

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

ГРАЂЕВИНСКИ ФАКУЛТЕТ

Синиша М. Дробњак

**ОЦЕНА КВАЛИТЕТА ДИГИТАЛНИХ  
ТОПОГРАФСКИХ КАРАТА**

докторска дисертација

Београд, 2016.

UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

Siniša M. Drobnjak

**QUALITY EVALUATION OF DIGITAL  
TOPOGRAPHIC MAPS**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2016.

МЕНТОР:

ред. проф. др Бранко Божић, дипл. геод. инж  
Грађевински факултет, Универзитет у Београду

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

в. проф. др Иван Несторов, дипл. геод. инж  
Грађевински факултет, Универзитет у Београду

доц. др Милан Килибарда, дипл. геод. инж  
Грађевински факултет, Универзитет у Београду

доц. др Драгутин Протић, дипл. геод. инж  
Грађевински факултет, Универзитет у Београду

доц. др Никола Крунић  
Институт за архитектуру и урбанизам Србије

ДАТУМ ОДБРАНЕ:

---

## ПРЕДГОВОР

Израда докторске дисертације "Оцена квалитета дигиталних топографских карата" представља жељу аутора да истраживањем укаже на неопходност и потребу имплементације предложеног концепта оцене квалитета просторних података дигиталних топографских карата, који ће омогућити корисницима карте да одаберу оптималне просторне податке за сопствене потребе. Информације о квалитету расположивих просторних података су од виталног значаја за процес одабира скупа података, где је вредност података директно повезана са њеним квалитетом, односно информације о квалитету просторних података омогућавају произвођачу да оцени колико добро скуп података испуњава критеријуме наведене у спецификацији производа и помажу кориснику података у оцени способности производа да задовољи захтеве корисника за конкретну примену.

Захвалан сам свима који су ми омогућили и уступили радне материјале, без којих ова дисертација не би имала овакав садржај. Посебну захвалност при изради дисертације дугујем колегама из Војногеографског института и његовом начелнику пуковнику доц. др Стевану Радојчићу, на разумевању и свестраној помоћи која ми је пружена од стране установе у изради, експерименталном истраживању и публиковању ове материје. Драгоцену помоћ пружили су ми професори Грађевинског факултета, ментор проф. др Бранко Божић, ван. проф. др Иван Несторов и доц. др Милан Килибарда, па користим ову прилику да им се захвалим на указаној помоћи, разумевању и залагању. Такође, значајан допринос дисертацији дали су сви чланови Комисије, којима се такође захваљујем на сарадњи и помоћи.

Дисертацију посвећујем мојој породици која је све ово време имала разумевање, стрпљење и пружала ми сталну подршку.

јун, 2016. године

Београд

А у т о р

## САЖЕТАК

Квалитет просторних података представља скуп њихових карактеристика које одражавају способност просторних података да испуне одређене, унапред формулисане захтеве и/или захтеве који се подразумевају.

Сврха описивања квалитета просторних података је да омогући поређење и избор података који најбоље одговара потребама, примени или захтевима корисника. Комплетан опис квалитета једног податка ће подстицати дељење, размену и коришћење одговарајућих скупова просторних података.

У овом раду се, на основу теоријских разматрања и спроведеног експеримента, оцењује квалитет дигиталних топографских карата и дефинише оптимална методологија њеног испитивања и оцењивања, која се може применити на целокупан размерни низ дигиталних топографских, прегледнотопографских и географских карата издања Војногеографског института. Поред дефинисања оптималног методолошког поступка за оцену квалитета просторних података дигиталних топографских карата разрађени су облици и обим оцене квалитета у различитим етапама производног процеса израде дигиталних топографских карата.

Теоријска разматрања укључују, анализу савремених достигнућа у области контроле квалитета и њене стандардизације, преглед најзначајнијих стандарда дизајнираних за оцену квалитета просторних података дигиталних карата. Дисертацијом се предлаже коришћење методологије, која се заснива на међународном стандарду ISO 19157.

Просторни подаци који се израђују у Војногеографском институту (ВГИ), организовани су у Централној Геопросторној бази података. Она представља основу за генерисање свих дигиталних топографских карата целокупног размерног низа топографских карата који се производе у ВГИ-у. Због тога један део дисертације садржи кратак опис модела и организације просторних података у оквиру Централне Геопросторне базе података, где су описани концептуални, логички и физички модели просторних података.

Експеримент оцене квалитета дигиталних топографских карата спроведен је на целокупним просторним подацима који су садржај Централне Геопросторне базе података у тренутку тестирања. Оцена квалитета реализована је према дефинисаним елементима квалитета, уз коришћење одговарајућих мера квалитета просторних података, на основу наведеног међународног стандарда ISO 19157. Резултати оцене приказани су, такође, на стандардизован начин помоћу метаподатака и самосталних извештаја о квалитету просторних података дигиталних топографских карата.

**Кључне речи:** Оцена квалитета, Централна Геопросторна база података, Дигитална топографска карта, Стандардизација, ISO 19157 стандард.

Научна област: Геодезија

Ужа научна област: Геодетска картографија

УДК број: 528.9 (043.3)

## **ABSTRACT**

The quality of spatial data represent a set of characteristics that reflect to their ability to spatial data to fulfill certain, pre-formulated requirements and/or requirements are considered.

The purpose of describing the quality of spatial data is to facilitate the comparison and selection of dataset best suited to application needs or user requirements. A complete description of the data quality shall encourage the sharing, exchange and use of appropriate spatial datasets.

This paper, based on theoretical considerations and completing the experiment, analyze the quality of digital topographic maps and define the optimal methodology for its testing and evaluation, which can be applied to the entire range of digital topographic, overview-topographic and geographic maps of Military Geographical Institute. In addition, to defining the optimal methodological procedure for analyzing spatial data quality digital topographic maps were developed forms and scope of the analysis of quality in the various stages of the production process of making digital topographic maps.

Theoretical considerations include analysis of contemporary developments in the field of quality control and its standardization, the most significant review of standards designed to analyze the quality of spatial data in digital maps. Dissertation proposes the use of the methodology, which is based on the International standard ISO 19157. Spatial data that are produced in the Military Geographical Institute, organized in Central geospatial database. It is the basis for the generation of digital topographic maps of the entire scale series of topographic maps produced in MGI. Therefore, one chapter of the dissertation contains a brief description of the model and organization of spatial data within the Central Geospatial database, where they described the conceptual, logical and physical models of spatial data.

Experiment analysis of the quality of digital topographic maps was carried out on the entire spatial data content of the Central Geospatial database at the time of testing. Quality evaluation was carried out according to defined quality elements, using appropriate measure of the quality of spatial data, on the basis of the above International standards ISO 19157. The results of quality evaluation are also shown, in a standardized manner using metadata and standalone reports on the quality of spatial data digital topographic maps.

**Key words:** Quality evaluation, Central Geospatial databases, Digital topographic map, Standardization, ISO 19157 standard.

Scientific area: Geodesy

Scientific sub-area: Geodetic cartography

UDC number: 528.9 (043.3)



# ОЦЕНА КВАЛИТЕТА ДИГИТАЛНИХ ТОПОГРАФСКИХ КАРТА

## Садржај

ПРЕДГОВОР.....	4
САЖЕТАК.....	5
АБСТРАКТ.....	7
САДРЖАЈ.....	9
1. УВОДНА РАЗМАТРАЊА.....	12
1.1. ПРЕДМЕТ НАУЧНОГ ИСТРАЖИВАЊА.....	12
1.2. ЦИЉ НАУЧНОГ ИСТРАЖИВАЊА.....	13
1.3. ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА.....	14
1.4. НАУЧНЕ МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА.....	15
1.5. ГЕНЕРАЛНА СТРУКТУРА ДИСЕРТАЦИЈЕ.....	16
1.6. РЕЛЕВАНТНОСТ И НАУЧНА ОПРАВДАНОСТ ПРЕДМЕТА ИСТРАЖИВАЊА.....	18
1.7. ОЧЕКИВАНИ ДОПРИНОС ИСТРАЖИВАЊА.....	19
2. КВАЛИТЕТ ПРОСТОРНИХ ПОДАТАКА.....	21
2.1. ДЕФИНИЦИЈА КОНЦЕПТА КВАЛИТЕТА.....	21
2.1.1. Унутрашњи квалитет.....	22
2.1.2. Спољашњи квалитет.....	24
2.1.3. Контрола квалитета.....	26
2.2. ГРЕШКЕ, ТАЧНОСТ И НЕСИГУРНОСТ ПРОСТОРНИХ ПОДАТАКА.....	26
2.2.1. Појам грешке.....	28
2.2.2. Појам тачности.....	31
2.2.3. Појам несигурности.....	33
2.3. СТАНДАРДИЗАЦИЈА КВАЛИТЕТА ПРОСТОРНИХ ПОДАТАКА.....	37
2.3.1. ISO 19157 стандард „Географске информације – Квалитет података“.....	40
3. МЕТОДОЛОГИЈА ОЦЕНЕ КВАЛИТЕТА ДИГИТАЛНИХ ТОПОГРАФСКИХ КАРТА.....	44
3.1. ИДЕНТИФИКАЦИЈА ЈЕДИНИЦЕ КВАЛИТЕТА ПОДАТАКА.....	47
3.1.1. Подручје квалитета података.....	47
3.1.2. Елементи квалитета података.....	48
3.1.2.1. Потпуност.....	49
3.1.2.2. Логичка доследност.....	50
3.1.2.3. Положајна тачност.....	50
3.1.2.4. Тематска (атрибутска, семантичка) тачност.....	51
3.1.2.5. Временска тачност.....	52
3.1.2.6. Порекло.....	52
3.1.2.7. Намена.....	53
3.1.2.8. Употребљивост.....	53
3.2. ИДЕНТИФИКАЦИЈА МЕРЕ КВАЛИТЕТА ПОДАТАКА.....	54
3.2.1. Стандардизоване мере квалитета података.....	54
3.2.2. Каталог мера квалитета података.....	54
3.2.3. Списак компоненти.....	55
3.3. ДЕФИНИСАЊЕ ПРОЦЕДУРЕ ОЦЕНЕ КВАЛИТЕТА ПОДАТАКА.....	56
3.3.1. Директна (непосредна) метода оцене квалитета просторних података.....	57

3.3.2.	Методе узорковања код оцене квалитета просторних података.....	57
3.3.3.	Индијектна (посредна) метода оцене квалитета просторних података .....	60
3.4.	РЕЗУЛТАТ ОЦЕНЕ КВАЛИТЕТА ПРОСТОРНИХ ПОДАТАКА.....	60
3.5.	ИЗВЕШТАВАЊЕ О РЕЗУЛТАТИМА ОЦЕНЕ КВАЛИТЕТА ПОДАТАКА.....	62
3.5.1.	Елементи метаквалитета.....	64
4.	КОНТРОЛА КВАЛИТЕТА У ПРОИЗВОДНОМ ПРОЦЕСУ ИЗРАДЕ ДИГИТАЛНИХ ТОПОГРАФСКИХ КАРАТА.....	67
4.1.	МОДЕЛ И ОРГАНИЗАЦИЈА ГЕОПРОСТОРНЕ БАЗЕ ПОДАТАКА ДИГИТАЛНИХ ТОПОГРАФСКИХ КАРАТА .....	67
4.1.1.	Концептуални модел података.....	68
4.1.2.	Логички модел података .....	69
4.1.3.	Физички модел података .....	71
4.1.4.	Имплементација просторне базе података .....	73
4.2.	КОНТРОЛА КВАЛИТЕТА У ТЕХНОЛОШКОМ ПРОЦЕСУ ИЗРАДЕ ДИГИТАЛНИХ ТОПОГРАФСКИХ КАРАТА .....	74
4.2.1.	Картографски извори.....	76
4.2.2.	3Д Реституција садржаја Централне ГБП .....	78
4.2.3.	2Д Реституција садржаја Централне ГБП .....	81
4.2.4.	Теренска провера и допуна садржаја Централне ГБП.....	84
4.2.5.	Картографска обрада садржаја Централне ГБП.....	86
4.2.6.	Репродукција карата из садржаја Централне ГБП.....	88
4.2.7.	Реализација картирања садржаја Централне ГБП.....	89
5.	ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ОЦЕНА КВАЛИТЕТА ДИГИТАЛНИХ ТОПОГРАФСКИХ КАРАТА ПРЕМА ПРЕДЛОЖЕНОЈ МЕТОДОЛОГИЈИ.....	93
5.1.	ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ОЦЕНА ПОТПУНОСТИ ДТК25 .....	94
5.1.1.	Вишак података .....	97
5.1.2.	Недостатак података .....	100
5.1.3.	Експериментална оцена потпуности ДТК50 .....	104
5.1.4.	Експериментална оцена потпуности ДТК250.....	109
5.2.	ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ОЦЕНА ЛОГИЧКЕ ДОСЛЕДНОСТИ ДТК25.....	114
5.2.1.	Концептуална доследност.....	116
5.2.2.	Доследност у домену .....	116
5.2.3.	Доследност формата .....	117
5.2.4.	Тополошка доследност.....	117
5.2.5.	Експериментална оцена логичке доследности ДТК50 .....	123
5.2.6.	Експериментална оцена логичке доследности ДТК250 .....	126
5.3.	ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ОЦЕНА ПОЛОЖАЈНЕ ТАЧНОСТИ ДТК25.....	129
5.3.1.	Предходна оцена положајне тачности .....	132
5.3.2.	Апсолутна или екстерна тачност .....	134
5.3.2.1.	<i>Национални стандард за тачност података о простору (NSSDA).....</i>	<i>135</i>
5.3.2.2.	<i>STANAG 2215 .....</i>	<i>138</i>
5.3.2.3.	<i>Оцена апсолутне положајне тачности.....</i>	<i>145</i>
5.3.2.4.	<i>Резултати анализе апсолутне положајне тачност.....</i>	<i>148</i>
5.3.3.	Релативна или унутрашњи тачност .....	175
5.3.4.	Положајна тачност гринних података.....	176
5.3.5.	Експериментална оцена положајне тачности ДТК50.....	176
5.3.6.	Експериментална оцена положајне тачности ДТК250 .....	181
5.4.	ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ОЦЕНА ТЕМАТСКЕ ТАЧНОСТИ ДТК25 .....	187
5.4.1.	Коректност класификације.....	189
5.4.2.	Коректност описних атрибута.....	189
5.4.3.	Тачност квантитативних вредности атрибута .....	190
5.4.4.	Експериментална оцена тематске тачности ДТК50.....	196
5.4.5.	Експериментална оцена тематске тачности ДТК250.....	199
5.5.	ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ОЦЕНА ВРЕМЕНСКЕ ТАЧНОСТИ ДТК25 .....	202

---

5.5.1.	Тачност мерења времена .....	205
5.5.2.	Временска доследност .....	205
5.5.3.	Временска валидност .....	206
5.5.4.	Експериментална оцена временске тачности ДТК50 .....	207
5.5.5.	Експериментална оцена временске тачности ДТК250 .....	208
5.6.	ИЗВЕШТАЈ О РЕЗУЛТАТИМА ОЦЕНЕ КВАЛИТЕТА ПОМОЋУ МЕТАПОДАТАКА .....	209
6.	АНАЛИЗА УТИЦАЈА КАРТОГРАФСKE ГЕНЕРАЛИЗАЦИЈЕ НА КВАЛИТЕТ ДИГИТАЛНИХ ТОПОГРАФСКИХ КАРТА .....	214
6.1.	ЗАДАТАК И СМИСАО КАРТОГРАФСКОГ ГЕНЕРАЛИСАЊА .....	214
6.2.	ДЕФИНИСАЊЕ МОДЕЛА КАРТОГРАФСKE ГЕНЕРАЛИЗАЦИЈЕ .....	215
6.3.	АНАЛИЗА УТИЦАЈА ГЕНЕРАЛИЗАЦИЈЕ НА КВАЛИТЕТ ТОПОГРАФСКИХ КАРТА .....	217
7.	ЗАКЉУЧЦИ И ПРЕПОРУКЕ ЗА ДАЉА ИСТРАЖИВАЊА .....	223
	ЛИТЕРАТУРА .....	231
	СПИСАК СКРАЋЕНИЦА .....	235
	СПИСАК СЛИКА .....	238
	СПИСАК ТАБЕЛА .....	240
8.	АНЕКС 1: ОСНОВНЕ МЕРЕ КВАЛИТЕТА ПОДАТАКА .....	242
8.1.	СВРХА ОСНОВНИХ МЕРЕ КВАЛИТЕТА ПОДАТАКА .....	242
8.2.	КВАНТИТАТИВНЕ ОСНОВНЕ МЕРЕ КВАЛИТЕТА ПОДАТАКА .....	242
8.3.	ОСНОВНЕ МЕРЕ КВАЛИТЕТА ПОДАТАКА ЗАСНОВАНЕ НА НЕСИГУРНОСТИ .....	243
8.3.1.	Једнодимензионална случајна променљива, $Z$ .....	243
8.3.2.	Двoдимензионална случајна променљива $X$ и $Y$ .....	245
8.3.3.	Тродимензионална случајна променљива $X$ , $Y$ , $Z$ .....	246
	БИОГРАФИЈА .....	248

## 1. УВОДНА РАЗМАТРАЊА

### 1.1. ПРЕДМЕТ НАУЧНОГ ИСТРАЖИВАЊА

Просторни подаци, најчешће дефинисани у облику скупова података, представљају ентитете стварног света који имају просторне, тематске и временске карактеристике. Процес апстракције просторних података из стварног света у област од значаја просторне базе података представља моделовање бесконачних карактеристика стварних ентитета у идеалан облик (модел) одређен положајем, атрибутима и временом како би се створио разумљив и репрезентативан приказ наведених ентитета. Област од значаја просторне базе података описана је спецификацијом производа, према којој се садржај скупа података тестира у циљу приказивања квалитета.

