12
Гордана Ђикић ВРЕДНОВАЊЕ ПОЉОПРИВРЕДНОГ ЗЕМЉИШТА	18
Мирослав Мијановић, Ведрана Глигорић РАЗМЕЂАВАЊЕ И РАЗВОЈ ИМОВИНСКО-ПРАВНИХ ОДНОСА КРОЗ ИСТОРИЈУ	26
Мирко Борисов, Владимир М. Петровић, Марина Давидовић ПРИМЕНА РАЗЛИЧИТИХ МЕТОДА У КРЕИРАЊУ 3Д МОДЕЛА ТЕРЕНА И АНАЛИЗА КВАЛИТЕТА ПОДАТАКА	35
Марко Марковић, Дејан Васић, Никола Јанковић УПОРЕДНА АНАЛИЗА ПРЕТХОДНЕ ОЦЕНЕ ТАЧНОСТИ И АНАЛИЗЕ ПОУЗДАНОСТИ КОНВЕНЦИОНАЛНИХ МЕТОДА И ГНСС МЕТОДЕ ПРЕМЕРА	48
Мирослав Старчевић ПОЛАРНА СВЕТЛОСТ И СУНЦЕ - НАЈНОВИЈА САЗНАЊА	62
Живорад Окановић 20 ГОДИНА ИНТЕРНЕТА У СРБИЈИ И 16 ГОДИНА ИНТЕРНЕТА У РГЗ	72

CONTENTS:

Krsta Ognjanović, Aleksandar Matović CALCULATION OF BELGRADE LEVELING NETWORK	5
Svetlana Stevović CADASTRE AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT – ROLE AND IMPORTANCE.....	12
Gordana Đikić EVALUATION OF AGRICULTURAL LAND.....	18
Miroslav Mijanovic, Vedrana Gligoric BOUNDARY MARKING PROCESS AND DEVELOPMENT OF PROPERTY LOW THROUGH HISTORY	26
Mirko Borisov, Vladimir M. Pertović, Marina Davidović APPLYING DIFFERENT METHODS IN CREATING 3D TERRAIN MODELS AND ANALYSIS OF THE ACCURACY DATA.....	35
Marko Marković, Dejan Vasić, Nikola Janković COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ACCURACY AND RELIABILITY PREANALYSIS OF CONVENTIONAL METHODS AND GNSS METHOD OF SURVEY.....	48
Miroslav Starcevic POLAR LIGHT AND SUN - LATEST FINDINGS.....	62
Živorad Okanović TWENTY YEARS OF INTERNET IN SERBIA AND 16 YEARS INTERNET IN RGA	72

ОБРАДА ПОДАТАКА МЕРЕЊА ГРАДСКЕ НИВЕЛМАНСКЕ МРЕЖЕ БЕОГРАДА

Крста Огњановић, дипл. инж. геод.¹

Стручни рад

Александар Матовић, дипл. инж. геод.² УДК:[528.371:528.37/.38]+528.06+528.1]”2015”(497.11Beograd)

РЕЗИМЕ

Мерења у градској нивелманској мрежи Београда извођена су у више епоха и у дугом временском периоду, тако да на подручју Београда постоје нивелманске мреже различитих епоха и различите тачности. У овом раду презентовано је рачунање градске нивелманске мреже Београда у циљу унификације (обједињавања) свих постојећих мрежа у једну целину, како би се за подручје Београда добила јединствена нивелманска мрежа у јединственом висинском систему.

Обједињавањем свих података мерења створени су услови за изравнање мреже.

У раду је описан поступак рачунања градске нивелманске мреже Београда и презентовани добијени резултати.

Мрежа је срачуната и у датуму Прецизног Нивелмана и у датуму Другог Нивелмана Високе Тачности.

Кључне речи: Датуми, Нивелманска мрежа, Сагласност, Изравнање.

CALCULATION OF BELGRADE LEVELING NETWORK

Krsta Ognjanović, grad.geod.eng.

Aleksandar Matović, grad.geod.eng.

ABSTRACT

Leveling network of Belgrade was measured in several epochs and during a long period, so in the Belgrade area there are many leveling networks from different epochs and different accuracy. In this paper, calculation of leveling network of Belgrade area is presented, for the purpose to unification of all existing networks into single unit, in order to received a unique leveling network in a unique height system for the territory of Belgrade.

By unifying all data measurement the conditions for the network adjustment were created.

The paper describes the procedure for calculating of the Belgrade leveling networks and presents the results as well.

The network is calculated both for the Datum of Precise Leveling and Datum of Second High Accuracy Leveling.

Key words: Datum, Leveling network, Congruence, Adjustment.

1. УВОД

Мерења у градској нивелманској мрежи Београда извођена су у више епоха, у периоду од 1956.године до 1987.године, тако да на ужем и ширем подручју Београда постоје нивелманске мреже различитих епоха и различите тачности [1].

Са циљем да се све постојеће мреже обједине у једну целину и да се на тај начин на подручју Београда обезбеди јединствена висинска геодетска основа, у Сектору за геодетске радове, извршено је рачунање нивелманске мреже града Београда и урађена документација под називом: БЕОГРАД / ГРАДСКА НИВЕЛМАНСКА МРЕЖА / СТАТУС 2015 [2].

Документација се састоји од 24 свеске у којима се налазе технички извештај, каталог висина, комплетна рачунања и диспозиција мреже.

Оригинали мерења (нивелмански образац бр.2) преузети су из елабората градске нивелманске мреже Београда који се налази у ЦКН Београд.

Изравнање градске нивелманске мреже Београда извршено је по методи најмањих квадрата и по начину посредних мерења. Мрежа је срачуната и у датуму ПН (Прецизни Нивелман) и у датуму НВТ2 (Други Нивелман Високе Тачности).

2. ДАТУМИ ВИСИНА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ

2.1. Датум Прецизног Нивелмана

Висине репера се односе на нивоску површ одређену према нормалном реперу (NORMAL NUL TRST), постављеном у луци Трст, на молу Сарторио у згради финансијске карауле [3].

Било је усвојено да је висина овог репера 3.352 метра изнад нивоа Јадранског мора, у Тршћанском заливу, одређеног из мерења вршених током 1875. године [3].

Висине срачунате у датуму ПН су нормалне ортометријске висине [3].

^{1,2} Републички геодетски завод, Сектор за геодетске радове, e-mail: krstao@gmail.com

2.2. Датум Другог Нивелмана Високе Тачности

Референтна површ природног вертикалног референтног система Републике Србије заузима вертикални положај који се поклапа са средњим нивоом Јадранског мора [4].

Датум НВТ2 се реализује мареографским мерењима на шест мареографа и то [4]:

Копар (5486)

Ровињ (ВР-82)

Бакар (ВВ-15663)

Сплит (ПН-167)

Дубровник (А-496)

Бар (А-226)

Датум НВТ2 се добија минимализацијом на шест мареографа Јадранског мора [4].

Временска епоха реализације природног вертикалног референтног оквира Републике Србије је 1971.0 година [4].

Висине срачунате у датуму НВТ2 су нормалне висине по Молоденском у односу на површ квазигеоида [4].

3. ОПИС МРЕЖЕ

Градска нивелманска мрежа Београда простире се на око 1200 km² територије града Београда (слика 3.1.).

Укупан број репера у мрежи је 5986.

У састав ове мреже укључена су и 27 репера нивелмана високе тачности НВТ2, који припадају линијама 8, 13 и 22, укључујући и фундаментални репер FR-1105.

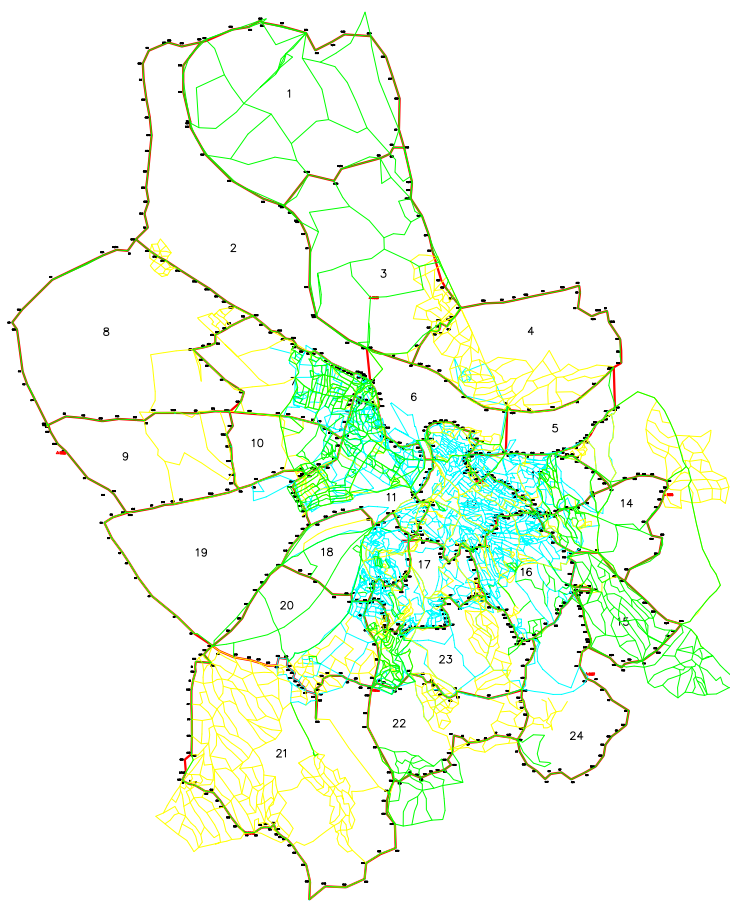
У мрежи је стабилизовано 17 репера, чија стабилизација одговара типу стабилизације фундаменталних репера. То су следећи репери: FRBEZ, FRBOR, FRBOT, FRBUB, FRDOB, FRJUG, FRKAL, FRKIS, FRKLM, FRKUM, FROST, FRSUR, FRTAS, FRVIS, FRVOZ, FRVOZ, FRZEL и FRZVE.

Мерење висинских разлика у мрежи вршено је методом геометријског нивелмана, док се за прелазе нивелмана преко река користио тригонометријски нивелман.

С обзиром да су мерења у градској нивелманској мрежи Београда вршена у неколико епоха и у дугом временском периоду, у мрежи се појављује одређени број репера са истим именима. Репери који имају иста имена раздвојени су тако што се имену тачке додавао префикс општине на којој се репер налази (нпр. 2410_ZVE).

У поступку рачунања, градска нивелманска мрежа Београда је подељена на мрежу I реда и мрежу II реда.

У мрежи I реда има укупно 819 репера који формирају 24 затворена полигона.



Слика 3.1. Диспозиција градске нивелманске мреже Београда

У мрежи II реда има укупно 5167 репера. У састав мреже II реда улазе репери унутар сваког од 24 полигона, као и репери који нису обухваћени полигонима мреже I реда и налазе се на територији Великог Села.

Датум градске нивелманске мреже Београда срачунат је по принципу FREE + TRAFO и у датуму ПН и у датуму НВТ2.

4. РАЧУНАЊА

Због великог броја података и обима мреже, у поступку рачунања, градска нивелманска мрежа Београда је подељена на два реда.

Сва рачунања урађена су софтвером Beta4.0.

4.1. Рачунања у првом реду нивелманске мреже

Рачунања у мрежи I реда обухватају:

- претходну обраду
- затварање полигона
- изравнање мреже у слободном датуму
- испитивање сагласности и рачунање висина у датуму ПН
- испитивање сагласности и рачунање висина у датуму НВТ2
- план мерења и рачунања.

4.1.1. Претходна обрада висинских разлика

Пре поступка затварања полигона и изравнања, потребно је извршити обраду мерених висинских разлика.

Претходна обрада висинских разлика обухвата:

- рачунање висинских разлика поправљених за метар леве
- обраду висинских разлика мерених напред-назад и рачунање дозвољених одступања
- одређивање аритметичких средина висинских разлика мерених напред-назад које, заједно са дужинама нивелманских страна, представљају улаз за затварање полигона и изравнање.

4.1.2. Затварање полигона

У циљу контроле извршених мерења срачуната су незатварања полигона.

За априори вредност средње квадратне грешке јединице тежине узето је:

$$m_0 \text{ (apriori)} = 2.00 \text{ mm}/\sqrt{\text{km}}$$

Списак незатварања полигона у мрежи I реда дат је у табели 4.1.

Табела 4.1. Списак незатварања полигона у мрежи I реда

полигон	FH [mm]	Doz. [mm]	D [m]
полигон 1	-7.150	23.48	34460
полигон 2	-5.950	28.62	51200
полигон 3	0.910	23.17	33540
полигон 4	1.550	21.31	28375
полигон 5	-12.390	19.35	23410
полигон 6	1.710	23.18	33570
полигон 7	1.310	21.58	29110
полигон 8	-2.710	27.98	48930
полигон 9	-0.860	27.82	48360
полигон 10	-10.820	19.95	24880
полигон 11	11.380	23.07	33270
полигон 12	5.380	23.05	33215
полигон 13	17.830	18.63	21685
полигон 14	-8.870	18.95	22445
полигон 15	-14.300	18.41	21185
полигон 16	0.500	20.32	25805
полигон 17	1.170	21.48	28825
полигон 18	-2.600	19.04	22660
полигон 19	-3.700	26.03	42355
полигон 20	-5.750	21.88	29930
полигон 21	22.160	27.51	47310
полигон 22	14.310	21.28	28290
полигон 23	-13.780	24.13	36390
полигон 24	17.100	20.77	26970

Средња грешка јединице тежине из незатварања полигона износи: $m_0=1.847 \text{ mm}/\sqrt{\text{km}}$.

4.1.3. Изравнање мреже у слободном датуму

У циљу контроле извршених мерења и рачунања дефинитивних висина урађено је изравнање у слободном датуму.

Изравнање је урађено по методи најмањих квадрата и по начину посредних мерења [5].

Тежине мерених величина срачунате су по формули:

$$P_i = 1/m_i^2$$

$$m_i = m_{1d} * \sqrt{D},$$

где је:

$$m_{1d} = 2.000mm/\sqrt{km}$$

– средња грешка висинске разлике нивелманске стране дужине 1 км, добијене нивелањем у два смера

Средња грешка јединице тежине из изравнања износи: $m_0=0.933$.

4.1.4. Испитивање сагласности и рачунање висина у датуму Прецизног Нивелмана

Дефинитивне вредности висина мреже I реда у датуму ПН срачунате су по принципу FREE + TRAFO [6].

Овај принцип подразумева да се мрежа прво изравна у слободном датуму, а затим се на основу сагласности Висина заједничких репера (репера срачунатих у слободном датуму и тих истих репера који дефинишу датум ПН), мрежа трансформише у датум ПН. На овај начин грешке датих величина не утичу на мерене величине.

Средња грешка сагласности висина износи: $m_0 = 1,229$ см.

4.1.5. Испитивање сагласности и рачунање висина у датуму Другог Нивелмана Високе Тачности

Дефинитивне вредности висина мреже I реда у датуму НВТ2 срачунате су такође по принципу FREE + TRAFO.

Средња грешка сагласности висина износи: $m_0=1,027$ см.

4.1.6. План мерења и рачунања првог реда нивелманске мреже

У мрежи I реда формирано је 24 полигона.

План мерења и рачунања мреже I реда приказан је на слици 4.1.

4.2. Рачунања у другом реду нивелманске мреже

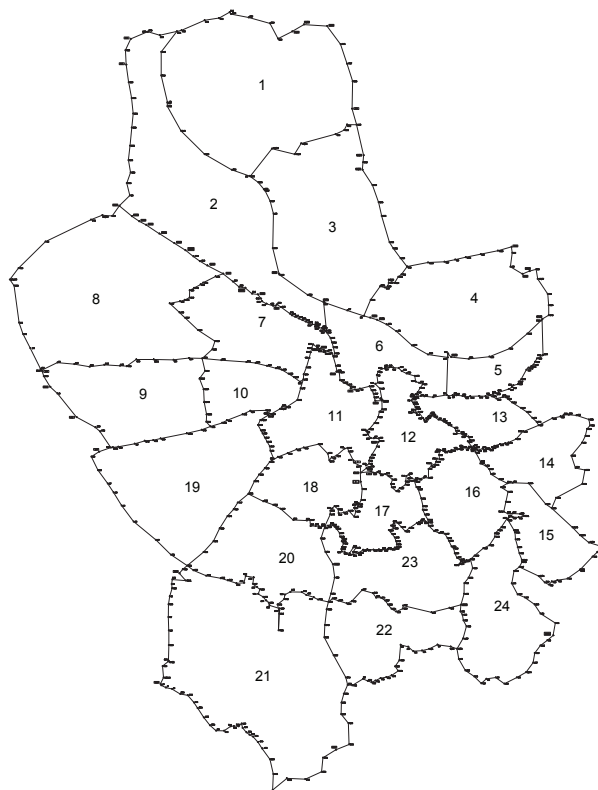
Рачунања у мрежи II реда извршена су унутар полигона мреже I реда.

Рачунања у мрежи II реда обухватају:

- претходну обраду
- затварање полигона
- изравнање мреже у слободном датуму
- испитивање сагласности у датуму ПН
- фиксно изравнање у датуму ПН
- испитивање сагласности у датуму НВТ2
- фиксно изравнање у датуму НВТ2
- план мерења и рачунања.

4.2.1. Претходна обрада висинских разлика

Пре поступка затварања полигона и изравнања и у мрежи II реда извршена је претходна обрада мерених висинских разлика која обухвата:



Слика 4.1. План мерења и рачунања мреже I реда

- рачунање висинских разлика поправљених за метар летве
- обраду висинских разлика мерених напред-назад и рачунање дозвољених одступања
- одређивање аритметичких средина висинских разлика мерених напред-назад које, заједно са дужинама нивелманских страна, представљају улаз за затварање полигона и изравнање.

4.2.2. Затварање полигона

У циљу контроле извршених мерења срачуната су незатварања полигона у мрежи II реда.

Незатварања полигона рачуната су по полигонима мреже I реда.

Средње грешке јединице тежине из незатварања полигона дате су у табели 4.2.:

Табела 4.2. Незатварање полигона у мрежи II реда

Полигон	m_0 [mm/ $\sqrt{\text{km}}$]
полигон 1	0.891
полигон 3	1.587
полигон 4	1.910
полигон 7	8.100
полигон 8	2.495
полигон 9	1.119
полигон 10	4.580
полигон 11	8.815
полигон 12	9.317
полигон 13	4.586
полигон 14	4.078
полигон 15	2.139
полигон 16	4.474
полигон 17	5.041
полигон 18	6.038
полигон 19	2.608
полигон 20	2.821
полигон 21	3.529
полигон 22	4.003
полигон 23	3.605
полигон 24	3.624
Велико Село	4.056

4.2.3. Изравнање мреже у слободном датуму

У циљу контроле извршених мерења урађено је изравнање мреже у слободном датуму.

Незатварања полигона рачуната су по полигонима мреже I реда.

Изравнање је урађено по методи најмањих квадрата и по начину посредних мерења.

Тежине мерених величина срачунате су по формули:

$$P_i = 1/m_i^2$$

$$m_i = m_{1d} * \sqrt{D},$$

где је:

$$m_{1d}$$

– средња грешка висинске разлике нивелманске стране дужине 1 км, добијена нивелањем у два смера, срачуната на основу грешака незатварања полигона

4.2.4. Сагласност у датуму Прецизног Нивелмана

Пре одређивања дефинитивних вредности Висина тачака мреже II реда у датуму ПН, испитана је сагласност висина тачака мреже II реда срачунатих у слободном датуму и Висина тачака мреже I реда срачунатих у датуму ПН.

У испитивању сагласности поред заједничких тачака мреже I реда учествују и заједничке тачке из суседних полигона претходно срачунате у датуму ПН.

Средње грешке сагласности висина дате су у табели 4.3.:

Табела 4.3. Сагласност у датуму ПН

Полигон	m_0 [mm]
полигон 1	2.46
полигон 3	2.83
полигон 4	4.62
полигон 7	7.34
полигон 8	5.71
полигон 9	5.34
полигон 10	5.94
полигон 11	13.43
полигон 12	14.77
полигон 13	14.90
полигон 14	5.41
полигон 15	5.86
полигон 16	12.10
полигон 17	7.71
полигон 18	6.50
полигон 19	13.28
полигон 20	6.11
полигон 21	23.32
полигон 22	8.16
полигон 23	8.03
полигон 24	5.25
Велико Село	13.74

На основу сагласности приказаних у Табели 4.3. одлучено је да се мрежа II реда изравна фиксно на дате тачке мреже I реда.

4.2.5. Изравнање у датуму Прецизног Нивелмана

Након испитане сагласности рачунају се дефинитивне висине тачака мреже II реда у датуму ПН.

Изравнање мреже II реда у датуму ПН вршено је по полигонима мреже I реда.

Датум ПН, за ово изравнање, дефинишу висине тачака које су учествовале у испитивању сагласности.

Изравнање је урађено по методи најмањих квадрата и по начину посредних мерења.

Средње грешке јединице тежине из изравнања дате су у Табели 4.4.:

Табела 4.4. Изравнање мреже II реда у датуму ПН

Полигон	m_0
полигон 1	1.571
полигон 3	1.623
полигон 4	1.086
полигон 7	1.328
полигон 8	1.097
полигон 9	2.401
полигон 10	1.635
полигон 11	1.387
полигон 12	1.143
полигон 13	1.526
полигон 14	1.158
полигон 15	1.248
полигон 16	1.630
полигон 17	1.139
полигон 18	1.130
полигон 19	1.261
полигон 20	1.203
полигон 21	1.834
полигон 22	1.287
полигон 23	1.146
полигон 24	1.297
Велико Село	1.997

Добијене средње грешке јединице тежине сагласне су са теоретском вредношћу, што значи да висине да-

тих тачака нису значајно утицале на изравнање мерних величина.

4.2.6. Сагласност у датуму Другог Нивелмана Високе Тачности

Пре одређивања дефинитивних вредности Висина тачака мреже II реда у датуму НВТ2, испитана је сагласност висина тачака мреже II реда срачунатих у слободном датуму и Висина тачака мреже I реда срачунатих у датуму НВТ2.

У испитивању сагласности поред заједничких тачака мреже I реда учествују и заједничке тачке из суседних полигона претходно срачунате у датуму НВТ2.

Сагласност у датуму НВТ2 је иста као и сагласност у датуму ПН обзиром на дефиницију координатног система за изравнање I реда градске нивелманске мреже.

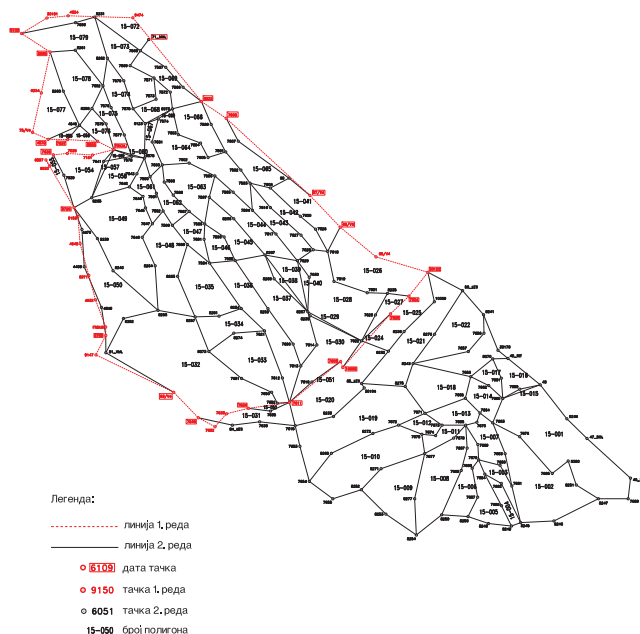
4.2.7. Изравнање у датуму Другог Нивелмана Високе Тачности

Након испитане сагласности рачунају се дефинитивне висине тачака мреже II реда у датуму НВТ2.

Изравнање мреже II реда у датуму НВТ2 вршено је по полигонима мреже I реда.

Датум НВТ2, за ово изравнање, дефинишу висине тачака које су учествовале у испитивању сагласности.

Изравнање је урађено по методи најмањих квадрата и по начину посредних мерења.



Слика 4.2. План мерења и рачунања II ред – полигон 15

Средње грешке јединице тежине у датуму НВТ2 су исте као у датуму ПН.

4.2.8. План мерења и рачунања другог реда нивелманске мреже

План мерења и рачунања мреже II реда урађен је у оквиру сваког од полигона мреже I реда.

На слици 4.2. дат је план мерења и рачунања полигона 15 мреже II реда.

5. ЗАКЉУЧАК

На основу средњих грешака незатварања полигона $m_0=1.847 \text{ mm}/\sqrt{\text{km}}$ за мрежу I реда и незатварања полигона за мрежу II реда која се крећу од $m_0=0,891 \text{ mm}/\sqrt{\text{km}}$ до $m_0=9,317 \text{ mm}/\sqrt{\text{km}}$, може се закључити да су мерења извршена квалитетно иако су рађена са прекидима и у дугом временском периоду. Још један доказ о квалитету извршених мерења је сагласност градске нивелманске мреже Београда са мрежом ПН и мрежом НВТ2. Након затварања полигона и испитане сагласности мрежа I реда је изравната по принципу FREE + TRAFO тако да тачност датих величина не утичу на мерене величине.

Одржавање градске нивелманске мреже Београда није рађено, тако да фактичко стање мреже на терену није познато. Овом документацијом је обухваћено само рачунање градске нивелманске мреже Београда, са

циљем да се на подручју Београда обезбеди јединствена висинска геодетска основа. Постојање хомогене јединствене висинске геодетске основе на целом подручју Београда је поред осталог нарочито важно у случајевима изградње објеката који се простиру на већој територији.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1]. САВЕЗ ГЕОДЕТСКИХ ИНЖЕЊЕРА И ГЕОМЕТАРА ЈУГОСЛАВИЈЕ:
Основни геодетски радови и опрема за њихово извођење, Струга 1987.
- [2]. РЕПУБЛИКА СРБИЈА РЕПУБЛИЧКИ ГЕОДЕТСКИ ЗАВОД: БЕОГРАД
ГРАДСКА НИВЕЛМАНСКА МРЕЖА СТАТУС 2015, свеске од 1 до 25.
- [3]. САВЕЗНА ГЕОДЕТСКА УПРАВА:
Основни геодетски радови у Ф.Н.Р. Југославији, Београд 1953.
- [4]. УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ ГРАЂЕВИНСКИ ФАКУЛТЕТ ИНСТИТУТ ЗА ГЕОДЕЗИЈУ:
ДРУГИ НИВЕЛМАН ВИСОКЕ ТАЧНОСТИ ЈУГОСЛАВИЈЕ, 1992.
- [5]. Perović G.: Metod najmanjih kvadrata (monografija 1), Beograd 2005.
- [6]. Vaniček P; Krakiwsky E.: Geodesy: The Concepts, North-Holland Publishing Company, Amsterdam, 1982.

УЛОГА И ЗНАЧАЈ КАТАСТРА ЗА ОДРЖИВИ РАЗВОЈ

Проф. др **Светлана Стевовић**, дипл. инж.¹

Стручни рад
УДК: [528.44:347.235]:[316.42+316.422.42]

РЕЗИМЕ

Одрживи развој постаје све значајнији термин у научним и практичним разматрањима савремене стварности. Одрживо располагање постојећим ресурсима неопходним како за одржање минималног нивоа егзистенције човечанства, тако и за његов развој, захтева пажљиво планирање њихове употребе. Распољивост ресурса са временом опада уз истовремени раст потреба. Искореневање сиромаштва, као елементарни циљ савременог друштва захтева додатно трошење постојећих ресурса са једне стране, док са друге стране њихова неправилна употреба може довести до смањења потенцијала за остваривање истог тог хуманог циља. На неки начин може се говорити о извесном парадоксу: ресурси се троше са хуманим циљем што на дужи рок може довести до њихове девастације, нижег нивоа квалитета и смањене располољивости. Да би се овај сценарио избегао, или да би се умањиле његове потенцијалне последице, неопходно је употребити све располољиве информације и сво располољиво знање. Катастар са својим специфичним информацијама прикупљаним, систематизованим и ажурираним, представља један од незаобилазних фактора при планирању одрживог развоја. У оквиру овог рада се дефинишу улога и значај катастра у систему одрживог развоја.

Кључне речи: *Одрживи развој, Катастар, Планирање, Циљеви, Ефикасност, Ефективност.*

CADASTRE AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT – ROLE AND IMPORTANCE

Prof. **Svetlana Stevović**, PhD

ABSTRACT

Sustainable development is getting increasing importance in scientific and practical consideration of contemporary reality. Sustainable utilization of existing resources necessary both for maintenance the minimal conditions of existence of humanity and its development requires careful planning of its utilization. Availability of resources decrease with time while, at the same time, demands growing. Poverty elimination, for example, as a basic principle of contemporary society requires additional resources on the one side, while on the other side, their improper utilization could lead to either their lower quality or decreased availability. In some sense this is a kind of paradox: resources utilized with human goals which in long term could lead to their devastation, lower level of quality and decreased availability. In order to avoid this scenario or to mitigate its potential consequences it is necessary to use all available information and all available knowledge. Cadastre with its specific information gathered, systematized and updated is one of unavoidable factors for sustainable development planning and monitoring. The role and importance of cadastre in the sustainable development system are defined within this paper.

Key words: *Sustainable development, Kadastre, Planning, Goals, Efficiency, Effectiveness.*

1. УВОД

Одрживи развој последњих деценија добија све већи значај у научним и практичним разматрањима савремене стварности. Велики број академских чланака, књига, расправа, симпозијума који разматрају одређене специфичне аспекте одрживог развоја и законска регулатива која обавезује инвеститоре да предузимају прецизно одређене активности само су део теоријских и практичних активности које за циљ имају да повећају ефикасност коришћења постојећих ресурса и да их, по могућству, развију до нивоа који омогућује њихово

дуготрајно коришћење. Организација Уједињених Нација такође је донела одговарајуће документе који афирмишу циљеве развоја у складу са принципима њихове одрживости.

Општи приступ одрживом развоју заснива се на поставци да садашња генерација има право на располагање располољивим природним ресурсима уз услов да тиме не угрожава право будућих генерација на развој. Ова поставка је логична из разлога што се развој друштва заснива на коришћењу и трошењу постојећих ресурса ради задовољавања појединих потреба појединаца и друштва у целини. Међутим, како су ресурси

¹ Факултет за градитељски менаџмент, Универзитет Унион Никола Тесла, Цара Душана 62-64, Београд, Србија,
e-mail: svetlanas123@gmail.com

ограничени и коначни а при томе се се њиховом употребом смањује потенцијал њиховог коришћења у будућности а уз претпоставку да потребе расту са временом, неопходно је искористити све расположиве потенцијале за њихову рационалну употребу. Најзначајније средство при разматрању проблематике одрживог развоја јесте систематизовано знање о расположивим ресурсима засновано на поузданим, тачним, систематизованим и садржајним информацијама које су лако доступне, разумљиве и повезане са ресурсима од критичног значаја за доношење одлука.

Катастар као институционализовани облик прикупљања информација о непокретностима, њихове систематизације по строго утврђеним правилима и у дугом временском периоду представља значајан информациони ресурс за доношење одлука везаних за одрживи развој. Географска распрострањеност непокретности а посебно пољопривредног и земљишта под шумама представља извор информација за доношење релевантних одлука од значаја за одрживи развој.

Утицај промена које се одвијају на земљишту а посебно утицај планираних промена везаних за урбанизацију простора могуће је истражити на основу информација садржаних у катастру непокретности са аспекта њиховог утицаја на одрживи развој одређеног простора. Иако одрживи развој у основи подразумева далеко већи број информација у односу на стандардни садржај катастарских информационих система анализа одрживости развоја у домену димензија квалитета земљишта, његове локације, дистрибуције у простору и начина његовог коришћења представља значајан фактор при процени одрживости одређених пројеката.

Катастарске информације омогућавају глобални и локални увид у одрживост одређеног пројекта. Глобални увид могуће је остварити на основу процене утицаја одређеног пројекта на нивоу Државе или региона, док се локални увид односи на утицај у непосредном окружењу. Поједини пројекти могу утицати на глобалним нивоу ако се њихови штетни нус производи простиру на већим површинама, на пример гасови који су последица сагоревања фосилних горива шире се на одређену територију по утврђеним интензитетима.

Анализа пољопривредног земљишта, његовог квалитета и површине, пре и после реализације одређеног пројекта може указати на његову неодрживост уколико је утицај такав да знатно смањи квалитет земљишта на већим територијама. Анализа утицаја локалне одрживости пројекта може се, на основу катастарских информација, извршити уколико се ради о пројектима који значајно утичу на локално окружење (јаловишта рудника на пример). На основу површина захваћених одређеним пројектом, степена његовог утицаја и величине смањења квалитета постојећих ресурса могуће је донети закључке о његовој одрживости.

Сажето се може рећи да је катастар непокретности, и поред чињенице да представља само ограничен скуп информација о простору које су од значаја за процену одрживости пројеката, незаобилазан фактор при процени одрживости одређеног пројекта због значаја земљишта, значаја познавања његовог квалитета и распореда у простору. Овај рад има за циљ да укаже на улогу и значај катастра са аспекта одрживог развоја и да нагласи области примене и степен доприноса катастра пројектима одрживог развоја.

2. ОДРЖИВИ РАЗВОЈ

Уобичајени приступ одрживом развоју заснива се на праву садашње генерације да употребљава постојеће ресурсе за сопствени развој не угрожавајући право будућих генерација на сопствени развој [1]. Овај приступ је доста уопштен и у извесној мери неодређен. Уопштеност наведеног приступа одрживом развоју је последица општег става без прецизирања степена развоја и степена дозвољеног или прихватљивог нивоа трошења расположивих ресурса у оквиру једне генерације. Неодређеност приступа је последица чињенице да укупни расположиви ресурси нису познати. Чак и да су расположиви ресурси познати није одређен број генерација које могу да користе расположиве ресурсе. Следећи логику одрживог развоја, према наведеној дефиницији, расположивост ресурса треба обезбедити у бесконачно дугом временском интервалу. Ако се прихвати наведено ограничење онда непосредно следи да је дозвољено трошење искључиво оних ресурса који се могу обновити али би строго поштовање овог ограничења лимитирало развој друштва. Савремена пракса показује да овај принцип кроз историју људског друштва није строго примењиван. Одавде непосредно следи да приказани принцип не одсликава у потпуности предмет одрживог развоја и да је неопходно истражити друге могућности за приступ овој теми. Међутим ако се има у виду време настанка ове дефиниције (двадесети век, када област одрживог развоја није била развијена у мери у којој је то данас случај) и да је она резултат рада експертске групе Организације Уједињених Нација она се може прихватити као полазни основ за разумевање предмета.

Према другој дефиницији одрживи развој означава да је будућност боље и здравије место за живот у односу на садашњост [2]. Наведена дефиниција указује на потребу сталног и непрекидног побољшања стандарда живота. Ако се претпостави да су ресурси неопходни за развој људског друштва ограничени онда непосредно следи да је неопходно непрекидно повећавати ефикасност и ефективност [3] њиховог искоришћења. Ефикасност значи да је неопходно ресурсе користити на начин који максимизира њихове ефекте, док ефективност значи да се ресурси могу искористити

искључиво за људске потребе које повећавају квалитет живота. Мерљивост ових циљева може бити проблематична јер је тешко утврдити који циљеви заиста повећавају квалитет живота. Вредновање циљева који повећавају квалитет живота често је субјективне природе и може бити последица сплета историјских околности. Одавде следи да ни наведена дефиниција не може у потпуности да квантификује критеријуме за доношење одлука о степену сагласности пројеката са принципима одрживог развоја.

Дискусија одрживог развоја могућа је и са других аспеката. Потенцијално велики број аспеката и погледа на одрживи развој указује на сложеност проблематике. Сложеност проблематике одрживог развоја проистиче из сложености предмета и сложености фактора који утичу на одрживи развој. Стално растуће потребе људског друштва, са једне стране и просторно временска ограниченост расположивих ресурса за задовољавање ових потреба, са друге стране стварају амбијент сложених интеракција у коме су последице појединих активности тешко предвидиве. Предвидивост последица различитих активности у савременим условима могућа је само на основу поузданих информација о стварности у којој се те активности одвијају и уз располагање одговарајућим знањима о законитостима развоја зависних процеса.

Сложеност проблематике одрживог развоја огледа се у чињеници да организација Уједињених Нација разлаже одрживи развој на 17 циљева и велики број подциљева [4]. Наведени циљеви имају свеобухватан приступ за побољшање живота људи али је њихова интерпретација доста уопштена. Уопштеност интерпретације ових принципа повећава обухват проблематике али са друге стране не упућује на прецизирање активности које треба предузимати. Бројност циљева отежава и овладавање проблематиком а такође може довести и до преклапања појединих циљева. Из тих разлога постји мишљење да је наведени број циљева превелики и да треба обезбедити „смислене“ циљеве да би се заштитили људи и планета [5]. Исти аутор сматра да у фокусу овог стратегијског приступа нису приоритети већ непрактична свеобухватност. Квантификовање одрживог развоја и предлог новог приступа дат је у раду [6]. Одрживи развој посматра се као динамички концепт који обједињује аспекте у простору и времену. Велики број димензија које опредељују одрживи развој захтевају систематичан приступ који комбинује економске и еколошке аспекте са друштвеном бригом. Индикатори који приказују главни инструмент за трансформацију теорије одрживог развоја у практичне одлуке приказују се кроз њихове синтетизоване особине а њихов значај расте како у формулисању политика тако и јавној комуникацији.