Топографске карте због своје визуалности, сажетости и једноставности коришћења имају велике предности над другим скуповима просторних података и због тога у потпуности су оправдани захтеви за разраду система утврђивања, вредновања и саопштавања њиховог квалитета [Радојчић, 2008].

Праћењем развоја стандарда у области прикупљања, организације, обраде, оцене квалитета и презентације просторних података у Војногеографског института (ВГИ), просторни подаци организовани су у Централној Геопросторној бази података (ГБП). Основни део садржаја Централне ГБП чине просторни подаци који дефинишу дигитални топографску карту размере 1:25 000 (ДТК25) из које се поступцима картографске генерализације изводе остале карте размерног низа топографских карата издања ВГИ. То су дигиталне топографске карте у размерама 1:50 000 (ДТК50), 1:100 000 (ДТК100) и 1:250 000 (ДТК250).

Због тога, предмет научног истраживања предложене теме докторске дисертације представља теоријско и експериментално оцењивање квалитета просторних података дигиталних топографских карата издања ВГИ, као и последица генерализације њиховог садржаја. Усвајање методологије наведеног предмета научног истраживања помаже у одређивању циља, постављању хипотеза,

операционализацији основних појмова предмета истраживања, дефинисању чиниоца квалитета просторних података и презентацији добијених резултата.

## 1.2. ЦИЉ НАУЧНОГ ИСТРАЖИВАЊА

Садашњи ниво и начин оцене квалитета топографских карата и шире, геотопографских материјала израђених у ВГИ, не задовољава савремене захтеве и потребе. Због тога, основни научни циљ истраживања у овом раду је да се разради методолошки исправан и економски прихватљив (тј. оптималан) модел испитивања и оцене квалитета дигиталних топографских карата. Основни циљ истраживања може се операционализовати кроз следеће технолошке и научне циљеве:

- стицању ширих сазнања о предмету истраживања, а која се односе на оцену квалитета дигиталних карата и, уопште, геотопографског материјала;
- критичко сагледавање постојећих искустава у испитивању и оцени квалитета података о простору у свету и код нас;
- приказивање свих значајнијих стандарда који се односе на испитивање и оцену квалитета просторних података карата у дигиталном облику;
- дефинисање оптималне методологије оцењивања квалитета дигиталних топографских карата на основу теоријских разматрања и практичних резултата спроведеног експеримента;
- провера модела оцене квалитета дигиталних топографских карата и утврђивање могућности њихове примене при оцени квалитета осталих дигиталних топографских карата у размерном низу произведених применом поступака картографске генерализације;
- анализа утицаја картографске генерализације на квалитет дигиталних топографских карата;
- утврђивања могућности и начина примене савремених аналитичко-статистичких поступака у оцени квалитета дигиталних топографских карата;
- практична и експериментална провера пројектованих решења на меродавним тест узорцима; и
- утврђивање могућности побољшања квалитета при изради новог издања или нових топографских карата издања ВГИ.

Предложена тема има карактер примењеног истраживања јер се квалитет топографских карата комплексно анализира у вишеразмерном дигиталном картирању и приказује коришћењем Централне ГБП. Израдом ове дисертације у теоријском смислу систематизују се основна знања из области оцене квалитета дигиталних топографских карата, а у практичном смислу указује се на потпуно нов методолошки приступ при оцени квалитета дигиталних топографских карата.

### **1.3. ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА**

Полазна хипотеза на којој се заснивају истраживања у овом раду гласи да је могуће наћи оптимално методолошко решење оцене квалитета дигиталних топографских карата. Успостављена почетна хипотеза засниваће се на основу синтетизованих научних спознаја и експериментом истестираним просторним моделима података.

Полазећи од опште претпоставке, дефинисане су следеће четири појединачне (развијајуће) претпоставке истраживања:

1. Садашњи начин оцене квалитета топографских карата у ВГИ не обезбеђује релевантне информације о њиховом квалитету.
2. Савремене статистичке методе и поступци узорковања омогућавају поуздано утврђивање и квантификовање квалитета дигиталних топографских карата. Од посебног значаја за ову дисертацију је чињеница да се квантификовање квалитета увек врши (и саопштава) са одређеном вероватноћом коришћењем различитих извештаја о квалитету и коришћењем метаподатака.
3. Правилним избором и одговарајућом анализом постојећих и евентуалном дорадом и разрадом нових поступака оцењивања, могуће је поставити основе за формулисање заједничког модела оцењивања целог низа дигиталних топографских карата издања ВГИ. Основни индикатор за ову претпоставку је чињеница да данас постоји одређени број међународних стандарда и да се њиховим проучавањем, заједно са новим сазнањима до којих ће се свакако доћи кроз теоријска разматрања и практични рад у оквирима овог истраживања, наведена претпоставка може остварити.

4. Адекватном оценом квалитета дигиталних топографских карата могу се утврдити евентуалне слабости и успоставити систем побољшања квалитета целокупног геотопографског материјала (ГТМ) у ВГИ.

#### **1.4. НАУЧНЕ МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА**

У свим истраживањима, при реализацији дисертације, примењена је комплексна методологија и методски поступци. Предмет истраживања и постављени циљеви захтевају избор оптималних метода за доказивање постављених хипотеза, потребна објашњења, проверавање и доказивање ставова, као и презентовање постигнутих резултата.

Теоријски део истраживања заснован је на анализи текста писаних међународних стандарда, научних и стручних радова који су у вези са тематиком, теоријским одређењем и методологијом оцене квалитета просторних података. Осим анализе у истраживањима коришћена је и аналогија суштинских веза и односа предмета и метода паралелних области географских информационих система, дигиталне картографије и геостатистике.

Основни ниво научног сазнања у овој дисертацији је научни опис (дескрипција), који треба да укаже на постојање феномена квалитета топографских карата и његове манифестације приликом коришћења величина мерених на карти. Научно објашњење дефинише повезаност појединих поступака у процесу израде топографске карте са квалитетом финалног производа, утврђује изворе грешака у процесу израде, сагледава узрочно-последичне зависности које у том смислу постоје и, коначно, објашњава законитости, у мери у којој су оне препознатљиве и доказљиве. Научно предвиђање коришћено у овој дисертацији полази од познавања резултата досадашњих испитивања и оцењивања квалитета геотопографског материјала код нас и у свету, тенденција кретања утврђених на основу теоријских разматрања и спроведеног експеримента и индуктивно-дедуктивног закључивања.

Коришћење методе моделовања у овој дисертацији почива на истраживању готових модела – дигиталних топографских карата, које представљају апстракцију реалности дела физичке површи Земље с одређеним природним и вештачким објектима и појавама. Познавање процеса картографског моделовања од виталног

је значаја за разумевање и правилну интерпретацију оцене квалитета, до које се долази упоређењем модела са стварношћу или дигиталне топографске карте крупније са картом ситније размере када се оцењује квалитет дигиталних топографских карата и утицај картографске генерализације на оцену квалитета.

Статистичка метода коришћена је у обради просторних података, као и за квантификацију одговарајућих показатеља оствареног квалитета и њихово упоређење с вредностима дефинисаним појединим стандардима који се односе на квалитет података о простору.

Метода анализе и синтезе у истраживању и оцени квалитета карте омогућиле су спознају целине предмета истраживања на основу његових саставних делова.

### **1.5. ГЕНЕРАЛНА СТРУКТУРА ДИСЕРТАЦИЈЕ**

Дисертација садржи седам поглавља и једно додатно поглавље у облику анекса.

У првом поглављу је систематизовано изложена научна замисао истраживања, приказани су предмет и циљ научног истраживања, полазне хипотезе истраживања, научне методе истраживања и дат је редослед излагања резултата истраживања. Операционализацијом предмета истраживања дефинисани су основни и парцијални циљеви истраживања, на основу којих су одабране и у раду примењене одговарајуће научне методе. На крају поглавља описана је релевантност и научна оправданост предмета истраживања и представљен очекивани допринос истраживања.

Друго поглавље представља својеврстан општи увод у проблематику квалитета просторних података у савременом значењу. Приказан је и предложен савремен концепт квалитета просторних података које је одређен анализом досадашњих истраживања и укратко су описани појмови грешке, тачности и несигурности просторних података. Поред описа концепта квалитета у овом поглављу дат је кратак увод у историјат стандардизације квалитета просторних података и описан предмет и циљ стандарда ISO 19157 „Географске информације – Квалитет података“ Међународне организације за стандардизацију.



Треће поглавље се односи на дефинисање стручно утемељеног, методолошки исправног и економски прихватљивог модела оцене квалитета дигиталних топографских карта издања ВГИ на основу стандарда ISO 19157.

Четврто поглавље даје кратак преглед модела и организације Централне ГБП дигиталних топографских карата издања ВГИ. У њему су описани концептуални, логички и физички модел просторних података који су садржај Централне ГБП. У овом поглављу, такође је систематизован и сумиран облик и обим оцене квалитета у појединачним етапама производног процеса дигиталних топографских карата. Укратко су описане поједине етапе у производном процесу израде дигиталних топографских карата, као и начин и поступци оцене квалитета по појединачним етапама производног процеса. На крају поглавља приказан је степен реализације картирања садржаја Централне ГБП, која представља тест подручје у експерименталном истраживању.

Пето поглавље садржи експерименталну оцену квалитета просторних података дигиталних топографских карата према предложеној методологији. Правилним избором и одговарајућом дорадом постојећих и евентуалном разрадом нових поступака оцењивања, постављене су основе за формулисање заједничког модела оцењивања целог низа дигиталних топографских карата издања ВГИ. Резултати оцене квалитета приказани су помоћу различитих дијаграма, квантитативних резултата и резултата сагласности оствареног квалитета. Извештаји о резултатима оцене квалитета првенствено су представљени помоћу метаподатака, али су за коришћене мере квалитета приказани и одговарајући самостални извештаји о оствареним резултатима оцене квалитета просторних података дигиталних топографских карата.

У шестом поглављу је, укратко описан задатак и смисао картографског генералисања и реализована анализа утицаја одређених видова картографске генерализације на квалитет дигиталних топографских карата. Дефинисањем модела картографске генерализације обезбеђен је прелазак са ДТК25, која представља карту најкрупније размере која се производи у ВГИ, на карте ситније размере.

У седмом поглављу је, кроз закључке и препоруке за даље истраживање, указана потреба за оценом квалитета дигиталних топографских карата, истакнут њен

значај и дата је рекапитулација сазнања до којих се дошло у предузетом истраживању (и начин на који се до тих сазнања дошло). На крају су дати предлози и препоруке за даљим истраживањима на пољу оцене квалитета целокупног размерног низа дигиталних топографских карата издања ВГИ.

На крају дисертације налазе се литература, спискови слика, табела, скраћеница и прилог у облику анекса, који је означен као поглавље 8. У осмом поглављу (Анекс 1) приказане су основне мере квалитета просторних података које се користе у међународном стандарду ISO 19157.

### **1.6. РЕЛЕВАНТНОСТ И НАУЧНА ОПРАВДАНОСТ ПРЕДМЕТА ИСТРАЖИВАЊА**

Научна оправданост истраживања огледа се у постојању бројних специфичности у приступу и организацији прикупљања, обраде и оцене квалитета просторних података и дефинисању мера квалитета, њиховог представљања и употребне вредности. Постојећи стандарди прилагођавају се одређеним наменама или су дати генерално тако да остављају простора како произвођачима тако и корисницима дигиталних картографских производа да сами дефинишу поступак организације и спровођење процедура оцене квалитета, као и презентације резултата оцењеног квалитета просторних података. Са аспекта коришћења дигиталних топографских материјала и њихове употребне вредности, истражен је релевантни оптимални модел оцене квалитета дигиталних картографских производа Војногеографског института, уважавајуће како постојеће услове, тако и достигнута решења у области квалитета просторних података.

Основни циљеви израде дисертације били су дефинисање оптималне методологије оцењивања квалитета дигиталних топографских карата на основу теоријских разматрања и практичних резултата спроведеног експеримента и провера модела оцене квалитета дигиталних топографских карата произведених у ВГИ. Ови циљеви материјализовани су и приказани у више чланака.

Први чланак под насловом *"Central geospatial database analysis of the quality of road infrastructure"*, описује методологију оцене квалитета ДТК на основу стандарда ISO 19157 и приказује резултате оцене квалитета за једну тематску целину Централне ГБП, путну инфраструктуру.

Други чланак, *"Primena ISO 19157 standarda u tehnološkom procesu izrade digitalnih topografskih karata"* описује могућности примене ISO 19157 стандарда у технолошком процесу израде ДТК у Војногеографском институту. Технолошки поступак израде ДТК дефинисан је фазама производног процеса, где је за сваку фазу наведеног процеса систематизован и сумиран облик и обим оцене квалитета у појединачним етапама производног процеса дигиталних топографских карата.

Положајна тачност представља један од најиспитиванијих елемената квалитета и она је од фундаменталне важности како за произвођача, тако и за корисника просторних података. Због наведених разлога, резултати оцене положајне тачности ДТК25 коришћењем стандарда STANAG 2215 описани су у трећем чланку *"Evaluation of positional accuracy for digital topographic maps at scale 1:25 000 using STANAG 2215 standard"*.

Четврти чланак, *"Visualization of geostatistically predicted positional accuracy assesment results of topographic maps"* приказује могућности визуализације резултата оцене квалитета просторних података ДТК, кроз утврђивање могућности и начина примене савремених аналитичко-статистичких поступака у оцени и начину приказа резултата оцене квалитета дигиталних топографских карата.

Утврђивање могућности оцене квалитета свих дигиталних топографских карата у размерном низу произведених применом поступака картографске генерализације, као и анализа утицаја картографске генерализације на квалитет дигиталних топографских карата описана је у петом чланку под називом *"Automatically cartographic generalization using PYTHON programming language and it's impact on quality of digital topographic maps"*.

### **1.7. ОЧЕКИВАНИ ДОПРИНОС ИСТРАЖИВАЊА**

У теоријском смислу, ова дисертација требало би да допринесе дефинисању оптималне методологије испитивања и оцењивања квалитета дигиталних топографских карата издања ВГИ.

Поступак у оцењивању квалитета ДТК25 у потпуности је разрађен и може послужити као модел за оцењивање квалитета осталих топографских карата ситнијих размера.