Одрживи развој типично се базира на три (економски, еколошки и друштвени) или четири (економски, еколошки, друштвени и институционални)

ослонца. За сваки од приступа дефинише се скуп индикатора који следи пирамидалну структуру тема и под тема. Неколико међународних институција се бави одрживим развојем на тематски базираним индикаторима. На међувладином нивоу најзначајнија је Комисија Уједињених Нација за Одрживи Развој, која је издала и ревидовала скуп тематских индикатора за оцену одрживог развоја. Циљеви одрживог развоја према документима Уједињених Нација гласе [4]:

1. Без сиромаштва – искоренити сиромаштво у свим формама и било где;
2. Нулта глад – искоренити глад, осигурати храну, унапредити исхрану уз промоцију одрживе пољопривреде;
3. Обезбедити здрав живот и промовисати благостање за свакога и у свим годинама;
4. Осигурати инклузивно и за све једнаке квалитативне услове образовања и промовисати целоживотне услове за учење за свакога;
5. Достићи једнакост полова;
6. Чиста вода и санитарација;
7. Доступна и чиста енергија – осигурати доступну, поуздану, одрживу и модерну енергију за свакога;
8. Достојан посао и економски развој – промовисати инклузивни и одрживи економски раст, пуну и продуктивну запосленост;
9. Индустрија, иновације и инфраструктура – градити еластичну инфраструктуру, промовисати одрживу индустријализацију и подстицати иновације;
10. Смањити неједнакост – смањивати неједнакост међу државама;
11. Одрживи градови и заједнице – учинити градове и људска насеља инклузивним, сигурним, еластичним и одрживим;
12. Одговорна потрошња и производња – осигурати одрживе потрошачке и производне облике;
13. Климатска акција – предузети ургентне мере за смањење климатских промена и њених утицаја;
14. Подводни живот – конзервација и одрживо коришћење океана, мора и маринских ресурса за одрживи развој;
15. Живот на земљи – очување, обнова и промоција одрживог коришћења терестричких екосистема, одрживо управљање шумама, спречавање деградације, зауставити и обновити деградацију земљишта и зауставити губитак биодиверзитета;
16. Мир, правда и јаке институције – промовисати мирно и инклузивно друштво оријентисано на одрживи развој, обезбедити правду за све и изградити ефективне, одговорне и инклузивне институције на свим нивоима и
17. Партнерство у циљевима – ојачати смисао имплементације и ревитализовати глобално партнерство за одрживи развој.

Очигледно је да су циљеви одрживог развоја у интерпретацији Организације Уједињених Нација у великој

мери уопштени и да су могући конфликти међу самим циљевима. На пример: искорењивање глади можда није могуће само уз одрживу пољопривреду или без додатног искоришћења расположивих екосистема. У случају лимитираности, решење би се могло тражити у праведнијој расподели расположивих пољопривредних ресурса или у смањењу жеља. Овај сценарио, мешутим тешко је спровести на данашњем нивоу развоја цивилизације па је истраживање граница расположивости појединих ресурса далеко вероватније.

Наведене чињенице сугеришу закључак да је одрживи развој веома сложен систем људског понашања који је неопходно имплементирати како би се повећала вероватноћа за унапређење услова живота и рада људске заједнице у неограниченом временском интервалу и смањиле или избегле опасности које могу довести до снижења нивоа квалитета живота или чак до угрожавања опстанка. Због сложености проблематике и преовлађујуће тежње за развојем није могуће, на садашњем нивоу знања и друштвене свести, доносити оптималне одлуке на нивоу глобалних принципа одрживог развоја. Међутим сама чињеница да се улажу значајни интелектуални напори и финансијска средства у смеру обезбеђивања одрживог развоја, указује на повећану свест о лимитираности ресурса неопходних за опстанак људске заједнице и о потреби да се наведени проблеми решавају.

3. КАТАСТАР НЕПОКРЕТНОСТИ И ОДРЖИВИ РАЗВОЈ

Катастарски систем у Србији уређен је Законом и подзаконским актима. Закон Државном премери и катастру експлицитно уређује обавезе, организацију и надлежности институције Републичког геодетског завода из области катастра непокретности [7]. Посебна пажња посвећена је класирању и одређивању бонитета земљишта, како би се утврдила праведна основа за опорезивање прихода од пољопривредног земљишта [8].

Кроз извршавање својих обавеза институција катастра прикупљене информације обрађује и интерпретира кроз систематизоване процедуре које обезбеђују додатне информације и које могу бити коришћене за успостављање система одрживог развоја. Са друге, стране посебна истраживања која би обезбедила потребне информације истог типа за планирање коришћења земљишта или за утврђивање утицаја појединих активности захтевају значајне додатне инвестиције и није реално очекивати да би њихова информативност била на нивоу који обезбеђују већ постојећи катастарски подаци.

Треба нагласити и да је значај одрживог развоја и могућу улогу геодетске струке и Међународна геодетска федерација (FIG - *Fédération Internationale des Géomètres*) и 1991 године донет је документ који

указује на улогу и активности геодетских стручњака у области одрживог развоја [9]. Посебан документ од исте организације донет је 1995 [10] и посебно се бави развојем катастра а одредница „одрживи развој“, помиње се 5 пута.

И касније активности Међународне геодетске федерације имају за тему одрживи развој и управљање земљиштем. Нарочито се то односи на следеће публикације [10]:

- Бр. 13 – Изнајмљивање земљишта, управљање земљиштем и земљишни информациони системи: извештај о округлом столу Међународне геодетске федерације, организације Уједињених нација за храну и пољопривредно земљиште (FAO) и организације Уједињених нација за људска насеља (UNCHS);
- Бр. 24 – која се бави принципима равноправног укључења полова у земљишну администрацију;
- Бр. 30 – која се бави просторним информацијама и одрживим развојем;
- Бр. 31 – земљишни информациони системи за одрживи развој градова;
- Бр. 42 – неформална насеља: пут ка одрживим просторима;
- Бр. 48 – Брза урбанизација и мега градови: потреба за управљање просторним подацима;
- Бр. 58 – просторно оспособљено друштво и
- Бр. 64 – катастар 2014 и после.

На основу наведених чињеница може се закључити да међународна геодетска федерација има систематичан и континуиран приступ одрживом развоју, да укључује све расположиве капацитете и знања са циљем да максимизира допринос геодетске струке одрживом развоју. Овај амбициозни приступ треба комбиновати са расположивим ресурсима сваке појединачне земље да на својој територији максимизира допринос катастра одрживом развоју. Како се ради о различитим капацитетима тако се може очекивати (и то је у пракси случај) да развој појединих катастарских информационих система неће увек задовољавати потребе за доношењем оптималних одлука са аспекта одрживог развоја на територији једне Државе.

Катастарски систем на територији једне државе условљен је и лимитиран средствима која се улажу у његов развој. При томе се под средствима подразумевају финансијски, технолошки и људски ресурси. У сваком случају, будући да је одрживи развој динамичка област која захтева одређене информације које већ постоје за доношење одлука у будућности он се мора ослонити на расположиве информације које су прикупљене, обрађене и интерпретиране до тренутка појаве потребе за њима. Одавде непосредно следи да сви недостаци и/или грешке у постојећим катастарским информационим системима директно утичу на квалитет одрживог развоја који се заснива на тим информацијама.

4. ХИПОТЕТИЧКИ ПРИМЕР ПРИМЕНЕ КАТАСТАРСКИХ ИНФОРМАЦИЈА СА АСПЕКТА ОДРЖИВОГ РАЗВОЈА

Како је одрживи развој просторно временски оријентисан неопходно је при анализама одрживости одређеног пројекта узети у обзир обе димензије. Наиме пројекти се реализују на одређеном простору и имају одређено трајање. Уобичајено је да се за трајање пројекта (од идеје до експлоатације и затварања) посматра време његове економске експлоатације. Међутим, утицај пројекта на животну средину протеже се и након престанка његове експлоатације. Типичан пример су рудници јер и после њиховог затварања остају девастиране површине у зони експлоатационог поља и на површинама прекривеним јаловином. Типичан пример географског простирања утицаја појединих пројеката јесу термоелектране јер се нуспродукти сагоревања фосилних горива простиру и на удаљена подручја зависно од руже ветрова и врсте честица.

Значај катастра при оцени просторно-временског простирања утицаја одређеног пројекта на одрживи развој одређен је чињеницом да у катастарском информационом систему постоје о локацији, врсти и квалитету земљишта на коме се може очекивати његов утицај. На основу катастарских података могуће је објективно вредновати утицај одређеног пројекта па самим тим истражити друге варијанте и доносити одлуке са аспекта одрживог развоја.

Уопштени математички модел вредновања пројекта са аспекта одрживог развоја а на основу података из катастарских информационих система може се формулисати на следећи начин:

$$v = \sum_{i=1}^n P_i K_i \psi_j$$

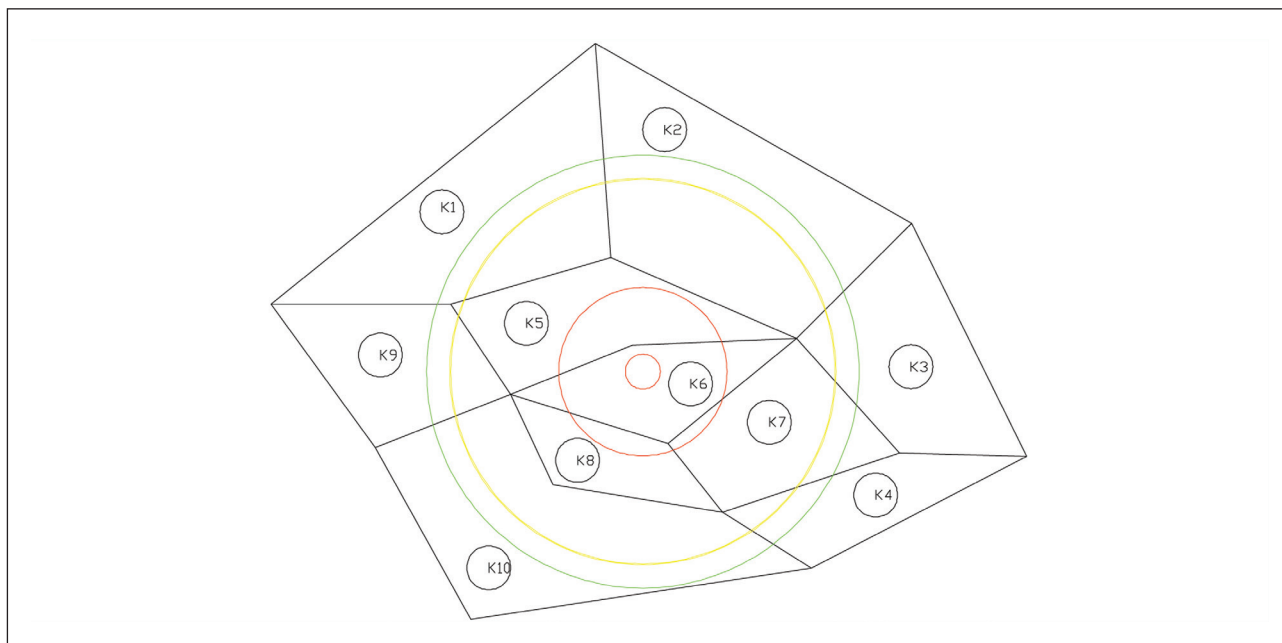
где је:

- v – утицај конкретног пројекта на окружење са аспекта одрживог развоја;
- P_i – површина -те парцеле захваћена утицајем пројекта;
- K_i – вредност одређене парцеле захваћене утицајем пројекта (одређена у зависности од културе и класе) и
- ψ_j – степен утицаја пројекта на конкретну -ту парцелу са аспекта одрживог развоја.

Слика 1 илуструје утицај хипотетичког пројекта на парцеле са аспекта одрживог развоја на основу катастарског информационог система. Карактеристика хипотетичког пројекта је да његов утицај опада са растојањем и простира се од центра ка периферији. Црвени круг приказује зону највећег утицаја док изван зеленог круга утицај пројекта престаје.

Под претпоставком да је пројекат типа чији утицај опада са растојањем од његове локације могуће је извршити поделу на зоне просторног утицаја засноване катастарским подацима. На основу површине под утицајем одређеног пројекта, вредности парцеле и коефицијента утицаја пројекта на конкретну парцелу могуће је утврдити утицај конкретног пројекта на окружење са аспекта одрживог развоја. Временски хоризонт добија се када се помножи утицај пројекта на окружење са временом трајања тог утицаја, односно:

$$V = v * t$$



Слика 1. Утицај пројекта са аспекта одрживог развоја

где је:

- V – укупни просторно временски утицај пројекта на окружење са аспекта одрживог развоја и
- t – временски интервал трајања утицаја пројекта на окружење.

Очигледно је да се наведене формуле и вредновање пројеката на окружење засновано на катастарским информацијама може односити само на оне информације које су садржане у катастарском информационом систему. Како је садржај просторних информација далеко обимнији неопходно је за објективно вредновање утицаја пројекта на окружење користити и друге изворе информација.

Овај најједноставнији хипотетички пример указује на чињеницу да без адекватних катастарских информација практично није могуће објективно вредновати утицај одређеног пројекта са аспекта одрживог развоја на земљиште. Приказани модели такође указују на функционалну зависност вредновања утицаја одређеног пројекта од тачности катастарских информација за дату зону утицаја пројекта.

5. ЗАКЉУЧАК

Катастар као институција очигледно може имати директну улогу у оквиру циљева одрживог развоја у систему Уједињених Нација број 2, 11 и 15 јер располаже значајним информационом капацитетом о пољопривредним земљиштима која су основа за искорењивање глади, стварању одрживих градова и заједница и циљевима везаним за терестричке екосистеме. Као владина институција катастар може бити значајан фактор у имплементацији партнерства за одрживи развој (циљ број 17).

Поред ових општих доприноса циљевима одрживог развоја, катастарске информације могу се користити, у границама њиховог информационог обухвата, за

вредновање просторно временске димензије конкретног пројекта у функцији дефинисања критеријума и достизања циљева одрживог развоја.

И поред одређених ограничења информационог садржаја, условљеног пре свега Законом дефинисаног домена, катастарски подаци представљају неизоставну и поуздану основу за квантитативно вредновање утицаја пројеката из аспекта одрживог развоја.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf> (март, 2016)
- [2] Blewitt, J.: *Understanding Sustainable Development*, Earthscan, London, 2008
- [3] Тодоровић, Ј., Ђуричин, Д., Јаношевић, С.: *Стратегијски менаџмент*, Економски факултет Београд, Центар за издавачку делатност, Београд, 2003.
- [4] <https://sustainabledevelopment.un.org/sdgsproposal> (фебруар, 2016)
- [5] <http://www.nature.com/news/un-sustainability-goals-need-quantified-targets-1.15933> (март, 2016)
- [6] Carraro, C. et al.: *Quantifying sustainability: A New Approach and World Ranking*, <http://www.feem.it/userfiles/attach/201212201429394NDL2012-094.pdf> (март, 2016)
- [7] “Сл. Гласник РС”, бр. 72/2009, 18/2010, 65/2013, 15/2015
- [8] “Сл. Гласник РС”, бр. 63/14 (http://www.rgz.gov.rs/template1a.asp?PageName=2014_06_20_03) (март 2016)
- [9] FIG publication No.3 “Sustainable Development: a challenge and a responsibility for surveyors”. FIG Policy Statement, 1991
- [10] <http://www.fig.net/resources/publications/figpub/pub11/figpub11.asp> (март, 2016)

ВРЕДНОВАЊЕ ПОЉОПРИВРЕДНОГ ЗЕМЉИШТА

Мр Гордана Ђикић, дипл.инж.пољопривреде¹

Стручни рад

УДК: [711.142/.143+332.34/.36+631.442](497.11)

РЕЗИМЕ

Пољопривредно земљиште је од кључног значаја за производњу хране. Као такво оно представља егзистенцијални ресурс за становништво одређеног подручја односно неопходан услов опстанка друштвене заједнице. Савремени начини производње хране у великој мери могу утицати на губитак производних карактеристика земљишта односно на смањење његовог квалитета и на смањење приноса по јединици површине у дужем временском периоду. Антропогени утицаји могу довести до смњења или потпуног губитка својстава пољопривредног земљишта као што су то одлагалишта јаловине у рудницима (депосоли) и пепела насталог у термоелектранама. Ови утицаји могу се делимично или потпуно умањити кроз процесе рекултивације пољопривредног земљишта и његовог привођења првобитној намени. Да би се нумерички дефинисале производне карактеристике земљишта приступило се класирању и бонитирању земљишта. Класирањем земљишта настоји се да се сачувају производне карактеристике пољопривредног земљишта и смањи тренд опадања обрадивих површина. Катастарским класирањем и бонитирањем земљишта прате се површине и заступљеност пољопривредног земљишта по регионима. Катастарско класирање и бонитирање земљишта је под ингеренцијом Републичког геодетског завода и као такво представља званичан систем вредновања земљишта на целој територији Републике Србије. Функционисање система катастарског класирања и бонитирања земљишта регулисано је Законом и одговарајућим правилником. Вредновање земљишта је сложен процес одређивања квалитета земљишта а самим тим и његових производних карактеристика. Овај рад има за циљ да укаже на неке аспекте вредновања пољопривредног земљишта и да изврши поређење са катастарским класирањем и бонитирањем земљишта и правим стањем на терену.

Кључне речи: *Пољопривредно земљиште, Катастарско класирање земљишта, Бонитирање земљишта, Катастар, Вредновање земљишта.*

EVALUATION OF AGRICULTURAL LAND

Gordana Đikić, MSc, grad.eng. agriculture

ABSTRACT

Agricultural land is critical for food production. As such, it represents an existential resource for the population of an area that is a necessary condition for the survival of certain communities. Modern methods of food production can greatly affect the loss of productive soil characteristics and the reduction of its quality and the reduction in yield per unit area for a longer period. Anthropogenic influences may lead to minimized or complete loss of agricultural land characteristics such as tailings in mining (barren soil) and the ashes generated in thermoelectaranama. These impacts can be partially or completely mitigated by the processes of re-cultivation of agricultural land and the original purpose of bringing him before. In order to numerically define the characteristics of the production area started with grading and soil capability. Classification of land seeks to preserve the production characteristics of agricultural land and reduce the trend of decline of arable land. Cadastral classification and land quality evaluation monitored surface and the representation of agricultural land by region. Cadastral classification and land quality evaluation is under the jurisdiction of the Republic Geodetic Authority and as such represent the official system of land valuation on the entire territory of the Republic of Serbia. Functioning of the cadastral system and land worthiness regulated by the Law and the relevant Regulations. Valuation of land is a complex process of determining the quality of the soil and therefore its production characteristics. This paper aims to point out some aspects of the valuation of agricultural land and to make a comparison with the Cadaster classification and capability evaluation of land and the real situation on the ground.

Key words: *Agricultural land, Cadastral land classification, Worthiness evaluation of land, Cadastre, Land evaluation.*

1. УВОД

Земљишта у природи настају као производ педогенетских фактора од којих треба посебно истаћи: матични супстрат (геолошка подлога), климу, рељеф, органску (живу и изумрлу) материју и старост терена. Сваки од ових фактора може под извесним условима имати до-

минантан утицај на педогенезу земљишта а самим тим и на производну вредност односно погодност земљишта за одређену биљну производњу. Из тог разлога пољопривредно земљиште је врло значајан ресурс коме се мора посветити одговарајућа пажња и оно се мора сагледати са свих аспеката који су неопходни за његов развој, очување и унапређење његове функције, а то је производња

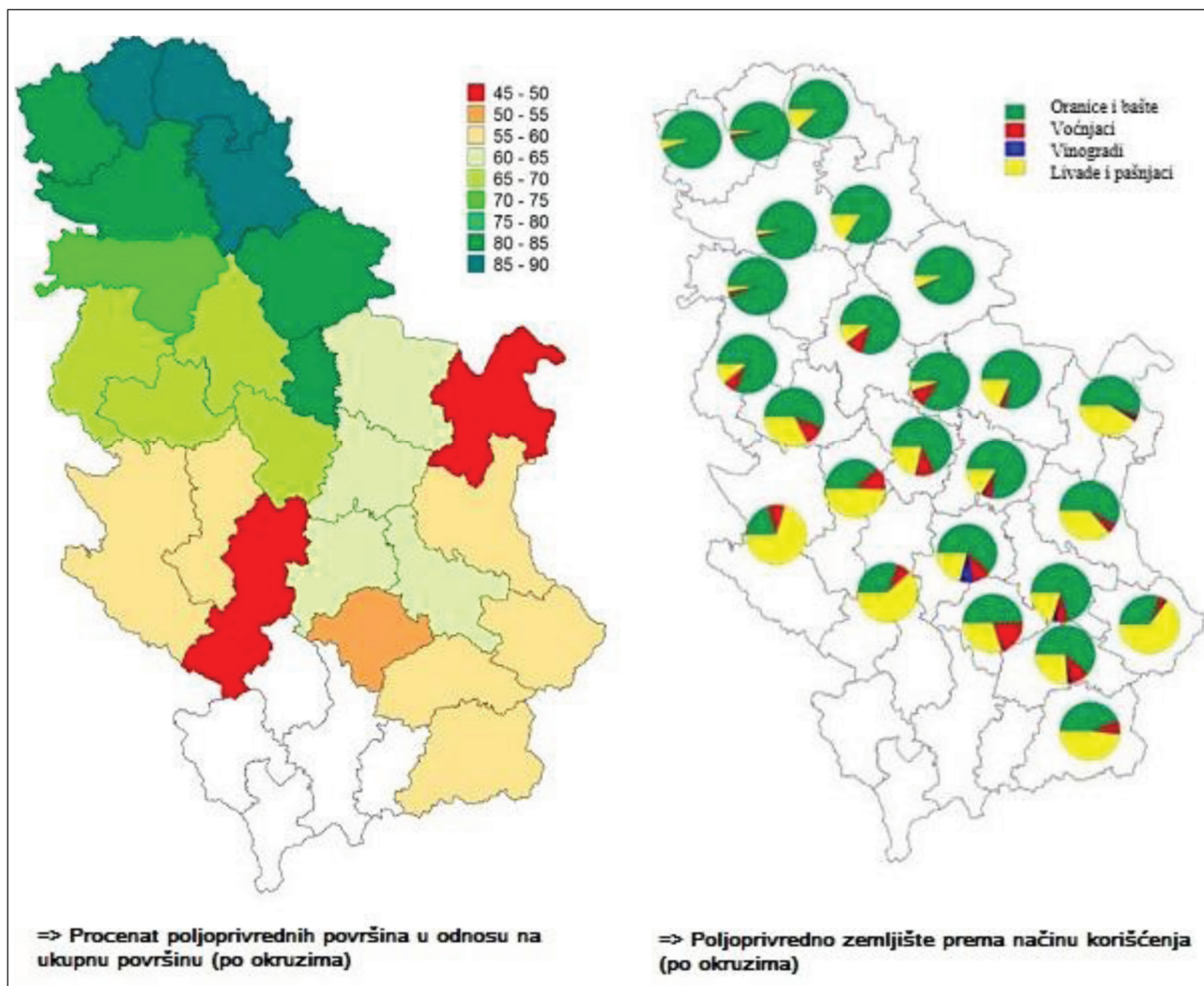
¹ “Колубара Услуге” д.о.о. Лазаревац,
e-mail: gordanadjikic@gmail.com

хране. Убрзан индустријски развој и потреба са енергентима има за последицу заузимање пољопривредног земљишта за потребе површинских копова и изградњу урбаних насеља. Антропогена земљишта настају дуго-трајним деловањем човека који применом разноврсних механичких и хемијских поступака и средстава мења природне одлике земљишта и претвара их у деградирано и индустријско земљиште. Процеси рекултивације земљишта су захтевни у временском, стручном и финансијском смислу али као такви представљају законску обавезу инвеститора односно корисника непољопривредних добара. Процеси савремене индустријализације указују на динамичне и значајне промене квалитета пољопривредног земљишта. Из тог разлога неопходно је пратити производне карактеристике земљишта које су дефинисане кроз првобитно класирање и бонитирање тог земљишта. Ако долази до смањења производних карактеристика земљишта морају се предузети одређене педомелиоративне мере у циљу одржавања његове плодности.

2. КАРАКТЕРИСТИКЕ И НАЧИН КОРИШЋЕЊА ПОЉОПРИВРЕДНОГ ЗЕМЉИШТА У СРБИЈИ

Пољопривредним земљиштем се сматрају пољопривредне површине: оранице, вртови, ливаде, пашњаци, воћњаци, маслиници, виногради, рибњаци, трстици и мочваре, као и друго земљиште које се може привести пољопривредној производњи. Према подацима из 2013. године на територији Републике Србије пољопривредно земљиште заузима 65,85% од укупне површине. Као најпродуктивније пољопривредне површине оранице и баште заузимају 64,56% од укупног пољопривредног земљишта у нашој земљи. Графички приказ нам најбоље илуструје преглед површина и њихову распоређеност у нашој земљи (Слика.1)

Територијални распоред пољопривредног земљишта и развијеност пољопривредне производње по окрузима је у директној вези са типом земљишта односно геолошким пореклом земљишног супстрата.



Слика 1. Преглед површина пољопривредног земљишта по окрузима [5]

Пољопривредно земљиште погодно за обраду (1-4 бонитетна класа) у Региону Војводине чини чак 91,0%, док је њихова заступљеност на подручју три региона у Централној Србији свега 38,1% (Слика 1). Производна вредност односно економска исплативост за одређену биљну производњу зависи од особина и састава површинског растреситог слоја на којем се гаје биљке као и од климатских фактора и распореда падавина на том подручју. Способност земљишта, односно земљишног супстрата да обезбеди биљке водом и неопходним минералним материјама је важан фактор који одређује избор пољопривредне производње. Разлика у производним карактеристикама пољопривредног земљишта условила је потребу за одређеним категорисањем пољопривредног земљишта. Из тог разлога пољопривредно земљиште је сврстано у класе и то 1-8.

Економску базу једне земље поред индустријског развоја чини и савремена пољопривредна производња. Пољопривредно земљиште је један од најважнијих природних ресурса једне земље. На пољопривредном земљишту се производи храна за људе и животиње.

Разлог за условну позитивну оцену расположивости пољопривредних површина у нашој земљи је из разло-

га: неравномерне заступљености пољопривредних површина по регионима, већим учешћем слабо продуктивних земљишта и привременим и трајним губљењем пољопривредних површина непланским газдовањем пољопривредним земљиштем.

На основу података Републичког завода за статистику Република Србија располаже са 5.109.177 ха пољопривредног земљишта што чини 65,85% њене укупне површине. Са 3.298.470 ха доминирају оранице и баште, што чини 64,56% пољопривредне површине.

Анализа пољопривредног земљишта на основу пописа пољопривреде из 2012. године показује да индивидуална пољопривредна газдинства располажу са 72,22% пољопривредног и 27,78% другог земљишта. У оквиру пољопривредног земљишта коришћено је 89,02% земљишта. У оквиру категорија која се односи на друго земљиште, шумском земљишту припада 68,53%.

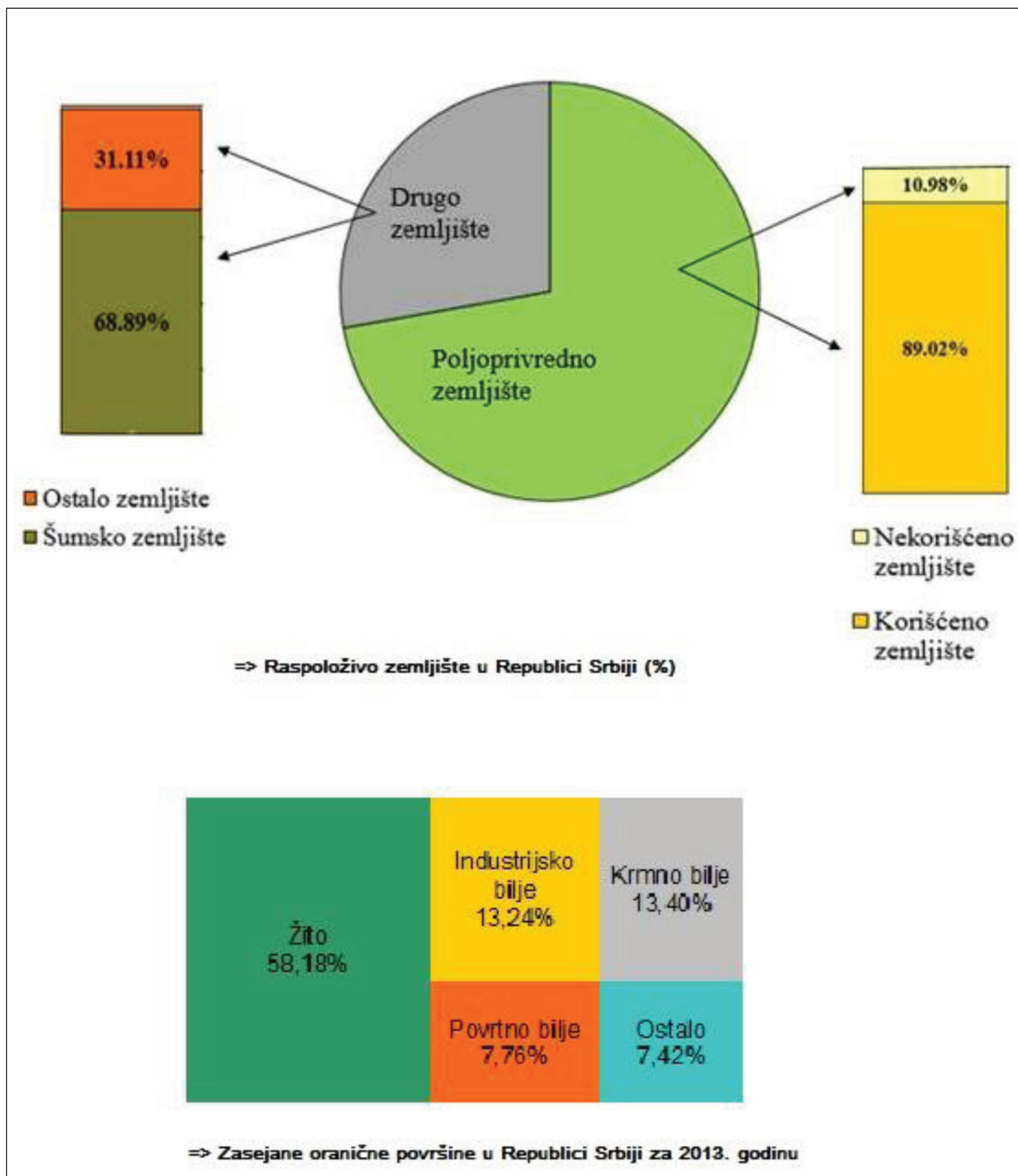
Праћењем структуре засејаних ораничних површина у 2013. години највећи удео имају површине под житом 58,18%, а затим под крмним биљем 13,40%, индустријским биљем 13,24% и повртним биљем 7,76%, остало је са уделом од 7,42%. У односу на 2012. годину, све наведене површине су у благом паду.

Табела 1. Преглед пољопривредних површина по годинама (хиљаде хектара)

Год	Пољ. Земљ. (укупно)	Обрадива површина					Пашњаци	Рибњаци трстици баре
		Укупно	Оранице баште	Воћњаци	Виногради	Ливаде		
2003	5115	4253	3345	246	67	594	826	36
2004	5113	4252	3344	244	66	598	823	38
2005	5112	4242	3330	239	64	609	832	38
2006	5106	4228	3318	238	62	610	838	39
2007	5092	4218	3299	240	59	620	835	39
2008	5093	4222	3302	241	58	621	833	38
2009	5097	4224	3301	240	58	625	834	39
2010	5092	4216	3295	240	57	624	836	40
2011	5096	4211	3294	240	56	621	845	40
2012	5092	4215	3281	239	54	641	837	40
2013	5109	4240	3298	238	51	653	829	40

Увидом у табелу 1. [5] види се да се од укупних површина под пољопривредним земљиштем у периоду 2003-2013. године смањују површине под воћњацима, виноградима

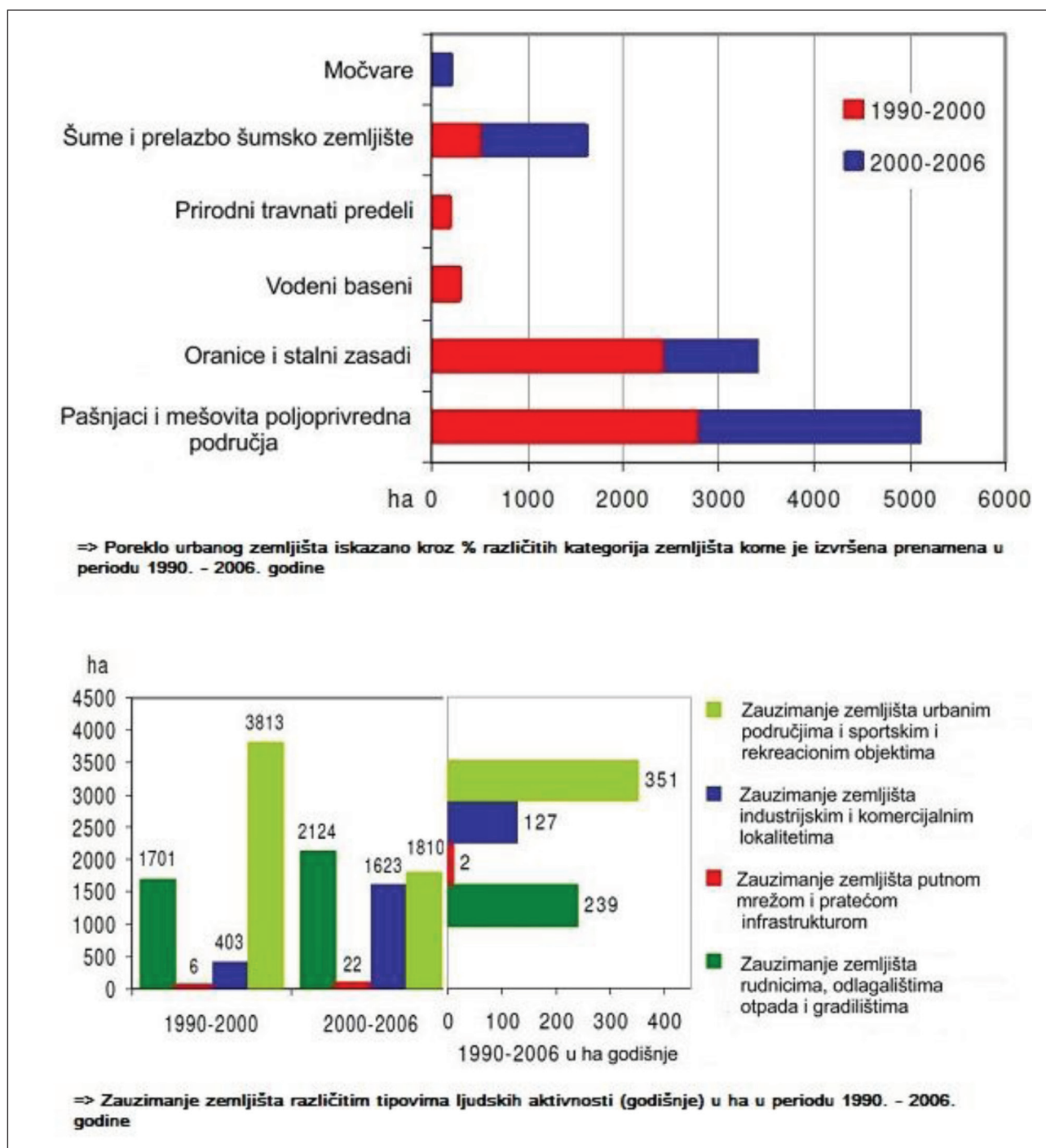
и пашњацима. Површине под ораницама и баштама су веће у односу на 2012. годину. Површине под ливадама имају тренд пораста у периоду 2011-2013.г.



Слика 2. Земљиште у Републици Србији у производној 2013. години [5]

Графички приказ (Слика 2) пољопривредног земљишта у производној 2013. години најбоље илуструје однос пољопривредног земљишта у односу на остало земљиште које се не користи за гајење пољопривредних култура. Преглед заступљених пољопривредних култура најбоље се види из графичког приказа (Слика 2)

Коришћењем земљишта посебно у интензивној биљној производњи, често долази до поремећаја равнотеже појединих фактора а самим тим и до смањивања продуктивне способности и до оштећења земљишта. Убрзан индустријски развој има за последицу смањење пољопривредних површина.



Слика 3. Смањивање пољопривредних површина у Републици Србији [5]

3. АНТРОПОГЕНИ УТИЦАЈ НА СМАЊЕЊЕ ПОЉОПРИВРЕДНОГ ЗЕМЉИШТА

Нестају на стотине хектара обрадивог пољопривредног земљишта а настају простори захваћени рударским радовима и градска насеља. Динамика пољопривредне производње може да повећа или смањи његову плодност. Читав низ фактора утиче на производне каракте-

ристике земљишта. Неки од тих фактора су последица активности човека где се интензивном пољопривредном производњом смањују залихе органске материје, долази до збијања земљишта, кварења структуре, погоршавају се водно-ваздушни и топлотни режими, смањује се биолошка активност односно долази до поремећаја у броју и заступљености различитих група корисних микроорганизама. Активношћу човека

долази до повећања концентрације у земљишту остатака пестицида, затим тешких метала, радионуклеида, заслањивања, алкализације и закишељавања земљишта. Неминовна појава је и ерозија земљишта као и привремени и трајни губици земљишта услед промене намене коришћења пољопривредног земљишта (Слика 3).

Урбаном развојем у највећој мери су заузимања земљишта под пашњацима, као и мешовита пољопривредна подручја. Урбана подручја, спортски и рекреациони објекти су заузели 351ха годишње, индустријски и комерцијални локалитети 127 ха годишње, путна мрежа и пратећа инфраструктура 2 ха годишње, док су рудници, одлагалишта отпада и градилишта заузели 239 ха годишње.

На основу указане потребе у нашој земљи, тадашњој Југославији приступило се доношењу закона о катастру који дефинише начин сврставања земљишта по класама. Закон о катастру израдио је професор Високе техничке школе Драгомир М. Андоновић. Године 1929. донет је први закон под насловом Закон о катастру земљишта [7]. Године 1953. донета је Уредба о катастру земљишта која је 1956. године нешто измењена и допуњена. Ова Уредба омогућила је стварање пописног катастра за државну територију која није имала технички катастар. Ова област је коначно утемељена 1965 год [7]. доношењем Основног закона о премери и катастру земљишта. Овим законом послови премера и катастра земљишта као и њихово одржавање проглашени су за послове од општег интереса за целу земљ (Службени лист СФРЈ, број 16 1965).

Катастарско класирање и бонитирање земљишта је уређено Законом о премери и катастру као и правилником о катастарском класирању и бонитирању земљишта [1]. Правилником су обухваћена сва земљишта и све културе и дефинисан је начин и поступак катастарског класирања земљишта. Према члану 2 катастарско класирање представља одређивање катастарске културе и катастарске класе сваке катастарске парцеле или дела парцеле у оквиру једне катастарске општине.

Под бонитирањем земљишта (члан 3) подразумева се одређивање плодности земљишта на основу његових природних особина без обзира на начин његовог коришћења. Територијална јединица за катастарско класирање земљишта је катастарски срез док је за бонитирање земљишта територија Републике Србије.

Катастарским класирањем земљишта одређује се култура и класа сваке парцеле плодног земљишта. Катастарско класирање врши се по катастарским општинама у оквиру катастарског среза, на основу природних и економских услова производње и утврђене основе класирања земљишта. Поред типа земљишта и природни услови производње су од значаја за катастарско класирање а то су: земљишна својства, надморска висина, нагиб терена, експозиција, ерозија,

водолежност, водоплавност и др. Економски услови производње који су од значаја за катастарско класирање су: положај катастарске општине у односу на центар катастарског среза, положај катастарске парцеле у оквиру катастарске општине, приступачност путевима, стање саобраћајница и друго.

У оквиру сваке пољопривредне културе плодног земљишта, пољопривредно земљиште се распоређује у највише осам класа. Распоређивање се врши тако што се земљиште са најбољим условима производње увршћује у прву класу, а земљишта са лошијим условима производње разврставају у остале катастарске класе, при чему у катастарском срезу није дозвољено прескакање редних бројева класа. Класирањем земљишта даје се преглед каква је заступљеност плоднијих (без већих ограничења, 1-4 бонитетне класе) и мање плодних (са већим ограничењима, 5-8 бонитетне класе) земљишта у катастарском срезу.

Бонитетне класе морају да задовоље одређене карактеристике како по конфигурацији терена, типу земљишта, тако и по агрохемијским параметрима.

У прву бонитетну класу распоређују се земљишта равничарског климатско производног рејона, на равном или на скоро равном рељефу са нагибом до 3%, дубока и врло дубока земљишта дубине преко 100 цм, са хумусно акумулативним хоризонтом дубоким 60 цм и преко 60 цм, иловастог састава, мрвичасте структуре, неутралне до слабо алкалне реакције (рН 7 до 8,5), добро пропусна, непревлажена, са подземном водом испод 110цм, земљишта заштићена од поплава, која се наводњавају и сл.

У осму бонитетну класу распоређују се веома плитка земљишта, са дубином испод 10 цм, која садрже и до 90% скелета, која се налазе у брдско-планинском и планинском климатско-производном рејону, на нагибу преко 65%, изложена свим видовима ерозије, која се користе искључиво као веома некавалитетни пашњаци, девастиране шуме и еколошки загађена земљишта.

Вредновање пољопривредног земљишта и могући критеријуми имају за циљ прецизније одређивање његових производних карактеристика. Критеријуми за вредновање пољопривредног земљишта су у функцији неколико фактора:

- физиолошки активни хоризонт (слој) земљишта за развој кореновог система биљака
- ваздушна својства земљишта
- топлотни режим земљишта
- реакција земљишта (рН)
- чување воде и хранљивих материја у активном слоју земљишта
- способност земљишта да се ослобађа од свих инхибитора нормалног развоја кореновог система и омогући потребно снабдевање биљака водом и биљним хранливима

Значај вредновања пољопривредног земљишта је тај што на основу одређене класе земљишта може да

се предвиди пољопривредна производња и могућност успешног гајења одређених биљака. Гајење биљака је у директној вези са производним карактеристикама земљишта.

4. СИСТЕМИ ВРЕДНОВАЊА ПОЉОПРИВРЕДНОГ ЗЕМЉИШТА

Вредновање пољопривредног земљишта се може посматрати као процес одређивања вредности пољопривредног земљишта. Резултат процеса вредновања пољопривредног земљишта изражава се ценом земљишта по јединици површине. Овај процес се може посматрати са различитих аспеката (тржишни, правни, порески или други) и резултат сваког аспекта може довести до различитих процењених вредности. Такође и сама вредност пољопривредног земљишта није константна и опада са временом и начином његове експлоатације. Из тог разлога неопходно је поштовати законску регулативу и предузети све мере како би се производна вредност пољопривредног земљишта очувала. Законска регулатива налаже да се производне карактеристике пољопривредног земљишта очувају и то применом мелиоративних мера. **Мелиорације** обухватају мере које се спроводе са циљем поправљања физичких, хемијских и биолошких особина земљишта, као и стварање и одржавање оптималног водно-ваздушног режима земљишта, ради обезбеђења повољних услова за раст и развој гајених биљака и постизање стабилних приноса [2. члан 2. став 6]. На тај начин се оствареним приходом од приноса пољопривредних култура вреднује пољопривредно земљиште.

Учесталост вредновања зависи од брзине опадања (или промене) квалитета пољопривредног земљишта, сложености и трошкова процеса вредновања и потребе за вредновањем.

Вредновање пољопривредног земљишта зависи од врсте и броја параметара који се укључују у систем вредновања. На систем вредновања утиче и искоришћеност пољопривредног земљишта у појединим регионима. Ако се пољопривредно земљиште не користи за пољопривредну производњу у одређеном региону временом се смањује потреба за одржавањем система вредновања земљишта у том региону. Територијалне разлике у заступљености некористишеног у укупном пољопривредном земљишту су значајне по областима (између 1,8% у Сремској и 39,2% у Пчињској области) и изразито велике по општинама (између 0,2% у војвођанском Житишту до чак 75% у аграрно запостављеној и демографски девастираној Црној Трави). Томе значајно доприноси и структура земљишта по бонитетним класама, будући да земљишта погодна за обраду (1-4 бонитетна класа) у Региону Војводине чине чак 91,0%, док је њихова

заступљеност н аподручју три региона у Централној Србији свега 38,1% [8].

Пољопривредно земљиште је производно и економски најважнија категорија расположивог земљишта, које представља практично необновљиви природни ресурс и релативно ограничавајући услов за организовање пољопривредне производње, прехрамбену сигурност и одрживу будућност људи.

Систем вредновања и одржавања пољопривредног земљишта је законом дефинисана категорија само је треба поштовати и спроводити у пракси [2].

5. КАТАСТАРСКО КЛАСИРАЊЕ И БОНИТИРАЊЕ ЗЕМЉИШТА СА ДРУГИМ СИСТЕМИМА ВРЕДНОВАЊА ПОЉОПРИВРЕДНОГ ЗЕМЉИШТА

Катастарско класирање и бонитирање земљишта доприноси прегледу производних карактеристика и намене пољопривредног земљишта. Суштина постојања катастарског класирања и бонитирања земљишта је мониторинг његових производних карактеристика и праћење евентуалног смањења његових производних карактеристика. На основу постојећих класа земљишта стиче се законска обавеза о одржавању производних карактеристика пољопривредног земљишта и о давању предлога мера ако је дошло до промене класе и бонитета земљишта. У таквим случајевима предузимају се одређене педомелиоративне мере у циљу повећања његових производних карактеристика и довођења до стања које одговара званичној класи и бонитету тог земљишта како се води у књигама катастра. Обнова катастарског класирања врши се у случају обнове премера и катастра непокретности, као и у случају битних промена природних и економских услова производње, односно других елемената од значаја за катастарско класирање. Обнова катастарског класирања врши се на начин и по поступку који су правилником прописани за катастарско класирање.

6. ЗАКЉУЧАК

Постојећим Законом о премеру и катастру као и Правилником о катастарском класирању и бонитирању земљишта обухваћена су сва земљишта и све културе и покривена је читава област која се бави проблематиком земљишта у нашој земљи.

Правилник је прецизан и јасан по питању дефинисања свих аспеката који утичу на начин одређивања класе одређеног земљишта. Сврха његовог постојања је обавеза праћења пољопривредних површина и поштовање законске регулативе по питању привођења деградираног земљишта првобитној намени као и настојање да се прати и очува пољопривредно

земљиште у површинама и производним карактеристикама. Законска регулатива прецизно дефинише производне карактеристике земљишта и на основу којих параметара је одређена класа земљишта. Потребно је: ускладити постојеће прописе са законодавством ЕУ о коришћењу земљишта и заштити животне средине, идентификовати и изабрати групе параметара квалитета земљишта који ће се примењивати при мониторингу и контроли плодности. Неопходно је интензивирати контролу плодности земљишта, одредити законске прописе које ће се бавити заштитом, уређењем и коришћењем пољопривредног земљишта и то као мониторинг пољопривредног земљишта за сваку катастарску општину. Неопходно је формирати базу података о земљишту која ће бити доступна свима. База података би била резултат досадашњих истраживања у овој области, али и сталног мониторинга за који би биле задужене одређене, већ постојеће, стручне институције које се баве питањима коришћења и контроле квалитета земљишта.

Производњу хране везују углавном за земљиште па је брига о земљишту преко потребна. У том циљу је неопходно предузимати одговарајуће мере заштите земљишта и спроводити унапред постављене циљеве његовог одрживог коришћења.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Правилник о класирању и бонитирању земљишта (Службени Гласник РС 65/2014)
- [2] Закон о пољопривредном земљишту (Сл. Гл. РС бр 62/2006, 41/2009)
- [3] Џамић, Р, Стевановић, Д. (2000): Агрохемија. Пољопривредни факултет, Београд
- [4] Гајић, Б. (2006): Физика земљишта. Пољопривредни факултет, Београд.
- [5] www.SEPA.gov.rs
- [6] <http://webrzs.stat.gov.rs/WebSite/>
- [7] www.grf.bg.ac.rs
- [8] Шеварлић, М. (2013): Пољопривредно земљиште (Студија)

РАЗМЕЂАВАЊЕ И РАЗВОЈ ИМОВИНСКО-ПРАВНИХ ОДНОСА КРОЗ ИСТОРИЈУ

Мирослав Мијановић, дипл.геод.инж.¹
Ведрана Глигорић, дипл.геод.инж.²

Стручни рад
УДК: [341.222+347.235]:332.26”45”

РЕЗИМЕ

Од памтивека људи покушавају и проналазе начине за размеђавање, било да се ради о обележавању приватног поседа или дефинисању граница приликом освајачких похода. У оквиру рада дат је преглед развоја процеса омеђавања кроз историју, почев од времена старог Египта, преко античке Грчке и старог Рима па све до новије историје и данашњих дана. Сама потреба за омеђавањем јавила се још код старих Египћана који су били присиљени да након сваког изливања реке Нил поново обележавају границе својих поседа. Из потребе за обележавањем граница, односно омеђавањем настала је геометрија а из ње узрочно-последично и геодезија. Поред чињенице да је омеђавање имало практичан карактер у смислу познавања граница власништва, треба истаћи да су стари народи омеђавању на првом месту давали верски, односно религијски или магијски карактер. Поштујући богове који су им дали земљу, стари народи су границе власништва, међе, сматрали светим и стриктно су их поштовали. У супротном уследила би свирепа казна. Истражујући и изучавајући развој имовинско-правних односа кроз време, аутор жели да укаже на значај самог процеса омеђавања, разреши дилеме и да објашњења за поједине конвенције које су се до дана данашњег задржале у народу, али и у модерној геодетској науци, када је у питању међа, међна тачка и сам процес омеђавања.

Кључне речи: Земља, Међа, Међни камен, Приватна својина, Геодезија, Религија предака.

BOUNDARY MARKING PROCESS AND DEVELOPMENT OF PROPERTY LAW THROUGH HISTORY

Miroslav Mijanovic, grad.geod.eng.
Vedrana Gligoric, grad.geod.eng.

ABSTRACT

From times beyond memory man has sought and found ways to set up boundaries, whether they divide private properties or define the borders after conquering campaigns. The paper comprises a survey of historical development of the boundary marking process, from the times of ancient Egypt, through Greek antiquity and ancient Rome, up to the recent past and modern days. The very need to draw boundaries dates to the ancient Egyptians, who were forced to map the boundaries of their properties after each flooding of the Nile. The need for drawing up the boundaries gave rise to geometry, and it resulted as a consequence into geodesy. Apart for having a practical character in the fact that property borders had to be known, it is worthwhile to point out that old peoples assigned to boundaries primarily religious and magical traits. Honouring the divinities who had given them land, old peoples regarded the property boundaries as sacred, holding them in highest esteem. To oppose this would entail severe punishment. While researching and studying the evolution of property laws through time, the author wanted to point at the importance of the boundary mapping itself, resolve dilemmas and furnish explanations for certain conventions surviving even today not only among people but in geodesy as well, when borders, border points and the very boundary marking process is concerned.

Key words: Land, Boundary, Boundary stone, Private property, Geodesy, Religion of the ancestors.

1. УВОД

Нова друштва ма колико била измењена у односу на стара, у својој сржи имају доста елемената друштва која су им претходила. Стога је проучавање организације старих друштава неопходно ради правилног сагледавања појава у данашњим.

Право приватног власништва над земљом примењивано је код неких народа од најстаријих времена. Код Египћана, Вавилоњана, Индуса, Етрураца, старих Грка и Италика, није се сачувао нити један помен

или историјски споменик времена да је земља била заједничка својина [1]. Исто се може рећи и за антички Балкан. Размеђавање као ритуално-правна радња, формирана је у времену, које је за данашњу науку у недокучивој старини. Она је у својој суштини потпуно култног карактера. Размеђивање је био и остао захтев богова из култа предака, на своје властито огњиште, гробницу, њиву, односно међни камен.

Како би задаци омеђавања могли бити извршени било је потребно осмислити и користити и геодетске инструменте. Први геодетски инструмент, познат да-

^{1,2} Републички геодетски завод, Служба за катастар непокретности Ваљево, e-mail: miroslavmijanovic@yahoo.com, e-mail: vedranagligoric@yahoo.com

нашњој науци, датира из времена старог Рима и назива се грома. Такође, постоје сведочења да су и становници Етрурије у још даљој прошлости користили одређење геодетске инструменте.

2. ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ И УТИЦАЈ РЕЛИГИЈЕ НА ОМЕЂАВАЊЕ

Прве династије фараона Египта, по различитим ауторима, ујединили су доњи и горњи Египат између 4000 и 3000 година пре Христа. Могли су то урадити тек пошто су плодну делту Нила, која је због обилног наноса потпуно мењала свој изглед, могли испарцелисати и доделити новим власницима сваке године изнова. Тек стабилан прилив новца, од редовно убраног пореза, обезбедио је могућност за освајање горњег Египта и потчињавање целе територије врховној власти једног владара. Милутин Миланковић, кроз уста Питагоре, говори о значају посла који је обављао харпедонапт или геометар, јер је и сам Питагора, на свом путу ка вишем знању у Египту, по Милутину морао постати геометар: „Но пре него што се приступи сејању, потребно је да се замуљене или разлокане границе појединих имања успоставе и онда предаду опорезаним поседницима на обраду. Сада мора на посао геометар који је, једини, у стању да те границе правилно обележи. Из те потребе родила се у Египту геометрија, као неопходна практична наука, и онде се у хиљадугодишњој примени дивно развила. Знања геометрије, која сам стекао у школи мудрога Талеса, омогућила су ми да се истакнем при градњи Наитиног храма, да привучем на себе пажњу надзорника те градње и да поставим његов помоћник, харпедонапт.“[2]

Кирил из Александрије, чије је време патријархата у Александрији било између 412 и 444 године после Христа, помиње заслуге египатског Хермеса за поделу приватне својине, парцелисање и иригацију земље, али и за успостављање размене уговора. Тај пасус гласи: „Зар нисте чули да је наш Хермес поделио цео Египат на парцеле и делове, мерећи аре са ланцем (канап за мерење, а геометри су се у старом Египту називали харпедонапти - затезачи конопа) и просецајући канале за наводњавање и да је направио номе (провинције, односно земља која припада одређеном племену) и назвао земљу по њима и да је успоставио размену уговора и да је написао листу излазећих звезда и правог времена за бербу усева. А поред свега овога он је открио и предао поколењима бројеве и рачунање и геометрију и астрономију и астрологију и музику и целу граматику.“[3]

Најстарији историјски подаци о египатском Хермесу, датирају из периода треће, мемфитске династије. О другом краљу треће династије Египта, који је владао 29 година [4], уважени историчар Samuel Birch

каже: „Neb-ku је наследио **Ser** или **Serbes**, грчки **Tosorthros**, назван од египћана **Aesculapius**, који се јавља у каснијем периоду као бог **Aimart** или **Imouthos**, син **Ptaha**. Он је добио ове називе пошто је поседовао знање и био патрон медицинске уметности, а речено је да је измислио уметност градње са углачаним (полираним) каменом и такође да је поклонио пажњу прављењу натписа или писању.“[5]

Да би се схватило колико далеко у прошлост сежу први појмови о парцелисању и размени уговора морамо погледати Египатску хронологију. Манетхо, свештеник Сараписа у време Птоломеја Филадельфа, написао је и данас у науци признату хронологију египатских династија. Она почиње са првим људским монархом Египта **Menesom** и траје до Александра Великог. Обухвата период од 3555 година. **Aesculapius** је по томе владао 583 године после Менеса, односно око 3300 година пре Христа. Хронологија је са светог дијалекта преписана и преведена са стубова које је поставио први Хермес, у време пре потопа, а све да би се знање сачувало за нова поколења. Само име Манетхо, или правилније **Manethoth** или **Ma-n thoth** значило је „онај који је дат од Тота“ (Хермеса или Меркурија)[4].

Исти културно цивилизацијски скок, десио се у Вавилонији и то у приближно истом времену. Краљ Маништгусу, око 2600. године пре Христа, куповао је велике комаде земље од појединих приватних власника. Исто тако, краљ Кадашман Енлил (1410-1385) потврђује својину поља, што их је даровао већ његов претходник Куригалзу I, у првој половини XVI века пре Христа. Таквих примера је више [6].

Науци најстарије познате међаше имања налазимо у Месопотамији и Вавилону и то у времену од половине XVIII до XI века пре Христа, за време владавине Касита. Називани су „кудуру“ у значењу „слуга Божији“[7] и представљају једну од карактеристика каситске културе. На њима се налазио клинастим писмом исклесан текст, који је почињао са одредбама уговора под којим је нека земља постајала лично власништво, следила су имена земљомера и сведока који су присуствовали закључењу уговора и на крају су исписане претње и клетве онима који би сам међаш померили или оштетили, односно отуђили предметну земљу [8]. Кудури су носили натписе „означивач границе за све веке“. До данас је нађено преко 60 кудура широм Вавилоније и на њима преко 32 граничне исправе. Оригини тих исправа, а на њима сигурно и потпис издавача исправе, издавани су у два примерка на глиненим плочама. „Бијаху то дакле споменици, свему свијету видљиви, самога власничког права.“[6]

Симболична заштита представљена је сликама целог пантеона богова из Вавилона, али је по правилу на врху или обавијена око самог међаша, приказана змија, као заштитник уговора и самог граничног камена.



Слика 1. „Кудури“ каситске епохе



Слика 2. Поглед на кудур одозго

У старом завету на више места се спомиње међа и наглашава њена важност за старе Јевреје. Тако Господ говори Авраму у првој књизи Мојсијевој:

Јер сву земљу што видиш теби ћу дати и семену твојему до века (13:15)

Устани и пролази ту земљу у дужину и у ширину, јер ћу је теби дати (13:17)

Друга књига Мојсија:

Па ћу вас одвести у своју земљу за коју подигох руку своју заклинајући се да ћу је дати Авраму, Исаку и Јакову, и даћу вам је у наследство, ја Господ (6:8)

Мишљење и веровање старих је било да је једино власник земље по праву стварања, то јест сам Бог, могао исту дати некоме у својину, односно своје право пренети на њега. Владика Николај правилно је, у својој беседи „Чија је земља? – Говорено неправним, који се париче око земље“ [9], указао на старозаветни поглед на

власништво над земљом: „Божија је земља и све што је на њој. То је сазнање старог доба. То је најглавније сазнање, до кога би требао и морао доћи сваки човек, јер од тога сазнања зависи мир и добра воља. Мира и добре воље никада није било много на земљи, но никад више као онда кад су људи одрицали Богу то господарство и себи га присвајали. Јер одрицати Богу господарство над земљом значи одрицати Бога, а одрицати Бога значи немир и злу вољу.“

Тако и Мојсије упозорава свој народ на принцип законитости и божанске заштите имања и земљишног поседа, и проклиње починиоце повреде међа или туђег поседа.

Пета књига Мојсијева:

Не помичи међе ближњега својега коју поставе стари у наследству твојем које добијеш у земљи коју ти Господ Бог твој даје да је наследиш (19:14)

Проклет да је који би помакао међу ближњега својега. А сав народ нека рече : амин. (27:17)

Књига о Јову:

Међе помичу безбожни, отимају стадо и пасу. (24:2)

Приче Соломонове:

Не помичи старе међе, коју су поставили оци твоји. (22:18)

Не помичи старе међе, и не ступај на њиву сирочади. (23:10)

Стара Европа прати исту идеју и принципе, те се закони расподеле и права над земљиштем пред нама кроз историјске споменике појављују као општечовечанска и једнообразна творевина. По Цицерону, митски законодавац Етрурије на првом месту такође ставља поделу људи у племена и прерасподелу земље, као основ сваке државности и цивилизације уопште: „Зако-

ни Tagesa, које је објавио Tarchun третирани су поделу људи у племена - Curiae и Decuriae, поделу земљишта и конструкцију војске.“[10] Већ под краљем Ромулом земља је подељена између грађана тако да је свака породица добила по два јутра земље у потпуну својину [11]. Варон, као највећи зналац Римских старина, наводи да је тако подељена земља постајала наследна својина: „Bina iugera a Romulo primum divisa dicebantur viritum quae quod heredem sequerentur heredium appellarunt.”[11]

Најстарија институција у старом Риму, која је преузета од Етрураца, био је колегијум Арвалске браће (Frates Arvales). Одатле је и најстарији књижевни споменик старог Рима ритуална песма Арвалске браће, Carmen Arvale. Колегијум су чинили дванаест племића, бираних за цео живот. Они су поседовали магијска знања, која су крили и чували као тајну. Затварали су се у храму богиње Дие (Dea Dia) и призивајући Ларе (душе предака, које се задржавају у непосредној близини места где су за живота боравили, најчешће на међама њива и пролазима) у помоћ, својом песмом и игром настојали да одагнају олујне демоне и да тиме усеви буду сачувани. Кружни храм се налазио на међи старог римског земљишта, са десне стране Кампанског Друма. На сачуваном централном жртвенику у светом гају види се змија. Жртвеник богиње Дие, испред самог храма, био је начињен од бусења, а на њега су се полагали плодови од усева [12]. На основу једне законске одредбе садржане у Дванаест таблица, да се закључити да су у римском народу постојали људи који са магијским вештинама и басмама могли пренети себи плодове са туђих њива^[12]. Реду Арвалске браће су припадали још и Сабински краљ Тагиус, Ромул, Нума Помпилије, а много касније и сам цар Август, који је овај ред поново успоставио. „Arvales“ је вероватно Етрурска реч из своје велике сличности са *urgare* и *argare*, за коју нам Festus и Varro кажу да је била Тосканска реч за опколити или затворити [10]. Браћа су била задужена за посвећивање споменика херојима, за решавање спорова око међа и само постављање међног камења. Сваке године ритуално су три пута обилазили међаше, овенчани храстом (*corona Etrusca*) и кукурузом, у част богиње Церес. Они су вршили агрименсорална или геодетска мерења и земљу названу по племенима уписивали у агрименсоралне књиге. Та мерења су, по великом историчару Niebuhr-у, чисто Етрурска и по њима можемо пратити Етрурска насеља кроз Италију [10]. Он даље наводи: „Агрименсорална или арвалска мерења су била старија од оснивања Рима и преживела су царство за 500 година. Њени елементи су били Етрурска математика примењена на Етрурску астрономију.“[10]

У тексту названом Латинске расправе о парцелисању земљишта – *Gromatici Latini* (Латински геометри) сачувано је пророштво нимфе (виле) Вегоје о пропасти етрурске цивилизације: „Кад је Јупитер изабрао Етрурију за своју земљу, наредио је да земља буде подељена на имања, а она да буду тако разграничена да се одвоје једно од другог. Али пошто је Бог знао да су

људи похлепни и да носе у себи глад за земљом, одлучио је да се поставе ознаке на међама....А онога који буде злоупотребљавао или померао ове међаше с намером да повећа свој посед на штету другог суседа, казниће за ово недело сами богови: кућа ће му бити уништена, а цело његово племе биће затрвено...“[13] Пророштво нам сведочи о важности праведне расподеле земље и неповредивости међа за напредну етрурску цивилизацију, чије друштво чак није првенствено било земљорадничко, већ трговачко, рударско и поморско.

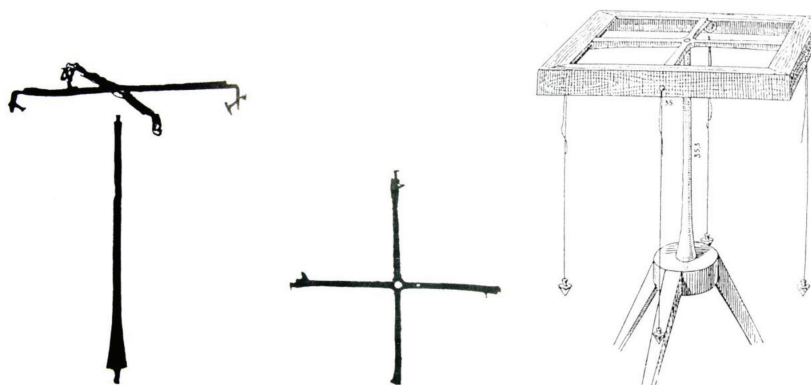
3. ГРОМА – ПРВИ НАУЦИ ПОЗНАТ МЕРНИ ИНСТРУМЕНТ

Цела наука о мерењу земље била је део такозване “*disciplina etrusca*” и као таква предата је каснијем Латинском друштву, заједно са првим инструментом за мерење названим *Groma*. Тек у XIX веку, северно од Тотина у месту Ивреу, откривен је римски надгробни споменик на коме у преводу пише: „Луције Аебуције Фаусто, ослобођеник Луција из трибуса Клаудија, геометар и сефир, учинио је за свог живота за себе, своју жену Арију Акту, ослобођеницу Квинта и за ослобођеницу Зефиру (овај споменик).“[14] Поред исписане речи *ensor* или геометар на самом споменику је приказан инструмент за мерење - грома са комплетном апаратуром.



Слика 3. Надгробна плоча из Ивреа, крај Торина, са уклесаним изгледом инструмента и натписом “*ensor*” – земљомер

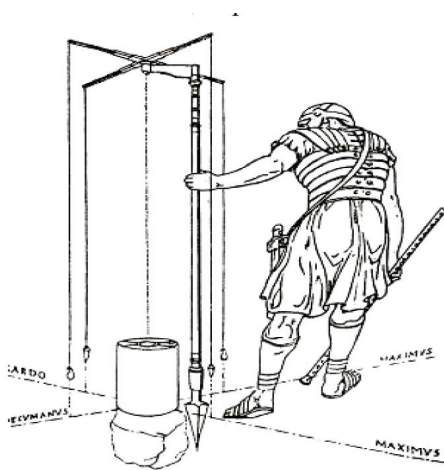
Поред римског лимеса, близу Eichstatta, у месту Pfunz, 1900. године, откривена су два археолошка предмета (Слика 4.). Гвоздени крст са краковима под правим углом, који је у средини имао рупу. Сваки завршетак крака је био савијен под правим углом и био је пробушен. У рупи су се и даље налазили гвоздени клинови.



Слика 4. Антика гroma откривена 1900. године

Други предмет је био 35,5 сантиметара дугачак гвоздени штап округлог пресека. На горњој страни је био сужен и завршавао се малом осовином на које се први предмет могао ставити. Доњи део се пирамидално проширивао и завршавао малом осовицом. Пронађени предмети били су саставни делови античке гrome.

У радионици Вера, у Помпејима, 1912. године откривени су остаци геодетског прибора и то два стандардна виска, мерна летва, трасирка, кутија од слоноваче са угравираним сунчаним сатом и мерна стопа. Међу осталим прибором нађени су и дотад једини комплетни остаци гrome. Два једнако дугачка и окована крака гrome постављени су под углом од 90 степени. Њихова дужина износила је око 88 сантиметара или три римске стопе (1 римска стопа износи 29,63 сантиметра). Носач кракова или статив (*ferramentum*) имао је шиљати метални наставак да би се лакше могао забити у земљу. На врху носача се налазила избочена конзола за малом осовином на горе, на коју су се качили краци гrome. У водоравној равни кракови су се могли слободно окретати око ове осовине. Мерења су се вршила над претходно стабилизованим централним каменом или „пупком“ (*umbilicus soli*) [14].

Слика 5. Реконструкција гrome и центрирање над централним каменом или „пупком“ (*umbilicus soli*)

Само значење речи **гroma** није још разјашњено, а до скоро се сматрало да потиче од грчке речи гнома – дух, спознаја. Међутим ова етимологија није задовољавајуће поуздана „јер је археолошки доказано да су стари Етруршчани још у дубокој старини употребљавали неку геодетску справу за обележавање правокутног тлоцрта својих храмова и светих гајева“ [14], а под правим углом су се секле и улице њиховог каснобронзаног *terramare* насеља код Парме.



Слика 6. Етрурско насеље геодетски планирано са улицама под правим углом

4. МЕЂНИ КАМЕН И ЊЕГОВЕ ФУНКЦИЈЕ

Најстарије римско насеље, основано по Варону 21. априла 753. године пре Христа, „оборано“ [15] је плугом, који су вукли бели бик и црна јуница. Милан Мајснер, преко радње оборавања плугом, налази везу између наших речи **урвина**, **урвати**, **сурвати** са латинским **urbs**, **orbis** (зид унаоколо, град, насеље), **urvo** (**urbo**), **urvum** (**urbum**), као и **обор**, **оборити** са **orbis** (коло, круг). Иста култна радња оборавања имања, у Височкој нахији, вршена је у скоријој прошлости са два вола близанца и два брата близанца и веровало се да у тако оборану кућу никаква гаталица не може



Слика 7. Орање брадатим змајем на вавилонском цилиндру и Деметра која Триптолему предаје на поклон знање сејања жита и орања змајским колима

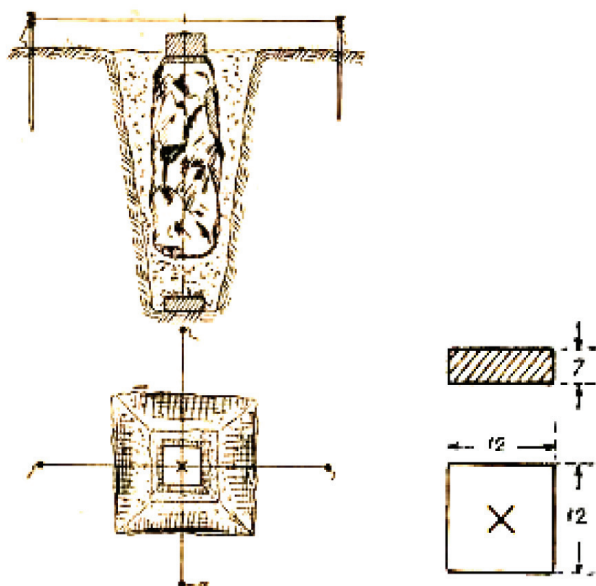
ући [16]. Радња оборављања у далекој и ближој прошлости имала је за циљ магичну заштиту и успостављање заштитне границе града или поседа, тако да никакво зло не би прешло оборану бразду, „онако исто као што се и код нас морало оборати свако место на коме се хтело да постави насеље.“[17]Колико је ова линија разграничења била поштована видимо из тога што је Ромул убио свог рођеног брата Рема из разлога што је нагазио на оборану границу првог Рима, и уз то запретио да ће свако нестати ко се дрзне да нагази његову границу [18]. „Магијска ограда предходила је техничкој. Прво су се људи осигуравали браздом, а тек после су почели на овој подизати плот, па зид или читаву грађевину.“[15]

Терминус, кога је као заједничко, јавно божанство, по предању у Римско друштво увео сам Ромул или Нума Помпилије (714-673. год. Пре Христа), као међни камен, коришћен је за омеђавање приватних имања, симболизујући домаћег лара, али и границе саме римске државе. При постављању Терминуса, обављале су се над рупом у коју ће бити постављен, крвне жртве, и то у виду крви прасета сисанчета. У Елеусинским мистеријама посвећених богињи Деметри, као вид очишћења и припреме за мистерије такође је жртвовано прасе. Терминус би био усправљен поред рупе, окићен цвећем и преливен вином и медом, а затим су у рупу бацани угљевље, запаљено на светој ватри домаћег огњишта, вино, зрневља жита, мед и воће. Терминус је тада полагао у своје вечно пребивалиште[1](стр. 73). Све касније жртве, обављане сваке године на празник Терминалија, 23. фебруара, који је по некима сматран крајем, односно почетком римске године, биле су бескрвне жртве. Приносили су их заједно оба суседа са целим фамилијама, па би његов празник био и прилика и повод помирењу или добросуседским односима уопште.



Слика 8. Терминус са римског новца из 58. Године пре Христа

Око Бродарева, Новог Пазара и Ужица у ближој старини је при постављању међаша закопавано више предмета, испод самог међног камена. Ти предмети сви до једног имају култни, хтонски или подземни карактер. Налажена је црвена чоја, поломљено посуђе, делови поломљене керамике или црепуље, угљевље, пепео и ситно камење [1]. Овај обичај распрострањен је на широком простору Балкана и варира само употребљени број горе наведених предмета, нађених испод међног камена. У Војводини се испод „државног“ камена на метар дубине и данас може наћи цигла. У данашње време модерна геодетска тачка има свој, један или више, подземних центара, који служе да би се реконструисала померена горња белега. Међутим иако данас мислимо да је функција подземног центра искључиво техничке природе, то мишљење не одговара истини. Црвена чоја, црепуља и црвена цигла је замена за крвну жртву која се у виду прасета сисанчета приносила још у старом Риму при постављању Терминуса. Поломљено посуђе, поломљена керамика, угљевље, пепео и ситно камење, одговарају жртвама доњим боговима, онима којима је, по веровању наших старих, земља и припадала. Из тог разлога, само искључиви власник земље, односно Бог, може преко пронађеног подземног жртвеног места, открити „своје“ право место.



Слика 9. Изглед данашње полигоне белеге са подземним центром

Функција међног камена, као станишта или симбола дивинизираниог претка домаћина имања, била је да вечно остане непомерен и неузмирен на свом месту и да штити онога ко му приноси жртву. У случају да неко ралом додирне међни камен био би „предат боговима подземља“ заједно са воловима, односно заклан, да би се богови земље умирили због ове увреде. „Ко дирне Терма раоником свога плуга нека се човек и његови волови завештају подземним боговима.“[1] Скоро идентичну и нешто ублажену казну, јер страдају само волови, по Грбальском статуту. Трпео би онај који би дирнуо у туђи „мргин“, како се међни камен називао у нашим крајевима. Тај члан је гласио: „ко би помакао мргин, то јест прихватио туђе земље уза своју, да му се убију волови орачи и да их кнежина поједе“ (члан 8.)[19]. Невероватна је сличност ова два временски и неизглед цивилизацијски тако удаљена прописа, који као да су потекли из истог извора идеја и чини нам се да је млађи пропис прост препис старијег. Нешто улепшан и шаљивији исказ о истој ствари дао је Овидије, који у уста увређеног Терма, притиснутог туђим ралом, ставља речи: „Стој, ово је моја њива, ено твоје.“[19]

Право над летином и жетвом у старој Грчкој припадало је у највећој мери заједници, али је земља била у апсолутном власништву појединца, чак је и само тело власника земље, ропством могло постати туђе власништво, али не и његова земља [1](стр. 78). Ова чињеница врло уско је везана и произилази из религије предака која је и успостављала фактичку власт над земљом и то се право, са покојних, дивинизираних чланова једне породице, преносило на њене живе чланове, с тим да су они били само корисници над земљиштем, док су прави власници „пребивали“ у њој

самој. Ваљда се из истог разлога једно домаћинство бројало као једно огњиште, односно станиште Бога једне породице, баш као и у нашим крајевима, до дана данашњег. Тај „приватни“ Бог није подносио туђе божанство на „својој“ земљи и по Фистелу Куланжу и сама ограда имања у старини имала је за циљ културну заштиту огњишта домаћег Бога. Из истог разлога се у старини говорило да је кућа произашла из огњишта или „огњиште је научило човека градњи куће.“[1]

Куланж изводи закључак да индоевропска заједница никада није ни познавала заједничку својину, већ само и искључиво приватну. Земљишни посед је био премордијална чињеница, са најранијом култивацијом земље и најтешње везана за најранију конструкцију фамилије [20]. Критичким апаратом, Фистел је напао све научне перјанице које су заступале идеју да је сва земља у свим цивилизацијама била заједничка својина у примитивној прошлости човечанства. Он се није слагао са недоказаном претпоставком да је „систем пољопривреде био у почетку пољопривредни комунизам“ [20]. У томе је итекако успевао. Иако му је дело изашло пре више од једног и по века, није имао наследника у тим идејама.