Очекује се да ће сазнања до којих се дошло у току рада на овој дисертацији, посебно у њеном експерименталном делу, унапредити процес израде наших топографских карата, јер су она указала да за таква побољшања има места. Такође се очекује да ће издавач усвојити методологију која ће омогућити да корисник располаже егзактном и веродостојном оценом о квалитету карте ради примене у различитим апликацијама.

## 2. КВАЛИТЕТ ПРОСТОРНИХ ПОДАТАКА

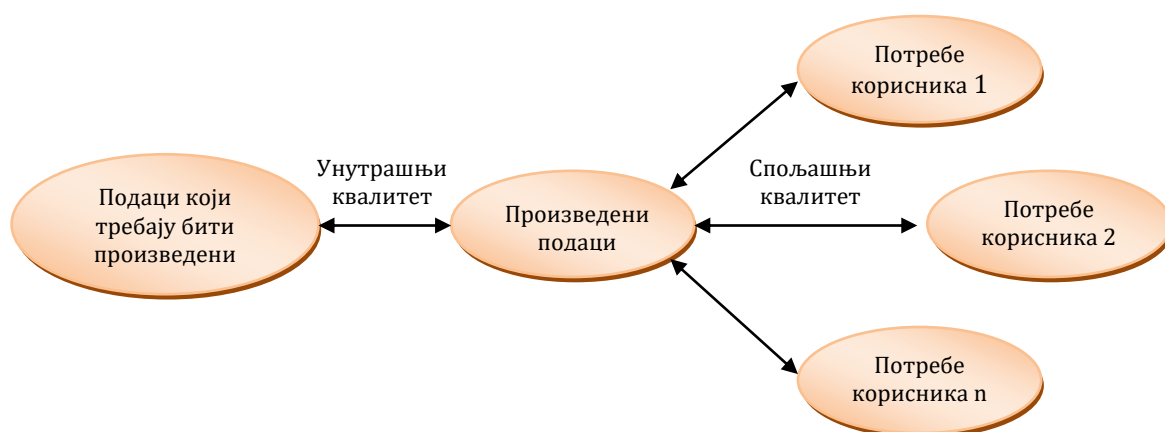
### 2.1. ДЕФИНИЦИЈА КОНЦЕПТА КВАЛИТЕТА

Термин „квалитет“ етимолошки потиче од латинске речи „*Qualitas*“ која је инспирисна од грчке речи „*ποτου*“ (једне од основних Аристотелових „категорија“), а приписује се филозофу Цицерону на основу речи „*qualis*“ што значи „шта“ (шта је природа нечега). Квалитет се може парафразирати као „шта је то“ или као одговор на питање које следи првом онтолошком питању „да ли је тамо“, „да ли постоји још нешто“ и „шта је то нешто“ [Devillers & Jeansoulin, 2006].

„Квалитет“ као категорија представља небројиву карактеристику, супротност „квантитету“. Овакво значење квалитета срећемо у филозофији где се квалитет дефинише као „аспект искуства који се битно разликује од било ког другог аспекта и при томе нам омогућава разноликост искуства“ [Chapman, 2005].

Међународна организација за стандардизацију ISO квалитет дефинише као скуп карактеристика неког производа или услуге које одражавају способност тог производа или услуге да испуни одређене, унапред формулисане захтеве и/или захтеве који се подразумевају [ISO 9000, 2005]. Све дефиниције квалитета можемо сврстати у две основне групе [Devillers & Jeansoulin, 2006; Van Oort, 2006]:

- унутрашњи квалитет (производи који су ослобођени грешака)
- спољашњи квалитет (производ задовољава потребе корисника)



Слика 1. Концепт унутрашњег и спољашњег квалитета [Devillers & Jeansoulin, 2006]

Слика 1. приказује на поједностављен начин концепт унутрашњег и спољашњег квалитета. Концепт квалитета просторних података подразумева да произведени

просторни подаци нису савршени, да се разликују од података какви би требало да буду произведени и да у одређеној мери задовољавају потребе корисника.

Када говоримо о квалитету просторних података већина људи мисли углавном на положајну (просторну) тачност података (елемент квалитета који је укључен у унутрашњи квалитет података), међутим више званичних дефиниција квалитета, на пример дефиниција ISO организације, одговарају спољашњем квалитету. Чињеница је, да је ова двојност чест извор забуне у литератури [Devillers & Jeansoulin, 2006].

### **2.1.1. Унутрашњи квалитет**

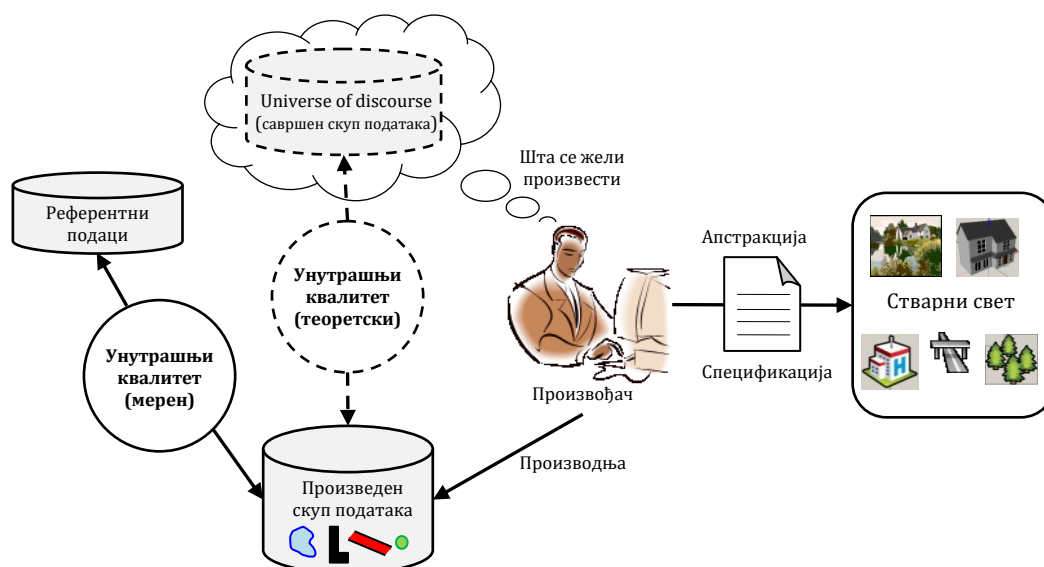
Унутрашњи квалитет представља ниво сагласности који постоји између произведених података и „савршених података“ који би требало да су произведени (то јест произведених података без грешака). Наведени „савршени“ подаци у литератури се називају „*universe of discourse*“ на енглеском или на француском „*terrain nominal*“, што преводимо као појам „област од значаја“ која представља слику стварности, у одређеном временском тренутку, посматрану кроз филтер дефинисан спецификацијом производа. Спецификација производа се дефинише као документ који прописује које захтеве треба да задовољава производ, у овом случају дигитална топографска карта, односно спецификација производа представља скуп правила и захтева који дефинишу пут преласка од реалног света до просторних података дигиталних топографских карата. Спецификација садржи, на пример, дефиниције објеката који требају бити приказани на топографским картама, геометрију која се користи за приказивање сваког типа објекта (на пример, тачка, линија, полигон), атрибуте које их описују, као и могуће вредности за наведене атрибуте. У Војногеографском институту спецификацију производа представљају Упутства за израду дигиталних топографских карата за сваку размеру појединачно, где су на свеобухватан начин дефинисане хијерархијска, логичка и физичка структура Централне геопросторне базе података у појединачним размерама респективно.

У пракси, при оцени унутрашњег квалитета не користимо област од значаја (енг: *universe of discourse*) која нема стварну физичку егзистенцију, јер је „идеални“ скуп података, већ користимо податке веће тачности од произведених података које називамо референтним или контролним подацима (слика 2). Код оцене

унутрашњег квалитета разликујемо два дела оцене квалитета [Devillers & Jeansoulin, 2006]:

- екстерни (спољашњи) дело који се заснива на упоређивању са референтним подацима,
- интерни (унуташњи) дело који се заснива на међусобној анализи података у зависности који се елемент квалитета оцењује.

На пример, оцена положајне тачности представља екстерни део, док оцена логичке доследности представља интерни део оцене унутрашњег квалитета.



Слика 2. Концепт унутрашњег квалитета

Унутрашњи квалитет се описује помоћу елемената и подемената квалитета. Елементи квалитета просторних података организовани су у две различите категорије на основу начина представљања. То су [Sadiq, 2008]:

- квантитативни начин представљања елемената квалитета којег чине: потпуност (енг: *completeness*), логичка доследност (енг: *logical consistency*), положајна тачност (енг: *positional accuracy*), тематска тачност (енг: *thematic accuracy*) и временска тачност (енг: *temporal accuracy*);
- неквантитативни начин представљања елемената квалитета којег чине намена (енг: *purpose*), употребљивост (енг: *usage*) и порекло (енг: *lineage*).

У табели 1, приказани су елементи и подементи унутрашњег квалитета према стандарду ISO 19157 који су представљени на квантитативни начин.

**Табела 1:** Елементи и подементи унутрашњег квалитета података према стандарду ISO 19157 који су представљени на квантитативни начин [ISO 19157, 2013]

<i>Елементи и подементи квалитета података</i>	<i>Значење</i>
<b>Потпуност</b>	<i>Присуство или одсуство објеката и појава, њихових атрибута и односа</i>
<i>Вишак података</i>	
<i>Недостатак података</i>	
<b>Логичка доследност</b>	<i>Степен придржавања логичких правила која се односе на структуру података, атрибуте и њихове односе</i>
<i>Концептуална доследност</i>	
<i>Доследност у домену</i>	
<i>Доследност формата</i>	
<i>Тополошка доследност</i>	
<b>Положајна тачност</b>	<i>Тачност положаја приказаних објеката и појава</i>
<i>Апсолутна или спољашња</i>	
<i>Релативна или унутрашња</i>	
<i>Тачност гридних података</i>	
<b>Временска тачност</b>	<i>Временска тачност атрибута и њихових међусобних односа</i>
<i>Тачност мерења времена</i>	
<i>Временска доследност</i>	
<i>Временска валидност</i>	
<b>Тематска тачност</b>	<i>Тачност квантитативних атрибута и исправност неквантитативних атрибута, као и класификације атрибута и њихових односа</i>
<i>Коректност класификације</i>	
<i>Коректност описних атрибута</i>	
<i>Тачност квантитативних вредности атрибута</i>	

### 2.1.2. Спољашњи квалитет

Концепт спољашњег квалитета одговара нивоу сагласности која постоји између производа и потреба корисника. У датом контексту, концепт спољашњег квалитета због тога можемо повезати са придевом „бољи“ као што се обично користи.

Концепт спољашњег квалитета подразумева да квалитет није апсолутан и да исти производ може бити различитог квалитета за различите кориснике. Концепт спољашњег квалитета је уопштено препознат као дефиниција квалитета у ширем смислу речи [Devillers & Jeansoulin, 2006]. ISO 9000 дефинише квалитет као скуп карактеристика неког производа или услуга које одражавају способност тог производа или услуге да испуне одређене, унапред дефинисане захтеве и захтеве



који то подразумевају [ISO 9000, 2005]. Дакле, квалитет је скуп карактеристика производа које се заснивају на његовој способности да испуни наведене и новонастале захтеве. Спољашњи квалитет се често дефинише појмовима „погодност за употребу“ и „погодност намени“.

При оцени спољашњег квалитета критеријуми за оцену могу садржати и елементе унутрашњег квалитета [Goodchild, 1993]. Тако на пример, при оцени да ли скуп података задовољава наше потребе, можемо видети да ли подаци обухватају потребну територију, у одређеном временском интервалу, укључујући неопходне објекте и њихове атрибуте, али често и да ли подаци имају одговарајућу положајну тачност, потпуност који представљају елементе унутрашњег квалитета [Harding, 2006].

За просторне податке могу се предложити шест карактеристика које дефинишу спољашњи квалитет скупа просторних података [Bédard & Valliere, 1995]:

- **Дефиниција** – која се користи за оцену да ли је тачна природа просторних података и објеката којом су описани, то јест „шта“ одговара потребама корисника (семантичке, просторне, временске дефиниције).
- **Покривеност** – која се користи за оцену да ли територија и временски период за које постоје подаци, односно „где“ и „када“ одговара потребама корисника.
- **Порекло** – које се користи да сазнамо изворе података, циљ њиховог прикупљања, методе прикупљања, односно „како“ и „зашто“ и да видимо да ли подаци задовољавају потребе корисника.
- **Прецизност** – која се користи за оцену колико подаци вреде и да ли су прихватљиви за изражене потребе корисника (тематска, временска, положајна прецизност објеката и њихових атрибута).
- **Легитимитет** – који се користи за оцену званичног признања и правног оквира података, и да ли подаци задовољавају захтеве de facto стандарда, поштовања признатих стандарда, да ли подаци имају правно или административно признање од званичних органа, или законску гаранцију од прозвођача и др.

- **Пристапачност** – која се користи за оцену лакоће којом корисници могу добити анализирани податке (трошкови, временски оквир, формат, степен тајности, ауторска права).

### **2.1.3. Контрола квалитета**

Контрола квалитета је део система управљања квалитетом фокусиран на испуњавање основних захтева везаних за квалитет. Под основним захтевима се подразумевају спецификације везане за мерљиве карактеристике производа и услуга. Контрола квалитета се, дакле, односи на надзор над производним процесом током његовог одвијања, а у циљу задовољавања норми.

Контрола квалитета је шири појам од контролисања, које се, по [ISO 9000, 2005] дефинише као вредновање усаглашености посматрањем и процењивањем, уз, када је то погодно, мерење, испитивање или процењивање применом шаблона. Дакле контролисање се односи на испитивање квалитета по одређеној карактеристици (мерење одступања, поређење са еталоном, визуелна идентификација грешака). Са појавом норми ISO 9000, дошло је до еволуције појма “контрола квалитета” у појам “осигурање или обезбеђење квалитета”. Неколико година касније уведен је појам управљање квалитетом, да би се на крају дошло до тренутно највишег нивоа интеграције послова везаних за квалитет, до менаџмента квалитетом [ISO 19158, 2012].

## **2.2. ГРЕШКЕ, ТАЧНОСТ И НЕСИГУРНОСТ ПРОСТОРНИХ ПОДАТАКА**

Просторни подаци представљају модел стварности [Longley, Goodchild, Maguire, & Rhind, 2001], осмишљену и поједностављену представу комплексне стварности. Свака карта или просторна база података дакле представља модел, произведени за одређену намену у којима су поједини елементи поједностављени, груписани или редуковани како би дефинисали представу стварности разумљивијом и тиме подстакли процес комуникације информацијама. У процесу моделовања, при креирању података, дефинишемо скуп фактора који представљају извор грешака заснованих на технологији израде (на пример прецизност мерног инструмента, алгоритми за манипулацију подацима) или заснованих људском активношћу израде података (на пример визуелна идентификација објеката на снимку). Сви

просторни подаци су тада на различитим нивоима непрецизни, нетачни, ван датума, непотпуни [Devillers & Jeansoulin, 2006].

Без обзира да ли говоримо о моделима, подацима, чињеницама, инструментима или експериментима постоје филтери који изазивају деформације између добијених информација и дела реалности које оне представљају. Просторне податке не заобилази овај филтер тако да он деформише податке на неколико начина [Devillers & Jeansoulin, 2006]:

- резултат се може разликовати у извесној мери од теоријски очекиване вредности (грешка, непрецизност, непотпуност)
- теорија не може да прикаже тачно шта је њен дизајнер имао намеру (неодређеност)
- теорија на којој се заснивају подаци није у складу са потребама корисника (несагласност)

Због тога је проблем квалитета података смештен у саму основу географских информационих система, присутан је у свим апликација и има велики утицај на одлучивање на основу коришћених података [Beard & Buttefield, 1999]. У последњих 20 година, интересовање на пољу квалитета просторних података порасло је пратећи две технолошке револуције. Прва је прелаз са аналогних, папирних карата на векторске, дигиталне карте. Кад се чинило да су корисници постали свесни проблема квалитета папирних карата, дигитални формат дао је корисницима нове могућности високе прецизности, јер сада могу да мере растојања веома прецизно или да приказују податке са високим степеном детаљности [Devillers & Jeansoulin, 2006].