Ми тешко можемо схватити поимање горњег и доњег света наших старих, па ради илустрације треба скренути пажњу на чињеницу да су наши преци увек сахрањивани на својим имањима, док из „хигијенских“ разлога тај обичај није законски забрањен. У исти кош иде и забрана доношења и остављања хране на гробље, хране која је намењена мртвима [21]. За исти прекршај у античкој грчкој, односно за неизвршавање помена према својим мртвима, појединац би добио најтежу пресуду друштва, а то је протеривање. Сматран би за горег од обичног убице, јер је „убио“ све претходно упокојене из своје фамилије, по други пут. И Срби су се, као и стари Грци, сахрањивали на својим имањима, да би се за имање, преко својих најмилијих, који богови постадоше, везали и да га никада не би отуђили.

Сеоске међе у средњем веку у Србији, обележаване су природно насталим, видљивим границама, косама, потоцима, усецима, хридима, изворима, а ове су допуњаване вештачким. У шумама су усецањима крстови, постављани су прUTOVI, закрштене лескове гране, кочеве, тесани су мрамори или камени међаши са урезаним крстовима или су полагање камене „куле“ [22]. У записима о омеђавању села у Дечанским хрисовуљама [23], као међно место или граничник, помињу се и могиле (громила, тумул) или стари трибалски гробови. Они су такође служили као култна, света места и оријентир при размеђавању читавих племена и државних заједница античког Балкана. Петрова црква у Новом Пазару, централна култна и административна тачка немањих државе, налази се на трибалском тумулу или могили из VI века пре Христа и темељима касноантичке цркве из VI века после Христа. „Наиме све до сада пронађене кнежевске

хумке (Нови Пазар, Крушевица, Атеница) налазе се, не само покрај границе са Илирима, већ и у близини стратешки најзначајнијих места, важних за одбрану своје територије.“[24] Култ предака и веровање у њихову духовну заштиту над заједницом са оног света, наставили су да живе и у Србији средњег века.

Од Аристотела и Платона сазнајемо да је у старим законодавствима било забрањено продавати земљу. У каснијем Римском законодавству, иако је било дозвољено продати очевину, продавац је остао сопственик гробнице и имао уживати вечито право пролаза, да би могао одржавати помен у гробници својих предака [1]. У атинском закону, у вези размеђавања, остало нам је само три речи : „*Не прелази међу*“, а најлепши и најтачнији опис важности неповредивости међе и међног камена за античко друштво дао је Платон у својим Закономима:

„Наш први закон треба да буде овај : Нека нико не дира у међу, која одваја његову њиву од суседове њиве, јер она треба да остане непомична. Нека се нико не усуди да покрене мали камен који раздваја пријатељство од непријатељства, камен за који се заклетвом обавезао да ће га оставити на његовом месту“.[1]

5. ЗАКЉУЧАК

Сам човек старог времена био је првенствено верски, а не само економски, везан за своје огњиште, њиву и породичну гробницу и имао је обавезу да стално својим прецима приноси жртве. Његова власт над имовином била је мања од власти његових дивинизираних предака над истом, или чак над њим самим. Он је, за разлику од својих предака, као искључивих власника над земљом, био само њен корисник, све док им се и сам не придружи. Не можемо се сложити са тврдњама да “међе, међници и њихово постављање настају из првобитног човековог страха и борбе за опстанак”[25], јер су овакве поједностављене тврдње, веома далеко од истине.

Што се тиче саме геодетске науке, њено исходиште можемо тражити на самим почацима људске цивилизације и потребе човека ка смисаоном изражају. Архитектура, по Божидару Кнежевићу, најранија је од свих уметности, јер задовољава све практичне и идеалне човекове потребе. Она стоји према другим уметностима као Астрономија према другим наукама. Прво су пронађени закони простора и прве науке су на њима засноване – астрономија и математика [26]. Разлог за овакав поредак је управо религиозне природе, јер је човек прве непромењиве појаве, као што је и сам Бог, видео у звездама на небу. У својој тежњи за непромењивим, послужио се астрономијом да веже Земљу за Космос, а геодезија, истим смислом и техником, наставила је да човеку објашњава простор око њега самог. Овим магијским чином пресељени су небо и небески

закони на земљу, а одатле следствено власништво над земљом религијом је утемељено и једино религијом важеће.

Ова кратка студија требала би да назначи правац правилнијем сагледавању и истраживању наше даље прошлости из угла имовинско правних односа али и катастра, са надом да темељна и опсежнија истраживања тек предстоје, нарочито са освртом на Српски средњи век.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Фистел де Куланж, Држава старог века, Београд (1895)
- [2] Милутин Миланковић, Оснивачи природних наука, Питагора, Демокритос, Аристотелес, Архимедес, Београд (1947).
- [3] G.R.S. Mead, Thrice-greatest Hermes, studies in Hellenistic theosophy and gnosis, Vol III, Excerpts and fragments, London (1906), преузето из Cirilli, Contra Julianum.
- [4] E. Richmond Hodges, Cory's ancient fragments of the Phoenician, Carthaginian, Babylonian, Egyptian, and other authors, Reeves & Turner, London (1876)
- [5] Samuel Birch, Ancient history from the monuments, Egypt from the earliest times to B.C. 300 (1875)
- [6] Гавро Манојловић, Повијест старог Оријента, Од најстаријих времена до у једанаесто столеће прије Исуса, Загреб (1923)
- [7] George Smith, The Chaldean account of genesis, New York
- [8] Месопотамија, седам хиљада година културе и уметности на Еуфрату и Тигру, Народни музеј Београд (1980)
- [9] Николај Велимировић, Изнад греха и смрти, беседе и мисли, Издање С.Б. Цвијановића у Београду (1914)
- [10] Hamilton Gray, History of Etruria, Part I, Tarchun and his institutions
- [11] Ђорђе Дера, Аграрни односи у старом Риму, издање Матице Српске, Нови Сад (1901)
- [12] Милан Будимир, Carmen Arvale, СКА, књига LXI, Београд-Земун (1926)
- [13] Бранко Гавела, Етрурци, Београд (1978)
- [14] В. Plakovac, Antički geodetski instrument groma, VAMZ, 3.s., XXXV (2002)
- [15] Милан Мајснер, Орање-Оборавање, ГНЧ, књига XXXV, Београд (1923)
- [16] Миленко С. Филиповић, Живот и обичаји народни у Височкој Нахији, САН СЕЗ, Београд (1949)
- [17] Веселин Чајкановић, Вергилије и његови савременици, Београд (1930), стр. 105.

- [18] Livy, The early history of Rome, Penguin books (1975)
- [19] М.Р. Барјактаревић, О земљишним међама код Срба, САН ЕИ књига ССНП, Београд (1951)
- [20] Fustel de Coulanges, The origin of property of land, London (1891)
- [21] Одлука о уређивању и одржавању гробља и сахрањивању, Сл. Лист града Београда, бр. 27/2002 и 30/2003.
- [22] Franc Miklosich, Monumenta Serbica, CXV
- [23] Милош С. Милојевић, Дечанске хрисовуље, Гласник СУД, Београд (1880)
- [24] Милорад Стојић, Трибалске хумке у долинама Западне Мораве и Јужне Мораве, Сепарат из Зборника народног музеја XXV, Чачак (1995)
- [25] Снежана Божанић, О пореклу земљишне својине и међаша – историјски, археолошки и антрополошки аспект, ГФФ у Новом Саду 2010..
- [26] Божидар Кнежевић, Принципи историје, Београд (1898)

ПРИМЕНА РАЗЛИЧИТИХ МЕТОДА У КРЕИРАЊУ 3Д МОДЕЛА ТЕРЕНА И АНАЛИЗА КВАЛИТЕТА ПОДАТАКА

Доц. др Мирко Борисов, дипл.инж.геод.¹
М Sc Владимир М. Петровић, дипл.прост.планер.²
Марина Давидовић, дипл.инж.геод.³

Прегледни рад
УДК:[528.932:004.921/.925]+[528.235+528.06]

РЕЗИМЕ

У раду се анализирају 3Д модели терена и могући прикази података. Посебна пажња посвећује се различитим методама израде и тачности 3Д модела у форми TIN (Triangular Irregular Network). За израду 3Д модела коришћени су изворни подаци са топографских карата различитих размера. Квалитет и тачност 3Д модела терена зависи од изворних података, али и од начина формирања модела и интерполације висина. У значајној мери утичу и одлике тј, карактеристике рељефних облика. За одређивање тачности модела примењен је упоредни начин тестирања, односно поређење измерених вредности 3Д модела терена са "стварним" или "условно тачним" вредностима (нумерички подаци геодетских мрежа из каталога или директно мерени подаци на терену). Иако се квалитет приказа лакше постиже у равници, добијају се добри резултати и у брдовитим подручјима са релативно стрмим падинама и теренима који садрже терасе и неравнине. Просечна апсолутна грешка висина је у складу са међународним стандардима.

Кључне речи: 3Д модел, TIN, Грид, Интерполација, Геостатистика, Тачност података.

APPLYING DIFFERENT METHODS IN CREATING 3D TERRAIN MODELS AND ANALYSIS OF THE ACCURACY DATA

ABSTRACT

This paper analyzes the 3D terrain models and possible representations of data. The special attention is paid to the different methods of creating and accuracy of 3D models in the form of TIN (Triangular Irregular Network) and Grid. The 3D models are created using source data from topographical maps at different scales. The quality and accuracy of 3D model depends on the original data, and the methods of forming model and interpolation heights. In a significantly affect the characteristics and complexity of the field. To determine the accuracy of the model it was applied a comparative way of testing or comparison of the measured values of a 3D model of the field with "real" or "conditionally exact" values (numerical data of geodetic networks from a catalog and directly measured data in the field). Although the quality of the display more easily accomplished in plain, obtained good results in more complex cases, ie. in hilly areas with relatively steep slopes and terrains that include terraces and bumps. The average absolute error level is in according to international standards.

Key words: 3D model, TIN, Grid, Interpolation, Geostatistics, Accuracy of data.

1. УВОД

Од давнина су људи покушавали да информације о простору, као и о појавама и објектима са површи Земље, прикупе и на неки начин забележе. Први покушаји представљања простора састојао се у изради обичних цртежа који су садржали опште географске карактеристике као што су земљишни облици, реке, путеви. Међутим, квалитет и тачност таквог приказа терена била је изузетно ниска [1]. Касније се по-

врш терена приказивала неким од картографских метода (изохипсама, шрафирањем, сенкама, хипсометријском скалом) или тродимензионално у виду макета и рељефних карата. Притом начини представљања површи терена су се током времена мењали и усавршавали. Данас се, на пример, представљање површи терена реализује применом технологије дигиталног моделовања у тродимензионалном облику (3Д модел). Наиме, дигитално моделовање терена обухвата читав низ активности које обухвата прикупљање и обраду

¹ Доц.др Мирко Борисов, Факултет техничких наука Универзитета у Новом Саду, Трг Доситеј Обрадовић 6, 21000 Нови Сад, e-mail: mirkoboriso@gmail.com

² М.Сс. Владимир М. Петровић, Универзитет у Београду, Институт за хемију, технологију и металургију, Одсек за екологију и техноекономију, Његошева 12, 11000 Београд, e-mail: vladimirpetrovic.gis@gmail.com

³ Марина Давидовић, Факултет техничких наука Универзитета у Новом Саду, Трг Доситеј Обрадовић 6, 21000 Нови Сад, e-mail: d.marina92@yahoo.com

података, креирање одговарајућих математичко-статистичких модела, 3Д визуализацију и интерпретацију геопросторне стварности [2].

Предмет овог рада су 3Д модели терена и анализа њихове тачности, у зависности од начина формирања и визуализације података. Изворни подаци су дигитализовани са топографских карата размера 1:25 000, 1:50 000 и 1:100 000. Ове карте имају стандардизовану структуру садржаја и међусобно се разликују само по степену детаљности података, односно нивоу картографског генералисања садржаја. Међутим, основна слабост у приказу рељефа на топографским картама јесте дискретизација и дисконтинуитет висинске представе терена. Да би се могао приказати изглед континуиране површи Земље, састављене од бесконачно много тачака положаја и висина, потребно је спровести дигитализацију простора и на тај начин употпунити модел висинске представе терена. Притом одабрати метода креирања и приказа 3Д модела знатно утиче на коначан резултат модела висина терена. Верно приказивање површи Земље није интересантно само геодетско-картографској струци, већ има вишеструки значај у многим научним областима и привреди [3].

2. ДИГИТАЛНО МОДЕЛОВАЊЕ ТЕРЕНА И МОГУЋИ 3Д ПРИКАЗИ

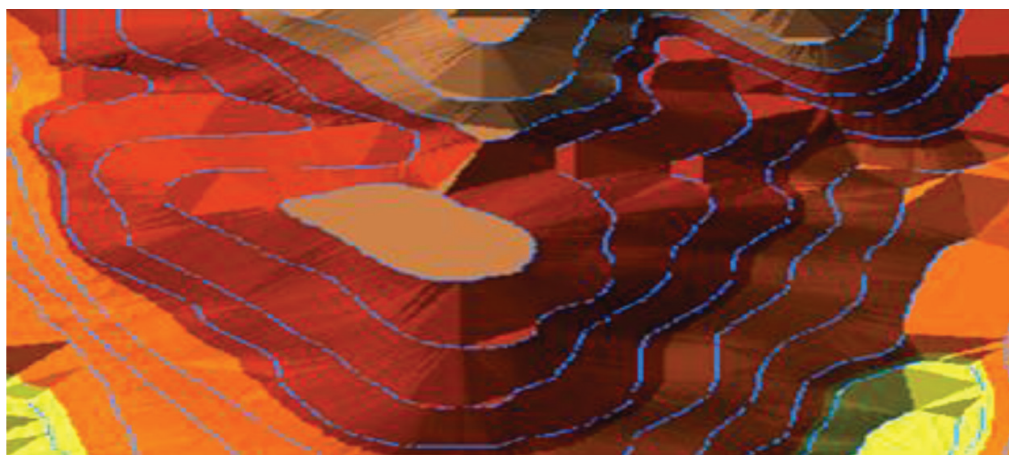
Дигитално моделовање терена има за циљ формирање математичког модела који ће површ терена верно представити и омогућити разноврсне анализе и примену. Да би се те анализе могле изводити ефикасно, а имајући у виду да се 3Д модели обично састоје из велике количине података, потребна је посебна организација и стандардизација података. У суштини, сам процес формирања 3Д модела састоји се из избора и имплементације структуре података и одговарајуће методе креирања [2]. Површ терена се најчешће пред-

ставља преко скупа тачака и линија распоређених по површи терена на одговарајући начин и уређених у потребну структуру ради лакшег руковања с тим подацима. Такође, саставни део 3Д модела су и методе којима се уз дату структуру података, дефинише топографска површ у геометријском и геоморфолошком смислу. Генерално површ терена се може представити на три начина, и то:

- изохипсама;
- преко функција двеју варијабли; и
- волуметријским (запреминским) моделом.

Први начин, односно представљање терена **изохипсама** представља пресек површи терена и хоризонталних равни постављених на одговарајућим висинама. Овај пресек су криве линије које називамо изохипсама. То је најчешће коришћен начин када је реч о представљању терена на аналогним картографским подлогама. Овакав начин представљања површи терена одликује висок квалитет у геоморфолошком смислу, јер су све важније рељефне карактеристике терена на овај начин обухваћене. Такође, када се терен математички представља изохипсама у дигиталном облику површ терена није дата експлицитно, већ је она дата имплицитно преко пресека те површи са хоризонталним равнима (слика 1). Зато овакав начин моделовања површи терена није довољно егзактан метод, јер се поставља питање шта се дешава са вредностима висина површи терена између две суседне изохипсе. Ова дилема је посебно изражена на местима где се појављују карактеристични рељефни облици као што су врхови, дна, водосливнице, вододелнице, долине и др.

Други начин представљања површи терена у дигиталном облику јесте коришћење **функције двеју варијабли**, при чему те варијабле припадају одговарајућем домену. Најчешће су то функције код којих се за задату локацију (обично планиметријске координате x и y локалног координатног система, државног координатног



Слика 1. Приказ 3Д модела изохипсама

система или чак географске координате) добија једнозначна вредност висине. У том случају ради се о 2.5Д (2Д+1Д) моделу. Површ терена представља скуп тачака $(x\ y\ z)^T$, где је:

$$z = f(x, y) \text{ експлицитна форма функције } f \text{ над доменом: } D \subset R^2 \tag{1}$$

Модел терена који омогућавају представљање површи код којих се за једну x, y локацију може добити више висина, тј. површи за које функција површи $f(x, y)$ има вредност у виду вектора, називају се 3Д модели. Код ових модела све три координате су потпуно равноправне. Површ терена се тада описује преко функције:

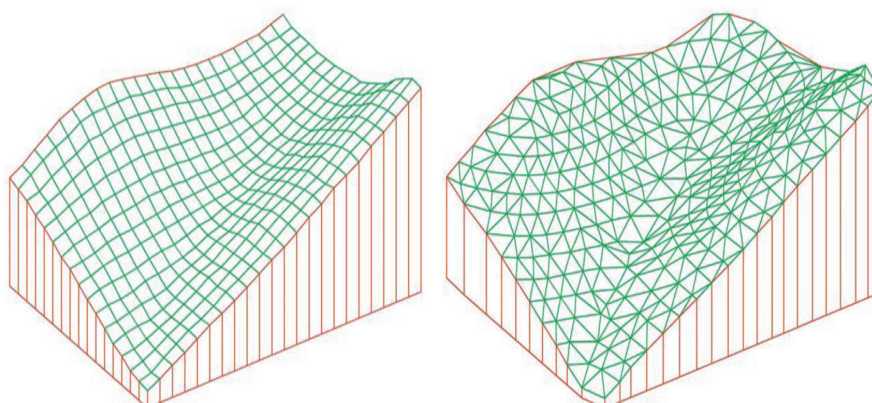
$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = f(u, v) = \begin{bmatrix} f_x(u, v) \\ f_y(u, v) \\ f_z(u, v) \end{bmatrix},$$

при чему је: $(u, v) \in D, D \subset R^2$ (2)

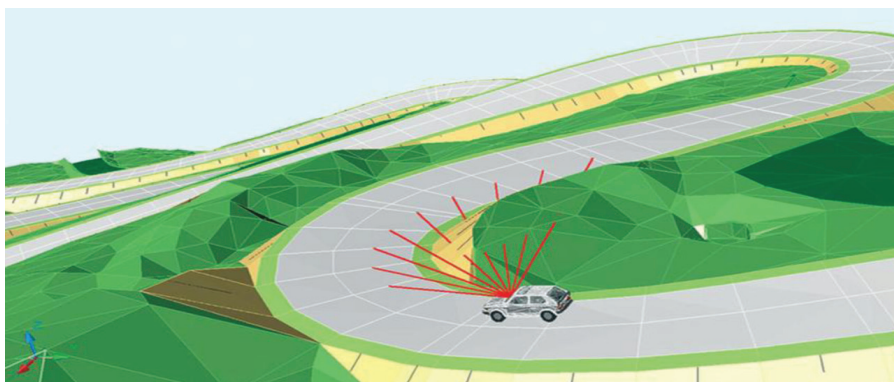
Најпознатији и у пракси најчешћи 3Д модели терена засновани на овим принципима су дигитални модели терена (ДМТ), чија је основна структура података у форми Грид и TIN (Triangular Irregular Network). Ови модели су представљени на слици 2.

И трећи начин за представљање површи терена је коришћење **волуметријског модела**, где се објекти простора представљају запреминским елементима. Један од типичних примера је коришћење воксела (запремински елементи, најчешће коцке или призме) довољно малих димензија. Ово је аналогно представљању појава на дигиталним растерским сликама (или код растерског ГИС), с том разликом што се код дигиталних слика ради о 2Д приказу. Наиме, у овим моделима терен је представљен као тело састављено од скупа међусобно повезаних воксела. Коришћењем оваквог модела података могу се врло једноставно представити тунели, пећине, зграде и објекти, насељена места и др.

Други тип волуметријских модела су модели засновани на представљању тела у простору коришћењем поделе простора на непреклапајуће тетраедре. Ово је аналогно коришћењу TIN за представљање појава у 2.5Д моделима са функцијама двеју варијабли. Треба на крају рећи и то да су волуметријски модели углавном заступљени у приказу инфраструктурних објеката и насеља, посебно комуникација и саобраћаја (слика 3). Примењују се и у геофизици, али се веома ретко користе за моделовање површи терена.



Слика 2. Приказ 3Д модела у форми Грид (лево) и TIN (десно)



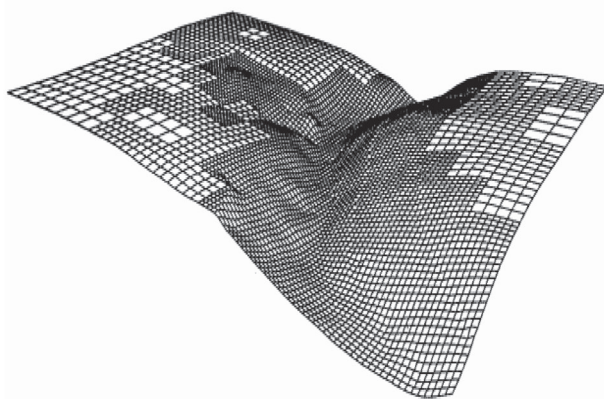
Слика 3. Приказ 3Д модела у волуметријском облику

2.1 Дигитално моделовање терена у форми Грид

Дигитално моделовање терена у форми Грид подразумева методологију и технологију приказа терена преко скупа тачака са познатим висинама уређеним у правилну мрежу - решетку. На тај начин се површ терена у ствари репрезентује 3Д моделом који се назива дигитални модел висина (енгл. DEM - *Digital Elevation Model*). Предност дигиталног моделовања терена у форми Грид, огледа се у:

- примени једноставних алгоритама за руковање и анализу модела висина;
- уштедама у погледу архивирања, односно меморису се само висине тачака (пиксела), док су њихове планиметријске координате имплицитно дате преко позиције почетног елемента мреже, оријентације мреже у простору, димензија и позиције посматраног елемента мреже у матрици висина;
- коришћењу алгоритама, софтверских алата и формата за архивирање и размену података који се стандардно користе за анализу растерског ГИС и дигиталну обраду слика;
- реализацији једноставних алгебарских операција над елементима Грида, чијом комбинацијом се могу обавити врло сложене анализе, укључујући напредне компресије података и пирамиде записа за представљање терена у другим (различитим) резолуцијама.

Први корак код формирања овог модела јесте да се срачунају висине у свим тачкама. Изузетак је када су подаци већ прикупљени у форми Грид, чији параметри одговарају параметрима циљног 3Д модела (корак и оријентација Грида, координате почетне тачке итд.). У пракси, а посебно за рад са великим базама података као што су национални ДМТ, користи се често структура модификованог Грид модела (слика 4).

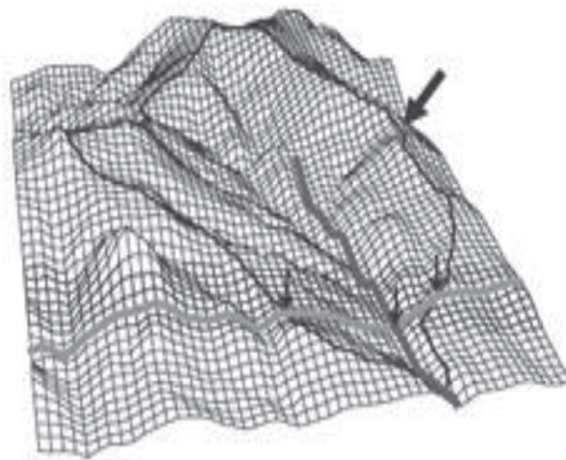


Ове модификације се спроводе у два правца, и то са променљивом величином елемената Грид и уградњом карактеристичних линија терена у 3Д модел података [2]. Када се модификације односе само на променљиву величину елемената Грид-а, ситуација није тако драстична и могу се доста успешно користити и стандардни софтверски алати и формати записа, а све је већи број софтвера, посебно за 3Д визуелизацију података који подржавају овакав начин представљања површи терена. Међутим, када се ради о Грид моделу са променљивом величином елемената мреже, онда се углавном користе процедуре за рад са подацима уређеним у хијерархијску структуру података коришћењем квадратног стабла (енгл. *quadtree*).

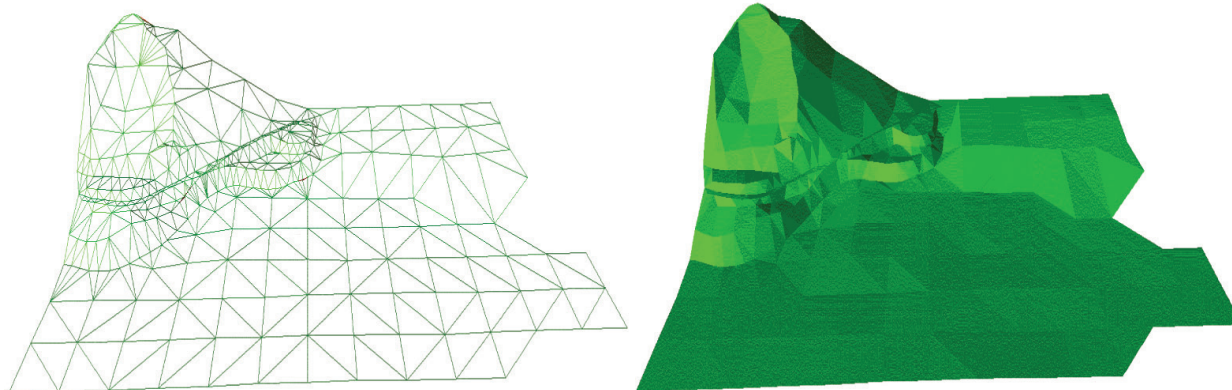
2.2 Дигитално моделовање терена у форми TIN

Дигитално моделовање података у форми TIN заступљено је у многим практичним решењима и софтверским алатима за формирање и анализу 3Д модела терена [2]. Код моделовања терена у форми TIN, темена (чворови) троуглова су тачке са познатим висинама. Троуглови су међусобно повезани тако да што боље апроксимирају површ терена која се моделује. Притом разликујемо 2Д и 3Д триангулацију (слика 5).

Код 2Д триангулације врши се подела (енгл. *tessellation*) подручја које покрива улазни сет података у ХоУ равни на непреклапајуће троуглове. Другим речима, триангулација скупа тачака је систем троуглова чија темена чине одговарајући скуп, односно чије се унутрашњости не секу међусобно и чија унија комплетно покрива површ терена [3]. Истовремено, коришћењем вредности висина у датим тачкама мреже, добијају се просторни троуглови који апроксимирају површ терена. На основу улазних података формира се триангулација где:



Слика 4. Модел терена у форми Грид са променљивом величином (лево) и са уграђеним карактеристичним линијама терена (десно)



Слика 5. Модел терена у форми TIN - жичани модел (лево) и солид модел (десно)

- тачке улазног сета података приказују темена троуглова;
- линије улазног сета података чине линије троуглова TIN и
- површински ентитети репрезентују скуп троуглова TIN.

Такође, у циљу квалитетније апроксимације рељефа, модел терена се представља троугаоним површинским закрпама. То значи, поред висина тачака темена троуглова TIN, додатни услови се односе на вредности нормала на површ терена у чворовима TIN, и услови којима се захтева минимализација закривљености површи терена. Притом постоји читав низ критеријума и алгоритама за формирање 2Д TIN. Најчешће се формира 2Д Delaunay-јева триангулација која има посебно интересантна геометријска својства. Наиме, Delaunay-јева триангулација максимизира минимални угао троуглова мреже, тј. њоме се елиминишу »издужени« троуглови мреже [3]. Такође, у пракси се за моделовање терена, неретко користе и модификације Delaunay-јева триангулације да би се остварили неки специфични захтеви у циљу добијања што верније представе површи терена. У неким случајевима захтева се уградња обавезних линија и полигона (структурних карактеристика терена) у сам модел, тако да ове линије обавезно буду представљене страницама троуглова TIN [2].

Када је у питању 3Д триангулација, она се састоји од просторних троуглова чије се пројекције у ХоУ равни у општем случају могу сећи, тј. преклапати. Као и у случају 2Д триангулације, и овде се најчешће користе Делануау-јева тетрадрализација, односно 3Д Delaunay-јева триангулација. Структура података којом се представља TIN може бити базирана на чувању података о страницама троуглова (енгл. triangle edges) или на чувању података о самим троугловима. Другим речима, поред табеле која садржи тачке (чворове) TIN, потребно је чувати и табелу са страницама троуглова за први приступ, односно табелу са троугловима TIN за други приступ. У оба случаја информације које се не чувају директно (подаци о троугловима, односно о страница-

ма мреже) могу добити на основу топологије мреже. Да би се у оквиру ДМТ сачувале и информације везане за тачке, линије и површине које могу бити од значаја за моделовање површи терена, за елементе TIN (чворови, странице и троуглови) потребно је, поред њихове геометрије и топологије, водити и одговарајуће атрибуте, тј. висине и међусобне односе поменутих елемената TIN [3].

3. МЕТОДЕ ИНТЕРПОЛАЦИЈЕ И ЊИХОВЕ ОСНОВНЕ ОДЛИКЕ

Појам интерполација потиче од латинске речи "inter" што значи између и грчке речи "polos" која се односи на тачку, чвор. Другим речима, интерполација је дефинисана као поступак одређивања нове (непознате) вредности између две или више познатих вредности неке функције. Функција у том случају може бити позната, али у пресложеној форми за рачунање [4]. Такође, функција може бити непозната, али су познате неке друге информације о њој, тј. вредности функције на датом скупу тачака. Управо тај други случај чест је у решавању инжењерских проблема и научно-техничких задатака. На пример, када се мерењима добија само одређени број вредности функције, тзв. дискретни скуп тачака, а потребно је одредити и приближне вредности дате функције у другим тачкама.

Процену, односно интерполацију, могуће је обавити у једној, две или три димензије. Процена се може извршити на основу познатих вредности посматране примарне варијабле (аутокорелација) или уз помоћ вредности једне или више других секундарних варијабли на истом простору. Услов је да су секундарне варијабле у јакој корелацији с примарном варијаблом. Такође, постоји више метода које укључују билинеарну и бикубну интерполацију у две димензије те трилинеарну интерполацију у три димензије [5].

Многе интерполационе процедуре и методе користе се у различитим областима науке и истраживања.

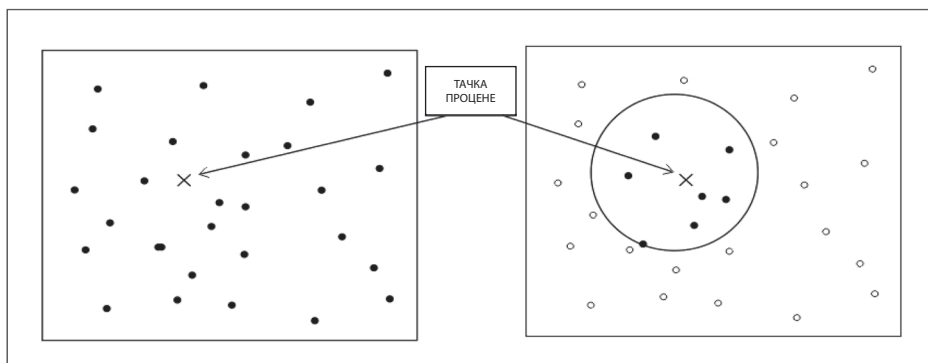
Све те методе, односно интерполатори могу се поделити у неколико категорија:

- глобални / локални интерполатори;
- тачни / приближни (апроксимативни) интерполатори;
- континуирани (поступни, постепени) / испрекидани (неповезани, оштри) интерполатори; и
- стохастички / детерминистички интерполатори.

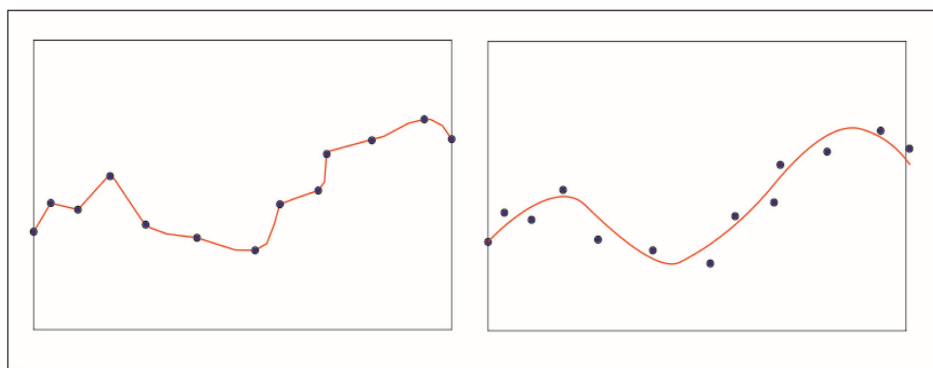
Глобални интерполатори дефинишу једну функцију којом се одређују вредности за читаво подручје интерполације. Притом промена у једној од унетих вредности одражава се на укупно подручје приказа односно подручје интерполације. Локални интерполатори користе алгоритам понављајући вредности мањег скупа тачака у односу на цели скуп вредности тачака. Промена у једној од унетих вредности утиче само на резултате у оквиру локалног подручја (слика 6).

Егзактни или тачни интерполатори третирају све тачке подједнако са којима се улази у интерполацију. Наиме, интерполациона површ пролази кроз све тачке чије су вредности познате, тј. унапред дате (слика 7). Апроксимациони интерполатори се примењују када има неодређених или непознатих вредности дате површи. Примењују се у скуповима података где постоје глобални трендови који варирају споро, прекривени локалним флукуацијама, и који варирају нагло и производе одређене грешке (одступања) у датим вредностима. Из тих разлога ефекат заглађивања смањује утицај грешака на добијеној (интерполованој) површи.

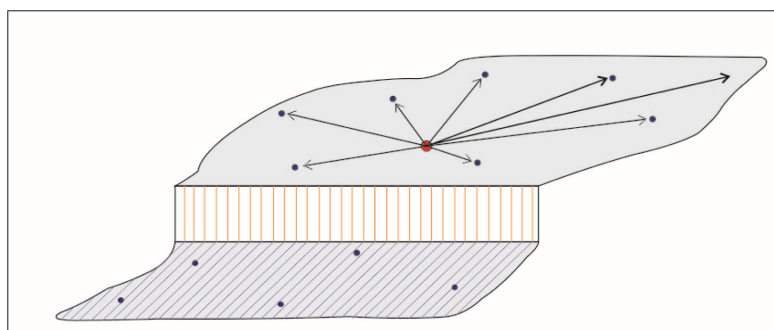
Постепени интерполатори су методе са довољно малим елементима који су међусобно повезани у континуитету и који минимално одступају од датих тачака. Типичан пример постепених интерполатора јесте метода покретних површи. Методе са испрекиданим



Слика 6. Локални интерполатор



Слика 7. Егзактни и апроксимативни интерполатор



Слика 8. Континуирани и испрекидани интерполатор

приступом подразумевају оштре прелазе и релативно грубе баријере у интерполационом процесу (слика 8).

Стохастички интерполатори (методе) се заснивају на концепту случајних променљивих. Интерполациона површ је пројектована (замишљена) као једна од многих које су опажане, односно која се може добити на основу познатих тачака са великом вероватноћом. Када су у питању детерминистичке методе, треба имати у виду да оне не користе теорију вероватноће и статистике, односно моделе случајних процеса [4].

За разлику од класичнога статистичког приступа, геостатистика узима у обзир просторну зависност варијабли. Наиме, геостатистичке методе интерполације полазе од претпоставке да је познавањем вредности неког својства у познатим тачкама, могуће установити његову вредност и у непознатим тачкама. Претпостављајући да су узорци репрезентативни и доследни, вредности одговарајуће варијабле на некој новој локацији со могу се добити коришћењем одговарајуће методе интерполације. Оне представљају или највероватнију локацију или сет подједнако вероватних локација - положаја од интереса дефинисаног преко листе улазних података, описане једначином (3):

$$z(s_o) = E\{Z|z(s_i), q_k(s_o), \gamma(h), s \in A\} \quad (3)$$

где је $z(s_i)$ сет улазних података тачака, $\gamma(h)$ је модел коваријансе који дефинише просторну структуру аутокорељације, и $q_k(s_o)$ је скуп одређених предиктора, познатих и варијабли, које морају бити доступне на било којој локацији у простору - домену А. Другим речима, методе интерполације укључују скуп процедура за креирање претпостављених вредности од интереса. Притом методе које се могу применити за израду 3Д модела су:

- методе коначних елемената;
- методе интерполације коришћењем покретних површи (интерполација локалним полиномима, метода инверзних растојања, метода косе равни);
- методе са варијационим приступом (метода минималне закривљености, метода сплајновања);
- геостатистичке методе (метода колокације - линеарна предикција по методи најмањих квадрата, метода кригинг);
- методе формирања TIN модела на основу улазних података и интерполација висина за тачке Грид-а из TIN структуре података;
- методе претпроцесирања података коришћењем TIN-а, са циљем формирања додатног сета података (структурне линије терена и тачке у деловима са ретким полазним подацима) и њихово коришћење за интерполацију 3Д модела применом неке од претходних поступака.