Друга револуција је развој интернета и других облика комуникација, олакшавајући размену података између појединаца или организација. Прошли смо од парадигме где су појединци (или организације) производили просторне податке само за сопствену употребу до ситуације када велики број корисника може преузети податке различитог квалитета и често несвесно, неанализирајући их, интегрисати у сопствене апликације [Devillers & Jeansoulin, 2006].

За разлику од највећег броја геодетских мерења и опажања, појмови грешака и квалитета у картографској области често нису потпуно идентични и једнозначни, јер се не могу искључиво обухватити вредностима које се могу егзактно мерити.

Оцена квалитета је овде зависна од величина са различитим особинама и стога није ослобођена субјективне оцене. Квалитет карте је појам који обједињује низ објективних и субјективних елемената квалитета. Одређене елементе квалитета можемо егзактно дефинисати математичким и статистичким апаратом, док за остале елементе може се само одредити број погрешних у односу на укупан број информација такве врсте, нпр. назива или знакова на једном листу карте. Док решење математички дефинисаног задатка може бити само исправно или погрешно, решења многих картографских задатака могу, наравно у оквиру извесних граница, бити само добра или слаба. Ту и леже узроци субјективизма и тешкоћа приликом оцењивања квалитета геотопографских материјала [Peterca, Radošević, Milisavljević, & Recetin, 1974].

### **2.2.1. Појам грешке**

Разлике између истинитих или највероватнијих вредности мерених или картираних величина и њихових вредности, добијених мерењем или картирањем, називамо општим именом грешкама [Peterca, Radošević, Milisavljević, & Recetin, 1974].

Разлика између истините и мерене вредности се назива истинитом грешком или само грешком. Као истинита вредност се у пракси увек сматра она која је резултат мерења, рачунања или картографисања вишег степена тачности од оне чија се тачност оцењује. Другим речима, свака величина добијена из резултата рада вишег реда, тј. са занемарљиво малом грешком у односу на грешке резултата мерења, рачунања или картографисања, може служити за нижи ред као истинита вредност. Такву вредност називамо условно тачном вредношћу.

Појединачна одступања (грешке) не показују никакву законитост, нити могу да послуже за оцену тачности мерених или картираних величина. Међутим, на основу великог броја грешака могу се извести многи закључци о законитости понашања грешака мерења или картографисања, као и о оцени тачности мерених величина.

Ако је истинита вредност мерене величине непозната, из резултата мерења може се одредити њена највероватнија вредност. Разлика између највероватније и мерене вредности се назива највероватнијом грешком или одступањем. Зависно

од тога да ли се непозната величина директно упоређује са мерном јединицом, или је од ње у некој математичкој зависности, мерења могу бити директна или индиректна. У картографској пракси појављују се углавном директна мерења [Peterca, Radošević, Milisavljević, & Recetin, 1974].

Грешку можемо дефинисати као разлику која постоји између стварности и представе те стварности [Heuvelink, 1998]. Оне ће директно утицати на унутрашњи квалитет произведених података. Различити аутори су предложили класификацију наведених грешака и њихових извора [Heuvelink, 1999]. Једна од наведених класификација је на основу различитих фаза производње, проширујући процес од прикупања до употребе података [Collins F. C. & Smith J. L., 1994]:

- прикупљање података – непрецизност у теренским мерењима, непрецизна опрема, непрецизна процедура прикупљања, грешке у анализи података даљинске детекције.
- унос података – грешке векторизације, природа неодређености природних граница, други облици уноса података.
- чување података – нумеричка прецизност, просторна прецизност (код растерских података).
- коришћење података – погрешни класни интервали, граничне грешке, лажни палогони и анализа грешака операцијама које се преклапају или понављају.
- излаз података – уразмеравње, натачан излазни уређај.
- употреба података – натачно разумевање информација, неправилна употреба података.

У односу на узрок настанка, особине и утицај на резултате радних поступака, грешке се могу поделити на грубе, систематске и случајне.

**Грубе грешке** (енг: *blunders, gross error, mistakes*). Сматра се да одређени картографски радни поступак садржи грубу грешку ако резултат тог поступка знатно одступа од објективног стања просторних података, математичких или других података картографског садржаја. Грубе грешке су по апсолутној вредности или значају толике да се са сигурношћу може рећи да су резултат грубог превида или пропуста. Зато се у картографској пракси најчешће називају

пропустима. Главни узрок ових грешака је недовољна пажња извршиоца радова [Peterca, Radošević, Milisavljević, & Recetin, 1974].

Модерни статистички концепти третирају опажања као узорке одређених распореда вероватноћа и њихове промене анализирају користећи правила закона вероватноћа [Божић, 2006]. Резултате мерења који садрже грубе грешке потребно је идентификовати и одбацити из даље обраде. Тестирање, идентификације и одбацивање грубих грешака из резултата мерења реализује се на основу одређених критеријума и правила.

**Систематске грешке** (енг: *systematic error*). Систематским грешкама ( $\delta$ ) називамо елементарне грешке које представљају вредност случајне величине чије се математичко очекивање знатно разликује од нуле [Perović, 1989]. Ту се убрајају оне грешке које једнострано и систематски мењају резултат мерења или рада, било да га повећавају или смањују. Узроци ових грешака се могу сазнати, док се отклањање систематских грешака или смањивање њиховог утицаја у резултатима мерења постиже избором методе рада или математичком обрадом резултата после извршеног рада [Божић, 2008]. Битна особина ових грешака јесте њихово линеарно нагомилавање, јер се редовно појављују под утицајем једног узрочника и делују једнострано под истим знаком, пропорционално дејству тог узрочника [Peterca, Radošević, Milisavljević, & Recetin, 1974]. Систематске грешке није могуће у потпуности уклонити из резултата мерења или рада због тога што поседују особину ограничености.

**Случајне грешке** (енг: *random error*). Елементарне грешке ( $\epsilon$ ) које представљају вредност случајне променљиве са математичким очекивањем нула, а покорвају се нормалном Гаусовом распореду називају се случајним грешкама, односно то су све грешке чији су узроци непознати или су познати, али су многобројни и њихов међусобни однос сувише комплексан да би се могли елиминисати из резултата рада [Божић & Томић, 2007]. Свака вредност која се добија мерењем мора бити оптерећена случајним грешкама, чији се износ и предзнак не могу унапред предвидети. Скуп случајних грешака (велики број случајних грешака) следи одређене законе који се могу аналитички описати помоћу одговарајућих распореда математичке статистике. Утицај случајних грешака на највероватнију вредност мерене величине се смањује када се иста величина мери више пута.

Основне законитости којима су подложне случајне грешке јесу [Peterca, Radošević, Milisavljević, & Recetin, 1974]:

- у датим условима, по апсолутној вредности не могу прећи извесну граничну-максималну вредност;
- пошто су узроци појава мањих грешака многобројнији од узрока појаве већих грешака, мале по апсолутној вредности случајне грешке су чешће него велике;
- при великом броју мерења подједнака је вероватноћа настанка позитивних (са знаком +) и негативних (са знаком -) грешака истих апсолутних вредности. Одавде следи важна особина случајних грешака:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sum_1^n \varepsilon}{n} = 0$$

Алгебарска сума случајних грешака има такође све особине случајних грешака. То значи да грешке посредних величина, тј. величина изведених из директно мерених вредности, имају исте особине као и грешке мерених величина. Ова важна особина омогућује изравнање мерених величина без обзира на то да ли су те величине мерене директно или су изведене из директно мерених величина [Peterca, Radošević, Milisavljević, & Recetin, 1974].

### 2.2.2. Појам тачности

Ако истиниту вредност неке величине обележимо са  $A$ , а вредност исте величине добијене мерењем са  $X$ , у принципу  $A \neq X$ , тада одступање мерене величине од истините „праве“ вредности називамо истинитом грешком ( $\Delta$ ).

$$\Delta = X - A$$

Величину:

$$v = -\Delta = A - X, \text{ називамо поправком резултата мерења, а величину:}$$

$$v_i = \bar{X} - X_i = -\Delta_i, \text{ називамо највероватнијом поправком резултата мерења.}$$

Укупна грешка представља збир свих систематских и случајних грешака:

$$\Delta = \varepsilon + \delta$$

У случају два мерења исте величине:

$$A - X_1 = v_1$$

$$A - X_2 = v_2$$

Ако је  $X_1$  ближе вредности  $A$  од  $X_2$ , то је  $|v_1| < |v_2|$ . Очигледно је да је мерење  $X_1$  тачније од мерења  $X_2$ , јер је грешка мања. Ако са  $h$  обележимо тачност, онда је:

$$h = K \cdot \frac{1}{v}$$

То значи да је тачност обрнуто пропорционална грешци. Када су мерења ослобођена систематских грешака, случајне грешке, а преко њих и тачност мерења, изражавају се овим мерилима тачности: просечном и средњом квадратном грешком [Peterca, Radošević, Milisavljević, & Recetin, 1974].

Просечна грешка се добија као аритметичка средина из збира апсолутних вредности истинитих случајних грешака:

$$\theta = \frac{|v_1| + |v_2| + |v_3| + \dots + |v_n|}{n} = \frac{\sum_1^n |v_i|}{n}$$

Средња квадратна грешка се добија као квадратни корен из збира квадрата истинитих случајних грешака, подељеног бројем мерења:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 + \dots + v_n^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum_1^n v^2}{n}}$$

У случају да истините грешке нису познате, користи се формула:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 + \dots + v_n^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_1^n v^2}{n-1}}$$

где су:

- $v_1$  = поправка, одступање резултата мерења — разлика између једног појединачног мерења и аритметичке средине свих мерења као највероватније вредности мерене величине;
- $n$  = број појединачних мерења (као и горе)

Код оцене тачности релативно малог броја мерења, средња квадратна грешка верније изражава тачност резултата него просечна грешка.



Између средње квадратне грешке ( $\sigma$ ) и просечне грешке ( $\theta$ ) постоје ови теоријски односи [Peterca, Radošević, Milisavljević, & Recetin, 1974]:

$$\sigma = \pm \theta \cdot \sqrt{\frac{\pi}{2}} = \pm 1,25 \cdot \theta$$

$$\theta = \pm \sigma \cdot \sqrt{\frac{2}{\pi}} = \pm 0,80 \cdot \sigma$$

Максимална грешка је гранична вредност случајне грешке. Грешке које по апсолутним вредностима прелазе величину максималне грешке, треба сматрати грубим. Максималне грешке су најчешће идентичне са дозвољеним одступањима која се дају у техничким инструкцијама за извођење радова. При нормалној расподели грешака, за максималну се обично узима трострука вредност средње квадратне грешке, тј.  $v_{max} = 3 \sigma$ .

Релативна грешка је количник између просечне или средње квадратне грешке и вредности мерене величине. Релативна средња квадратна грешка вредности  $A$  ће бити [Peterca, Radošević, Milisavljević, & Recetin, 1974]:

$$\frac{\sigma_A}{A} = 1 : \frac{A}{\sigma_A}$$

За разлику од просечне или средње квадратне грешке које се изражавају јединицом мере мерене величине, релативна грешка је неименован број који показује грешку направљену на јединицу мере. У геодезији се обично изражава разломком чији је бројитељ јединица, а у техници, па често и у картографији, у процентима [Peterca, Radošević, Milisavljević, & Recetin, 1974].

### 2.2.3. Појам несигурности

Концепт несигурности просторних података новијег је датума и треба га разликовати од концепта грешака. Реч несигурност означава сумњу, или у поменутом контексту несигурност просторних података, значи сумњу у ваљаност просторних података.

Основни проблем несигурности просторних података је могући несклад у разумевању онога што треба да буде и онога што је картирано. Појам несигурности просторних података описује се у односу на три главне димензије,

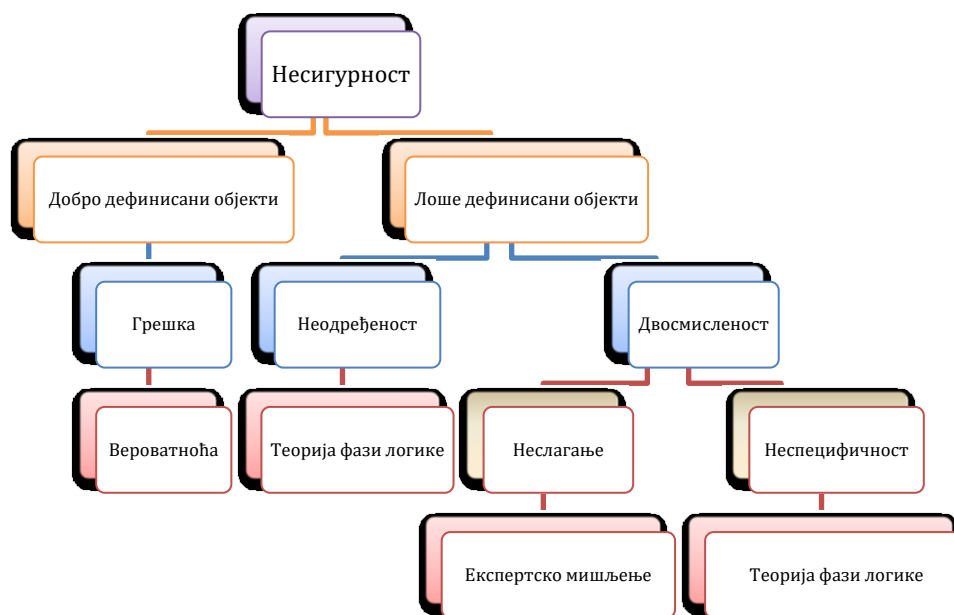
односно постоји несигурности у мерењу атрибута, положаја и времена. У циљу дефинисања природе несигурности објекта у положајној или временској димензији, мора се донети одлука о томе да ли се може или не, смислено одвојити појединачни објекат од других објеката у било којој димензији. У идеалном случају објекат ће бити диференциран и класификован у обе димензије, у положају и времену. Због тога је веома важан концепт класификације, најчешће представљен на основу хијерархијског модела који дефинише припадност објеката одређеној класи [Fisher, 1999].

Код просторних база података приликом прикупљања просторних података срећемо се са два наизглед једноставна питања:

- да ли је класа објеката који се картирају јасно одвојена од осталих могућих класа?
- да ли су просторни објекти унутар једне класе јасно и концептуално одвојена од осталих просторних објеката у оквиру исте класе?

Поред наведеног, несигурност просторних података потиче из различитих извора [Fisher, Comber & Wadsworth, 2006]:

- несигурност због инхерентне природе просторних података: Различита тумачења појединих објеката из стварног света могу бити подједнако важна;
- картографска несигурност која доводи до положајних и атрибутских грешака;
- концептуална несигурност као резултат разлика, које су дефинисане на основу питања "шта је то што се картира".



Слика 3. Концептуални модел несигурности у просторним подацима

Несигурност просторних података везана је за појмове добро и лоше дефинисаних просторних објеката (слика 3).

Добро дефинисани просторни објекти су најчешће сви објекти који су настали људском активношћу. Код њих се класе објеката веома лако одвајају од осталих класа и појединачни објекти се јасно разликују од других инстанци исте класе. Главни проблем код добро дефинисаних објеката представљају положајне грешке и грешке атрибута, а доминантан тип извештавања укупне несигурности просторних података, на најбољи начин репрезентује матрица погрешне класификације. Наведене грешке се увек саопштавају са одређеним степеном вероватноће [Fisher, 1999].

Лоше дефинисани просторни објекти су објекти који најчешће настају картирањем природних ресурса, где немамо јасно дефинисану границу између одређених класа или између појединачних објеката унутар једне класе (пример: картирање вегетације).

Крајњи циљ у хијерархији несигурности је повезивање појма несигурности са специфичним формализмима концепта несигурности (слика 3), тј [Fisher, Comber & Wadsworth, 2006]:

- грешка за чију анализу користимо теорију вероватноће;
- неодређеност коју анализирамо помоћу теорије фази логике;

- двосмисленост која се може поделити на неслагање (решавање помоћу експертског мишљења) и неспецифичност (анализа коришћењем теорије фази логике).

**Неодређеност** се јавља код лоше дефинисаних објеката где је тешко идентификовати просторне домене објеката или када не можемо да прецизно дефинишемо објекат, односно када је тешко недвосмислено издвојити појединачне објекте у различите класе. Другим речима, није могуће дефинисати просторни домен објеката који се анализирају или када одређени објекат не садржи скуп атрибута или карактеристика који омогућавају да наведени објекат буде додељен одређеној класи. Објекти који садрже неодређеност моделују се помоћу теорије фази логике. Кроз приступ теорије фази логике рачуна се функција чланства сваког објекта свим могућим класама. Објекат који има највећу вредност функције чланства за одређену класу додељује се тој класи.

**Двосмисленост** је састављена од **неслагања** и **неспецифичности**. Неслагање настаје када је један просторни објекат јасно дефинисан, али се може уврстити у две или више различитих класа са различитим шемама или интерпретацијама одређене појаве. Неспецифичност настаје када додељивање објекта одређеној класи није дефинисано, односно процес класификације није јасно дефинисан. Додељивање просторних објеката одређеним класама може бити субјективан процес. Због свега наведеног, помоћу експертског мишљења потребно је да се дефинише скуп правила који омогућавају правилну класификацију објеката у одговарајуће класе.

У случајевима двосмислености, ни теорија вероватноће (пробабалистички приступ), нити приступ теорије фази логике нису ефикасни, због тога што матрица класификације не садржи адекватан степен неслагања и неспецифичности односа између два скупа просторних података. Због ових околности, најчешће се користе приступи базирани на експертском мишљењу за решавање неслагања између просторних објеката или комбинација експертског мишљења и теорије фази логике код анализе неспецифичности односа између два скупа просторних података.

### 2.3. СТАНДАРДИЗАЦИЈА КВАЛИТЕТА ПРОСТОРНИХ ПОДАТАКА

Истраживање у области појединих аспеката квалитета дигиталних просторних података реализује се још од 1990. године, па је на основу тога научна заједница основала две конференције на ову тему [Devillers & Jeansoulin, 2006]:

- Accuracy (*International symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources & Environmental Sciences* - Међународни симпозијум о оцени просторне тачности у областима управљања природним ресурсима и науци о животној средини) који се везује за појам просторне несигурности, пре свега, у областима управљања природним ресурсима и животне средине. Ова конференција се одржава сваке друге године последњих двадесет година.
- ISSDQ (*International Symposium of Spatial Data Quality* - Међународни симпозијум о квалитету просторних података) који се односи на квалитет просторних података у целини. Ова конференција се такође одржава на сваке две године од 1999. године.

Поред конференција, највећу пажњу научне заједнице заокупљује стандардизација појмова, структуре и поступака анализе просторних података. Развој дигиталне технологије захтевао је нове дефиниције и усвајање нових стандарда у области квалитета не само карата, већ и других података о простору [Jakobsson, 2002]. Истоветни циљеви и општа тежња ка глобализацији, као и комплексност и специфичност разматране проблематике, учинили су да на решавању ових питања учествује велики број националних и међународних организација и удружења. Процес стандардизације, који још увек траје, сада има обрнут смер и креће се од усвајања међународних стандарда, превасходно оних који настају под окриљем Међународне организације за стандардизацију ISO (International Organization for Standardisation), који се затим усвајају, уводе и примењују као регионални и национални стандарди [Радојчић, 2008].

Стандардизација у области просторних података односи се, пре свега, на дефинисање система прикупљања, израде, чувања, одржавања, презентације и размене просторних података. Њен генерални циљ је стварање окружења у којем ће различити корисници (појединци, организације, универзитети, државни органи, и остали) моћи несметано да користе и размењују просторне податке,

независно од произвођача података и коришћеног софтвера или хардвера. Осим корисника, интерес за стварање таквог окружења имају и произвођачи јер добијају огромно тржиште с већ дефинисаним основним спецификацијама које њихов производ треба да испуни.

Данас постоји читав низ разноврсних стандарда у области просторних података јер је у процесу стандардизације учествовао велики број националних, регионалних и међународних организација за стандардизацију и других субјеката (конзорцијума, владиних и невладиних организација, произвођача итд.) који су веома блиско сарађивали. Увођењем одговарајућих глобалних стандарда који се односе на дигиталне просторне податке створена је могућност њиховог коришћења у различитим апликацијама које су независно стварали различити субјекти и за различите потребе. Истовремено, омогућена је размена података, независно од начина њиховог прикупљања и степена обраде [Томић, 2010].

Стандарде у области просторних података на глобалном нивоу развијали су, посебно у последњој деценији, Међународна организација за стандардизацију ISO (енг: *International Organization for Standardisation*) - односно њен Технички одбор TC 211 (енг: *Technical Committee 211*), Отворени ГИС конзорцијум OGC (енг: *Open GIS Consortium*) и, у мањој мери, *World Wide Web* конзорцијум W3C. Наравно, у области географских информација само стандарди ISO су „званични“ на глобалном нивоу. Стандарди других организација су тзв. „индустријски“ или „de facto“ стандарди, за које је процес усвајања мање формалан и често диригован економском снагом компаније и интересима крупног капитала (понекад и праксом корисника) [Радојчић, 2008].

ISO/TC 211 развија сажете и опште, али доста прецизне стандарде који обухватају векторске, растерске и метаподатке; OGC је усредсређен на стандарде који су усмерени на имплементацију, укључујући Web картирање и тзв. GML (енг: *Geography Markup Language*); W3C се бави стандардима који се односе на информатичке технологије, у првом реду интернет технологију и тзв. *markup* језике, какав је, на пример, XML (енг: *eXtensible Markup Language*) [Радојчић, 2008].

У овој области развијани су и одговарајући војни стандарди, од којих су најзначајнији они које су усвојили NATO, Радна група за географске информације у дигиталном облику DGIWG (енг: *Digital Geographic Information Working Group*) и

америчко министарство одбране, чији се стандарди користе не само као полазна основа за израду одговарајућих стандарда НАТО-а и војних стандарда америчких савезника и партнера, већ и у војскама које нису политички и идеолошки блиске америчкој војсци. ISO 19157 међународни стандард „Географске информације – Квалитет података“ интегрисао је у себе делове NATO STANAG 2215 стандарда.

Када је реч о оцени квалитета просторних података, фамилија ISO стандарда на свеобухватан начин дефинише основне принципе и процедуре оцене квалитета просторних података. Њима се утврђују посебне мере тачности, статистике које треба користити приликом оцењивања или извештавања о квалитету, прописује минимална методологија коју треба применити за добијање оцене квалитета. Корисницима стандарда, препоручује се дефинисање захтева у складу са сопственим постављеним циљевима и о томе извештавају на одговарајући начин такође дефинисан стандардом [Petrovič, 2006].

Већина земаља Европске уније увеле су систем контроле квалитета просторних података картографских производа и публикација на основу ISO стандарда. Један од најбољих показатеља представља извештај о коришћењу серије ISO 19100 стандарда Националних картографских агенција држава Европске уније, који је објавила Eurogeographics (удружење Европских националних картографских агенција, катастара и геодетских организација). Резултати извештаја говоре о степенима коришћења стандарда серија 19100 међународне организације за стандардизацију [European Spatial Data Research, 2004]. Резултати анкете Европских картографских агенција приказани су у табели 2 [Eurogeographics, 2011].

**Табела 2:** Степен коришћења ISO стандарда серије 19100 у ЕУ

Назив стандарда	2004. година (%)			2011. година (%)		
	Да	Парцијално	Не	Да	Парцијално	Не
ISO 19113 - Quality principles	20	60	20	67	22	11
ISO 19114 - Quality evaluation procedure	27	40	33	61	17	22
ISO 19115 - Metadata	13	67	27	78	17	5
ISO 19115-2 - Metadata - Part 2: Extensions for imagery and gridded data	-	-	-	28	-	72
ISO 19131 - Data product specifications	-	-	-	50	16	34
ISO 19138 - Quality measures	-	-	-	53	12	35
Using Guidelines for Implementing the ISO 19100	-	-	-	55	6	39

Geographic Information Quality Standards in National Mapping and Cadastral Agencies						
ISO 19119 - Services	-	-	-	75	-	25

### 2.3.1. ISO 19157 стандард „Географске информације – Квалитет података“

Информације о квалитету расположивих просторних података су од виталног значаја за процес одабира скупа података где је вредност података директно повезана са њеним квалитетом. Корисник просторних података може бирати податке из више скупова података. Због тога је неопходно да се упореди квалитет скупова података и одреди који најбоље испуњавају захтеве корисника.

Сврха описивања квалитета просторних података је да омогући поређење и избор података који најбоље одговара потребама, примени или захтевима корисника. Информације о квалитету географских података омогућавају произвођачу да оцени колико добро скуп података испуњава критеријуме наведене у спецификацији производа и помаже кориснику података у оцени способности неког производа да задовољи захтеве за конкретну примену. За потребе ове оцене, користе се јасно дефинисане процедуре на конзистентан начин [ISO 19157, 2013].



Слика 4. Оквир концепата квалитета података



Стандард ISO 19157 „Географске информације – квалитет података“ [ISO 19157, 2013] квалитет просторних података дефинише као разлику између онога дела реалног света који се жели приказати неким скупом просторних података (ако је дефинисан спецификацијом производа), тзв. *universe of discourse*, и онога што скуп података прикупљен у ту сврху стварно садржи. У том погледу постоје две различите перспективе: перспектива произвођача и перспектива корисника, па се о истом скупу просторних података може судити на два различита начина. Међутим, уколико се захтеви корисника и спецификација производа поклапају, тада ће и оцене квалитета бити сагласне (слика 4).

Важно је уочити да се, по овом концепту, информације о квалитету саопштавају строго у односу на спецификацију производа. Грешком ће се сматрати не само евентуални недостатак података предвиђених спецификацијом, већ и присуство података који нису предвиђени спецификацијом, чак и ако они стварно постоје у реалном свету. Стога је спецификација производа један од најважнијих сегмената концепта квалитета података. У поглављу 2.2.1 наведено је да спецификацију производа у ВГИ представљају упутства за израду ДТК. Сагласно наведеном, „Упутство за израду дигиталне топографске карте размере 1:25 000“, на свеобухватан начин дефинише концептуалну, хијерархијску, логичку и физичку структура Централне ГБП у размери 1:25 000. Спецификација производа за просторне податке Централне ГБП у размери 1:50 000 у ВГИ дефинисана је „Упутством за израду дигиталне топографске карте размере 1:50 000“.

Циљ ISO 19157 међународног стандарда је да обезбеди принципе за описивање квалитета просторних података и концепте за руковање информацијама о квалитету просторних података, и да на доследан и стандардизован начин одреди и извести помоћу информација о квалитету скупа података. Он такође има за циљ да пружи смернице за поступак оцене квантитативних информација о квалитету просторних података [ISO 19157, 2013].

Да би се олакшало поређење, неопходно је да се резултати извештавања о квалитету изражавају на упоредив начин и да постоји заједничко разумевање мера квалитета података које се користе. Ове мере квалитета података омогућавају описивање квалитета просторних података упоређивањем са спецификацијом производа. Употребом некомпатибилних мера није могуће

извршити поређење квалитета података. Због тога, међународни стандард ISO 19157 „Географске информације – квалитет података“ стандардизује компоненте и структуру мера квалитета података и дефинише најчешће коришћене мере квалитета просторних података.

Међународни стандард ISO 19157 „Географске информације – квалитет података“ такође дефинише низ мера квалитета података за коришћење у оцени квалитета и извештавање о квалитету просторних података. Наведен међународни стандард нема за циљ да дефинише минимално прихватљив ниво квалитета просторних података. Он се искључиво користити за [ISO 19157, 2013]:

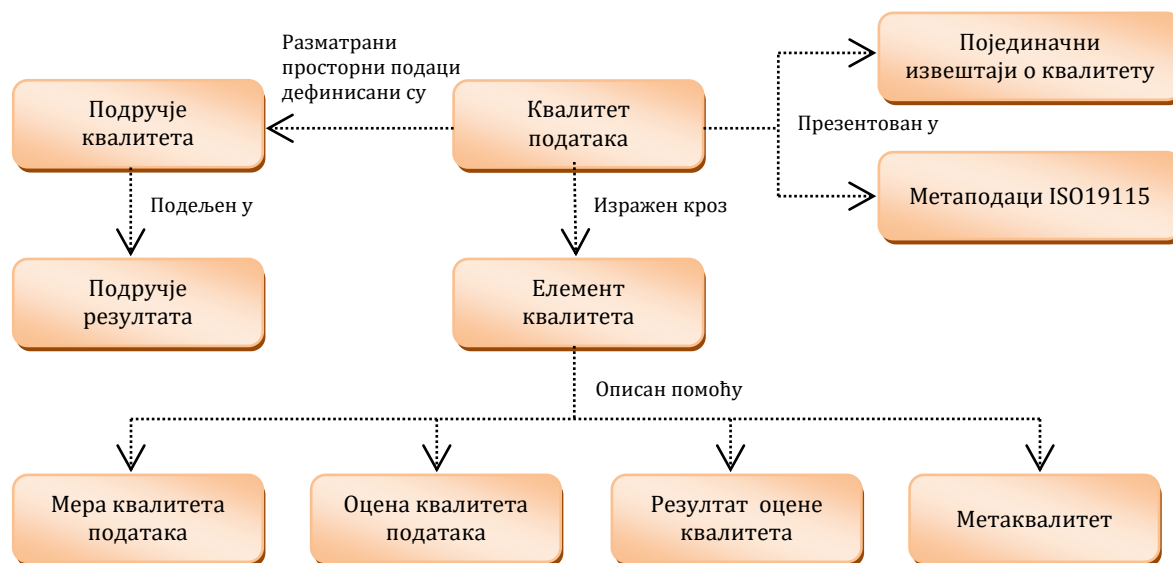
- помагање у разумевању концепта квалитета података везаних за просторне податке;
- дефинисање нивоа усклађености квалитета података у спецификацијама производа или захтевима корисника;
- прецизирање аспеката квалитета у областима примене;
- оцену квалитета података;
- извештавање о квалитету података.

Према стандарду ISO 19157 „Географске информације – квалитет података“ квалитет се описује на **квантитативан** начин помоћу елемената квалитета. Елементи квалитета података и њихови дескриптори се користе да опишу колико добро скуп података испуњава критеријуме наведене у спецификацији производа или захтевима корисника и обезбеђује квантитативне информације о квалитету просторних података [ISO 19157, 2013].

Осим наведених елемената, постоје и елементи који описују квалитет на **неквантитативан** начин, а то су: намена (енг: *purpose*), употреба (енг: *usage*) и порекло (енг: *lineage*). У случајевима када информације о квалитету података описују податке који су креирани без детаљне спецификације производа или када спецификација производа не садржи квантитативне мере квалитета, подаци се могу оценити на не-квантитативно субјективан начин као описни резултат за сваки елемент.

Важно је напоменути да овај стандард не захтева коришћење само наведених елемената и подемената квалитета, већ допушта корисницима да сами

дефинишу друге елементе и поделементе квалитета, као и параметре, индикаторе и мере квалитета.



Слика 5. Концептуални модел квалитета просторних података [ISO 19157, 2013]

Такође, стандард ISO 19157 „Географске информације – квалитет података“ даје оквир за оцењивања квалитета свих врста дигиталних просторних података - који се могу применити и на све остале облике просторних података, укључујући карте у аналогном облику и текстуалне податке - у складу с дефинисаним принципима. Уједно, он даје и смернице за извештавање о резултатима оцењивања квалитета [ISO 19157, 2013]. На слици 5, приказан је концептуални модел квалитета просторних података.