Избор одговарајуће методе интерполације није једноставан и захтева добро познавање карактеристика површи терена која се моделује, карактеристика улазних података, као и карактеристика расположивих

метода интерполације. За интерполацију висина у тачкама 3Д модела могу се користити практично све методе којима се на основу висина датих у произвољно распоређеним тачкама може срачунати висина за било коју задату тачку која пада у подручје покривено улазним подацима. Неке од ових метода су специјално развијене за интерполацију висина у тачкама Грид.

3.1 Метода инверзних растојања

Једна од најстаријих техника (метода) интерполације јесте метода инверзних растојања (*Inverse Distance Weight - IDW*). Метода инверзних растојања је поступак интерполације који додељује одговарајуће тежинске коефицијенте контролним тачкама зависно од њихове удаљености од тачака правилне просторне мреже. Притом експонент растојања је тежински параметар који контролише зависност тежине од растојања. Наиме, он одређује колико ће брзо тежина опадати зависно од удаљености од чворова просторне мреже. Оне вредности које су ближе тачкама у којима се процењује вредност имаће већи утицај на процес интерполације. На пример, што је параметар ближи нули, добијени приказ је сличнији хоризонталној површи која пролази средином из свих заданих података. Такође, што је параметар већи, топографија добијене површи је израженија и значајнија је вредност најближе тачке чвору мреже.

Вредност параметра обично варира између величине један и три. Најчешће се узима вредност два, јер тада се ствара најпоузданији приказ интерполованих вредности и благо заглађује саму површ терена. Основна једначина методе инверзних растојања гласи [5]:

$$z(s_o) = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{z_i}{h_{ij}^\beta}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{h_{ij}^\beta}} \quad (4)$$

где су:

- z_i - познате вредности варијабле у околини подручја тзв. контролне тачке;
- $z(s_o)$ - вредност варијабле добијене проценом;

$$h_{ij} = \sqrt{d_{ij}^2 + \delta^2} \quad \text{- ефективни тежински}$$

коефицијент;

d_{ij} - растојање између контролне тачке i -те вредности која се процењује j ;

δ - параметер заглађивања; и

β - експонент растојања.

Метода инверзних растојања је метода интерполације која одговора континуалним моделима, односно површима или просторним варијацијама. Она је изворно егзактни интерполатор, што значи да задржава вред-

ности улазних података фиксним и током интерполације их не мења. Међутим, ако дефинишемо вредност параметра заглађивања $\delta \neq 0$, метода постаје заглађујући интерполатор што утиче на додељивање тежинских коефицијената подацима мерења. Такође, пожељно је да подаци буду правилно размештени у контролним тачкама јер тада даје боље резултате. Не омогућава процену вредности изван подручја познатих података, односно екстраполацију вредности [5].

3.2 Метода сплајновања

Метода сплајновања спада у групу метода са варијационим приступом. Заједничко за све методе са варијационим приступом је то што се интерполациона функција одређује уз услов да се минимализује одговарајући функционал површи који представља одређену меру глаткости саме површи. Полази се од претпоставке да интерполациона функција (модел површи) треба да пролази (или бар врло близу) кроз дате (референтне) тачке и да је глатка колико је то могуће. Ова два захтева се комбинују у један јединствени услов којим се минимизира сума одступања од датих тачака и функција којом се мери глаткост функције.

Наиме, посебна група метода са варијационим приступом се заснива на сплајновима. Сплајн (енг. *spline*) је тип полинома у деловима, што је пожељно за једноставну полиномну интерполацију јер више параметара се може дефинисати укључујући и изглађивање. Сплајн функција изглађивања (изравнања) такође претпоставља да постоји грешка у мерењу, тј. у подацима где треба да буду изравнати локално. Постоји много верзија и модификација сплајн интерполатора. Најшире коришћене технике су сплајновање танким плочама, регуларизовани, те сплајн са тензијом и изглађивањем. Саме процене (прогнозе) се добијају на следећи начин:

$$z(s_o) = a_1 + \sum_{i=1}^n w_i \cdot R(v_i) \tag{5}$$

где је a_1 константа, а $R(v_i)$ је радијално базирана функција (због чега се ове методе још називају и методе са радијалним базним функцијама), одређена коришћењем једначине:

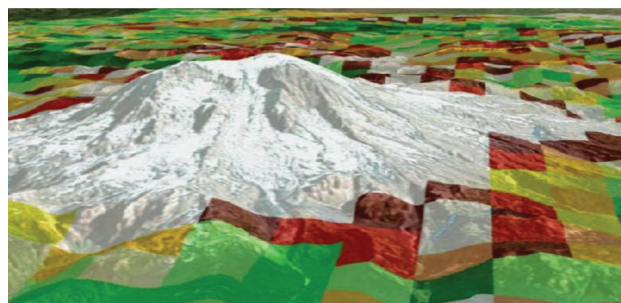
$$R(v_i) = -[E_1(v_i) + \ln(v_i) + C_E] \cdot \left[\varphi \cdot \frac{h_0}{2} \right]^2 \tag{6}$$

где је $E_1(v_i)$ експоненцијална интегрална функција, $c_E = 0.577215$ је Ојлерова константа, φ је генерализовани параметер тензије, а h_0 је удаљеност између нове и интерполоване тачке. Коефицијенти a_1 и w_i се добијају решавањем система једначина:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 0$$

$$a_1 + \sum_{i=1}^n w_i \cdot \left[R(v_i) + \delta_{ij} \cdot \frac{\varpi_0}{\varpi_i} \right] = z(s_j); \quad j = 1, \dots, n \tag{7}$$

гдје су ϖ_0/ϖ_i позитивни фактори тежина који представљају параметар изглађивања на свакој датој тачки s_j . Параметар тензије φ контролише удаљеност преко које дате тачке утичу на резултујућу површ, док параметар изглађивања контролише вертикалне девијације површи од појединих тачака. Коришћењем комбинације тензије и изглађивања, овај метод интерполације може креирати 3Д модел терена (површ Земље) која одговара очекиваним варијацијама.



Слика 9. Метода сплајновања и могућности екстраполације вредности висина

Одређивање сплајн функције се изводи за сваки квадрат посебно, с тим што се за прорачун користе сви подаци из тог квадрата, плус сви подаци из суседних квадрата. Скуп квадрата из којих се узимају подаци за одређивање сплајн функције, може се проширивати све док се не добије количина улазних података (тачака) већа од специфициране (слика 9). Оптимална величина квадрата се добија тако што се постави услов да количина података у квадрату заједно са подацима из свих суседних квадрата не прелази одређену вредност. У софтверским апликацијама сегментирано процесирање података се обавља аутоматски, с тим што корисник може задати неке од параметара процесирања (минималан број тачака за прорачун сплајн функције, величину квадрата или правоугаоника, број суседних квадрата које треба узети у обзир и сл.). Регуларизовани сплајн производи равније (глаткије) површи у оносу на сплајн са тензијом.

3.3 Метода кригинг

Теоријски посматрано, најквалитетније резултате код моделовања 3Д површи на основу измерених вредности координата, односно висина у референтним тачкама треба очекивати код примене геостатистичких метода. У групу геостатистичких метода спадају колокација по методи најмањих квадрата и метода кригинг. Колокација

по методи најмањих квадрата, односно линеарна предикција по методи најмањих квадрата је метода коју је детаљно развио и у геодезији први применио професор Helmut Moritz, при одређивању аномалија силе Земљине теже и одступања вертикала. Такође, треба имати у виду да линеарна предикција представља специјалан случај методе колокације.

Наиме, метода кригинг се заснива на употреби познатих вредности неке варијабле тзв. контролних тачака, чији је утицај на процену изражен одговарајућим тежинским коефицијентима. Најзахтевнији поступак код кригинга је одређивање тежинских коефицијената за сваку контролну тачку појединачно. Приликом процене потребно је задовољити одређене критеријуме, односно да она буде непристрасна и дефинисана тако да је варијанса разлике између стварних и процењених вредности у одабраним тачкама најмања. Метода кригинг је због поузданих процена просторно дистрибуираних варијабли нашла велику примену у многим гранама истраживања. Првенствено је настала за потребе покретних средина и површи у рударству и геологији. На пример, као средство за побољшање процене резерви руда и природних богатава. Оригинална идеја и назив методе кригинг, дошла је од инжењера рударства D.G.Krige и статистичара H.S.Sichel [6]. Сама техника је објављена 1951. године, али је требала још скоро цела деценија док је француски математичар G. Matheron дефинисао формуле и засновао цело поље линеарне геостатистике. Основна једначина методе кригинг дата је математичким изразом (8), а може се представити и у графичком облику (слика 10):

$$z(s_o) = m(s_o) + x(s_o) + e(s_o) \quad (8)$$

где су:

$z(s_o)$ - статистичка представа површи која са великим степеном вероватноће апроксимира стварну површ за коју су прикупљени подаци;

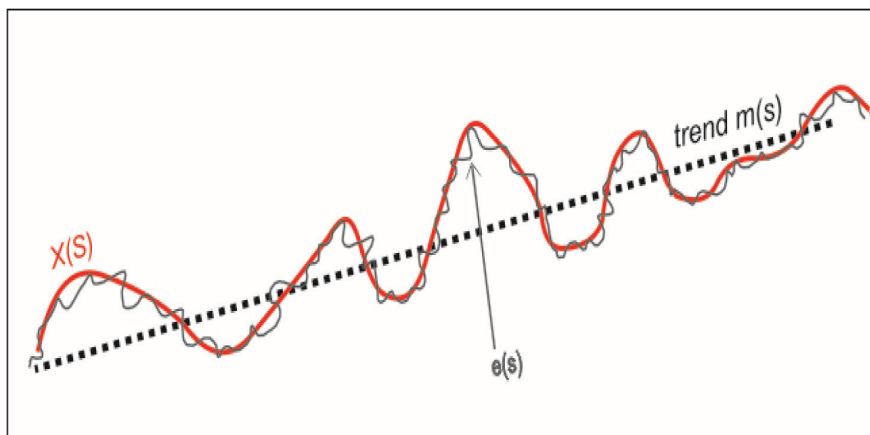
$m(s_o)$ - тренд површи, односно квантификација просторне структуре површи $z(s_o)$;

$x(s_o)$ - стохастички део, тј. оцена вредности функције површи у задатим тачкама;

$e(s_o)$ - шумови, односно сметње при опажању.

Најзначајније својство ове методе интерполације јесте да мерене величине задржава као фиксне, што значи да укључује оригиналан скуп података који се у процесу интерполације неће мењати. Односи између постојећих и процењених вредности изражавају се вредностима коваријанце или вариограма. Просторна зависност се обично изражава математички у форми одређене функције просторне кохерентности као што је семи-вариограм или функција коваријансе. Семивариограм и функција коваријације су погодни алати у анализи и појашњавању података. Чак што више ове функције контролишу начин на који су коефицијенти тежине додељени тачкама интерполације код кригинга. Тиме је одређен утицај познате вредности на процену вредност с обзиром на њихову удаљеност [5].

Такође, развијено је неколико техника или варијанти методе кригинг како би се почетни алгоритам прилагодио захтевима различитих података. Најпознатији су прости (једноставни) кригинг (*simple kriging*), обични кригинг (*ordinary kriging*) и универзални кригинг (*universal kriging*). Прости кригинг базира на претпоставци да је ковариограм опадајућа функција растојања. Ово је резултат претпоставке о стационарности посматране функције. Тренд је представљен константном вредношћу која је унапред позната. Посебно је интересантна друга варијанта методе кригинг, односно обични кригинг. Наиме, код обичног кригинга полази се од претпоставке квази-стационарности. Ту се захтева да су прираштаји функције стационарни, али не и сама функција. Тренд је константан и није познат, па га треба оценити на основу података. Универзални кригинг је мање рестриктиван од простог и обичног кригинга и он претпоставља само стационарност прираштаја регионализоване варијабле и то само у суседству посматране тачке. Полази се од претпоставке да се може одредити тренд функције која се моделује [3].



Слика 10. Геостатистичка метода кригинг

4. ТЕСТ ПРИМЕР И АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА

Практични део рада се односи на израду и приказ 3Д модела терена применом различитих метода креирања 3Д модела терена. Притом узето је идентично географско подручје са топографских карата размера 1:25 000, 1:50 000 и 1:100 000. У географском смислу терен на поменути листовима карата обухвата три типа земљишта: равничарско, брдско-планинско и планинско земљиште. Географија терена је разноврсна и прилично богата, са доста израженом мрежом водотока и земљишних облика (слика 11).

У раду су коришћени модули и програмска решења софтверских окружења ArcGIS и Erdas. Софтверско окружење ArcGIS је производ америчке компаније Esri (Environmental Systems Research Institute) и спада у категорију комплексних технологија за изградњу геоинформационих система [7]. Такође, омогућава рад са геопросторним подацима на великом броју уређаја, као и путем интернет претраживача. За обраду и креирање, анализу и размену података, односно управљање и манипулацију 3Д подацима на уређајима, коришћене су апликације: ArcCatalog, ArcMap, ArcToolbox, ArcGlobe и ArcScene [8].

Поред ArcGIS окружења, коришћен је и софтверски производ Erdas који обезбедјује алат и технологију попут оних за орторектификацију скенираних карата и дигиталних слика, мозаиковање, визуализацију, различите конверзије (растеризација, векторизација). Такође, софтверско окружење Erdas пружа кориснику бројне могућности, од дигиталног моде-

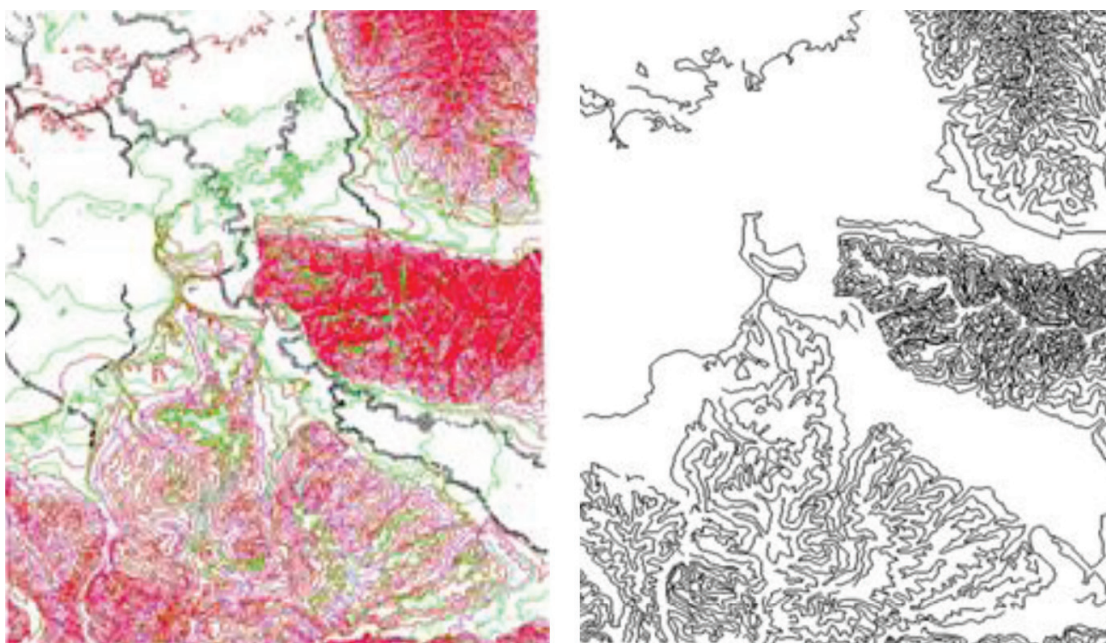
ловања терена, класификацију и интерпретацију, до разних анализа података и њихово приказивање у разним облицима, од 2Д до 3Д модела, 3Д анимације и слично [9].

4.1 Графички прикази 3Д модела терена

Применом различитих метода креирања 3Д модела, добијени су различити графички прикази терена који на одговарајући начин репрезентују изабрани скуп података о простору. Сам процес израде и приказа 3Д модела терена имао је неколико фаза:

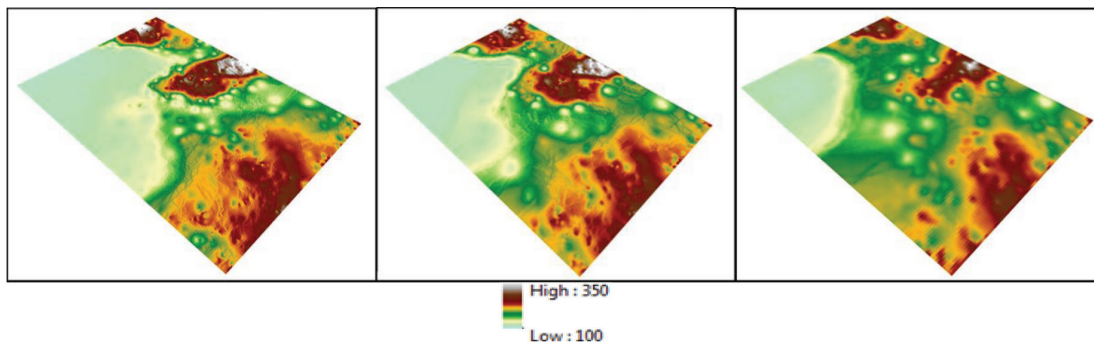
- учитавање изохипси у изабрано софтверско окружење;
- додељивање висина изохипсама;
- претварање линијских изохипси у систем “расутих тачака”;
- креирање Грид модела одговарајућим методама интерполације; и
- креирање TIN модела.

Имајући у виду положај листова карте у оквиру државног координатног система, водило се рачуна и о картографској пројекцији, односно зони пресликавања у којој се налазе листови појединих топографских карата. Наиме, приликом геореференцирања требало је уклопити садржај у јединствени координатни систем, односно у једну зону Гаус-Кригерове пројекције [10]. Након трансформације скенираних оригинала карата и векторизације садржаја, изолиније су претворене у облак тачака [11]. Применом одговарајуће методе интерполације над подацима различите размере (резулције), добијени су и различити графички прикази 3Д модела терена [12].



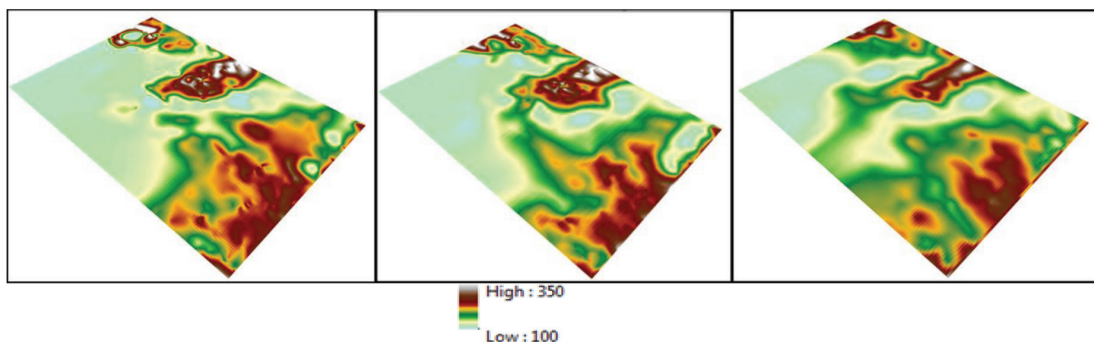
Слика 11. Тест подручје за израду 3Д модела терена

На слици 12, дати су графички прикази 3Д модела терена који су креирани методом инверзне удаљености, односно IDW интерполацијом над картографским подацима размере 1:25 000, 1:50 000 и 1:100 000.



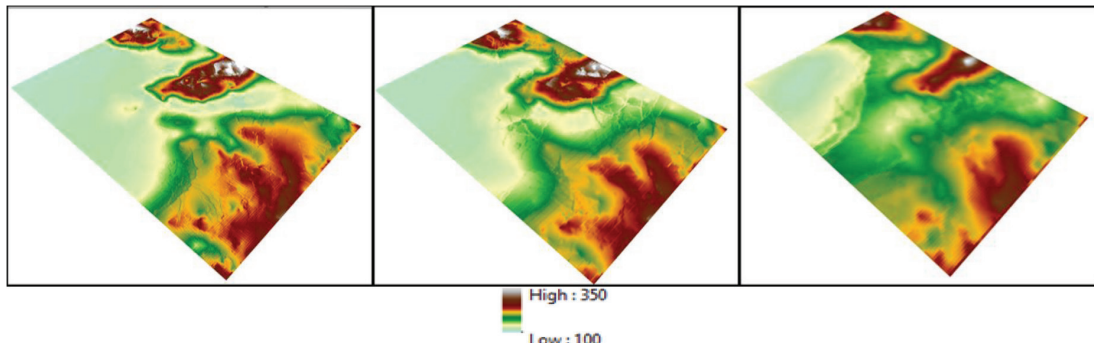
Слика 12. Модел 3Д терена добијен IDW интерполацијом (ТК 25, ТК50, ТК100)

На слици 13, дати су резултати 3Д модела терена који су креирани методом сплине.



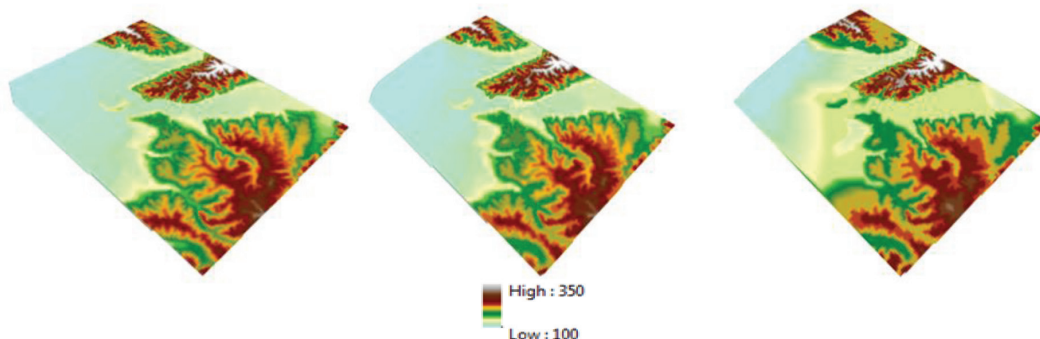
Слика 13. Модел 3Д терена добијен сплајн интерполацијом (ТК 25, ТК50, ТК100)

На слици 14, дати су резултати 3Д модела терена који су креирани методом кригинг.



Слика 14. Модел 3Д терена добијен кригинг интерполацијом (ТК 25, ТК50, ТК100)

На слици 15, дати су резултати који су постигнути израдом 3Д модела у форми TIN.



Слика 15. Модел 3Д терена креиран у форми TIN (ТК 25, ТК50, ТК100)

Имајући у виду различите структуре података Грид и TIN, као и примењене методе интерполације, добијени су одговарајући 3Д модели и графички прикази (интерпретације) терена за идентично географско подручје, али са топографских карата различитих размера.

4.2 Тачност висинске представе терена

За контролу квалитета 3Д модела података (на претходно објашњени начин добијања и визуализације 3Д модела - Грид и TIN), коришћене су координате из постојећих каталога тачака, али одређиване су и нове тачке применом ГПС технологије и класичним геодетским методама. Поред егзактних (нумеричких) метода провере квалитета 3Д модела података, коришћене су и визуалне методе ради провере и верификације геоморфолошких одлика терена на датој локацији. За оцену тачности коришћена је формула за стандардну грешку:

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{\sum (z_i^* - z_i)^2}{n}} \tag{9}$$

где су:

- z_i^* - вредности интерполованих висина;
- z_i - вредности мерених (контролних) висина; и
- n - број контролних тачака.

Оцена тачности висинске представе терена добијеног на основу дигитализованих изохипси са картографских материјала дата је у табели 1. У раду поред TIN модела, креиран је и анализиран Грид модел, и то применом различитих метода интерполације висина. Једна од њих је IDW метода тј., метода инверзне удаљености, друга сплајн метода и трећа кригинг метода.

На основу добијених резултата (табела 1), може се рећи да метода кригинг даје најбоље резултате, а метода сплајн има нешто мању грешку. Затим следи TIN, док метода IDW има највећа одступања, односно највећу средњу квадратну грешку. Анализирајући резултате, уочавају се веће грешке сукцесивно размерама картографских извора података. Разлог томе јесте размера,

али и картографска генерализација и еквидистанција приказа висина и земљишних облика [10].

На крају, може се рећи да тачност дигиталне представе терена директно зависи од квалитета извора, густине висинских тачака и њиховог геометријског положаја. Такође, тачност ГРИД модела је детерминисана димензијама ћелије али и методом интерполације. Повећати тачност ГРИД модела значи да целокупна матрица мора бити поново узоркована са већом резолуцијом. Модел у виду TIN-а има променљиву густину тачака која се мења у зависности од промене степена нагиба. Тачност модела TIN, такође је у функцији квалитета и размера картографских извора.

5. ЗАКЉУЧАК

Поред класичног висинског приказа површи терена: изохипсама, сенкама, хипсометријском скалом или комбиновано, 3Д приказ терена може се добити и дигиталним моделовањем геоподатака у форми Грид и TIN. При креирању 3Д модела терена у форми Грид, примењују се бројни алгоритми интерполације. У овом раду су примењене и анализиране три методе интерполације: IDW, сплајн и кригинг.

Метода IDW спада у групу алгоритама код којих се интерполација обавља коришћењем покретних површи. Они су релативно су једноставни за имплементацију. Међутим, по правилу нису у стању да, осим познатих висина за тачке из улазних података, имплементирају и друге информације (нпр. геоморфолошке карактеристике, структурне линије терена) које су дате имплицитно на картама.

Метода са варијационим приступом (сплајн) је у стању да предвиди појаву локалних екстрема и да релативно добро реконструише површ терена, чак и у деловима где се јављају вододелнице и водосливнице. Ова метода иако ствара углађене површи за готово било који скуп података, постоји тенденција настајања карактеристичних детаља на подручјима која су без улазних вредности. Наиме, површ која настаје слична је танкој линеарној еластичној плочи која пролази кроз познате вредности тачака с минималним износом

Табела 1. Анализа квалитета 3Д модела података

Карта размера 1:25 000				Карта размера 1:50 000				Карта размера 1:100 000			
TIN	Еквидистанца 10m			TIN	Еквидистанца 20m			TIN	Еквидистанца 20m		
	Грид 25m				Грид 50m				Грид 100m		
	IDW	Сплајн	Кригинг		IDW	Сплајн	Кригинг		IDW	Сплајн	Кригинг
Средња квадратна грешка (m)											
2.3	2.9	1.7	1.6	4.7	5.2	3.6	3.4	7.9	8.1	6.3	6.1

савијања. Математичке формуле примењују се у више итерација како би површ терена која настаје најбоље задовољила све улазне вредности.

Геостатистичка метода (кригинг) даје реално боље резултате од претходних метода интерполације, односно од методе IDW и методе сплајн. Наиме, статистика за методу кригинг и добијени резултати у експерименту потврђују да су вредности одступања и девијације најмање управо код ове методе. Такође, може се сматрати да су интерполоване вредности висина 3Д модела најближе улазним величинама и да се притом добијају квалитетнији (прецизнији) подаци висина терена у односу на остале методе креирања и приказа 3Д модела терена.

Када су у питању TIN структуре у односу на Грид структуру података, главна предност се огледа, пре свега, у томе што се TIN структура врло лако прилагођава свим врстама улазних података и разним типовима терена. За разлику од Грид-а, у оквиру TIN-а, могу се сачувати и оригинални, тј. улазни изворни подаци. На овај начин се постиже квалитетније моделовање површи терена с обзиром на потребну тачност, карактеристике терена и врсту изворних података. Такође, флексибилна TIN структура података омогућава додатно уграђивање и имплементацију мерења у виду карактеристичних тачака или линија површи у сам 3Д модел терена.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Републички геодетски завод /РГЗ (2012): Монографија, Геодетска делатност у Србији 1837-2012., Београд, Србија.
- [2] Li, Z., Zhu, Q., Gold, C. (2005): Digital terrain modeling – principles and methodology, Book, CRC Press, Florida, USA.
- [3] Peckham, R., Jordan, G. (2007): Digital Terrain Modeling, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- [4] de Smith, M. J., Goodchild, M. F., Longley, P. A. (2009): Geospatial Analysis: a Comprehensive Guide to Principles, Techniques and Software Tools, Leicester, UK.
- [5] Медвед, И., Прибичевић, Б., Медак, Д., Кузменић, И. (2010): Успоредба метода интерполације батиметријских мјерења за праћење промена волумена језера, Изворни научни чланак, Геодетски лист, бр. 2, стр. 71-86, Загреб, Croatia.
- [6] Малвић, Т. (2008): Кригинг геостатистичка интерполацијска метода, Хрватско геолошко друштво, Загреб, Croatia.
- [7] Environmental Systems Research Institute / ESRI (2010): Using Arc GIS 3D Analyst, User Guide, Redlands, USA.
- [8] Environmental Systems Research Institute / ESRI (2015): ArcGIS for Desktop10.x, Korisničko uputstvo, Gdi Press, Beograd.
- [9] www.rgz.gov.rs (датум приступа: 29.01.2016.)
- [10] <http://www.vgi.mod.gov.rs> (датум приступа: 01.02.2016.)
- [11] <http://geospatial.com/products/series/digital-elevation-models/> (датум приступа: 01.03.2016.)
- [12] <http://ws.csiss.gmu.edu/DEMExplorer/> (датум приступа: 06.08.2016.)

УПОРЕДНА АНАЛИЗА ПРЕТХОДНЕ ОЦЕНЕ ТАЧНОСТИ И АНАЛИЗЕ ПОУЗДАНОСТИ КОНВЕНЦИОНАЛНИХ МЕТОДА И ГНСС МЕТОДЕ ПРЕМЕРА

Асистент **Марко Марковић**, мастер. инж. геод.¹
Асистент **Дејан Васић**, мастер. инж. геод.²
Никола Јанковић, дипл. инж. геод.³

Прегледни рад
УДК: [528.33+528.35]:[621.396.98+528.06]

РЕЗИМЕ

Тема овог рада је упоредна анализа претходне оцене тачности и поузданости геодетских мрежа за посебне намене применом конвенционалних метода премера (триангулација и трилатерација) и методе Глобалног Навигационог Сателитског Система (ГНСС) позиционирања. Приказане су теоријске основе оптимизације и критеријума квалитета геодетских мрежа. Такође, дате су основне карактеристике софтвера за изравнање JAG3D. Као практичан пример је коришћен предлог геодетске мреже за мониторинг током изградње и експлоатације зграде Куле у склопу пројекта „Београд на води“ са акцентом на 2Д компоненте у равни. На основу симулараног дизајна геодетске мреже, усвојених стандарда мерења и плана опажања извршена је анализа резултата претходне оцене тачности и анализе поузданости геодетске мреже.

Кључне речи: ГНСС, Геодетска мрежа посебне намене, JAG3D, Метод најмањих квадрата, Претходна анализа.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ACCURACY AND RELIABILITY PREANALYSIS OF CONVENTIONAL METHODS AND GNSS METHOD OF SURVEY

Assistant **Marko Marković**, M. Sci Geod. Eng.
Assistant **Dejan Vasić**, M. Sci Geod. Eng.
Nikola Janković, Grad. Geod. Eng.

ABSTRACT

The subject of this paper is the comparison of the pre-analysis accuracy for geodetic networks for special purposes with the use of conventional methods (triangulation and trilateration) and the Global Navigation Satellite System (GNSS) method of survey. Theoretic concepts of optimization, and reliability criteria of geodetic networks are shown. Characteristics of the adjustment software JAG3D are also shown. As a practical case of the proposal geodetic network used for monitoring during the construction and exploitation of building the Tower within the project “Belgrade waterfront” is used with an emphasis on the 2D components. With the simulated design, standards of measurement and survey plan, a pre-analysis was conducted for obtaining accuracy and reliability of the geodetic network.

Key words: GNSS, Geodetic network for special purposes, JAG3D, Least squares method, Preanalysis.

1. УВОД

Геодетска мрежа је неопходна основа у многим геодетским задацима. Методе успостављања геодетских мрежа су: терестричке (триангулација, трилатерација, гравиметрија, нивелман) и сателитске (ГНСС). За успешно извршавање геодетских радова неопходна је квалитетна геодетска мрежа, која ће омогућити да се сви геодетски радови изврше са задовољавајућом тачношћу, тј. у границама задатих толеранција. У зависности од тога да ли се координате тачака у геодетској мрежи одређују у хоризонталној или вертикалној равни, или у обе наведене равни, геодетске мреже се деле на: 1Д, 2Д и 3Д геодетске мреже а према територији коју покривају мреже се деле на глобалне, државне и локалне геодетске мреже [1].

Микротриангулационе и микротрилатерационе мреже се користе дужи низ година у инжењерству због високе тачности и прецизности. Уз велики напредак технологија реализација успостављања ових мрежа је знатно побољшана у погледу критеријума квалитета, тако да је могуће очекивати испод милиметарску прецизност.

¹ Асистент, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Трг Доситеја Обрадовића 6, Нови Сад, Србија,
е – mail: marko_m@uns.ac.rs

² Асистент, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Трг Доситеја Обрадовића 6, Нови Сад, Србија

³ Студент мастер академских студија, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Трг Доситеја Обрадовића 6,
Нови Сад, Србија

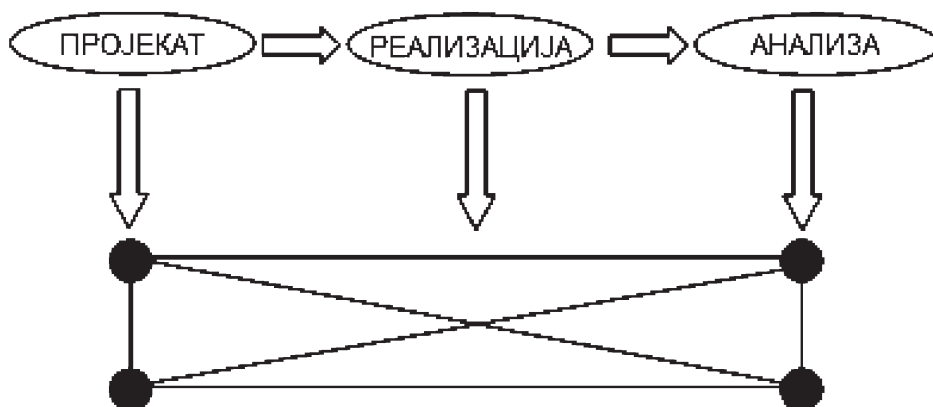
Оптимизација геодетских мрежа је један од најтежих задатака за геодете. Потребно је имати доста знања и искуства да би се успоставила тачна и поуздана мрежа. Циљ оптимизације геодетских мрежа је да одговоре на неколико питања, као што су: које су оптималне позиције тачака у мрежи и како извршити мерења у геодетској мрежи да би се добили резултате захтеваног квалитета, како успоставити мрежу уз минимизирање трошкова [2].

Претходна оцена тачности геодетских мрежа је важан корак у пројектовању геодетских мрежа посебне намене. Претходном анализом можемо утврдити која је тачност мерења потребна да би се задовољили сви захтеви тачности и поузданости прописани пројектом.

Данас процес симулације мрежа је подржан бројним софтверским решењима у којима се проблем оптимизације мреже решава итеративно. Циљ овог рада је упоредна анализа тачности класичних метода премера тј. триангулације и трилатерације наспрам ГНСС методе премера за геодетске мреже посебне намене.

2. ГЕОДЕТСКЕ МРЕЖЕ ПОСЕБНИХ НАМЕНА

Приликом успостављања геодетских мрежа за посебне намене које спадају у локалне геодетске мреже, морају се задовољити критеријуми тачности и поузданости као и код осталих мрежа за које се траже високи критеријуми квалитета. Међутим, пројекат геодетске мреже која ће послужити за посебне намене много је комплекснији јер је код таквих геодетских мрежа циљ очувати релативне односе између тачака, односно постићи хомогеност и изотропност мреже. Због тога постоје разлике у поступку успостављања геодетских мрежа. Пројектом је потребно одредити положај тачака, односно одредити конфигурацију геодетске мреже и тиме донети одлуку какву врсту мерења користити како би се постигла захтевана тачност. Пројекат зависи од намена и карактеристика објекта. Реализација обухвата рекогносцирање терена, стабилизацију и сигнализацију тачака и премер. Овим је представљена реализација пројектоване мреже. Анализа обухвата обраду података мерења како би се добиле тражене величине – координате тачака геодетске мреже [3].



Слика 1. Фазе пројектовања мреже [3]

Геодетска мрежа посебних намена (ГМПН) састоји се од геодетских тачака изван објекта (основна мрежа) и тачака на објекту (контрола геометрије и деформациона анализа) које су међусобно повезане терестричким мерењима (правци, углови, азимути, просторне дужине, висинске разлике итд.), сателитским мерењима, астрономским мерењима или њиховом комбинацијом [4].

3. ОПТИМИЗАЦИЈА ГЕОДЕТСКИХ МРЕЖА

Главна сврха оптимизације геодетских мрежа је пројектовање геодетских мерења како би се постигао неки жељени ниво прецизности у позиционирању, високе поузданости и ниске цене [5].

У приступу решавања оптимизационих проблема постоји обично пет фаза [6]:

1. Дефинисање оптимизационог проблема.
2. Креирање математичког модела који репрезентује реални систем и анализа оптималних критеријума.
3. Утврђивање алгорита методе и анализа структуре методе.
4. Тестирање модела и добијених решења,
5. Имплементација.