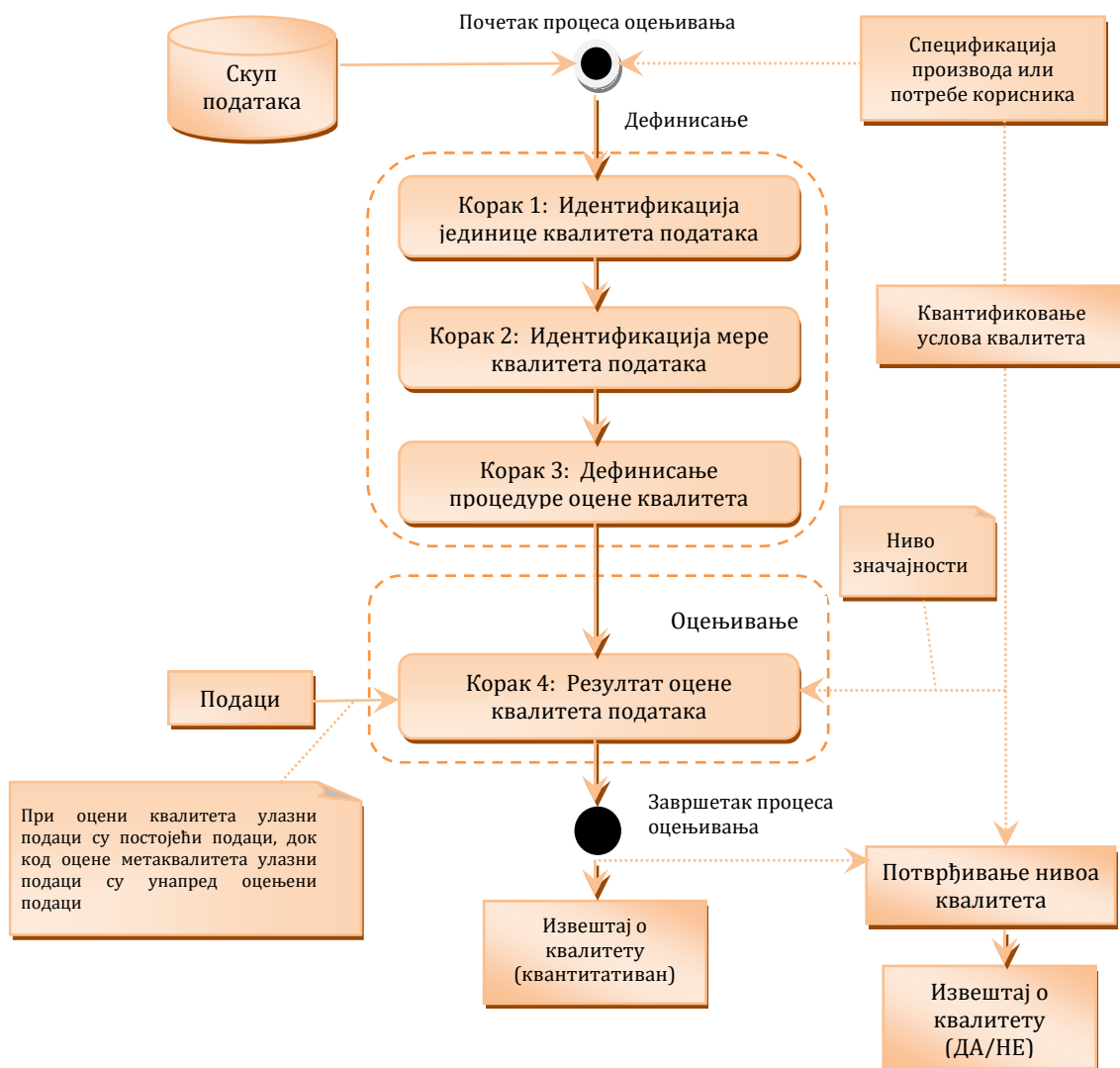
### **3. МЕТОДОЛОГИЈА ОЦЕНЕ КВАЛИТЕТА ДИГИТАЛНИХ ТОПОГРАФСКИХ КАРАТА**

Оцена квалитета дигиталних топографских карата (ДТК) примењује се у различитим етапама производног процеса просторних података ДТК и има различите циљеве у свакој етапи. У етапама производног процеса дигиталних топографских карата, које су описане у следећем поглављу дисертације, систем контроле квалитета се анализира помоћу следећих фаза контроле квалитета [ISO 19157, 2013]:

- Развој спецификације производа или захтева корисника – У процесу развоја спецификације производа или дефинисања захтева корисника можемо користити процедуре оцењивања квалитета ради успостављања потребног нивоа усаглашености квалитета које треба да испуни финални производ, у овом случају ДТК. Спецификација производа или кориснички захтеви могу садржати потребан ниво усаглашености квалитета података и информације о примењеним процедурама оцењивања квалитета које се примењују у току прикупљања и ажурирања просторних података. Ова фаза контроле квалитета се одвија заједно са дефинисањем концептуалног модела података и архитектуре просторне базе података. Развојем упутства за израду ДТК у окружењу Централне ГБП ВГИ, у којој су дефинисане логичка и физичка структура података, дефинисана су правила за прикупљање просторних података и одређена ограничења, односно дефинисано је шта се, када и на који начин прикупља.
- Контрола квалитета у току прикупљања просторних података – У фази прикупљања просторних података, произвођач може применити процедуре оцене квалитета, које су експлицитно установљене у спецификацији производа. У случајевима када процедуре оцене квалитета нису садржане у спецификацији производа, оне су најчешће дефинисане као делови процеса контроле квалитета. Прикупљање просторних података садржаја Централне ГБП обавља се коришћењем 3Д и 2Д реституције. У овој фази се анализира и проверава да ли су испоштована правила дефинисана спецификацијом производа. Опис примењених процедура које се користе за оцену квалитета прикупљених просторних података може се извештавати

помоћу неквантитативног елемента квалитета порекло (енг: *lineage*) у склопу метаподатка, где се описују примењена процедура оцене квалитета, успостављен ниво усаглашености квалитета и резултати оцене квалитета.

- Контрола квалитета у поступку провере, допуне и ажурирања просторних података – Процедуре оцењивања квалитета примењују се и на операцију ажурирања просторних података, и односе се на оцену појединачних објеката који се ажурирају, а такође и за свеобухватну упоредну оцену квалитета целокупног скупа података након ажурирања.
- Оцена нивоа усаглашености просторних података са спецификацијом производа – По завршетку процеса производње просторних података, основни циљ примењених процедура оцене квалитета је креирање резултата оцене квалитета и извештавање о квалитету просторних података. Наведени резултати оцене квалитета могу се користити за утврђивање да ли је скуп података у складу са спецификацијом производа или не. Ако скуп података пролази кроз контролу (која се састоји од скупа процедура за оцену квалитета), онда се скуп података сматра да је подесан за употребу. Исход контроле ће бити, прихватање или одбијање скупа података. Ако скуп података није прихваћен, након корекције наведеног скупа података, потребно је извршити нову контролу да би се могло сматрати да је тај скуп података у складу са спецификацијом производа. Ова фаза система контроле квалитета представља најобимнији део оцене квалитета просторних података ДТК у Војногеографском институту.
- Оцена нивоа усаглашености просторних података са потребама корисника – Процедуре оцене квалитета могу се користити за утврђивање да ли скуп података задовољава ниво усаглашености квалитета наведен у захтевима корисника. За анализу нивоа усаглашености квалитета са захтевима корисника могу се користити директне и индиректне методе оцене квалитета.



Слика 6. Методологија оцене квалитета података [ISO 19157, 2013]

Један од основних научних циљева израде докторске дисертације је дефинисање оптималне методологије испитивања и оцењивања квалитета дигиталних топографских карата на основу теоријских разматрања и практичних резултата спроведеног експеримента.

Методологија испитивања и оцењивања квалитета просторних података ДТК идентична је за све етапе производног процеса и састоји се из низа корака чији је циљ производња резултата оцене квалитета података. Она је дефинисана редоследом корака илустрованим на слици 6, којом је приказан могући ток радњи при оцени квалитета просторних података и садржи опис концепата за вредновање, квантификовање и извештавање о резултатима оцене квалитета просторних података. Основни кораци у поступку оцене квалитета просторних података ДТК могу се приказати и табеларно, као на примеру табеле 3.

**Табела 3:** Процесни кораци у поступку анализе квалитета

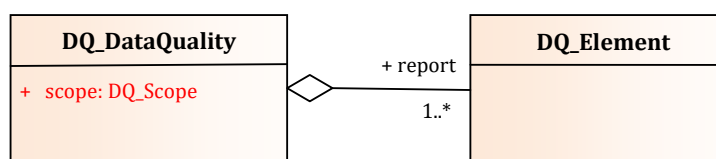
Процесни корак	Акција	Опис
1	Идентификација јединице/(а) квалитета података	Јединица квалитета података се састоји од подручја и елемента квалитета. Треба користити све релевантне елементе ради описивања квалитета просторних података.
2	Идентификација мере квалитета података	Уколико је то могуће за сваки елемент квалитета требало би дефинисати меру квалитета просторних података.
3	Дефинисање процедуре оцене квалитета	Процедура оцењивања квалитета података састоји се од једне или више примењених метода оцењивања квалитета просторних података.
4	Резултат оцене квалитета података	Резултат оцене квалитета података представља излаз примењене процедуре оцене квалитета.

У случају да се не може идентификовати мера квалитета, мора се дефинисати описни резултат као излаз оцене квалитета просторних података.

Поступак оцене квалитета просторних података најчешће се остварује током или непосредно након прикупљања (или ажурирања) скупа просторних података. У том случају спецификација производа би требало да садржи захтеве који се односе на квалитет података, као и процедуре помоћу којих ће се оцењивати да ли су ти захтеви остварени и у којој мери [ISO 19157, 2013].

### 3.1. ИДЕНТИФИКАЦИЈА ЈЕДИНИЦЕ КВАЛИТЕТА ПОДАТАКА

При описивању квалитета просторних података, разматрамо различите елементе квалитета и различите подскупове просторних података. Јединица квалитета просторних података дефинисана је као комбинација подручја и елемента квалитета података, што је приказано UML дијаграмом на слици 7.



Слика 7. UML дијаграм јединице квалитета података [ISO 19157, 2013]

#### 3.1.1. Подручје квалитета података

Подручје квалитета просторних података одређује степен просторне и/или временске, и/или заједничких карактеристика/е који идентификују просторне податке за које оцењујемо квалитет.

За сваку јединицу квалитета одређујемо једно подручје квалитета просторних података. Приликом креирања појединачног извештаја о квалитету просторних

података (било да се ради о метаподацима или самосталном извештају о квалитету) можемо обухватити неколико јединица квалитета података, због тога што су подручја квалитета често различита за поједине елементе квалитета података. Ова различита подручја квалитета могу бити, на пример, просторно одвојена, могу се преклапати или чак делити исту територију обухватања [ISO 19157, 2013].

Следећи примери дефинишу подручје квалитета података:

- a) серије скупова података;
- b) скуп података;
- c) подскуп података дефинисаних помоћу једне или више следећих карактеристика:
  - 1) типови примитива (скуп типова објеката, атрибута објеката, операција над објектима или односа међу њима);
  - 2) специфични примитиви (скупови инстанци објеката, вредности атрибута или инстанце веза међу објектима);
  - 3) географско подручје;
  - 4) временско подручје (временски оквир референтних података и тачност временског оквира).

### **3.1.2. Елементи квалитета података**

Елементи квалитета просторних података омогућавају нам да оценимо колико добро скуп података испуњава критеријуме наведене у спецификацији производа или захтевима корисника. Коришћењем елемената квалитета података може се оцењивати квалитет на различите начине и у различитим етапама производног процеса израде просторних података дигиталних топографских карата. Поред тога, одређени елементи квалитета података се могу применити на већим скуповима података, док су други погоднији за подскупове података у оквиру већег просторног података. Неки елементи квалитета података важе за већи број појединачних објеката, док неки само за појединачне објекте. Концепт квалитета података такође препознаје да одређени елементи квалитета не важе за све врсте скупова података.



Међународни стандард ISO 19157 „Географске информације – квалитет података“ идентификује елементе квалитета података првенствено као средство за идентификацију и извештавање о различитим категоријама информација о квалитету просторних података, што додатно указује да су елементи квалитета често међусобно повезани [ISO 19157, 2013].

Елементи квалитета података су компоненте које описују одређени аспект квалитета просторних података и организовани су у различите категорије. Ове категорије су приказане на слици 8. Квалитет просторних података најчешће анализирамо помоћу елемената квалитета који су представљени на квантитативан начин. Поред квантитативног начина представљања елемената квалитета постоје елементи квалитета који се представљају на неквантитативан начин, а то су: намена (енг: *purpose*), употребљивост (енг: *usage*) и порекло (енг: *lineage*).



Слика 8. Преглед елемената квалитета просторних података

### 3.1.2.1. Потпуност

Потпуност представља елемент квалитета који описује однос између просторних објеката заступљених у скупу података и објеката који представљају апстракцију стварног света. Најчешће се дефинише као присуство или одсуство просторних података, њихових атрибута и релација. Због тога потпуност као елемент

квалитета просторних података садржи два основна поделементa [Brassel, Bucher, Stephan & Vckovski, 1995]:

- вишак (енг: *commision*) података - подаци представљају вишак у скупу података;
- недостатак (енг: *ommision*) података - подаци који недостају у скупу података.

### **3.1.2.2. Логичка доследност**

Логичка доследност представља степен усаглашености са логичким правилима структуре просторних података, њихових атрибута и релација. Наведена структура може бити концептуална, логичка и физичка. Дакле, скуп података се зове доследан на логичком нивоу ако поштује структурне карактеристике изабраног модела података и ако је усаглашен са атрибутима и релацијама дефинисаним за наведене податке [Salgé, 1995].

Поделементи логичке доследности су:

- концептуална доследност (усаглашеност са правилима концептуалне шеме)
- доследност у домену (усаглашеност вредности података са допуштеним вредностима)
- тополошка доследност (коректност експлицитно одређених тополошких карактеристика скупа података)
- доследност формата (степен усаглашености података у односу на физичку структуру података)

### **3.1.2.3. Положајна тачност**

Положајна тачност се дефинише као тачност функције положаја у оквиру просторног референтног система [Drummond, 1995].

Састоји се од три поделементa квалитета података:

- апсолутна или екстерна тачност - блискост израчунатих вредности координата са вредностима које су стварне, или се сматрају стварним вредностима;

- релативна или унутрашњи тачност – блискост релативног положаја објекта у скупу података са одговарајућим положајем који је стваран, или се сматра стварним;
- положајна тачност гридних података - блискост вредности положаја гридних података са вредностима положаја које су стварне, или се сматрају стварним.

Познавање положајне тачности, од фундаменталне је важности како за корисника карте, тако и за произвођача. Испитивање положајне тачности своди се на упоређење координата појединих тачака одређених читањем с карте, с референтним, неколико пута тачнијим координатама истих тачака позиционираних одговарајућим геодетским мерењима на терену, или преузетих из других, довољно тачних извора. Основни проблем приликом оцењивања положајне тачности карте представља избор мера тачности (тј. величина којима се тачност мери и оцењује), као и одговарајућег скупа тачака које репрезентују територију на којем оцењујемо положајну тачност [Радојчић, 2008].

#### **3.1.2.4. Тематска (атрибутска, семантичка) тачност**

Тематска (атрибутска, семантичка) тачност представља степен усаглашености квантитативних атрибута и коректност некуантитативних атрибута, класификације објеката и њихових релација. Поделементи тематске тачности су [Goodchild, 1995]:

- коректност класификације – поређење класа додељених објектима или њиховим атрибутима са облашћу од значаја
- коректност описних атрибута
- тачност квантитативних вредности атрибута

Процес одређивања тематске тачности је понекад сличан потпуности ако се сматра да се разлика у концептуалном моделовању трансформише у атрибут класе или обрнуто. Слично томе, положајна тачност постаје својеврсни елемент семантичке тачности када третирамо локацију објеката као специфичан атрибут ентитета.

### **3.1.2.5. Временска тачност**

Датум уноса података, или датум његовог ажурирања, је важан фактор за корисника када оцењујемо квалитет просторних података. Временска тачност односи се на датум прикупљања, врсту промена и рокове важења просторних података, односно временска тачност представља степен усаглашености временских атрибута и временских релација објеката.

Манипулација временским информацијама своди на додавање временске димензије моделу података, а самим тим, на све елементе базе података, на пример, помоћу једне или више додатних "атрибута" за сваки ентитет базе података, сваки атрибут, и сваку релацију међу објектима. Поделементи временске тачности су [Guptill & Morrison, 1995]:

- тачност мерења времена (коректност временских референци – приказ грешака у мерењу времена)
- временска доследност (коректност низа догађаја, уколико постоје)
- временска валидност (рок трајања)

### **3.1.2.6. Порекло**

Порекло представља елемент квалитета просторних података који подразумева историју настанка наведених података. Историја просторних података подразумева праћење скупа података кроз етапе производног процеса и извештаје о настанку (опис просторних мерења, начин на који су подаци добијени), ажурирању, конверзијама, трансформацијама и др. Порекло је прва од компоненти елемената квалитета који су представљени на некувантаван начин и има велики утицај на све остале компоненте [Clarke & Clark, 1995].

Код описа порекла просторних података ДТК који су настали аерофотограметријским премером извештај о пореклу треба да садржи: размеру и датум снимања, параметре камере, податке о оријентационим тачкама, врсте и датуме обављених теренских послова, затим њихову тачност, референтни систем и пројекцију, итд. Кориснику просторних података се кроз порекло мора омогућити довољно детаљан и разумљив приказ настанка просторних података, како би могао лакше одабрати прихватљиве податке за своје потребе.

### **3.1.2.7. Намена**

Дигитална топографска карта је карта размера 1:250 000 и крупнијег, на којој су приказани природни и изграђени објекти у обиму који зависи од размера и намене карте. Она пружа велики број информација о топографско-тактичким карактеристикама земљишта, што омогућава географску, топографску и тактичку оријентацију на земљишту и решавање картометријских задатака. Дигиталне топографске карте представљају основну врсту геотопографског материјала издања ВГИ у практичној примени. За потребе геотопографског обезбеђења Војске Србије (ГТОб) израђује се и одржава систем топографских карата размера 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000 и 1:250 000. Дигиталне топографске карте су намењене за коришћење у процесу планирања и решавања различитих командно-штабних, оперативно-евиденцијских, научно-истраживачких, наставно-образовних, тактичких, инжињеријско-тактичких и других специфичних задатака који су везани за познавање, процену, уређење и коришћење простора. Топографске карте се раде према јединственим стандардима и унифицираним редакцијским решењима математичке основе, избора и приказа садржаја и технологије израде [ВГИ, 2014].

### **3.1.2.8. Употребљивост**

Употребљивост се заснива на захтевима корисника. Сви елементи квалитета могу да се користе за оцену употребљивости. Оцена употребљивости може се заснивати на специфичним захтевима корисника који не могу бити описани коришћењем предходно описаних елемената квалитета. У овом случају, употребљивост елемента користи се да опише конкретне информације о квалитету усаглашености скупа података за одређену примену и усклађеност у односу на скуп захтева корисника.

Препоручује се када се користи употребљивост елемента, да се користите сви важећи дескриптори елемената квалитета и да се дефинишу мере квалитета на основу стандардизованих мера квалитета стандарда ISO 19157 „Географске информације – квалитет података“, у циљу обезбеђивања прецизних података о оцени квалитета [ISO 19157, 2013].

Овим елементом квалитета података произвођач може да покаже колико је скуп података погодан за разне употребе. Овај елемент може да се користи у

дефинисању усаглашености скупа података са одређеном спецификацијом производа.

### **3.2. ИДЕНТИФИКАЦИЈА МЕРЕ КВАЛИТЕТА ПОДАТАКА**

Да би се олакшало поређења скупова просторних података, неопходно је да се извештаји о резултатима оцене квалитета података изражавају на сличан начин и да постоји заједничко разумевање мера квалитета података које смо користили. Да би оцене и извештаји о квалитету података (било да се ради о метаподацима или самосталном извештају о квалитету), који су анализирани из различитих извора били упоредиви, морамо користити стандардизоване мере квалитета података [ISO 19157, 2013].

#### **3.2.1. Стандардизоване мере квалитета података**

Стандардизоване мере квалитета података дефинисане су за сваки елемент квалитета. На избор, која ће се мера користити, зависи од врсте података и његове намене. Са циљем што лакшег и квалитетнијег управљања стандардизованим мерама квалитета користимо регистар мера квалитета. Сваки регистар креиран да управља стандардизованим мерама квалитета података, мора бити у складу са стандардом ISO 19135 [ISO 19135, 2005].

Због природе квалитета просторних података, листа стандардизованих мера квалитета података не може бити потпуна. Постоје случајеви када произвођач просторних података мора да осмисли и друге мере квалитета података. Ове мере треба да буду дефинисане коришћењем основних мера квалитета података предвиђених у Анексу А1 који је описан у дисертацији. Такође, нова мера квалитета података мора бити дефинисана коришћењем компоненти које су дате у поглављу 3.2.3.

#### **3.2.2. Каталог мера квалитета података**

Каталог мера квалитета података најчешће се дефинише заједно са метаподацима и потребно га је учинити доступним на интернету. На тај начин су у потпуности описане мере квалитета које су наведене у извештају о резултатима оцене квалитета просторних података.

Каталог може да садржи групу мера које се користе у једном или више извештаја о резултатима оцене квалитета података са свим потребним компонентама мера квалитета, које су описане у следећем поглављу.

Каталог (као регистар) омогућава кориснику да опише одређену меру квалитета и складишти информације како би се могао позивати на наведену меру сваки пут када је потребно, уместо поновног описивања мере у извештају о квалитету података [ISO 19157, 2013].

### **3.2.3. Списак компоненти**

Сваку меру квалитета података можемо описати следећим компонентама [ISO 19157, 2013]:

- идентификатор мере;
- име;
- псеудоним;
- име елемента;
- основна мера;
- дефиниција;
- опис;
- параметар;
- тип вредности;
- структура вредности;
- извор референце;
- пример.

Елемент квалитета података треба да се односи на само једну меру квалитета, а на тај начин се обезбеђује јединствени идентификатор мере (DQM\_Measure.Identifier) који је у потпуности описан у оквиру регистра или каталога мера, и који може бити део спецификације производа или самосталног извештаја о квалитету [ISO 19157, 2013].

Међународни стандард ISO 19157 „Географске информације – квалитет података“ препознаје да се квалитет једног скупа података оцењује коришћењем различитих метода. Једна мера квалитета података не може бити довољна за потпуно

оцењивање квалитета у оквиру дефинисаног подручја квалитета, а са друге стране једном мером квалитета не могу се обезбедити сва могућа коришћења једног скупа података. Због тога, најчешће приступамо комбиновању различитих мера квалитета. Комбинацијом мера квалитета података добијамо додатне корисне информације. Извештај о квалитету података треба онда да садржи по једну инстанцу DQ\_ELEMENT за сваку коришћену меру.

### 3.3. ДЕФИНИСАЊЕ ПРОЦЕДУРЕ ОЦЕНЕ КВАЛИТЕТА ПОДАТАКА

Након идентификације јединице квалитета просторних података и идентификације мера квалитета дефинишемо процедуру оцене квалитета просторних података. Процедuru оцене квалитета података описује метода оцене која се примењују над просторним подацима да бисмо добили резултате оцене квалитета података. Методе оцене квалитета података се користе за описивање, или за израду документације која описује методологију, која је примењена коришћењем мера квалитета и која је дефинисана подручјем квалитета података.



Слика 9. Методе за оцену квалитета података о простору [ISO 19157, 2013]



За различите елементе квалитета података најчешће користимо различите методе оцене квалитета и методе оцене квалитета података би требало да се примењују уз сваку коришћену меру квалитета [ISO 19157, 2013].

Методе оцене квалитета делимо у две основне класе, на [ISO 19157, 2013]:

- директне (непосредне) и
- индиректне (посредне) што је приказано на слици 9.

### **3.3.1. Директна (непосредна) метода оцене квалитета просторних података**

Директним методама се квалитет оцењује поређењем с одговарајућим интерним и/или екстерним референтним информацијама. У зависности од извора информација неопходних за оцењивање, директне методе се даље деле на интерне (унутрашње) и екстерне (спољашње). Интерне методе су оне које користе податке који су део скупа који се оцењује, док екстерне методе захтевају референтне податке које скуп који се оцењује не садржи.

Интерне и екстерне методе оцене можемо поделити према величини популације на [ISO 19157, 2013]:

- пот(пуну) инспекцију (енг: *full inspection*) којом испитујемо сваки члан одређене популације обухваћене подручјом квалитета и
- методу узорковања (енг: *sampling inspection*) којом испитујемо одређене подскупове из целокупне популације која је обухваћена подручјем квалитета.

### **3.3.2. Методе узорковања код оцене квалитета просторних података**

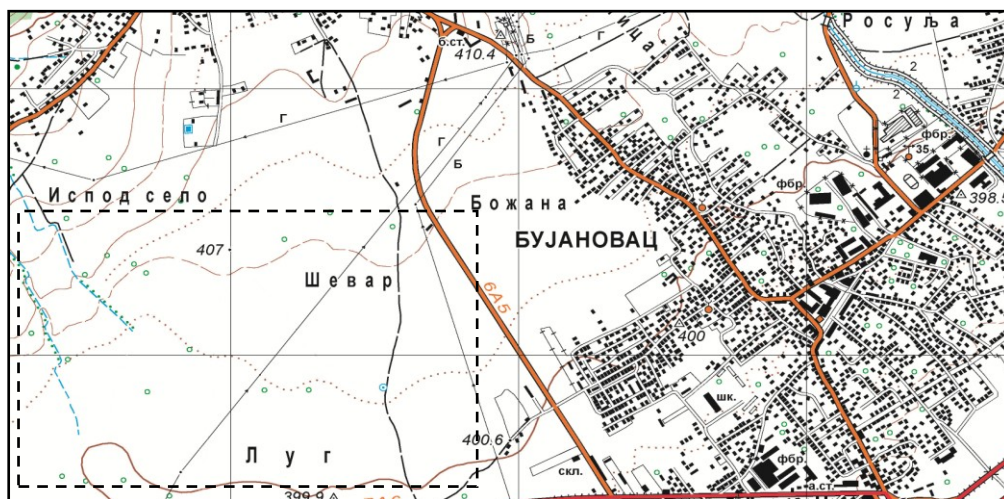
Да би закључци о целокупном скупу података на основи узорка били валидни, узорак треба бити репрезентативан. Узорак ће бити репрезентативан ако је по својим основним карактеристикама налик на основни скуп, односно ако је узорак умањена слика основног скупа. Репрезентативност узорка постиже се исправним избором елемената основног скупа. Узорком се долази до процене карактеристика основног скупа, а статистичком методом одређује се поузданост и прецизност те процене. Сви ти поступци чине методу која се зове метода узорковања или репрезентативна метода.

Ниједна метода узорковања није тако добра да би се могли, у потпуности, поуздати у њену примену. Избор није увек “једноставни случајни”, већ је компликованији због величине узорка која није фиксна, већ варира, баш због многих несавршености у процесу прикупљања података и то проузрокује да се не долази до истинитих променљивих, већ до опажања која подлежу грешкама. Величина популације, а самим тим и величина узорка може се дефинисати на основу различитих карактеристика просторног ентитета. Дефиниција величине узорка захтева директно дефинисање просторног ентитета. Примери различитих карактеристика просторног ентитета за дефинисање популације дати су у табели 4.

**Табела 4:** Различите карактеристике ентитета за дефинисање популације

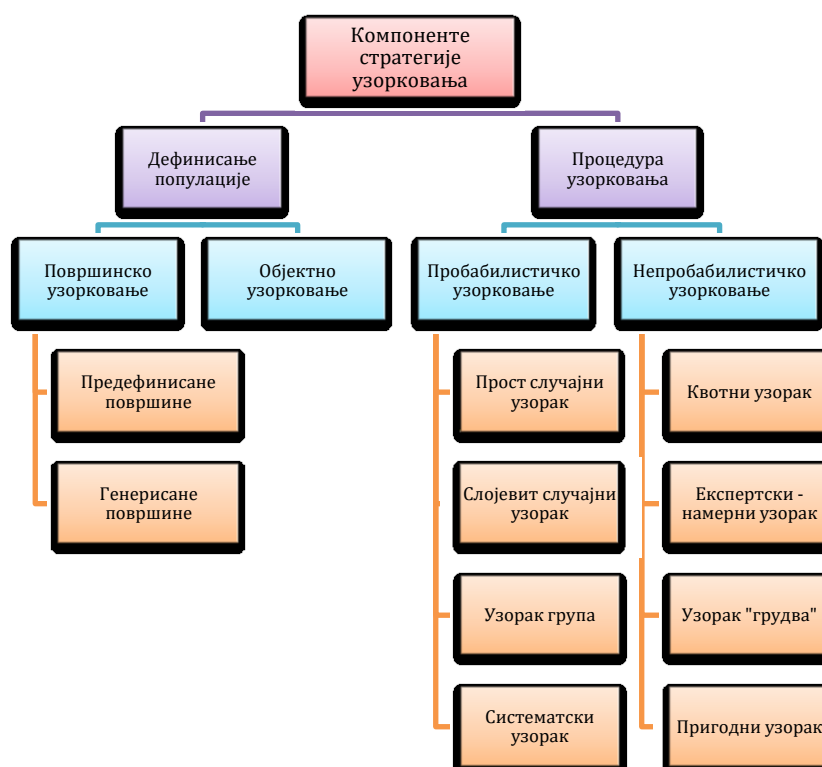
Карактеристика	Величина скупа података	Величина узорка
Објекат	Број објеката датог типа	Број објеката датог типа изражена процентом у односу на укупан број објеката
Обухваћена површина	Површина обухваћена подацима	Површина обухваћена подацима изражена процентом у односу на укупну површину
Линије	Укупна дужина линијских објеката у скупу података	Дужина узоркованог линијског објекта изражена процентом у односу на укупну дужину линијских објеката
Чворови	Укупан број чворова описаних линијским или полигоним објектима у скупу података	Број чворова узорка изражен процентом у односу на укупан број чворова на линијским и полигоним објектима

Разлике између ових карактеристика илустрована је на слици 10. Цела слика представља просторне податка дела садржаја Централне ГБП која репрезентује део ДТК размере 1:25 000 издања ВГИ као подручје за оцену квалитета просторних података. Област обележена испрекиданом линијом приказује могућ узорак површине око 25 % укупног подручја квалитета, али само око 3 % дужине линијских објеката је унутар области узорковања, и 5 % чворова наведених линијских објеката. Као помоћ у превазилажењу потешкоћа узорковања као што је приказано на слици 10., величину и позицију узорка можемо дефинисати коришћењем комбинације различитих критеријума, уз обезбеђивање репрезентативности узорка.



Слика 10. Лоше дефинисан просторни узорак за оцену квалитета ДТК

За правилно дефинисање основног скупа важно је да се познају захтеви статистичког истраживања који обезбеђују исправност и поузданост закључака о основном скупу. С тог гледишта статистички скуп треба да буде хомоген у погледу конститутивних особина, целовит и издиференциран у погледу посматраних карактеристика.



Слика 11. Везе стратегија узорковања

Постоје два аспекта стратегије узорковања (слика 11): у зависности од ентитета који се узоркују (површине или објекти) и манир по којем се селектују ентитети

(узорковање базирано на теорији вероватноће - пробабилистичко узорковање или узорковање са намерним одабиром – непробабилистичко узорковање).