3.1. Класификација метода оптимизације

Оптимизација геодетских мрежа, према [7], дели се у четири реда (Табела 1):

Табела 1. Класификација метода оптимизације геодетских мрежа

ОПТИМИЗАЦИЈА (Задатак, Пројекат)	Познати параметри	Непознати параметри
Нултог реда (ZOD)	A, P	$\hat{x}, Q_{\hat{x}}$
Првог реда (FOD)	$P, Q_{\hat{x}}$	A
Другог реда (SOD)	$A, Q_{\hat{x}}$	P
Трећег реда (THOD)	$Q_{\hat{x}}$	A, P (делом непознати)

- ZOD (енг.: the Zero Order Design) – Нултог реда;
- FOD (енг.: the First Order Design) – Првог реда;
- SOD (енг.: the Second Order Design) – Другог реда;
- THOD (енг.: the THird Order Design) – Трећег реда;

У табели 1 A представља матрицу плана опажања, $P = \text{diag}\{P_{ii}\}$ је (дијагонална) матрица тежина, а $Q_{\hat{x}} = (A^T P A)^{-1}$ је матрица кофактора оцена непознатих параметара \hat{x} .

Пројекат 0. реда - представља избор оптималног координатног система за параметре геодетских мрежа. Најчешће се под оптималним решењем подразумева изравнање слободних геодетских мрежа уз помоћ генерализоване инверзије, односно њеним специјалним обликом псеудоинверзије.

Пројекат 1. реда - доводи до решења оптималног дизајна геодетске мреже. Проблем се своди на одређивање оптималних позиција тачака мреже, као и оптималног плана опажања у мрежи.

Пројекат 2. реда - доводи до решења оптималних тежина или тачности планираних мерења у мрежи. Ови подаци су од велике важности за избор оптималних метода мерења и инструмената за мерење, јер се у мрежи могу јавити опажања различитих физичких величина.

Пројекат 3. реда - омогућава оптимално побољшање постојећих мрежа у погледу дизајна и тачности. Ово се најчешће односи на погушћавање мреже додатним опажањима или тачкама у деловима мреже где је слаба тачност или поузданост [6].

Сви ови поступци дају решења уз задовољење функције циља само једног пројекта (задатка), или са делимичним решавањем неког другог задатка.

3.2. Оптимизација дизајна првог реда

У оптимизацији дизајна првог реда, за познату тачност планираних мерења дефинисану у облику матрице тежина P и за дефинисану тачност непознатих параметара $Q_{\hat{x}}$ неопходно је одредити оптимални дизајн односно, оптимални план мерења у геодетској мрежи A .

У циљу изналажења оптималног дизајна примењују се различите методе оптимизације: МНК (метод најмањих квадрата), методе линеарног и нелинеарног математичког програмирања, динамичко програмирање, метод квадратног програмирања, градијентни метод, Лагранжова функција и друге [7]–[9].

Оптимизацијом дизајна првог реда одређују се оптималне позиције тачака геодетске мреже и оптимални план мерења у њој. Критеријуми квалитета геодетских мрежа најчешће се оцењују на основу тачности и поузданости. Ове оцене засноване су на методи најмањих квадрата и математичким моделима посредног изравнања. На основу ових математичких модела решавају се проблеми оптимизације дизајна првог реда у оквиру претходне анализе тачности и поузданости геодетских мрежа. За разлику од других метода, претходна анализа има најширу примену у пројектовању геодетских мрежа, јер се заснива на добро познатим математичким моделима и на добро развијеној рачунарској подршци [6].

4. КРИТЕРИЈУМИ КВАЛИТЕТА ГЕОДЕТСКИХ МРЕЖА

4.1. Анализа тачности геодетских мрежа

У оцени тачности из изравнања геодетских мрежа најчешће се користи експериментална стандардна девијација јединице тежине и коваријационе матрице изравнатих величина. Анализа тачности односи се на тачност тачака и функција геодетских мрежа. Оцена тачности може бити глобална ако се одређује једна вредност као репрезент за цео скуп величина у геодетској мрежи или локална оцена тачности ако се она односи на поједине величине.

На тачност геодетске мреже утичу:

- дизајн мреже,
- тачност мерених величина,
- грешке датих величина.

Дизајн мреже зависи од теренских услова (конфигурације терена, зарашћености, организације радилишта, положаја датих тачака, итд.), врсте и величине објеката (тунел, мост, брана, итд.) и способности стручњака да у датим условима пројектује мрежу која ће првенствено да одговара својој намени, али и од тачности која је пројектом утврђена [6].

На тачност геодетске мреже утичу: геометрија, тачност мерених величина (метода мерења, врста мерених величина, инструменти), околина (временски услови, терен), способност оператера, начин обраде података (метода изравнања, квалитет датих величина) [10].

На основу претходне анализе тачности може да се изврши избор одговарајућег инструмента и методе рада, као и да се обезбеде остали услови који су неопходни да би се постигла жељена тачност мерених величина.

На грешке датих величина није могуће утицати. Зато се код прецизних радова (мрежа где се захтева висока тачност), мреже изравнавају у локалном координатном систему и на тај начин одстрањује се утицај грешака датих величина [6].

4.1.1. Локалне мере тачности

Локалне мере тачности дају информације о тачности сваке поједине тачке геодетске мреже. Када се матрица кофактора Q_x подели у 2x2 блокове (за 2D геодетску мрежу) свака субматрица се односи на једну тачку геодетске мреже [11].

Локална мера тачности поједине тачке може се изразити преко:

Стандардног одступања координата тачке:

$$s_x = s_0 \sqrt{q_{xx}}, s_y = s_0 \sqrt{q_{yy}} \quad (1)$$

где су q_{ii} дијагонални елементи матрице кофактора Q_x ,

Стандардног одступања положаја тачке:

$$s_{p_i} = \sqrt{s_{x_i}^2 + s_{y_i}^2} \quad (2)$$

Изрази (1) и (2) дају оцену тачности положаја тачке у смеру x и y оса. Ови изрази не осигуравају потпуну информацију о тачности положаја тачке, односно није позната тачност положаја тачке ни у једном смеру осим у смеру x и y оси. Потпуну информацију о тачности положаја тачке дају елипсе грешака. Елементи елиписа грешака рачунају се према [10]:

$$\begin{aligned} A &= s_o \cdot \sqrt{\lambda_1} = s_o \cdot \sqrt{\lambda_A} = s_o \cdot \sqrt{\frac{1}{2}(Q_{xx} + Q_{yy} + k)} \\ B &= s_o \cdot \sqrt{\lambda_2} = s_o \cdot \sqrt{\lambda_B} = s_o \cdot \sqrt{\frac{1}{2}(Q_{xx} + Q_{yy} - k)} \end{aligned} \quad (3)$$

као и угао θ кога гради велика полуоса A са x осом:

$$\theta = \frac{1}{2} \operatorname{arctg} \frac{2Q_{xy}}{Q_{xx} - Q_{yy}} = \operatorname{arctg} \frac{x_{1y}}{x_{1x}} \quad (4)$$

где су x_{1y} и x_{1x} компоненте вектора \mathbf{X}_1 по у и х оси.

Релативне елипсе грешака дају информације о међусобној тачности положаја две тачке $i(x_i, y_i)$ и $j(x_j, y_j)$ у геодетској 2D мрежи.

Параметри релативне елипсе грешака одређују се тако што се уместо коефицијента матрице кофактора $Q_{\hat{x}}$ користе коефицијенти матрице кофактора разлика координата тачака $Q_{\Delta x}$, односно [6]:

$$A_R = s_o \cdot \sqrt{\frac{1}{2}(Q_{\Delta x \Delta x} + Q_{\Delta y \Delta y} + k_R)}$$

$$B_R = s_o \cdot \sqrt{\frac{1}{2}(Q_{\Delta x \Delta x} + Q_{\Delta y \Delta y} - k_R)} \quad (5)$$

$$\theta_R = \frac{1}{2} \operatorname{arctg} \frac{2Q_{\Delta x \Delta y}}{Q_{\Delta x \Delta x} - Q_{\Delta y \Delta y}} \quad (6)$$

Велика полуоса елипсе лежи у смеру максимално очекиване грешке положаја (координата) тачке, а мала полуоса у смеру минималне грешке. Осим што даје основне информације у вези тачности положаја тачке, велика корист од елипси грешака је та да се, при симулацији различитих варијанти пројекта геодетске мреже, може направити визуелно поређење релативне прецизности између било које две тачке [4].

Ако се погледа њихов облик, величина и оријентација, могу се различите варијанте геодетске мреже лако упоредити и одабрати најповољнија. Локалне мере тачности зависе од избора референтног координатног система. Локалне мере не узимају у обзир корелацију између тачака унутар геодетске мреже, па и не репрезентују праву постигнуту тачност [10].

4.1.2. Глобалне мере тачности

Глобалне мере тачности које се односе на геодетску мрежу добијају се на основу коваријационе матрице $K_{\hat{x}}$ или матрице кофактора $Q_{\hat{x}}$. Ове мере се могу одређивати на различите начине а неопходне су у циљу упоређивања квалитета геодетских мрежа у претходној анализи, оптимизацији или анализи након изравнања [6].

Матрица кофактора $Q_{\hat{x}}$ може се изразити у облику:

$$Q_{\hat{x}} = X \cdot \Lambda \cdot X^T \quad (7)$$

где је Λ спектрална матрица, $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_u$ сопствене вредности, X модална матрица а x_1, x_2, \dots, x_u сопствени вектори матрице $Q_{\hat{x}}$. Постоје два услова минимума који се могу поставити за сопствене вредности матрице кофактора $Q_{\hat{x}}$:

$$\det Q_{\hat{x}} = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \dots \cdot \lambda_u = \prod_{i=1}^u \lambda_i \Rightarrow \min \quad (8)$$

и

$$\operatorname{trag} Q_{\hat{x}} = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_u = \sum_{i=1}^u \lambda_i \Rightarrow \min \quad (9)$$

Уопштена мера глобалне тачности дефинише се као средња експериментална стандардна девијација непознатих параметара:

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{u} \text{tr}agK_{\hat{x}}} = s_o \cdot \sqrt{\frac{1}{u} \text{tr}agQ_{\hat{x}}} \tag{10}$$

и даје информацију о средњој тачности свих координата тачака у геодетској мрежи.

Друга уопштена мера глобалне тачности дефинише се као генерализована експериментална варијанса непознатих параметара:

$$s_x^2 = \sqrt{\det K_{\hat{x}}} = s_o \cdot \sqrt{\det Q_{\hat{x}}} = s_o \cdot \sqrt{\lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \dots \cdot \lambda_u} \tag{11}$$

која представља u -ти корен $\det K_{\hat{x}}$ [6].

На основу минималне и максималне сопствена вредност коваријационе матрице $K_{\hat{x}}$, λ_{\min} и λ_{\max} , дефинише се глобална мера тачности у геодетским мрежама. Мала вредност λ_{\max} указује на добру тачност непознатих величина у геодетској мрежи. Ако је пак λ_{\max} знатно веће од осталих својствених вредности λ_i , онда то указује на различиту тачност делова геодетске мреже [11].

Геодетска мрежа која боље испуњава услов $\frac{\lambda_{\max}}{\lambda_{\min}} \Rightarrow 1$ има бољу хомогеност и изотропију. Наведени глобални критеријуми тачности примењују се најчешће у оптимизацији геодетских мрежа приликом израде пројеката или у анализама тачности мрежа инжењерске геодезије и геодетског премера [6].

4.2. Претходна анализа тачности геодетских мрежа

У процесу пројектовања геодетских мрежа, у циљу добијања нумеричких вредности за потребе одређивања претходне тачности мреже, неопходно је одредити дизајн мреже и планирати мерења у њој. Под планирањем мерења подразумева се избор врсте мерења и кореспондентне тачности мерења. Када су одређене привремене вредности координата или висина тачака, дефинисан план мерених величина као и њихова тачност мерења у мрежи, одређују се матрица дизајна A и коваријациона матрица мерених величина $K_l = \sigma_o \cdot Q_l$. На овај начин формира се функционални и стохастички модел посредног изравњања неслободних или слободних мрежа (Табела 2.) [6].

Табела 2. Линеарни функционални и стохастички модел посредног изравњања

Тип мреже	Модел	
	Линеарни функционални	Стохастички
Неслободна	$v = A \cdot \hat{x} + f$	$K_l = \sigma_o^2 \cdot Q_l$
Слободна	$v = A \cdot \hat{x} + f; r(A) = r < u$	$K_l = \sigma_o^2 \cdot Q_l$

Коваријациона матрица непознатих параметара за неслободне мреже је облика:

$$K_{\hat{x}} = \sigma_o^2 \cdot Q_{\hat{x}} = \sigma_o^2 \cdot N^{-1} = \sigma_o^2 \cdot (A^T Q_l^{-1} A)^{-1} \tag{12}$$

или за слободне мреже:

$$K_{\hat{x}} = \sigma_o^2 \cdot Q_{\hat{x}} = \sigma_o^2 \cdot N^+ = \sigma_o^2 \cdot (A^T Q_l^{-1} A)^+ \tag{13}$$

На основу елемената одређене матрице $K_{\hat{x}}$ обавља се потпуна претходна анализа тачности тачака и функција у геодетској мрежи. Важно је само истаћи да се у претходној анализи тачности користи вредност стандардне девијације јединице тежине σ_o (*a priori* стандардна девијација јединице тежине) [6].

Након анализе тачности неопходно је упоредити добијену тачност са дефинисаном тачности у пројектном задатку. Ако је добијена тачност из претходне анализе идентична или боља од тачности која је пројектним задатком дефинисана онда се може очекивати да ће и након реализације целог пројекта мрежа бити адекватног квалитета. У супротном, ако захтеви тачности из пројектног задатка нису испуњени неопходне су измене у дизајну мреже, планираним мерењима или њиховој тачности. Ако је пројектована мрежа хомогене положајне тачности, али је тачност добијена из претходне анализе мања од тачности дефинисане пројектним задатком, онда је неопходно повећати тачност планираних мерења. Тачност планираних мерења се повећава већим бројем мерења или

се за мерења планирају квалитетнији инструменти и прибор за које се очекује да могу испунити захтеве дефинисане тачности. Ако пројектована мрежа нема хомогену положајну тачност, онда су неопходне измене у плану мерења, обично додавањем нових мерења или променом позиције одређеног броја тачака. Након извршених измена у фази пројектовања неопходно је поново урадити претходну анализу тачности а поступак се понавља све док захтеви из пројектног задатка не буду испуњени [6].

4.3. Анализа поузданости геодетских мрежа

Поузданост дефинише квалитет модела с обзиром на могућност откривања грубих грешака и с обзиром на деловање неоткривених грешака на оцене тражених величина. Због тога постоје унутрашња и спољашња поузданост. Унутрашња поузданост везана је за могућност контроле грубих грешака у опажањима. Спољашња поузданост везана је за могућност контроле утицаја грубих грешака опажања на оцене координата тачака. И код унутрашње и код спољашње поузданости разликујемо локалне и глобалне мере. Поузданост је, дакле, један од најважнијих фактора у геодетским мрежама, па су и сва мерења планирана тако да поузданост буде задовољавајућа [12].

4.3.1. Унутрашња поузданост

Глобалне мере унутрашње поузданости почивају на откривању грубих и систематских грешака, независно од могућности њихове локализације. Једна једноставна и очигледна мера је број сувишних мерења, уколико су она равномерно распоређена у мрежи [13]. Мере глобалне унутрашње поузданости су максимална сопствена вредност λ_{\max} и траг матричног производа PQ_vP за које се тежи да буду максимални [14]. Најбоља варијанта пројекта геодетске мреже је она код које је:

$$\text{trag}(PQ_vP) = \lambda_{\max} \text{trag}(Q_vP) = \lambda_{\max} r = \max \quad (14)$$

јер ће се тада створити најбољи услови за откривање грубих грешака. Додатна мерења повећавају број сувишних мерења r , што утиче на повећање вероватноће откривања грешака у моделу [10].

Локална мера унутрашње поузданости је уско повезана са вероватноћом откривања резултата који одскачу: што је већа вероватноћа откривања резултата са грешком, већи је и степен локалне унутрашње поузданости модела. Ако у опажањима постоји једна груба грешка ∇ , прираштаји појединих елемената вектора поправка рачунају се према [11]:

$$v_i = -q_{v_i} p_i \nabla_i = r_i \nabla_i \quad (15)$$

где је:

- p_i - *a priori* тежина мерења l_i ,
- q_{v_i} - i -ти дијагонални елемент матрице Q_v ,
- ∇_i - груба грешка у мерењу l_i .

Уколико је поправка v_i већа, већа је и вероватноћа одређивања грубе грешке мерења. За дату грубу грешку ∇_i вредност поправки v_i опажања l_i сразмерна је изразу [10]:

$$r_i = q_{v_i} p_i \quad (16)$$

где r_i представља број сувишних мерења и удео i -тог опажања у укупном броју сувишних мерења r :

$$\text{trag}Q_vP = \sum r_i = r \quad (17)$$

Коефицијенти r_i могу се срачунати за сва опажања још у фази пројектовања неке геодетске мреже, а затим њиховим прегледом уочити слабе делове модела и поправити их увођењем додатних опажања (поправљањем геометрије) [13].

Добро пројектована мрежа, с аспекта локалне унутрашње поузданости, је она која испуњава критеријум:

$$r_i = (Q_vP)_i = \max \quad (18)$$

Просечан број сувишних мерења једнак је:

$$\bar{r} = \frac{r}{n} = \max \quad (19)$$

и представља погодну глобалну меру унутрашње поузданости у случају да су коефицијенти r_i равномерно распоређени у геодетској мрежи. Као мере унутрашње поузданости, коефицијенти \bar{r} и r_i не зависе од геодетског датума те су врло погодне за практичну примену [10].

4.3.2. Спољашња поузданост

Упркос свим модерним и софистицираним поступцима, никада нећемо бити у потпуности сигурни да смо открили све грубе и систематске грешке у опажаној мрежи. Даље, треба очекивати и неке мале неоткривене грешке које су се позиционирале у близини граничних вредности. Због тога, анализом модела морамо прикупити све информације о утицају неоткривених грешака на оцењене параметре чиме се баве **глобалне мере спољашње поузданости**. За математички модел се каже да има висок степен спољашње поузданости ако несигнификантно реагује на неоткривене грешке. Датумски независан критеријум поузданости се може одредити из неједначине [10]:

$$\nabla^T P Q_j P \nabla \leq \nabla^T \nabla \lambda_{\max} \tag{20}$$

где је λ_{\max} максимална сопствена вредност матрице $P Q_j P$. Што је мањи λ_{\max} мањи је и максимални могући утицај неоткривене грешке ∇ на оцењене параметре, а према томе и поуздаји, односно робуснији модел $\lambda_{\max}(P Q_j P) = \min$. Додатна мерења не мењају вредност λ_{\max} или $trag P Q_j P$, већ само повећавају укупни број сувишних мерења r [10].

Локалне мере спољашње поузданости приказују утицај једног мерења оптерећеног грубом грешком на оцењене параметре:

$$\Delta \hat{x}_i = N^- a_i p_i \nabla_i \tag{21}$$

где је a_i i -та колона матрице A^T . Сви оцењени параметри садрже утицај мерења оптерећеног грубом грешком ∇_i . У пракси, параметри који се јављају у i -тој једначини поравака са вектором кефицијената a_i су оптерећенији утицајем грубе грешке од осталих, па према томе утицај једне грубе грешке се може окарактерисати као локалан [11]. С обзиром да се груба грешка ∇_i не може контролисати, захтев за поузданошћу се може изразити као:

$$p_i^2 a_i^T Q_x a_i = p_i(1 - r_i) = \min, \forall i \in \{1, 2, \dots, n\} \tag{22}$$

Претходни израз се може користити за сва мерења. Такође, наведени израз се може користити у фази пројектовања дизајна геодетске мреже и тиме проверити поузданост, док су побољшања и исправке још увек могуће. Средња вредност локалне мере спољашње поузданости би требала бити минимална, а може се израчунати из суме свих појединих вредности према изразу:

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n p_i^2 a_i^T Q_x a_i = \frac{1}{n} \text{trag}(P A N^{-1} A^T P) = \frac{1}{n} \text{trag}(P Q_j P) = \min \tag{23}$$

Већу унутрашњу поузданост имају геодетске мреже које најлакше омогућују откривање грубих грешака, а спољашњу поузданост оне геодетске мреже код којих неоткривене грубе грешке имају најмањи утицај на непознате величине. Код обе поузданости пресудну улогу има геометрија геодетске мреже. Најбоља геометрија мреже је она код које је λ_{\max} што мање [10]. Табела 3 приказује мере и критеријуме и унутрашње и спољашње поузданости геодетске мреже [11].

Табела 3. Мере и критеријуми унутрашње и спољашње поузданости геодетске мреже

Поузданост	Унутрашња	Спољашња
Глобалне мере	$\lambda_{\max} = (P Q_v P) = \max$ $trag(P Q_v P) = \max$	$\lambda_{\max} = (P Q_j P) = \min$ $trag(P Q_j P) = \min$
Локалне мере, $\forall i$	$r_{ii} = (Q_v P)_i = \max$	$p_i^2 a_i^T Q_x a_i = \min$
Просечна локална мера= Глобална мера	$\bar{r} = \frac{r}{n} = \max$	$\frac{1}{n} \text{trag}(P Q_j P) = \min$

4.4. Претходна анализа поузданости геодетских мрежа

Како квалитет геодетске мреже зависи од тачности и поузданости онда се у фази пројектовања може поред анализе тачности урадити и претходна анализа поузданости геодетских мрежа. Како поузданост указује на могућност откривања грубих грешака или на утврђивање њиховог утицаја на оцене непознатих параметара, уколико нису откривене грубе грешке онда је јако важно да се у фази пројектовања мреже одреди њена поузданост. За детаљну анализу унутрашње и спољашње поузданости геодетских мрежа, неопходно је одредити матрице коефицијената унутрашње и спољашње поузданости (Табела 4.).

Табела 4. Матрице коефицијената унутрашње и спољашње поузданости геодетских мрежа

Тип мреже	Матрица коефицијената	
	Унутрашње поузданости	Спољашње поузданости
Неслободна	$R = (Q_1 - AN^{-1}A^T) \cdot Q_1^{-1}$	$U = AN^{-1}A^T \cdot Q_1^{-1}$
Слободна	$R = (Q_1 - AN^+A^T) \cdot Q_1^{-1}$	$U = AN^+A^T \cdot Q_1^{-1}$

Ако је у претходној анализи тачности одређена инверзна матрица N^{-1} или псеудо инверзна матрица N^+ онда се она користи и у претходној анализи поузданости за одређивање матрица R и U . При прорачуну коефицијената ових матрица неопходно је имати у виду релацију $U + R = I$. Када су одређени коефицијенти матрица R и U односно, вредности дијагоналних коефицијената r_{ii} и u_{ii} , и како је позната тачност планираних мерења σ_l , онда се могу рачунати коефицијенти унутрашње поузданости k_u и доња граница грубе грешке $\nabla_o l_i$ као и коефицијенти спољашње поузданости k_s и утицај доње границе грубе грешке на непознате параметре $\nabla_o \hat{x}_i$. Након добијања вредности коефицијената унутрашње и спољашње поузданости из претходне анализе поузданости, неопходно је упоредити ове вредности са вредностима које су добијене емпиријским путем и које се препоручују у пројектовањима геодетских мрежа. Нумерички показатељи добијени на основу великог броја симулираних и реалних геодетских мрежа, дати су у Табели 5. [6].

Табела 5.: Оцене контроле у теорији поузданости

Границе коефицијената r_{ii}	Оцене контроле
$0 \leq r_{ii} < 0.01$	Нема контроле
$0.01 \leq r_{ii} < 0.10$	Слаба контрола
$0.10 \leq r_{ii} < 0.30$	Довољна контрола
$0.30 \leq r_{ii} \leq 1$	Добра контрола

Карактеристичне вредности коефицијената r_{ii} у геодетским мрежама дате су у Табели 6.: [11]

Табела 6.: Карактеристичне вредности коефицијената r_{ii} .

Границе коефицијената r_{ii}	Врста геодетске мреже
$0.5 \leq r_{ii} \leq 0.8$	Комбиноване мреже
$0.3 \leq r_{ii} \leq 0.6$	Трилатерационе мреже
$0.1 \leq r_{ii} \leq 0.2$	Полигонске мреже
$0.2 \leq r_{ii} \leq 0.5$	Нивелманске мреже

Ако се након претходне анализе добије слаба поузданост, онда у циљу постизања добре поузданости у мрежи, неопходно је додати нова планирана мерења величина и на тај начин повећати број сувишно мерених величина

r . Најбољи ефекат се постиже затварањем геометријских фигура у геодетској мрежи: троугао, четвороугао или полигон. Након измене у плану мерења неопходно је поново урадити претходну анализу тачности и поузданости. Поступак се понавља све док критеријуми тачности и поузданости не буду испуњени. Адекватним софтвером ови прорачуни трају само неколико временских секунди [6].

5. JAG3D СОФТВЕРСКИ ПАКЕТ

Java 3D Graticule (JAG3D) је *open-source* програм за изравнање геодетских мрежа и деформациону анализу. Има једноставан интерфејс и једноставан је за употребу. У њему је могуће одредити следеће непознате: 1Д координате, 2Д координате, 3Д координате, оријентацију и размеру мрежа, тачност и поузданост мрежа и коефицијент рефракције итд.

Изравнавање се врши према класичном Гаус-Марковљевом моделу МНК тј, могуће је формирање функционалног и стохастичког модела ради изравнања и претходне оцене тачности и поузданости. Мерења која је могуће укључити су [15]: висинске разлике, координате, хоризонталне и косе дужине, хоризонталне и вертикалне углове, ГНСС векторе.

JAG3D поседује једноставан графички интерфејс који се састоји од три дела:

- Главни мени – налази се на врху прозора и то је главни део за креирање пројеката, унос података, извоз извештаја, подешавања и додатне опције.
- Списак података – налази се са леве стране и садржи све податке који се налазе у пројекту. Могуће је груписање података. Ово се најчешће ради да би се раздвојила мерења нехомогене тачности.
- Едитор података – Заузима највећи део интерфејса и користи се за манипулацију и визуелизацију пројекта, пре и после изравнања. У менију на дну странице је могуће прегледати приказе као што су преглед подешавања, резултати и скица.

Предности коришћења *JAG3D*:

- На једноставан начин могуће извршити изравнање, претходну оцену тачности и деформациону анализу
- Могуће је детаљно подешавање извештаја и скица према потребама
- Подаци се чувају у текстуалној датотеци и могу се уносити кроз табеле
- Могуће изравнање са минималним трагом на све тачке

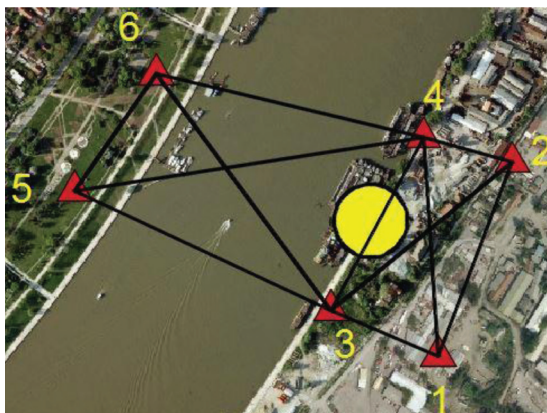
Мане коришћења:

- За рад у координатном систему се морају вршити редукције и то само одређене
- Није могуће мењање јединица мерења
- Различита интерпретација појединих резултата у односу на интерпретацију резултата .

За претходну анализу потребно је укључити опцију *preanalysis*. Да би се извршила претходна анализа потребно је унети приближне координате тачака и планирана мерења са одговарајућим стандардима [16].

6. ПРЕТХОДНА ОЦЕНА ТАЧНОСТИ И АНАЛИЗА ПОУЗДАНОСТИ ТЕСТ МРЕЖЕ

Тест мрежа која се користи за опит је предложена у раду [17]. Предложена ГМПН би се користила у поступку мониторинга током изградње и експлоатације зграде Куле у склопу пројекта „Београд на води“. Мрежа се састоји од 6 тачака, од чега су четири тачке на обали на којој се гради објекат, две тачке на супротној обали. Шест тачака уз објекат су поређане у ланац од два геодетска четвороугла (Слика 2).



Слика 2. Скица тест ГМПН [17]

За анализу ће се користити стандардне девијације положаја тачака, параметри стандардних елипси грешака и параметри унутрашње и спољашње поузданости. У плану опажања узимају се сва могућа мерења правцима, дужинама и ГНСС векторима у 2Д мрежи. У оба случаја има 60 мерења и дефект мреже износи 2. План опажања је приказан у табели 7.

Табела 7. План опажања за сва мерења

	Од	До				
ТАЧКЕ	1	2	3	6	4	5
	2	3	6	5	4	1
	3	6	5	4	1	2
	4	1	2	3	6	5
	5	4	1	2	3	6
	6	5	4	1	2	3

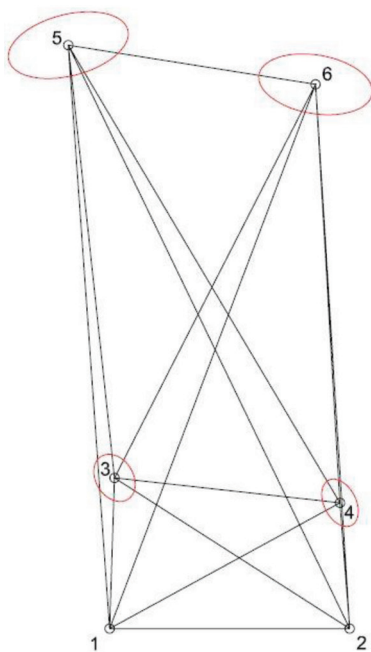
Разматране су две варијанте успостављања ГМПН, употребом конвенционалних метода и ГНСС методе премера. Такође, за сваку од наведених метода разматрано је класично дефинисање датума и дефинисање датума минималним трагом на све тачке. Класично дефинисан датум је фиксиран тачкама 1 и 2 у случају триангулационо-трилатерационе мреже, а тачком 1 у случају ГНСС мреже.

Параметри који су изостављени су: време опажања ГНСС вектора, број пријемника, утицај температуре и притиска због немогућности подешавања. Такође нису подешени стандарди центрисања инструмената и сигнала ради постављања једнаких критеријума и лакшег рачунања.

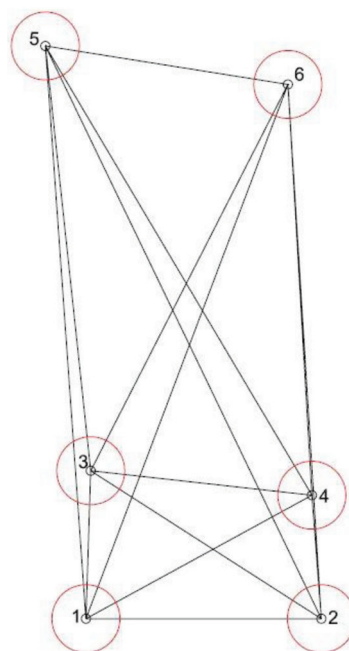
За стандарде инструмената усвојени су следећи стандарди:

- Дужине са стандардом $1 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$;
- Правци са стандардом $1''$;
- Вектори са стандардима по X и Y осе од 3 mm .

ГНСС и триангулационо-трилатерациона мрежа и са класично дефинисаним датумом и са датумом дефинисаним минималним трагом на све тачке су изравнате у софтверском пакету JAG3D. Приближне координате и планирана мерења су једноставно унешена у програм и покренут је алат *Preanalysis*. У табелама 8 и 9 приказани су добијени резултати, а на сликама 3 и 4 су приказане елипсе грешака.



Слика 3. Елипсе грешака трианг.-трил. мрежа
Класично дефинисан датум



Слика 4. Елипсе грешака ГНСС мреже
Датум дефинисан минималним трагом

Табела 8. Стандарди оцене координата, положаја тачака, параметри елипса грешака и коефицијенти спољашње и унутрашње поузданости триангулационо-трилатерационе геодетске мреже

Триангулационо-трилатерациона геодетска мрежа												
	Датум дефинисан минималним трагом [mm]						Класично дефинисан датум [mm]					
Тачка	σ_y	σ_x	σ_p	A_K	B_K	θ [°]	σ_y	σ_x	σ_p	A_K	B_K	θ [°]
1	0.2	0.3	0.36	1.0	0.8	167.005	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.2	0.3	0.36	1.0	0.8	164.569	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.3	0.3	0.42	1.0	0.9	177.165	0.5	0.5	0.71	1.9	1.4	148.19
4	0.2	0.3	0.36	1.0	0.8	165.985	0.4	0.5	0.64	1.9	1.2	153.084
5	0.3	0.3	0.42	1.2	1.0	146.417	1.3	0.7	1.48	4.6	2.3	75.621
6	0.3	0.3	0.42	1.1	1.1	177.053	1.2	0.7	1.39	4.3	2.2	99.5065
	r_{min}	r_{max}	r_{avg}	u_{min}	u_{max}	u_{avg}	r_{min}	r_{max}	r_{avg}	u_{min}	u_{max}	u_{avg}
Правац	0.59	0.93	0.81	0.07	0.41	0.19	0.60	0.93	0.79	0.07	0.40	0.21
Дужина	0.74	0.88	0.86	0.12	0.26	0.15	0.82	0.96	0.90	0.04	0.18	0.10

Табела 9. Стандарди оцене координата, положаја тачака, параметри елипса грешака и коефицијенти спољашње и унутрашње поузданости ГНСС геодетске мреже

ГНСС геодетска мрежа												
	Датум дефинисан минималним трагом [mm]						Класично дефинисан датум [mm]					
Тачка	σ_y	σ_x	σ_p	A_K	B_K	θ [°]	σ_y	σ_x	σ_p	A_K	B_K	θ [°]
1	0.8	0.8	1.13	5.2	5.2	90.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.8	0.8	1.13	5.2	5.2	90.0	1.2	1.2	1.70	8.1	8.1	90.0
3	0.8	0.8	1.13	5.2	5.2	90.0	1.2	1.2	1.70	8.1	8.1	90.0
4	0.8	0.8	1.13	5.2	5.2	90.0	1.2	1.2	1.70	8.1	8.1	90.0
5	0.8	0.8	1.13	5.2	5.2	90.0	1.2	1.2	1.70	8.1	8.1	90.0
6	0.8	0.8	1.13	5.2	5.2	90.0	1.2	1.2	1.70	8.1	8.1	90.0
	r_{min}	r_{max}	r_{avg}	u_{min}	u_{max}	u_{avg}	r_{min}	r_{max}	r_{avg}	u_{min}	u_{max}	u_{avg}
Вектори	0.83	0.83	0.83	0.17	0.17	0.17	0.83	0.83	0.83	0.17	0.17	0.17

7. АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА

Након извршених изравнања срачунате су средње вредности стандарда по координатним осама и положају и параметри елипси грешака за извршена поједина изравнања (Табела 10.), као и средње вредности коефицијената унутрашње и спољашње поузданости (Табела 11.).

Табела 10. Средње вредности стандарда положаја тачака и координатних оса и параметри елипси грешака за извршена поједина изравнања изражена у [mm] и за угао θ у степенима.

Тип ГМПН	Дефинисан датум	σ_y	σ_x	σ_p	A	B	A/B	θ [°]
Триангулационо – трилатерациона	Класично дефинисан датум	0.85	0.6	1.04	3.18	1.78	1.78	132.33
	Минимални траг	0.25	0.30	0.39	1.05	0.9	1.17	184.85
ГНСС	Класично дефинисан датум	1.2	1.2	1.69	8.1	8.1	1.00	90
	Минимални траг	0.8	0.8	1.1	5.2	5.2	1.00	90

Табела 11. Средње вредности коефицијената унутрашње и спољашње поузданости

Тип ГМПН	Дефинисан датум	Величина	r_{\min}	r_{\max}	r_{avg}	u_{\min}	u_{\max}	u_{avg}
Триангулаци- оно – трила- терациона	Класично дефинисан датум	Правац	0.601	0.928	0.790	0.07	0.40	0.21
		Дужина	0.815	0.959	0.903	0.04	0.18	0.10
	Минимални траг	Правац	0.588	0.931	0.812	0.07	0.41	0.19
		Дужина	0.743	0.878	0.855	0.12	0.26	0.15
ГНСС	Класично дефинисан датум	Вектор	0.833	0.833	0.833	0.17	0.17	0.17
	Минимални траг		0.833	0.833	0.833	0.17	0.17	0.17

На основу приказаних срачунатих средњих вредности параметара елипси грешака види се да елипсе грешака теже круговима у свим случајевима изравнања, осим у случају са фиксираним датумом код конвенционалних мерења, што је било и очекивано с обзиром да се вредности грешака код фиксираног датума код конвенцијалних мерења повећавају са повећањем дужине у односу на тачке које дефинишу датум. Такође, из табеле 6 се види да је стандард положаја тачака у случају конвенционалних мерења вишеструко бољи од ГНСС мерења у оба случаја, и фиксираног датума и минималног трага. Оно што се такође може закључити је то да су стандарди положаја тачака и координатних оса и параметри елипси грешака код датума дефинисаним минималним трагом знатно мањих вредности и код ГНСС мерења и код конвенцијалних мерења у односу на вредности код фиксираног датума. На основу задатих (теоријских) вредности критеријума из табела 5 и 6 може се закључити да параметри поузданости приказани у табели 11, у свим варијантама изравнања, задовољавају захтеве у погледу поузданости.

8. ЗАКЉУЧАК

На основу приказаних резултата у тест примеру реализације пројекта успостављања ГМПН за објекат Кула у склопу пројекта „Београд на води“ може се закључити да се знатно бољи резултати добијају у случају датума дефинисаног минималним трагом без обзира којом технологијом се реализују мерења. Такође, може се закључити и да примена технологије конвенционалних мерења обезбеђује бољу тачност стандарда положаја тачака. Избор технологије којом ће се изводити мерења превасходно зависи од тога који критеријуми квалитета ГМПН су задати у пројектном задатку. Наравно, треба напоменути и да у случају коришћења ГНСС технологије резултати који су приказани су теоријски срачунате вредности на чију тачност би током извођења мерења имали утицаји грешака тропосферског и јоносферског кашњења, вишеструке рефлексије, видљивости сателита што би директно негативно утицало на тачност и поузданост мерења. Уколико пројектним задатком није стриктно дефинисано која технологија мерења мора да се користи при реализацији успостављања ГМПН и уколико се не захтева испод милиметарска тачност, свакако је економичније користити ГНСС технологију.

9. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Т. Нинков, “Пројектовање геодетских мрежа у инжењерској геодезији,” Нови Сад, 2013.
- [2] В. Mozetič и В. Stopar, “OPTIMIZACIJA OPAZOVANJ V GEODEZIJI,” *Geod. Vestn.*, vol. 52, no. 2, pp. 313–328, 2008.
- [3] Т. Нинков, В. Булатовић, З. Сушић, и М. Савановић, “Preliminary Evaluation of Accuracy of 2D Control Network Bridge ‘Gazela,’” *Joint International Symposium on Deformation Monitoring*, 2011.
- [4] G. Novaković, “Geodetske mreže posebnih namjena,” Zagreb, 2005.
- [5] S. Kuang, *Geodetic network analysis and optimal design: concepts and applications*. Chelsea, MI, United States: Ann Arbor Press, 1996.
- [6] К. Михајловић и И. Р. Алексић, *Концепти мрежа у геодетском премеру*. Београд: Привредно друштво за картографију “ГЕОКАРТА” д.о.о., Београд, 2008.
- [7] E. W. Grafarend и F. Sansò, *Optimization and Design of Geodetic Networks*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 1985.

- [8] Т. Нинков, “Оптимизација пројектовања геодетских мрежа,” Београд, 1989.
- [9] К. Михајловић и К. Врачарић, *Геодезија ИИИИ*. Београд: Грађевински факултет, Универзитет у Београду, Научна књига, Београд, 1985.
- [10] R. Paar, “Uspostava geodetske osnove za posebne namjene,” Sveučilište u Zagrebu, 2006.
- [11] W. F. Caspary, *Concepts of Network and Deformation Analysis*, Second edi. Kensington: School of Geomatic Engineering (formerly Surveying), University of New South Wales, 1988.
- [12] E. Vrce, “Kvalitet geodetske mreže,” *Geod. Glas.*, vol. 39, no. 41, pp. 5–21, 2007.
- [13] S. M. Radojičić, “Koncept pouzdanosti geodetskih mreža,” *Vojnoteh. Glas.*, vol. 2, no. 10, pp. 179–187, 2009.
- [14] W. F. Caspary, *Concepts of Network and Deformation Analysis*, Third Edit. School of geomatic engineering, The University of New South Wales, 2000.
- [15] “<http://derletztekick.com/software/netzausgleichung>.” . Приступљено: 04.04.2016.
- [16] “<http://wiki.derletztekick.com/javagraticule3d/gui/editor>.” . Приступљено: 04.04.2016.
- [17] М. З. Марковић, Д. Васић, Т. Нинков, М. Петковић, и Н. Јанковић, “Примена савремених геодетских метода током изградње високих зграда,” у *Savremena dostignuća u građevinarstvu*, 2016.

ПОЛАРНА СВЕЛОСТ И СУНЦЕ - НАЈНОВИЈА САЗНАЊА

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

Прегледни рад:
УДК: [550.388.8+523.98]

РЕЗИМЕ

У раду је приказан феномен појављивања поларне светлости (ауроре) на високим географским ширинама, у близини Земљиних полова. Као главни узрок ове појаве је активност Сунца, односно његово зрачење високо наелектрисаних честица које у судару са магнетосфером планете Земље изазивају импресивне светлосне ефекте. Вишегодишњим осматрањима установљено је да се поларна светлост појављује у време појачане сунчеве активности која се у циклусима манифестује сваких 11 година. Приказани су, такође, најновији снимци појачане активности Сунца, као и прелепе фотографије поларне светлости, урађене највећим делом од стране америчке свемирске агенције NASA (енг. National Aeronautics and Space Administration).

Кључне речи: *Поларна светлост, Аурора, Магнетосфера, Атмосфера, Сунце.*

POLAR LIGHT AND SUN - LATEST FINDINGS

Prof. Dr Miroslav Starcevic, geophysicist

ABSTRACT

The paper presents the appearance of the aurora borealis phenomena at high latitudes, near the poles. As the main cause of this phenomenon is the activity of the Sun, and its high radiation of charged particles that in a collision with the Earth magnetosphere produce impressive light effects. Many years of observations established that the aurora borealis occurs at the time of increased solar activity, which is manifested in cycles of every 11 years. The latest footage of the active Sun and the beautiful pictures of polar light, made mostly by the US space agency NASA are presented as well.

Key words: *Northern lights, Aurora, The magnetosphere, The atmosphere, The Sun.*

1. УВОД

Поларна светлост је природни светлосни ефекат који се појављује на ноћном небу. Види се на високим географским ширинама у области Арктика и Антарктика. Она настаје када се Земљина магнетосфера поремети под утицајем соларног ветра, односно високонаелектрисаних честица у облику електрона и протона. Киша протона судара се са атомима водоника у високој атмосфери при чему настаје велики број слободних електрона који производе оптичке ефекте. Као резултат ове интеракције, у Земљиној атмосфери настаје светлосни ефекат различитих боја и облика. Светлосни ефекат, осим назива поларна светлост, има и назив Аурора, по староримској богињи зоре.

2. ПОЈАВА ПОЛАРНЕ СВЕЛОСТИ И СУНЦЕ

Поларна светлост појављује се у појасу широком од 3 до 6 степени по географској ширини (од 300 до 600 km). Појас је удаљен од полова од 1000 km до 2000 km, односно између 70 и 80 степени географске ширине. Снимак поларне светлости на северној хемисфери из сателита приказан је на слици 1.



Слика 1. Поларна светлост у области северног пола снимљена из сателита 24. маја 2010. године

На северној хемисфери, ефекат поларне светлости назива се **aurora borealis** по староримском називу за зору (*Aurora*) и старогрчком називу за северни ветар *Boreas*. Овај назив је први увео Галилеј 1619. године.

На јужној хемисфери, поларна светлост зове се **aurora australis** од латинске речи *Australis*, што значи „са југа“. Особине јужне поларне светлости су исте са оном на северној хемисфери и појављују се у исто време. Јужна аурора може се видети на великим јужним географским ширинама, са Антарктика, из Јужне Америке, Новог Зеланда и Аустралије.

¹ Редовни професор у пензији, Нови Београд, Гандијева 47а, e-mail: starcevicstari@gmail.com

Поларна светлост може се видети и на другим планетама које имају магнетско поље. Слично као на Земљи, види се у областима око магнетских полова.

На слици 2. приказан је снимак поларне светлости на хоризонту снимљен из Међународне свемирске станице у септембру 2011. године.



Слика 2. Снимак Ауроре Аустралис добијен са међународне свемирске станице 11. септембра 2011. године на позицији између Аустралије и Новог Зеланда

Први подаци о вези ауроре и магнетског поља добијени су осматрањем овог феномена од стране Елијаса Лумиса, Хермана Фрица и Тромхолта. Они су установили да се аурора појављује у облику прстена радијуса око 2500 km са центром на магнетском полу. Треба напоменути да се положај географског пола око кога Земља ротира, налази на удаљености око 2000 km од магнетског пола, негде у региону северне Канаде. Такође, треба имати у виду да се аурора најбоље може видети из области која се зове магнетска поноћ. То је место где се магнетски пол налази између посматрача и Сунца.

Улога Сунца

Доказана је веза између појаве поларне светлости и сунчеве активности. Сунце живи свој живот у већ утврђеним активностима које су слабије или јаче у периодима од око 11 година. У периодима слабије ак-

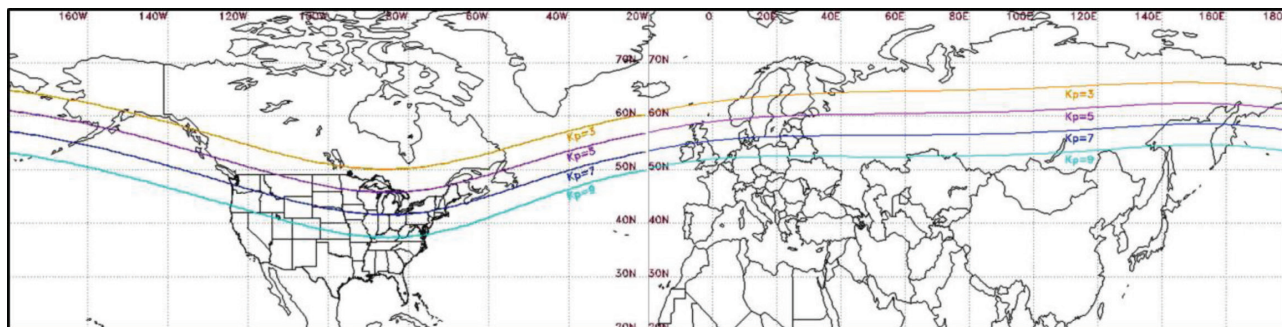
тивности, које зовемо мирним Сунцем, учојава се врло мали број пега и мали број експлозија које избацују наелектрисане честице. У периодима активног Сунца, број пега се знатно повећава и експлозије су честе и понекад врло снажне.

На бројним геомагнетским опсерваторијама којих има у скоро свакој држави, врше се свакодневна непрекидна мерења компонената магнетског поља. У нашој земљи, таква опсерваторија се налази у Брестовику код Гроцке на којој се врло често региструју такозване „магнетске буре“ које представљају регистрацију појачаног магнетског поља у периодима веће активности Сунца. Управо у тим периодима на већим географским ширинама могу се уочити појаве поларне светлости.

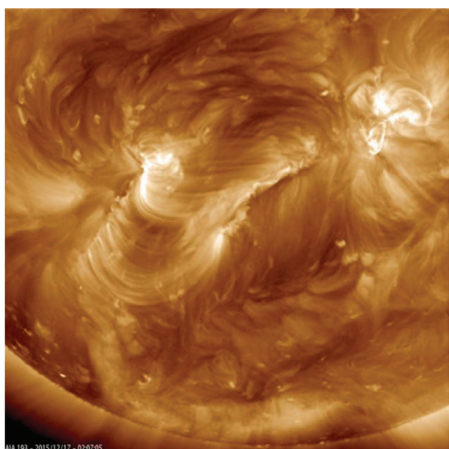
На слици 3. приказане су области на северној хемисфери из којих се аурора може видети у зависности од степена сунчеве активности која се мери коефицијентом Кр. Веће Кр представља већу активност Сунца (линија циан боје).

Пеге на Сунцу, које се могу лако уочити чак и са мањим телескопом, представљају простор са појачаном магнетском активношћу на површини Сунца. На тим местима, јављају се снажна вртложна кретања материје, а оно што ми видимо као тамне пеге, уствари су такође врела места (области са јако високим температурама), али са много нижим температурама од околине, па из тог разлога изгледају тамно. Величина пега може бити врло велика, често већа него што је наша планета Земља. На местима где се налазе пеге, стварају се витруелни магнетски полови са различитим поларитетом, тако да се комбиновањем тих локалних полова са главним магнетским половима Сунца, добија врло сложена слика снажног ковитлања материје.

На слици 4. приказан је снимак дела Сунца у ултраљубичастом делу спектра направљен 16. децембра 2015. године, где се лепо виде каскаде у облику лукова, настале под утицајем магнетских линија сила у поремећеном магнетском пољу за време појачане активности Сунца. Ове линије лукова нису видљиве за људско око, па су зато обојене у боји бронзе.

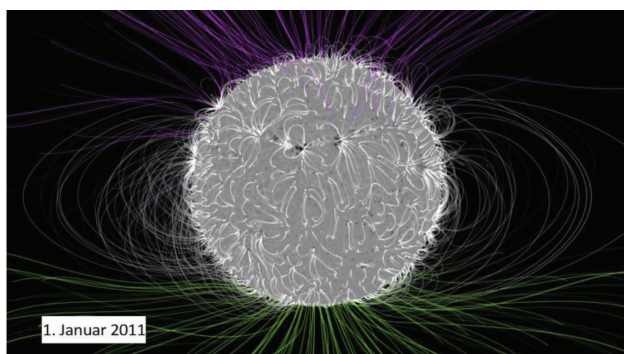


Слика 3. Области у којима се може видети поларна светлост у зависности од јачине сунчеве активности Линије: жута Кр = 3, љубичаста Кр = 5, плава Кр = 7, циан Кр = 9

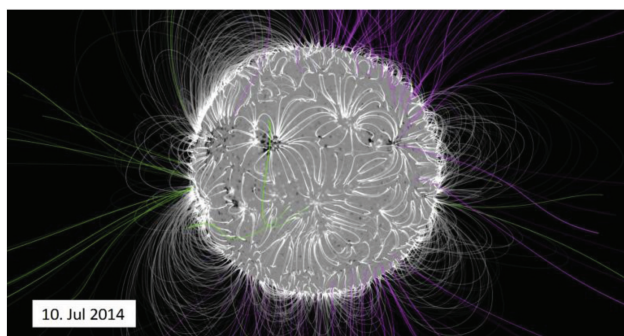


Слика 4. Део Сунца снимљен у ултраљубичастом делу спектра и обојен у боји бронзе

Сложеност магнетског поља Сунца у време његове активне фазе може се лепо видети када га упоредимо са ситуацијом када је Сунце мирно. На слици 5, приказан је диск Сунца на дан 1. јануара 2011. године, три године после соларног минимума. Магнетско поље је релативно мирно са линијама сила концентрисаних око полова. На слици 6, приказан је диск Сунца на дан 10. јула 2014. године за време соларног максимума, у време појачане активности Сунца. Виде се бројне отворене и затворене линије магнетских сила са врло компликованом структуром, идеалним условима за стварање соларних експлозија и изbacивање огромних количина наелектрисаних честица протона и електрона.

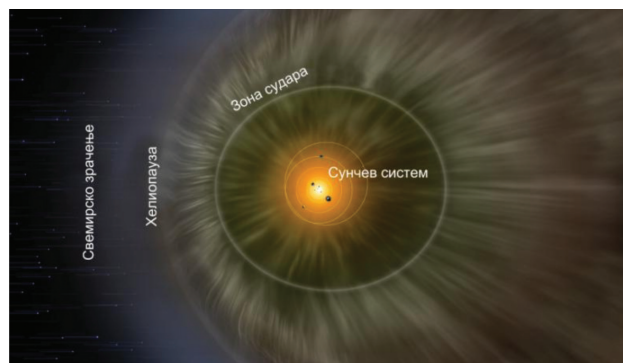


Слика 5. Магнетске линије сила на Сунцу за време мирног периода



Слика 6. Магнетске линије сила на Сунцу за време активног периода

Осим соларног ветра, у сваком тренутку постоји и свемирско зрачење од различитих врста честица. Ово зрачење се судара са сунчевим зрачењем на граници тзв. хелиопаузе, до линије докле се осећа дејство Сунца, односно његовог зрачења у свемир. На слици 7 приказане су шематски зоне које стално egzистирају, а које се могу дефинисати са аспекта судара свемирског зрачења и зоне дејства Сунца.

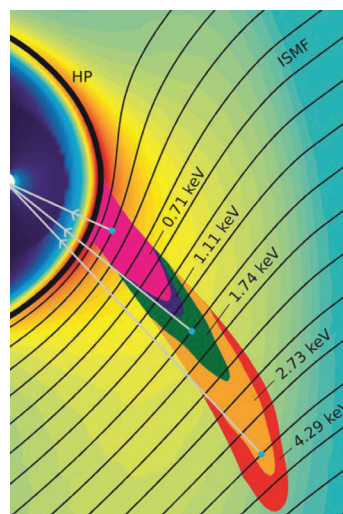


Слика 7. Шематски приказ судара свемирског зрачења хелиопаузе

Наелектрисане честице које долазе са Сунца носе велику енергију. Оно што је интересантно, при изbacивању материје са површине Сунца у облику млазева (експлозија), честице са удаљавањем од Сунца добијају све већу енергију, што се може видети на слици 8. Црним линијама означене су вредности енергије у електрон волтима.

Електронволт (eV) је јединица енергије једнака кинетичкој енергији коју задобије слободни електрон у вакууму проласком кроз потенцијалну разлику од једног волта. Другим речима, то је један волт ($1 \text{ V} = 1 \text{ J/C}$, $1 \text{ волт} = 1 \text{ кул по кулону}$) пута наелектривање једног електрона (у кулонима). Електронволт је врло мала јединица енергије:

$$1 \text{ eV} = 1.602 \ 176 \ 53 \times 10^{-19} \text{ J.}$$



Слика 8. Енергија честица сунчевог зрачења HP – Сунчева корона; ISMF – енергетско поље

Млаз честица на слици 8 може бити дужине и до 2 милиона километара од површине Сунца. Види се да је енергија честица на врху млаза неколико пута већа од оне на површини Сунца.

3 ПРОГРАМ AURORA AUROSAURUS

Велика је улога аматера осматрача на различитим деловима планете и они имају допринос у регистровању бројних појава ауроре. Тако, на пример, током марта 2015. године, више од 500 аматера изјавило је да је видело аурору чак и на нижим географским ширинама, што је било неочекивано, с обзиром на успостављени модел да се поларна светлост може видети само на вишим географским ширинама.

За такве осматраче отворена је интернет страница www.aurorasaurus.org на којој сваки осматрач може да стави податке о датуму и тачном времену кад је снимио поларну светлост. На слици 9 приказана је наведена интернет страница.

На основу достављених коментара осматрача, повучена је црвена линија у облику лука која означава доњу границу по географској ширини до које су биле видљиве ауроре. Овална област зелене и наранџасте боје представља подручје са којег се може видети поларна светлост. У доњем десном углу интернет странице дата је легенда која се односи на број потврђених јављања појаве ауроре путем твитова или порука и још неки подаци. Осматра-

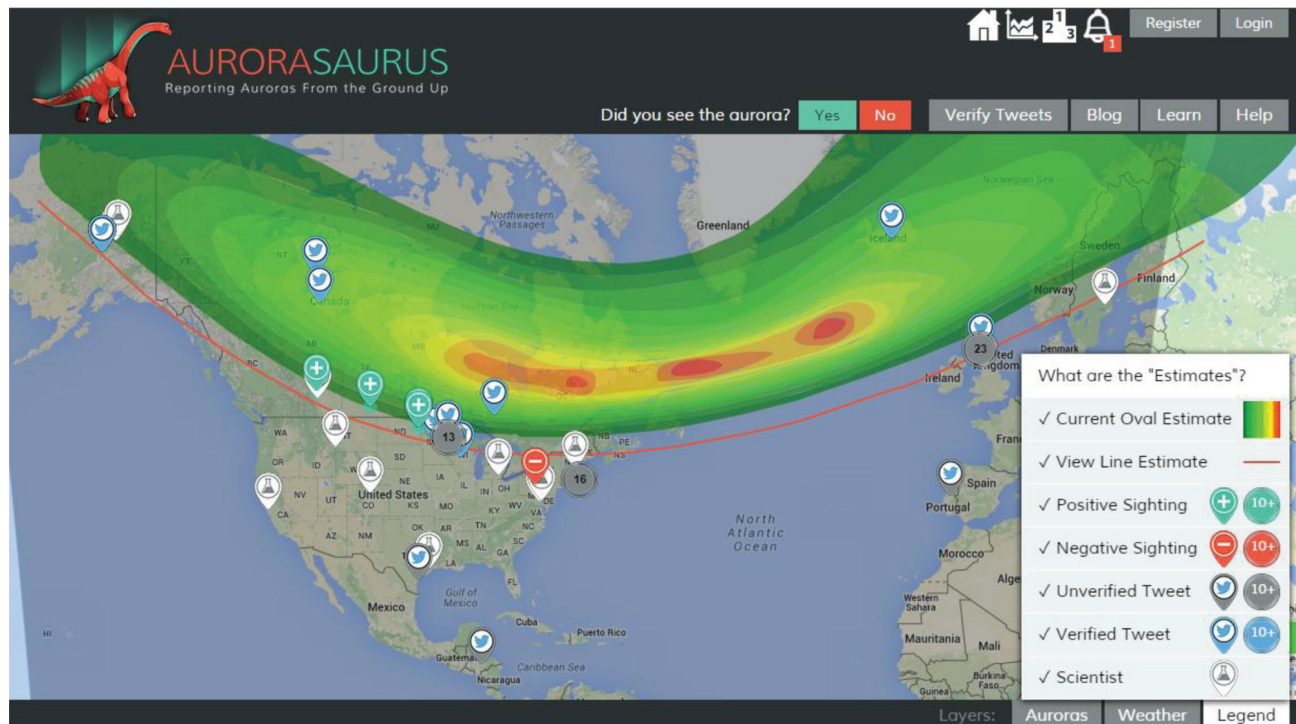
чи су јавили да су видели аурору у средњој Енглеској, северним обалама Холандије, и областима у САД као што су Мејн, Минесота, Њујорк и Северна Дакота.

Без података које осматрачи достављају, *Aurorasaurus* не би био у могућности да поправља свој модел који омогућава да се публикује област видљивости ауроре. Ради тога, тим *Aurorasaurus*-а подстиче да се што више осматрача укључи у акцију регистровања ауроре на разним деловима области високих географских ширина где постоји могућност да се аурора уопште може видети.

Значај резултата које публикује *Aurorasaurus* огледа се и у томе да их користе многе владине државне институције, као што то раде стручњаци Државног Универзитета Пенсилванија који анализом података са *Aurorasaurus*-а стварају прототип система раног упозорења. Рана упозорења овог типа имају улогу да скрену пажњу да се у неколико наредних сати могу очекивати евентуалне сметње на електричним и електронским уређајима, посебно на рачунарима и мобилним телефонима.

Посебну улогу *Aurorasaurus* мисија има у едукацији студената који изучавају прогнозу времена и остале атмосферске феномене, као и регистровања количине соларног ветра.

Aurorasaurus је подржан од стране NASA и Националне Фондације Научника, а осмишљен је са истраживачима из NASA, Конзорцијума Нови Мексико и Државног Универзитета Пенсилванија.



Слика 9. Интернет страница www.aurorasaurus.org за 6. март 2015. године

4. КАРАКТЕРИСТИКЕ ПОЛАРНЕ СВЕЛОСТИ

Посматрајући више од 12000 аурора, Карл Стормер из Шведске и његове колеге открили су да се највећи број аурора налази на висинама од 90 до 150 km изнад земљине површи. У ређим случајевима, неке ауроре се простиру чак и до 1000 km изнад земљине површи. Слике аурора су данас много чешће доступне него раније због повећања броја дигиталних фотоапарата који имају повећану осетљивост и на слабију светлост.

Данас је могуће направити изванредне слике дигиталним апаратима користећи жижну даљину f1.4 50 mm и експозицију између 10 и 30 секунди, у зависности од осветљености ауроре.

Први радови на снимању ауроре урађени су још давне 1949. године на Универзитету Саскачеван користећи радар SCR-270.

Визуелни облици и боје аурора

Аурора се често појављује у облику дифузног сјаја или као "завесе" које се простиру отприлике у правцу исток-запад. Понекада оне формирају "тихе лукове", некада се развијају и стално мењају ("активне Ауроре").

Најпрепознатљивије и најсветлије су ауроре у облику лукова налик на завесе. Свака завеса се састоји од многих паралелних зрака, који се простиру у правцу локалног магнетног поља. Мерења броја честица на лицу места потврђују да се електрони простиру дуж линија геомагнетских сила, а добијају облик спирала док се крећу ка Земљи. Сличност облика аурора са завесима потиче од лукова насталих сноповима електрона усмерених у правцу магнетских линија сила. Лукови могу бити засебне целине, а некад се брзо мењају и спајају тако да могу попунити цело небо. Такве ауроре могу бити толико светле да се под њиховом светлошћу могу читати новине. Међутим, у кратком времену могу настати варијације у интензитету светлости. С друге стране, тзв. 'дифузна' аурора има релативно безлични сјај, некада близу границе видљивости. Таква аурора се може разликовати од тзв. 'месечевог облака', тј. чињеницом да се звезде могу видети кроз сјај такве ауроре.

Боје аурора могу бити различите и крећу се од црвених, зелених, плавих, жутих и ружичастих.

Црвене ауроре се појављују на великим висинама побуђивањем атома кисеоника на таласним дужинама 630 nm. Мала концентрација атома, као и слабије осетљивости ока на тим таласним дужинама, црвене ауроре могу се видети само код врло интензивне сунчеве активности. У таквим случајевима, боје су углавном скарлетно-гримизне.

Зелене ауроре појављују се на мањим висинама на којима доминира таласна дужина од 557.7 nm, што је карактеристично за зелену боју. Велика концентрација атома кисеоника и јака осетљивост ока на зелену боју доводи до тога да су зелене ауроре најзаступљеније на ноћном небу. Зелена аурора може бити помешана са цр-

веном, тако да настају ауроре ружичасте и жуте боје. Брз пад концентрације атомског кисеоника испод висина од 100 km је одговоран за оштру ивицу доњих делова завесе.

Плаве ауроре појављују се на мањим висинама, када се смањује количина кисеоника, а расте број молекула азота, који се у судару са слободним електронима јонизује са доминантним таласним дужинама од 428 nm, карактеристичним за плаву боју. Плава и љубичаста боја ауроре, типична за доње ивице завесе, указује на висок ниво сунчеве активности.

Жута и ружичаста боја ауроре настаје као мешавина црвене и плаве. Друге нијансе црвене, као што је наранџаста, може се ретко видети, док је жуто-зелена чешћа.

Осим видљиве светлости, аурора емитује и снажне емисије радио таласа фреквенције 150 kHz, познате као километарско зрачење ауроре, откривено 1972. године. Због апсорпције јоносфере, ово радио зрачење може се регистровати само из свемира.

5. УЗРОЦИ НАСТАНКА АУРОРЕ

Пуно разумевање физичких процеса који доводе до настанка различитих типова ауроре још није објашњено, међутим, основни узрок ове појаве је познат: интеракција соларног ветра са земљином магнетосфером. Промене у интензитету соларног ветра производе ефекте различитих јачина и облика ауроре и укључује један или више физичких сценарија.

1. Пролажење соларног ветра поред Земљине магнетосфере стално доводи до међусобне комуникације и убризгавања соларних честица директно у геомагнетске линије сила које су "отворене" на једној хемисфери, за разлику од оних које су "затворене" у супротној хемисфери. Тиме се обезбеђује дифузија кроз атмосферу. То, такође, може узроковати да се честице које су већ заробљене у појасевима зрачења, таложе у атмосферу. Када се честице изгубе у атмосфери, у мирним условима оне се замењују лагано новим, а затим се процес понавља, чиме се циклус затвара.
2. Геомагнетске промене или промене геомагнетског поља од појачаног соларног ветра које изазивају поремећаје на тзв. 'магнетски реп', односно издужене линије сила у правцу супротном од Сунца. Као резултат тог дејства, соларни ветар скреће магнетни флуks са дневне стране Земље у магнетски реп на ноћној страни Земље. Резултат може бити промена магнетског поља Земље, толико велика да производи ауроре видљиве на средњим географским ширинама, на просторима много ближе екватору него онима из зоне ближних половима.
3. Убрзање наелектрисаних честица увек прати и магнетосферске поремећаје који производе ау-

рору. Овај механизам, за који се верује да углавном настаје из интеракције таласи-честице, повећава брзину честице у правцу главног магнетског поља. Угао уласка у атмосферу је смањен и повећава се шанса да се честица убрза при уласку у атмосферу. И електромагнетски таласи и електростатички таласи, настали у време већих геомагнетских поремећаја, дају значајан допринос појави процеса настанка ауроре.

6. АУРОРА И ЈОНОСФЕРА

Јоносфера је онај део горње атмосфере где су јони и електрони термалне енергије присутни у довољном броју да имају значајан утицај на пропагацију радио-таласа. Електрично поље у јоносфери, према неким истраживањима, изнад полова има напон од око 40.000 волти, које може порастати до 200.000 волти током интензивних магнетских бура које се дешавају на иласком наелектрисаних честица током снажних соларних активности. Према даљим интерпретацијама, електричне струје у јоносфери су директни резултат убрзавања електрона у атмосфери услед интеракције талас-честица.

Јоносферске струје имају комплексну природу. Критијан Биркенланд установио је да струја у јоносфери (а такође у аурори) тече у правцу исток-запад дуж аурора лука. Те струје које теку са дневне стране ка ноћној страни добиле су назив 'аурора електронски млаз' (auroral electrojets).

Било је у прошлости веома снажних соларних ерупција које су доводиле до необичних феномена. Половином 19. века забележена је врло јака сунчева активност која је изазвала тада не тако велике штете јер тада још нису постојали електрични уређаји какве данас познајемо. Ипак, установљена је, том приликом, повезаност феномена аурора ефекта и струје. Овај налаз било је могуће извести не само мерењем магнетског поља, већ и као резултат прекида телеграфских веза на линијама укупне дужине око 200.000 km које су у то време биле у оперативном стању.

Неке телеграфске линије, међутим, биле су у оперативном стању и поред тога што су уређаји били искључени. Следећи разговор догодио се између два оператора *Америчког Телеграфа* између Бостона и Портланда у ноћи 2. септембра 1859, што је објављено у листу *Boston Traveler*.

Бостон оператор (оператору у Портланду): „Молим вас искључите батерију привремено на 15 минута.“

Портланд оператор: „Урадићу. Ево, искључено је.“

Бостон: „И ја сам искључен и ми сада радимо на струју из ауроре. Како примаш моју поруку?“

Портланд: „Боље него када сам укључен на батерије. Струја са прекидима долази и нестаје“

Бостон: „Моја струја је повремено врло јака и тада радимо боље него са батеријама. Изгледа да аурора наизменично неутралише и појачава наше батерије, чинећи да је струја понекад сувише јака за наше магнетске релеје. Предлажем да радимо без батерија док трају проблеми са аурором.“

Портланд: „Одлично. Могу ли да наставим са послом?“

Бостон: „Да, наставите“.

Конверзација је настављена следећа два сата без коришћења батерија, користећи само струју из ауроре. То је било први пут у писаној историји да је размена порука ишла на тај начин.

7. ИСТОРИЈСКЕ ТЕОРИЈЕ, ВЕРОВАЊА И МИТОЛОГИЈЕ

Контрола ауроре магнетским пољем било је познато још код старих Грка (Питија, Хиортер) и од Целзијуса који је описао 1741. године велике флукуације магнетског поља док је аурора била на ноћном небу. Касније је постало јасно да су јаке електричне струје повезане са аурором. Многа веровања и теорије које објашњавају аурору појављивале су се током векова.

Сенека говори о аурорама у првој књизи своје *Naturales Quaestiones*, са цртежима урађеним углавном од Аристотела; он их сврстава под називом "putei" или кружних бунара, "rim" као велику рупу у небу, "pithaei" када изгледају као бурад, "chasmata" из корена енглеског од речи провалија, "pogoniae" када су у облику браде, "cyparissae" када изгледају као чемпреси, описује вишеструке боје и пита се да ли су изнад или испод облака. Он подсећа да се у време Тиберија, ауроре формирају изнад Остиа, да су тако интензивне и црвене да војске, стациониране у близини за ватрогасне потребе, галопирају ка граду.

Бенџамин Франклин изводи теорију да је мистерија северне светлости изазвана концентрацијом електричних честица у поларним регионима, а појачана присуством снега.

Поларна светлост имала је различита имена током историје. Племена Крик са севера Канаде која су живела пре неколико стотина година, ауроре су називале 'плес духова'. У средњовековној Европи веровало се да су ауроре небески знаци богова.

На слици 8 приказано је уметничко виђење поларне светлости из 1865. године коју је насликао *Frederic Edwin Church* после битке код Фредериксбурга у америчком грађанском рату. У ноћи после битке могла су се видети светла на небу. Војска Конфедерације је то протумачила као знак да је Бог био на њиховој страни. Такође, то је било реткост да се у Вирџинији, која се налази на средњим географским ширинама, могла видети поларна светлост.



Слика 8. Уметничко виђење поларне светлости сликара Frederic Edwin Church's из 1865 године под називом "Aurora Borealis"

Постоји запис из 1855. године из нордијске митологије:

Валкириор су ратничке девице, које јашу на коњима и наоружане су кацигама и копљима. Када јашу у трку, њихов оклоп баца чудно треперење светлости, које засветли на северном небу, чинећи оно што називамо *aurora borealis*, или поларна светлост.

Питање је колико су ови митолошки описи веродостојни имајући у виду да су данас ауроре видљиве из Скандинавских земаља, док је у то старо доба северни магнетски пол био много даљи од тих земаља него данас. У данашње време поларна светлост видљива је на Исланду од септембра до априла.

У првим старим нордијским хроникама из 1230. године (дуго после доба Викинга) помињу се светлосни ефекти од сународника који су путовали бродовима до Гренланда. Хроничар даје три могућа објашњења за ову појаву: океан је окружен великим пожарима, затим сунчеве ерупције су окруживале Земљу на ноћној страни и коначно глечери су складиштили енергију тако да су на крају исијавали флуоресцентну светлост.

У старој римској митологији, Аурора је богиња зоре, која обнавља себе сваког јутра и исијава светлост по небу како би призвала долазак Сунца. Личност Ауроре укључена је у списима Шекспира, Лорда Тенисона и Торса. Међутим, име Аурора долази из латинске речи за зору, при чему се она не везује за аурору, светлосну појаву на ноћном небу.

У традицији Абориџинских племена у Аустралији, *aurora australis* је најчешће везана за ватру. На пример, племе Гундитјмара у области Западна Викторија аурору зову *Puae buae*, што значи пепео, док племе Гунаи на у области Источна Викторија аурору називају 'буш у пламену у духовном свету'. Диери, народ у Јужној Аустралији светлост на небу зову *Kootchee*, што значи 'зли дух који ствара велики пламен'.

8. АУРОРА НА ПЛАНЕТАМА СУНЧЕВОГ СИСТЕМА

Свака планета која има своје магнетско поље има и своје ауроре.

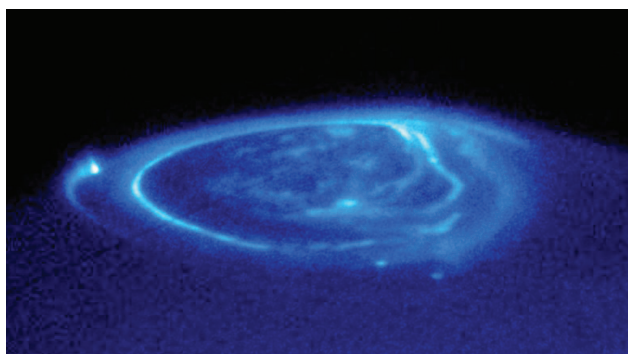
Ако кренемо редом по удаљености од Сунца, планета Меркур нема магнетско поље, што значи да нема ни ауроре.

Венера, са врло густом атмосфером, нема своје магнетско поље, али ипак су регистроване појаве ауроре. Појаве светлосних ефеката на овој планети потичу од електрона послатих са Сунца као сунчев ветар и увек се региструју на ноћној страни планете.

Ауроре су регистроване и на Марсу, први пут 14. августа 2004. године од стране SPICAM инструмента на летелици *Mars Express*. Аурора је лоцирана на подручју *Terra Cimmeria*. Емисија ауроре била је ширине око 30 km и висине око 8 km. Анализом карата магнетског поља Марса установљено је да је подручје на коме се видела аурора управо простор где је локализовано најјаче магнетско поље. Ова корелација указује да је порекло светлосне емисије изазвано флуksom електрона који су се кретали дуж линија сила магнетског поља Марса.

Обе планете и Јупитер и Сатурн имају магнетско поље знатно јаче од магнетског поља Земље. Магнетско поље на екватору Јупитера износи око 4.3 Гауса, што је око 15 пута веће од земљиног (0.3 Гауса). На обе планете су регистроване ауроре Хабловим телескопом.

На слици 9 приказана је аурора на Јупитеру. Светла тачка на слици лево је сателит Ио, а две светле тачке доле десно на слици представљају сателите Ганимед и Европа.

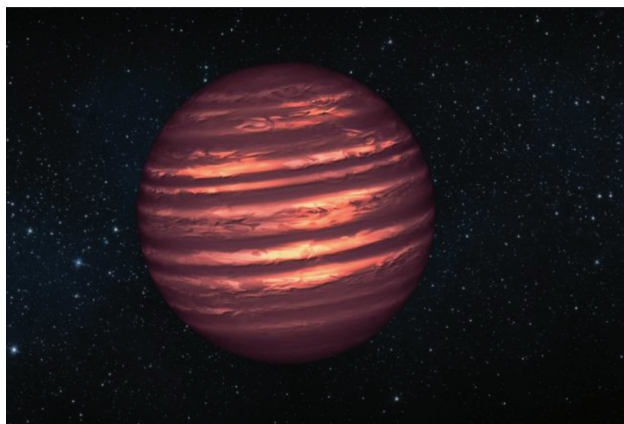


Слика 9. Аурора на Јупитеру

На гасним планетама (Јупитер и даље планете) ауроре су изазване такође соларним ветром. Јупитерови сателити, посебно Ио, додатно појачава изглед ауроре на Јупитеру. Ово проистиче из чињенице да Ио има активну вулканску активност и сопствено магнетско поље које се додатно усложњава са Јупитеровим пољем, а ту су и додатни фактори: ротација планете и ротација сателита око планете. Јупитерова ротација износи 10 сати, а период ротације сателита Ио око планете

је 42 сата. На тај начин, аурора на Јупитеру има специфичност да је стално присутна и да брзо мења облик, интензитет и боју.

Тело названо смеђи патуљак је нешто између звезде и планете. Наиме, то је објекат који нема довољно велику масу да постане звезда, односно да започне фузију водоника у хелијум, али ни довољно малу масу да постане гасна планета. Такво тело са ознаком LSR J1835+3259 уочено је на растојању од 18 светлосних година у сазвежђу Лира. Слика смеђег патуљка приказана је на слици 10.

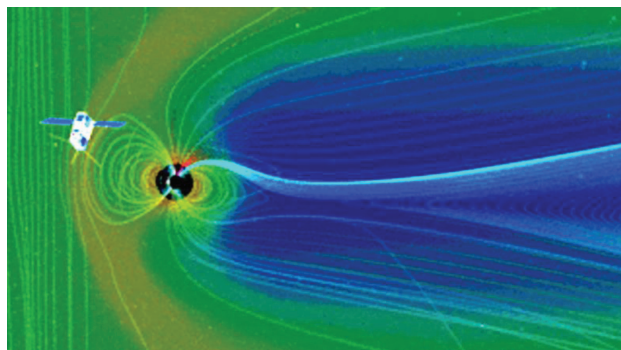


Слика 10. Звезда смеђи патуљак LSR J1835+3259 у сазвежђу Лира

На овом објекту први пут је откривена аурора ван Сунчевог система. Аурора је углавном у црвеној боји зато што се наелектрисане честице сударају са атомима водоника у атмосфери звезде. Још није познато шта проузрокује аурору на самој звезди. Постоје две претпоставке о узроку ове појаве. По једној, материјал са звезде је избачен на њену површину преко соларног ветра, што је произвело сопствене електроне. Друго могуће објашњење је да постоји још неоткривена планета која кружи око смеђег патуљка, што доводи до избацавања материјала са планете, што је сличан случај као код Јупитера и његовог сателита Ио.

9. ЛАНСИРАЊЕ САТЕЛИТА КОЦКА (CUBESAT) У БЛИСКОЈ БУДУЋНОСТИ

Сателит Коцка (*CubeSat - CuSP*) биће лансиран од стране NASA у току 2018. године. Његов задатак биће да осматра честице које долазе са Сунца у облику соларног ветра. Такође, његова улога биће да снима варијације магнетског поља Земље у току периода мирног Сунца тј. смањене активности Сунца и у доба његове појачане активности. На слици 11 приказана је уметничка визија Земљиних магнетских линија сила како обавијају планету Земљу и штите од свих врста зрачења са Сунца.



Слика 11. Уметничка визија сателита CubeSat Извор: NASA's Goddard Space Flight Center

Сателит *CubeSat* има димензије као кутија муслија, око 30 cm x 20 cm x 10 cm, што значи да њено лансирање неће бити скупо. По свом облику сличном коцки је добио и назив. Задатак сателита биће да изучава динамику честица и утицај магнетског поља са Сунца. Биће лансирано више сателита овакве величине у разним деловима свемирског простора у између Сунца и Земље. Један од њих орбитираће око Сунца у међупланетарном простору са задатком да мери долазеће зрачење које може да изазове различите ефекте на Земљи, од ометања комуникација, до сметњи на електронику постојећих сателита.

Предност оваквих осматрања је да ће се регистрова-ти догађаји сатима пре него што они стигну до Земље, тако да се на време могу предузети мере заштите.

Сателит ће носити три инструмента, а до тренутка лансирања 2018. године биће одређено који ће то бити инструменти. Сунце константно емитује честице које називамо соларни ветар, међутим повремено су то вишеструко снажнија и по количини већа зрачења која, кад доспеју до земљине магнетосфере, изазивају тзв. магнетске буре. Соларни ветар има релативно мале брзине и потребно му је неколико дана да доспе са Сунца до Земље.

У данашње време, мерења Сунчевог зрачења изводе се помоћу десетак сателита који се налазе у непосредној близини наше планете. Најдаљи од њих је око 1.5 милион километара удаљен од Земље, што је мало у односу на растојање Земље и Сунца које износи 150 милиона километара. Сателити *CubeSat* биће много удаљенији од Земље, чак до половине међусобног растојања са Сунцем. Комуникација са таквог сателита, односно пренос сигнала, износиће око 4 минута у једном смеру, што значи да ће снимљени подаци каснити 4 минута. То, међутим, неће бити недостатак, јер соларни ветар ипак путује доста спорије, око 2 милиона километара на час или 550 километара у секунди, што је 550 пута спорије од брзине сигнала са сателита до Земље.

Предвиђено је да се пошаље око 20 оваквих малих сателита како би се створила мрежа сателита у различитим орбитама. Тада ћемо бити у стању да разумемо свемирско окружење у три димензије.

10. СПЕКТАКУЛАРНЕ СЛИКЕ АУРОРА

У даљем тексту приказане су слике неколико спектакуларних аурора у близини северног и јужног пола. Игра боја и светлости представља прави празник за очи и не може се упоредити ни са чим. Чак и слике које су овде приказане само су део доживљаја који се може осетити само на лицу места, бар према причама очевидца који су имали срећу да буду на месту догађаја. Како неко рече, аурора је слика на платну огромне величине, а то платно је цело небо. Кад се догађај посматра уживо, слика није статична већ се мења из минута у минут, што је посебно додатно атрактивно. Нажалост, аутор овог текста није имао прилику да види аурору уживо, али још увек се нада да ће се то десити једног дана.

11. ЗАКЉУЧАК

У раду су приказани модели настајања поларне светлости или ауроре, једне од најатрактивнијих светлосних ефеката на ноћном небу. Нажалост, није их могуће видети на нашим географским ширинама већ само у регионима близу полова – северног и јужног. Показано је да се ауроре појављују углавном у вре-

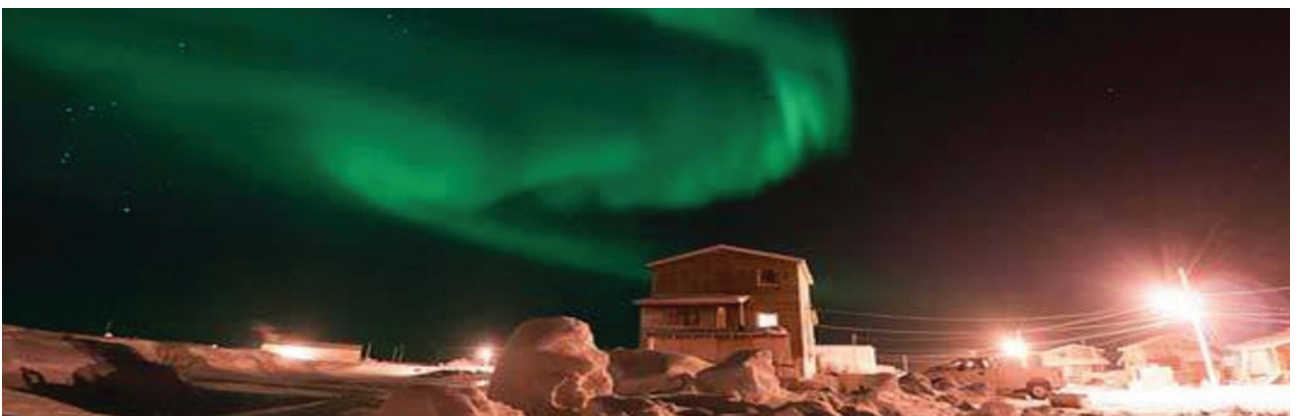
ме појачане сунчеве активности, у циклусима од око 11 година, мада се оне могу појавити и у периодима смањене активности Сунца. То се догађа када дође до изненадног протока наелектрисаних честица огромне енергије са површине Сунца. Због земљиног магнетског поља које се понаша као штит за оваква зрачења, једини простори где ове честице могу продрети су магнетни полови.

Приказане су и фотографије неколико врло атрактивних аурора које по својој лепоту одузимају дах, бар према причи оних који су имали могућности да их виде уживо. Та игра боја и светлости засењује све што човек може видети на огромном платну, које у овом случају представља цело небо.

12. ЛИТЕРАТУРА

- [1] <https://www.google.rs/search?q=aurora&biw=1440&bih=775&source=lnms&tbm=isch&sa>
- [2] <https://en.wikipedia.org/wiki/Aurora>
- [3] www.nasa.gov
- [4] <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2016/picturing-the-sun-s-magnetic-field>
- [5] <https://www.nasa.gov/goddard>





20 ГОДИНА ИНТЕРНЕТА У СРБИЈИ И 16 ГОДИНА ИНТЕРНЕТА У РГЗ

Живорад Окановић, дипл. геод. инж.¹

Обавештење:

УДК: 004.738.5(497.1)“451.20”+[004.738.1:528](497.11)

РЕЗИМЕ

Поводом двадесет година интернета у Србији у Ректорату београдског универзитета одржан је пригодан скуп. У раду се даје краћи осврт на почетак и раст интернета у Србији, прва интернет повезивања у бившим југословенским републикама као и на увођење и развој интернета у РГЗ. Циљ РГЗ је био савремени начин прикупљања, обраде и размене геоинформација преко интернет сервиса за потребе широког круга корисника података Катастра непокретности и других услуга. Тим поводом се износе сада већ историјски подаци о изградњи ИКТ инфраструктуре као предуслова функционалних интернет сервиса у РГЗ.

Кључне речи: Интернет у Србији, Интернет у РГЗ, ИКТ инфраструктура у РГЗ, е-Катастар у РГЗ.

TWENTY YEARS OF INTERNET IN SERBIA AND 16 YEARS INTERNET IN RGA

Živorad Okanović, grad. geod. ing.

SUMMARY

Due to occasion of twenty years of Internet in Serbia, special event will be held on the University of Belgrade, Rector department. This article provides a brief overview of the beginning and growth of the Internet in Serbia, the first Internet connection in the former Yugoslav republics as well as the introduction and development of the Internet in the RGA. The aim of the RGA was a modern way of collecting, processing and exchange of geospatial information via the Internet services to meet the needs of a wide range of user data Real Estate Cadastre and other services. In behalf of that event, data about building ICT infrastructure which are almost historical are announced as a precondition for functional Internet services in the RGA.

Key words: Internet in Serbia, Internet RGA, ICT infrastructure in the RGA, e-Cadastre.

1. УВОД

Универзитет у Београду, Електротехнички факултет (ЕТФ) у Београду, Академска мрежа Републике Србије (АМРЕС) и Друштво за информатику Србије, организовали су 29. Фебруара 2016. године свечани скуп под насловом Двадесет година интернета у Србији. Скуп је одржан у свечаној сали Универзитета у Београду, Студентски трг бр. 1, тј. у оној истој сали у којој је увођење интернета промовисано 27. фебруара 1996. године. Учеснике скупа су поздравили проф. др Иванка Поповић проректор, проф. др Вера Дондур државни секретар у Министарству просвете, науке и технолошког развоја и Татјана Матић, државни секретар у Министарству трговине, туризма и телекомуникација. Снимак презентације и целог скупа, у време док је писан овај чланак, био је доступан на адреси www.medija.rcub.bg.ac.rs. Догађај је истовремено био преношен преко медија портала Рачунског центра Универзитета Београд (РЦУБ) - (<http://media.rcub.bg.ac.rs>). О почецима интернета, његовом ширењу и данашњим применама говорили су:

- Проф.др Зоран Јовановић, декан ЕТФ-а (тема - Како смо се повезали на интернет),

- Др Славко Гајин, директор РЦУБ (Развој Академске мреже кроз европске интеграције),
- Др Милош Цветановић директор Академске мреже Србије (АМРЕС данас) и
- Никола Марковић, председник Друштва за информатику Србије (Примене интернета у Србији данас).

Скупу је присуствовало преко стотину гостију, међу којима је било и актера који су учесовали у увођењу интернета у Србију те, сада већ историјске, 1996. године.

2. ИНТЕРНЕТ У СРБИЈИ ЈЕ НАСТАО У ЗГРАДИ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

За почетак рада интернета у Србији узима се 27. фебруар 1996. године када је РЦУБ први пут повезао Академску мрежу на интернет. Неко од поменутих презентатора на овоме скупу, изнео је још прецизнији податак да је то било око 11 часова и 50 минута. Томе је је претходио непрекидан дневно ноћни рад на инсталацији и усмеравању антенског система ка изабраном сателиту, као и монтирање друге ИКТ

¹ e-mail: zivorad.okanovic@gmail.com

опреме. Повезивање је технички реализовано у сарадњи са провајдером, тадашњом моћном фирмом Телефонија а.д., чији је правни следбеник садашња фирма и провајдер БеотелНет. Тиме је званично почела ера коришћења интернета у нашој земљи. Првобитна интернет веза Академске мреже била је капацитета од само 64 Кб/с. Србија се, за претходних 20 година у домену развоја и примене интернет технологија, до овог јубилеја, сврстала међу најразвијеније земље на свету.

О тим историјским догађајима, са нескривеним поносом и радошћу на свечаном скупу, поред осталих надахнуто је говорио један од најзаслужнијих савременика развоја интернета у Србији, професор са ЕТФ, др. Зоран Јовановић. «Одмах како је успостављен тако је стављен на мрежу, у року мањем од 24 сата од када је антена почела да се монтира. То је био невероватан рекорд, јер је претходног дана Телефонија тек око пет сати извукла тај сателитски комплет и сателитски рисивер са Церна», рекао је декан ЕТФ-а Зоран Јовановић. „На тај начин је повезано неколико техничких факултета у Београду, док се Београдски универзитет умрежио и са новосадским, крагујевачким и нишким. Тада су студенти буквално ноћивали пред екранима компјутера на факултету“. У Академску мрежу су, поред ЕТФ, ФОН и других техничких факултета, били укључени и Народна библиотека Србије, Универзитетска библиотека Светозар Марковић, Југословенски библиографски институт...



Слика 1. Др Славко Гајин, проф.др Зоран Јовановић, Татјана Матић, Др Милош Цветановић и Никола Марковић

(Слика преузета са портала РЦУБ-а)

О тренутном стању и будућим правцима развоја интернета у Србији, на наведеној свечаности поред осталих, говорила је и Татјана Матић, државна секретарка у Министрству трговине, туризма и телекомуникација. Циљеви Министарства за телекомуникације јесу да се у Србији додатно ради на ИКТ инфраструктури, посебно када је у питању доступност светске мреже у руралним срединама. То значи да ће се више радити на развоју широкопојасне мреже, која ће омогућити да рурална подручја буду дигитално покривена. Такође, ради ће се и на едукацији, усавршавању и побољшању ИКТ капацитета. То подразумева обавезу да се кроз образовни систем дигитално опишени што већи број људи. Такође, истакнута је и потреба сталног повећања безбедности коришћења интернета.

3. СТАЊЕ ИНТЕРНЕТА У СРБИЈИ КРАЈЕМ 2015. ГОДИНЕ

Према подацима Републичког завода за статистику Србије крајем 2015. године више од 63,8% домаћинстава у Србији имало је приступ интернету и користило га је. У редукованим табелама преузетим из [1.] које следе, може се видети колики је био раст интернета за последњих десетак година у Републици Србији (без АП КосМет). Подаци су дати за три карактеристична региона: Централну Србију, Београд и АП Војводину. Узета су у обзир домаћинстава са најмање једним чланом, старости од 16 до 74 године, која имају приступ интернету од куће. Показатељи се дају за домаћинства која поседују рачунар и интернет прикључак и домаћинства која поседују широкопојасну интернет конекцију.

У циљу илустрације и поређења цена месечног закупа и квалитета понуда интернета у Србији, у табели која следи дати су оригинални подаци провајдерских понуда², из друге половине 2004. године, када је РГЗ тражио провајдера.

² У табели су, уз изостављена имена понуђача, сви подаци аутентични. Курс је био око 74,00 динара за евро

Домаћинства која поседују Интернет прикључак (у %)

Год.	Реп. Србија	Централна Србија	Град Београд	Војводина
2006	18.50	15.60	22.70	19.80
2015	<u>63.80</u>	<u>57.20</u>	<u>71.60</u>	<u>67.90</u>

Домаћинства која поседују широкопојасну Интернет конекцију (у %)

Год.	Реп. Србија	Централна Србија	Град Београд	Војводина
2007	7.30	3.20	15.30	8.10
2015	<u>56.00</u>	<u>49.10</u>	<u>65.80</u>	<u>59.00</u>

Примери понуђених цена закупа провајдерских услуга за Интернет у РГЗ из 2004. године

Р. бр. понуде	256 Кб/с	512 Кб/с	1 Мб/с	2 Мб/с	Технички предуслови закупа	НАПОМЕНЕ
	Фиксно за 1. месец	Фиксно за 1. месец	Фиксно за 1. месец	Фиксно за 1. месец		
	Укупно за 1. месец	Укупно за 1. месец	Укупно за 1. месец	Укупно за 1. месец		
1.	45.288,00	81.696,00	133.200,00	244.200,00	2 модема, рутер и закуп Телеком вода. У цени 1 модем, 330 евра	Цена су са 3 опције, без цене рутера и закупа Телекомовог вода.
	29.304,00	29.304,00	29.304,00	29.304,00		
	74.592,00	111.000,00	162.504,00	273.504,00		
2.	24.864,00	47.508,00	86.136,00	159.840,00	640 евра само август (пуна цена је 800 евра) једнократно повезив.	Само бежична /вајрлес опција, плаћање унапред авансно 100%
	56.832,00	56.832,00	56.832,00	56.832,00		
	81.696,00	104.340,00	142.968,00	216.672,00		
3.	34.719,02	60.757,85	104.157,07	169.527,19	2 модема, рутер и закуп Телеком вода	Цена су без модема, рутера и закупа Телекомовог вода од РГЗ до провајдера
	22.200,00	22.200,00	22.200,00	22.200,00		
	56.919,02	82.957,85	126.357,07	191.727,19		
4.	57.024,00	108.900,00	154.440,00	207.108,00	2 модема, рутер и закуп Телеком вода. Опције 256,512,768 Кбс и 1Мбс	Цена без модема, рутера и закупа Телекомовог вода најближег провајдера.
	51.004,80	51.004,80	51.004,80	51.004,80		
	108.028,80	159.904,80	205.448,80	258.112,80		
5.	12.000,00	21.600,00	38.400,00	67.200,00	2 модема, рутер и закуп Телеком вода од РГЗ до Катићеве 14-16	Провајдер већ има попуст од Телекома. Препорука тестирати проток .
	24.000,00	24.000,00	24.000,00	24.000,00		
	36.000,00	45.600,00	62.000,00	91.200,00		

4. ПОЧЕТАК ИНТЕРНЕТА У БИВШИМ РЕПУБЛИКАМА СФРЈ

Повезивање Србије на интернет, у време бивше СФРЈ, почело је крајем осамдесетих година прошлог века, повезивањем Универзитета у Београду на тадашњу Европску академску мрежу (EARN). Тих година на територији СФРЈ се градила Југословенска пакетска мрежа (ЈУПАК) која је имала чвориште и конекцију са Европом преко Марибора. Аутор ових редова је сведок стручне конфронтације тадашње елите стручњака из Београда (Институт М. Пупин и др.) и стручњака са „запада“ тадашње нам државе (Искра, Крањ и др). Дешавало се то на вишедневној стручној конференцији 1986. године (ткз. Летња школа `86) одржане у Љубљани, на тему Телекомуникације и ЈУПАК мрежа. Најжешће дискусије су се водиле око производње активне комуникационе опреме, базиране на тада актуелном мрежном протоколу X.25, лиценцих права али и око других тада актуелних тема ЈУПАК-а. Било је то само једно од предказања будућег распада свих ЈУ система, а не само ЈУПАК-а. Са почетком рата у бившој СФРЈ и увођењем санкција Србији све везе са EARN-ом су прекинуте. Тек крајем 1995. године везе

су поново успостављање и почиње прво комерцијално пружање интернет услуга широкој популацији уз честе кварове на мрежи због прекидања оптичког кабла са Мађарском. После 2000. године долази до убрзаног развоја телекомуникационе инфраструктуре и повећања интернет брзина. Већ у 2005. години интернет линк Србије је достигао 3 Gb/s.

Када је у питању наше ближе окружење треба знати да су историјско политичке околности деведесетих година прошлог века (ратови, санкције, ...) утицале и на увођења интернета, не само у Србији. Тако је 17. новембра 1992. године³, у аули Ректората Свеучилишта у Загребу први пут службено пуштен у рад Хрватска академска и истраживачка рачунално-комуникацијска мрежа, на бази интернет протокола. Тиме је Хрватска први пут повезана на глобалну интернет мрежу.

У Словенији је тај почетак био⁴ нешто раније, тачније, Октобра 1991. године, када је остварена прва интернет веза између Института Јожеф Штефан и једног холандског института (NIKHEF). На Институту Јожеф Стефан био је смештен примарни домен сервер за први домен, који је у то време још увек био са ознаком **.yu**. Иначе самостални домен највишег нивоа за Словенију (**.si**) регистрован је 1992. године, пошто је Словенија сте-

³ <http://www.media-marketing.com/vijesti/dvadeset-godina-interneta-u-hrvatskoj/>

⁴ http://en.wikipedia.org/wiki/Internet_in_Slovenia

кла независност. Употреба претходног (многима не популарног) домена *.yu* трајала је још неколико година. У другој половини 1990-их регистрација *.yu* домена се преноси на Универзитет у Београду и касније је тај домен био коришћен за Србију и Црну Гору.

Према <http://blog.mkhost.com.mk/istorija-na-mk-internet/> комерцијални интернет и први интернет портали у Македонији преко *dial-up* приступа почели су званично 7. децембра 1995. године. Средином 2000-их тада стандардни *dial-up* приступ у Македонији је почео да се замењује појавом широкопојасног интернета нових карактеристика као што су DSL или кабловског интернета.

Према <http://www.utic.unsa.ba/Default.aspx?tabid=105> Влада Босне и Херцеговине именовала је Маја 1996. године Универзитетски теле-информатички центар (УТИЦ) за администратора интернет домена Босне и Херцеговине. Неки историјски детаљи о настанку интернета у бившој Југославији и ономе шта му је претходило, могу се видети на <http://maja.on.neobee.net/4.htm>. Тих немирних балканских деведесетих година, у развијеном свету се могло увелико сурфовати интернетом, читати светска штампа користећи глобални широкопојасни интернет и развијене Интернет претраживаче.

5. ИНТЕРНЕТ У РЕПУБЛИЧКОМ ГЕОДЕТСКОМ ЗАВОДУ⁵

Прва верзија интернет презентација РГЗ је реализована октобра 2000. године. Према сведочењу једног од најзаслужнијих стручњака који је радио на пројектима у вези са интернетом у РГЗ, колега Предрага Пеђе Живића [2.], био је то један од првих интернет сајтова у државним органима. Поменути стручњак је у дужем периоду, самостално или са тимом који је водио, реализовао низ интернет и интранет апликација и сервиса у РГЗ, као што су: ГеодтскеТачке, ХелпДеск, РачунарскаОпрема, БазаГеодетскихПрописа, ГеодетскеОрганизације, Централна евиденција хипотека (ЦЕХ), *КнВеб* и многе друге. Пре свега конципирао је и реализовао током 2003. године, а касније и одржавао, први интернет сервис за преузимање скица положаја, координата и кота геодетскиг тачака. Тај сервис је због слабе подршке из службе за КН, као и неадекватног коришћења података од стране приватне геодетске праксе, престао да постоји. Наведени колега је све до одласака из РГЗ 2014. године, са тимом професионалаца одржавао, администрирао и надограђивао интернет презентације РГЗ, укључујући и перманентно редизајнирање у новије и функционалније верзије.

⁵ Аутор се орађује од могућих непрецизности у неким ИКТ догађајима имајући у виду да је, у недостатку званичних и писаних извора, користио личне белешке и сећања.

Прву провајдерску услугу за потребе РГЗ омогућила је фирма Техником (*Tehnicom Computers d.o.o.*) која је Web сервер из просторија Одељења Архива РГЗ у Булевару војводе Мишића бр.39, повезала са својом локацијом у истој улици на броју 37. Излаз на интернет је био обезбеђен брзином од 128 Кб/с преко интерне бакарне везе, која је ишла преко крова од зграде РГЗ до крова зграде Техником. Био је то први комерцијални уговор који је раскинут током 2005. године, после петогодишње сарадње, при покушају РГЗ да обезбеди бржи интернет и повољнији услове. Очекивање провајдера, без обзира на конкуренцију, било је да ће искористи своју позицију за значајно скупљу услугу. Тек донети Закон о јавним набавкама био је додатни разлог да се постојећи уговор није могао директно продужити без тендерске процедуре. Ипак, кабал преко крова је срећом остао на своме месту. Пошто је Техником имао оптичку линк⁶ даље ка Телекому, та веза је коришћен током свих пролећних месеци 2006. године. Тада су, због поплаве Телекомових инсталација на локацији Београдског сајма, биле у прекиду све телефонске линије у РГЗ. Кабал је тада активиран посебним ванредним уговором о делу са фирмом Синфоника (интернет провајдер престао да постоји 2008.) као замена за интернет преко УЗЗПО. То бекап решење је уз мобилне телефоне и е-меил сервис било више месеци, у ванредној ситуацији те кишне 2006. године, једина веза РГЗ са пословним окружењем и службама за КН.

Интернет је у РГЗ све до 2007. године био привилегија мањег броја запослених. Тачније, у сваком сектору у канцеларији помоћника директора постојао је по један рачунар за потребе ограниченог броја корисника који су добили право да користе интернет, уз обавезну интерну евиденцију потреба и утрошеног времена. Да би остварили е-меил сервис, све су службе за КН изнајмљивале локалне провајдерске услуге (*Dial-up*, касније *ADSL*) у својим местима и тако је РГЗ имао преко 160 појединачних уговора. Касније су, са ширењем РГЗ домена и WAN мреже ти уговори раскидани, да би се прешло на само једног провајдера - Телеком Србија преко једног чворишта у седишту РГЗ. У наставку се, на основу [3.], наводе хронолошки и неке друге чињенице у вези са увођењем и развојем интернета у РГЗ.

- У просторијама РГЗ је постојала LAN мрежа од 1994. године, брзине протока од 10 Мб/с. Каснијим доградњама и проширењима најпре у деловима зграде у Булевару војводе Мишића 39 од 1999. године прешло се са дотадашњег BNC на UTP стандард. Интернет је тих година и у таквим техничким условима у РГЗ, био само у плановима.

⁶ На конференцији ИСДОС од 2004. година на Златибору, из неких стручних излагања могло се чути да је тај оптички линк „већ стигао до РГЗ“, што је нама присутним из РГЗ изазвало много сумњичавих подпитања.

Као што је већ наведено, реализован је током 2000. године и то само у седишту РГЗ-а.

- Повећањем пословних потреба РГЗ, а нарочито због пресељења седишта са локације из Цара Душана бр.1 у Булевар војводе Мишића бр. 39, крајем 2003. године планирана је нова ИКТ инфраструктура: нова сервер сала, професионални сервери, активна комуникациона опрема, концепт LAN и WAN мреже, бржи интернет и будући интернет сервиси.
- Први интернет домен је назван **www.r-g-z.com** јер национални домен још увек није било једноставно добити а интернационални домен **rgz.com** у то време је био заузет, па је тадашњи помоћник директора и рукоодилац Сектора за ГИС, Влада Васиљев, регистровао домен у Техникуму. Ускоро је ситуација са националним доменима била јаснија, па је регистрован прави домен **www.rgz.co.yu**.
- Први национални интернет домен **www.rgz.co.yu** из 2000. године пререгистрован је 2004. године (захтевом УЗЗПО од 2. августа 2004.) на **www.rgz.sr.gov.yu**, да би касније био још једном промењен на садашњи **www.rgz.gov.rs**.
- Марта 2004. године донето је Упутство о коришћењу интернета, Интранета и е-маил сервиса у РГЗ, којим је регулисан начин рада, услови, права и обавезе корисника у домену безбедности рада на интернету.
- РГЗ је прешао на значајно бржи и бесплатан интернет преко УЗЗПО републичких органа Србије, током 2005. године.
- Прве удаљене локације које су биле повезане 2005. године са седиштем РГЗ (Fram Relay линијама) а



Слика 2 – Део комуникационог чворишта у РГЗ реализованог 2007. године

тима и на интернет, биле су службе за КН Београд (улица 27. Марта 41-43), Земун (Кеј ослобођења 29) и Нови Сад (Железничка 7).

- Крајем 2005. године, тачније до 05.12.2005. године, успостављен је веома захтеван интернет сервис - АГРОС. Тај сервис, прецизног сателитског позиционирања на целој територији Републике Србије, од 16.12.2005. године прелази на комерцијално функционисање, после вишегодишњег тест периода са чвориштем у Новом Саду.
- Исте године, на састанку од 11.04.2005. и касније са консултанатима из Телекома, Института Михаило Пупин, ЕТФ и УЗЗПО, конципирана је будућа WAN мрежа РГЗ. Консултанти на пројекту су били дипл. инж. електротехнике и телекомуникација, Борис Кокановић, Душан Стошић, Ненад Крајиновић, Љубиша Пешић, Јелена Сандић, Весна Вукићевић и други.
- Реализација пројеката нове LAN и и чворишта WAN мреже у оквиру прве професионалне сервер сале у РГЗ, била је 2006. година. У склопу тога реализована је и учионица – тренинг центар РГЗ, која је такође повезана преко серверске сале на интернет.
- Прво тестирање ArcGIS софтвера на изради и одржавању Дигиталног катастарског плана, кроз WAN мрежу из седишта РГЗ и са локације СКН Београд, вршио је Ђорђе Вуковић 2006. године, са колегама из Одељења за ГИС и Службе за КН Београд.
- Крајем 2006. године обезбеђен је оптички кабал од чворишта Телекома Србије на Сајму до серверске сале у седишту РГЗ и уговорен је будући проток од 100 Мб/с . Подизвођач радова за Телеком била је фирма G-NET, вредност радова полагања кабла и иницијалног повезивања била је 900.000 динара (око 11.000 евра). Био је то предуслов будуће професионалне WAN мреже РГЗ, пресељења АГРОС центра из Новог Сада у седиште РГЗ и повезивања са другим републичким органима (по пројекту ИСДОС⁷).
- Током 2007. године је напуштена бесплатна *попечна веза* преко УЗЗПО због захтевнијих провајдерских услуге, комерцијалним закупом услуге L2VPN сервиса директно преко Телекома. Поступно се прелазило са бакарних (Frame relay) линија на оптичке линкове L2VPN и ADSL услугу на свим удаљеним локацијама РГЗ.
- Повезивање АГРОС мреже на серверску салу, тј. пребацивање чворишта АГРОС ГПС мреже са Техничког факултета у Новом Саду и

⁷ Информациони систем државних органа Србије, идејни пројекат конципиран крајем деведесетих година, усвојен 1998. који се почео значајније реализовати од 2010. године, са порталом е-Управа

инсталација TRIMBLE софтвера у серверску салу у седишту РГЗ, реализовано је 2008. године. Тада је вршено и повезивање WAN и АГРОС мреже на исте рутере. Тиме је извршена консолидација и рационализација активне комуникационе опреме и изнајмљених протока за потребе АГРОС мреже на већ закупљене линкове у WAN мрежи на свим локацијама СКН које су имале перманентне ГПС станице. Од тога времена преко Сектора за ИК врши се перманентно надгледање и одржавање свих LAN комуникација, укључујући и перманентне ГПС станице у WAN мрежи РГЗ.

- РГЗ је, током 2008. године, у сарадњи са норвешком државном агенцијом за картографију и катастар *Statens kartverk*, започео успоставу националне инфраструктуре геопросторних података у Србији (НИГП), у складу са актуелним европским иницијативама и INSPIRE директивом.
- Један од капиталних интернет сервиса у РГЗ, сервис КнВЕБ (недавно преименован у е-Катастар) настао је на позитивним искуствима са Централном евиденцијом хипотека (ЦЕХ из 2005 године), а као последица све чешћих захтева за приступом подацима катастра непокретности. Публикован је 2008. године⁸. У дужем периоду тај сервис је био доступан само регистрованим корисницима. Користиле су га државне институције, општинске управе, државна и јавна предузећа. Касније су са РГЗ уговор о коришћењу сервиса потписале скоро све пословне банке, велики број агенција које се бави пословима са непокретностима, као и адвокатске канцеларије
- Крајем 2009. године, тачније 27.11.2009. године, пуштен је у рад геопортал www.geosrbija.rs који се перманентно усавршава и допуњава просторним подацима, метаподацима и сервисима из домена геоинформација на националном нивоу. Исте године је остварена конекција Одељења за персоналне послове из РГЗ и Управе за кадрове у Немањиној, на апликацију за кадровску евиденцију.
- Од 2010. године и даље вршена је миграција WAN мреже на бржу, L3VPN инфраструктуру. Све више се, уместо ранијих Frame relay и L2VPN услуга са максималних 2 Мб/с, прелази на L3VPN на 4 Мб/с, а за неке веће службе за КН на оптичке везе и до 16 Мб/с. Исте године, преко УЗЗПО РО Србије, активиран је још један оптички кабал преко провајдера ПТТ Србија, који је био постављен годину дана раније. Линк није дуго пуштен, јер уговор финансиран из донацији није обухватао активну и пасивну комуникациону опрему, рутере, печ панела и др. Нешто касније тај линк је ипак

искоришћен за повезивање у оквиру пројекта ИСДОС, са МУП-ом и др.

- У току 2011. године, а и раније, са МУП и Републичким заводом за статистику вршена је размена података за потребе израде КН (базе ЈМБ грађана, апликације и базе података за потребе пописа становништва - Адресни регистар, Регистра просторних јединица и др). Солидна комуникациона инфраструктура у седишту и већим службама за КН омогућила је да се крајем 2011. године почне са увођењем IP телефонија и повезивања свих служби на РГЗ домен.
- Од 2012. године сервис КнВЕБ постаје јавно доступан путем интернета. Сви корисници могу да провере упис права и остале податке о непокретностима без одласка у службу за КН. У бази података катастра непокретности је уписано: преко 24 милиона непокретности, близу 19 милиона парцела, око 5 милиона објеката и милион посебних делова, пет милиона хипотека, милион терета... За само три године рада јавног дела сервиса забележено је преко 67 милиона јединствених упита грађана и преко милион упита регистрованих корисника. Те године КнВЕБ је добио престижну награду часописа PC PRESS као најбоњи сервис у категорији *друштво* за 2012 годину. Награда је била додељена представку РГЗ-а у Градској скупштини града Београда.
- До краја 2014. године све постојеће и све новоформиране Службе за КН у Србији, повезане су на интернет преко сервера у седишту у WAN мрежу РГЗ и на један домен.
- Крајем 2015. године све локације у РГЗ имају излаз на интернет преко седишта и јединствене WAN мреже РГЗ. Тиме су се створили технички услови да се у пракси остварују идеје из пројекта ИСДОС из 1998. године о повезивању државних органа Србије. Наиме 2015. и 2016. године заживели су нови е-сервиси електронске управе, укључујући и електронске потписе о којима се у Србији и државним органима пре тога дуго само писало у стручним радовима и причало на стручним скуповима а мало урадило.

До којих граница је нарастао и у којим ће се све правцима развијати интернет у Србији, у РГЗ као и у геодетској делатности, док се пишу ови редови, незахвално је било шта прогнозирати. Интеграција рачунарских, комуникационих, хардверских и софтверских технологија, усавршених и све јефтинијих стационарних и мобилних уређаја, као и дигитализација у свим областима рада уз примену интернета, достигла је такву зрелост да се без тога не може замислити живот обичног грађанина а камоли институција. Неспор-

⁸ http://www.rgz.gov.rs/template1a.asp?PageName=2015_08_27_01&LanguageID=2

но је по многим релевантним изворима, да примена информатичких технолгија у Србији, па и интернет технологија и сервиса у РГЗ, јесте једна од ретких области у којој се иде у корак са светом.

Довољно је погледати садашњу, најновију верзију понуда интернет услуга на сајту www.rgz.gov.rs, као и бројне е-сервиси РГЗ. Многи од е-сервисау РГЗ дуже успешно функционишу него интернет презентације већине државних органа и других институција у Србији.

6. ИЗВОРИ ИНФОРМАЦИЈА И ПОДАТАКА

- [1.] <http://webrzs.stat.gov.rs/WebSite/Public/PageView.aspx?pKey=205>
- [2.] Ж.Окановић, П.Живић: Интернет презентација РГЗ. Београд, 2004. Геодетска служба бр. 98, стр. 35-43.
- [3.] Лична архива аутора

УПУТСТВО ЗА ПРИПРЕМУ РАДА

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

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

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

НАСЛОВ РАДА (13pt)

(акад. зв.) **Име и презиме аутора, звање**¹ (11pt)

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

РЕЗИМЕ (11PT)

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

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

ABSTRACT

Kratak opis rada na engleskom jeziku. (9pt)

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

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

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

Основни слог (10pt)

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

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

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

Табела 1.2. Геометријски параметри.

Параметар	Вредност
Велика полуоса	6378137.000 m
Реципрочна спљоштеност	298.257222101

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

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

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

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

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

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

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

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

528

ГЕОДЕТСКА служба : часопис за геодезију,
картографију и катастар непокретности : стручни
часопис Републичког геодетског завода / главни и
одговорни уредник Борко Драшковић. - Год. 30, бр.
86(1) (2001)- . - Београд : Републички геодетски
завод, 2001- (Београд : Атос принт). - 28 cm

Два пута годишње. - Је наставак: Катастар &
Геоинформације = ISSN 1450-9474
ISSN 1451-0561 = Геодетска служба (Београд, 2001)
COBISS.SR-ID 79856386