### **3.3.3. Индиректна (посредна) метода оцене квалитета просторних података**

Индиректна метода оцене квалитета представља методу утврђивања оцене квалитета скупа просторних података која се заснива на одређеним спољашњим сазнањима или искуству о скупу просторних података и може бити субјективна. Наведено спољашње сазнање или искуство најчешће укључује елементе квалитета који су описани на некуантитативни начин, као што су порекло (енг: *lineage*) и намена (енг: *purpose*). Поред наведених елемената квалитета произвођач може користити различите извештаје о резултатима оцене квалитета скупа података или податке који се користе за производњу скупа просторних података за потребе индиректне методе оцене квалитета. У то могу бити укључени, на пример, знање о извору, алатима и методама које се користе за прикупљање просторних података у односу на процедуре оцене и спецификације производа наведеног скупа података.

Индиректна метода оцене квалитета података може се заснивати и само на основу искуства. Извештаји о резултатима оцене квалитета података коришћењем индиректне методе оцене требало би да садрже опис на основу којих спољашњих сазнања и искуства се базира метода оцене квалитета [ISO 19157, 2013].

У одређеним случајевима, оваква метода оцене може да завара или чак онемогући добијање квантитативних резултата оцене квалитета просторних података. Тада се, квалитет просторних података описује у текстуалној форми користећи описни резултат оцене квалитета. Због своје природе, у експерименталним истраживањима докторске дисертације није коришћена индиректна (посредна) метода оцене квалитета просторних података ДТК.

### **3.4. РЕЗУЛТАТ ОЦЕНЕ КВАЛИТЕТА ПРОСТОРНИХ ПОДАТАКА**

Резултат оцене квалитета просторних података, уз извештај о резултату оцене представља последњи корак према предвиђеној методологији оцене квалитета просторних података ДТК. Квалитет се често мења код различитих скупова података за које вршимо оцену квалитета. Зато можемо применити различите

оцене за исти елемент квалитета података због потпунијег и детаљнијег описа квантитативног резултата оцене квалитета података. Да бисмо избегли понављање описивања мера и процедура оцене за неколико инстанци елемената квалитета података (**DQ\_Element**), можемо користити неколико различитих резултата оцене квалитета просторних података са појединачним подручјима резултата. Подручје резултата је подскуп подручја квалитета података. Скуп података садржи објекте идентичног типа, али чије су позиције успостављене различитим методама и које су довеле до различите положајне тачности објеката. Међутим, иста метода оцењивања квалитета и иста мера се, примењује за цео скуп података, и пружа различите резултате у зависности од метода прикупљања података. У том случају, пожељно је да имамо неколико резултата са појединачним подручјима резултата (површина прекривена за сваки методу прикупљања података) и једним подручјем квалитета података (скуп података) [ISO 19157, 2013].

За сваки елемент квалитета података мора постојати најмање један резултат квалитета података, док и различите врсте резултата могу бити обезбеђени за исти елемент квалитета података. Наведени резултати оцене квалитета могу бити [ISO 19157, 2013]:

- квантитативни резултат,
- резултат сагласности,
- описни резултат или
- резултат покривености.

**Квантитативни резултат** представља појединачну вредност или више вредности, у зависности од вредности атрибута (вредности типа - *valueType* и структуре вредности - *valueStructure*) дефинисаних у опису примењених мера, резултата оцене квалитета [ISO 19157, 2013].

Један од примера дефинисања квантитативног резултата оцене квалитета описан је на следећи начин: Мера квалитета "степен вишка објеката" се користи за оцену броја вишка објеката у скупу података у односу на број објеката који би требало да су били присутни и представља елемент квалитета потпуност. Вредност квантитативног резултата је вредност типа – реалан број. Јединица вредности

која се користи у овом случају да прикаже наведену вредност је проценат, вредност је помножена са 100. У овом примеру јединица вредности је "%".

**Резултат сагласности** настаје поређењем вредности или скупа вредности добијених применом мера квалитета података дефинисаних подручјем квалитета података са дефинисаним прихватљивим нивоом сагласности квалитета. Када је ниво сагласности квалитета дефинисан, са њим се пореди добијени резултат како би се оценило да ли квалитет података задовољава одређени ниво квалитета [ISO 19157, 2013].

Резултат сагласности може се обезбедити за сваку меру квалитета. Нивои сагласности квалитета могу бити наведени у одговарајућој референтној документацији попут спецификације производа података или дефинисаних захтева корисника. Више од једног резултата сагласности квалитета података може бити обезбеђен за исту меру уколико је оцена извршена над нивоима сагласности који потичу из различитих извора.

У неким случајевима (нпр. код тематског картирања или геонаучног посматрања), није могуће да се произведе квантитативни резултат за примењен елемент квалитета података. Субјективна оцена једног елемента се онда може изразити помоћу текстуалних извештаја као **описни резултат** квалитета података.

Наведени описни резултат може да се користи да пружи кратак опис поступка добијања резултата оцене квалитета просторних података, да прати комплетност квантитативног резултата или да га замени у случају да не можемо да обезбедимо квантитативну вредност резултата оцене квалитета [ISO 19157, 2013].

**Резултат покривености** је резултат оцене квалитета растерских података, тако да није даље разматран у дисертацији. Резултат покривености је документован у стандарду ISO 19115-2:2009 [ISO 19115-2, 2009].

### **3.5. ИЗВЕШТАВАЊЕ О РЕЗУЛТАТИМА ОЦЕНЕ КВАЛИТЕТА ПОДАТАКА**

Потреба за извештавањем о квалитету података постоји из више разлога, укључујући следеће [ISO 19157, 2013]:

- ради помоћи у истраживању и подстицању коришћења скупа просторних података;

- ради приказивања усклађености оствареног нивоа квалитета са спецификацијом производа или захтевима корисника;
- као део иницијативе управљања просторним подацима;
- у омогућавању постепене оцене квалитета информација добијених из скупа података;
- да омогући рационално (оптимално) доношење одлука, када се зна да сви подаци садрже недостатке.

Стандардизација терминологије (нпр. елементи квалитета података) и структуре основних информација о квалитету података приближава стандард корисницима и олакшава боље разумевање и поређење. На основу тога, потврда о усаглашености са стандардом у извештају о квалитету представља значајан податак за кориснике просторних података.

Сваки извештај треба да садржи довољно информација да смислено опише релевантне аспекте квалитета података и њихове резултате. Информације о квалитету просторних података могу се извештавати у облику метаподатака и као самостални извештаји о квалитету. Ова два механизма се међусобно допуњују омогућавајући извештавање о резултатима оцене квалитета података са различитим нивоима детаља [ISO 19157, 2013]:

- метаподаци имају за циљ да пруже кратак, синтетичке и генерално-структуриране информације ради обезбеђивања интероперабилности просторних података и употребу коришћењем интернет сервиса. Извештај о оцењеном квалитету у облику метаподатака треба да буде у складу са стандардом ISO 19115:2003, односно у облику посебних извештаја о оцени квалитета (када се за резултате који се приказују као метаподаци извештава само да ли су прошли предвиђени тест, односно када се генеришу обједињени резултати о квалитету).
- у циљу обезбеђивања додатних информација о оцени квалитета просторних података, од оних који су садржани у метаподацима, можемо додатно креирати самостални извештај о квалитету, који пружа потпуно детаљне информације о оцени квалитета података. Самостални извештај о квалитету треба да садржи простор, у којем лако идентификујемо, у којој мери извештај покрива скуп података у фази оцене квалитета. Пуна

структура самосталног извештаја о квалитета намерно није стандардизована, тако да је свака организација у стању да их прилагоди за своје потребе, праксу и процедуре оцењивања. Међутим, количина информација о квалитету мора бити важна. У том случају, информације о квалитету треба извести у сажетом, лако разумљивом и на начин који омогућава лако проналажење [ISO 19157, 2013].

Са друге стране, у случају сабирања различитих резултата о оцени квалитета просторних података, самостални извештај о квалитету ће дати пуну информацију о основним резултатима оцене квалитета (са поступцима и мерама које се примењују), збирни резултат и начин сабирања, док метаподацима можемо описати само збирни резултат са освртом на основне резултате који су описани у самосталном извештају о квалитету [ISO 19157, 2013].

### **3.5.1. Елементи метаквалитета**

Оцена квалитета, користећи било који параметар, омогућава нам да представимо одговарајући учинак скупа података у погледу разматраног елемента квалитета. У исто време, уз резултат оцене квалитета, неопходно је да се обезбеди скуп индикатора који нам омогућавају да квалификујемо информације о резултату оцене квалитета. У том случају говоримо о квалитету квалитета, и користимо термин "мета-квалитет" за описивање наведене карактеристике. Најважнији од наведених индикатора су датум креирања просторних података (временски аспект), метода оцене (при тестирању, израчунању или оцењивању), и популација на којој је примењена оцена квалитета [ISO 19157, 2013]:

- датум креирања просторних података може бити тренутни - *ad hoc* (у случају оцене квалитета спроведене у редовно дефинисаним интервалима) или може бити непрекидан, у случају када постоји механизам за обезбеђивање интегритета временског аспекта просторних података. У том случају датум креирања просторних података одговара датуму настанку извештаја о квалитету просторних података.
- методе оцене квалитета које се користе могу бити више или мање, поуздане (коришћење дефинисаног прага квалитета, квалитет коришћених алгоритама, простирање методе - статистика).



- коначно, популација ће варирати у зависности од примењене методе оцене квалитета: од целокупног скупа података који се анализира, до различитих врста узорака које садрже променљиви број елемената. Делови популације се такође могу користити, било са временским (оцена квалитета унетих просторних објеката у последња два месеца или оних који су стара три до пет година) или просторним аспектом (анализа одређене административне области). Ова два дела популације, са временским и просторним аспектом, могу се анализирати истовремено и у оквиру истог процеса.

Свака организација која израђује просторне податке требала би дати њихов опис кроз метаподатке и пружити довољно детаља како би корисници могли одредити употребљивост и корисност тих података зависно од њихових потреба. Метаподаци морају бити доступни путем интернета, а од корисника који имају потребу за одређеним подацима о простору очекује се да претраже метаподатке на интернету пре него одлуче да утросе средства на прикупљање и израду потпуно нових података. ISO 19115 стандард обезбеђује структуру за опис дигиталних просторних података помоћу метаподатака, дефинише елементе метаподатака и успоставља терминологију и дефиниције. Поред тога, омогућава организацију и менаџмент метаподацима везаним за просторне податке, омогућава корисницима додавање просторних података на најефикаснији начин, као и објављивање, проналажење и поновну употребу просторних података [ISO 19115, 2014].

Метаподаци се деле на обавезне, условне и изборне. Код обавезних (енг: *mandatory*) метаподатака особине и елементе метаподатака је обавезно документовати. За условне метаподатке (енг: *conditional*) важи да се одређује услов под којим је најмање једна особина или елемент метаподатка обавезан. Изборни метаподаци (енг: *optional*) јесу метаподаци који су опциони, необавезни.

Елементи метаквалитета су скуп квантитативних и квалитативних обавештења о оцени квалитета и њеном резултату. Знање о квалитету и примењеној методи оцене, коришћеним мерама квалитета и добијеним резултатима може бити од истог значаја као и сам резултат. Идентификујемо три главна елемента метаквалитета. То су:

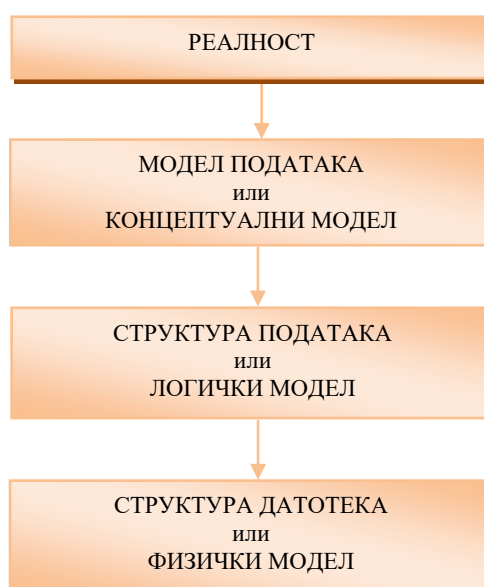
- **поверење** (енг: *Confidence*) – представља елемент метаквалитета који описује тачност информација о квалитету. Поверење се заснива пре свега на методи оцене квалитета и њене поузданости а, у мањој мери, од разматране популације.
- **хомогеност** (енг: *Homogeneity*) – представља текстуални и квалитативни опис очекиване или тестиране униформности параметара квалитета у односу на целокупни скуп просторних података. Скуп просторних података можемо прикупљати коришћењем једног извора података или комбинацијом различитих техника прикупљања просторних података (аерофотограмetriја, дигитализација растерских карата, ГПС технологија, класични премер, итд.). Због тога је веома важно да резултат оцене квалитета садржи елемент метаквалитета који описује хомогеност квалитета улазних просторних података. Хомогеност углавном зависи од популације која је била основа оцене квалитета. Хомогеност је једино релевантна када можемо међусобно тестирати коришћене скупове просторних података и резултате оцене њиховог квалитета (изведене користећи исте методе оцене). Ови тестови се често спроводе када различити оператери прикупљају просторне податке у зависности од просторне зоне или датума прикупљања.
- **репрезентативност** (енг: *Reliability*) – представља елемент метаквалитета који описује вероватноћу да је дати узорак скупа просторних података, за који је оцењен квалитет, представник читавог скупа података. Статистичка метода, која се користи за анализу репрезентативности на основу узорка, може се сматрати поузданим као глобални метод када су обухваћене све просторне зоне, покривени сви временски периоди и популација је довољно велика.

## 4. КОНТРОЛА КВАЛИТЕТА У ПРОИЗВОДНОМ ПРОЦЕСУ ИЗРАДЕ ДИГИТАЛНИХ ТОПОГРАФСКИХ КАРАТА

### 4.1. МОДЕЛ И ОРГАНИЗАЦИЈА ГЕОПРОСТОРНЕ БАЗЕ ПОДАТАКА ДИГИТАЛНИХ ТОПОГРАФСКИХ КАРАТА

Процес картографског моделовања у дигиталној картографији најзначајнија је фаза у процесу израде карата. Под картографским моделовањем у дигиталној картографији подразумева се моделовање и организације података у векторском облику, тј. обликовање и структурирање векторског садржаја. Помоћу технике картографског моделовања, умешношћу и креативношћу картографа долази се до новог модела геопростора који је у неким случајевима модификација претходних, а најчешће потпуно нов модел [Борисов, 2004].

У процесу апстраховања реалног света врши се моделовање података. Да би се информације о реалном свету интегрисале у информациони систем, односно одређену просторну базу података, на којој се заснива картографска продукција, потребно је прећи пут приказан на слици 12.



Слика 12. *Нивои апстракције реалног света за приказ у дигиталној картографији и ГИС-у*

Тачка од које почиње моделовање просторних података јесте просторни објекат (у стручној литератури на енглеском језику користи се термин *feature*). Просторни објекат је апстракција феномена реалног света. Просторни објекат је објекат повезан са локацијом на земљиној површини. Дигитална репрезентација реалног света се може замислити као скуп просторних објеката. Просторни објекти се јављају у два нивоа: као инстанце објеката и као типови објеката. На нивоу инстанци просторни објекти представљају дискретни физички феномен повезан са његовим просторним и временским координатама. Инстанце просторних објеката груписане су у класе са заједничким карактеристикама [Секуловић & Дробњак, 2013].

#### **4.1.1. Концептуални модел података**

На слици 12. уочљиво је да је први корак интеграције података формирање модела података или тзв. концептуалног модела. Ако реални свет садржи све информације које човек може перцепирати, онда је модел података њихова апстракција. Моделовање просторних података подразумева дискретизовање континуалног простора реалног света. Концептуално моделовање је окренуто ка кориснику и одговара на питање: „Шта нас занима у реалном свету?“. Постоје два основна типа концептуалног модела, а то су:

- модел базиран на пољима, где замишљамо да се испитивани атрибут мења у простору као нека непрекидна математичка функција или поље.
- модел базиран на ентитетима где сматрамо да је простор састављен од ентитета који се описују својим атрибутима или својствима, и чије се локације картирају помоћу геометријског координатног система.

Концептуално моделовање (моделовање независно од физичке реализације) јесте методологија моделовања заснована на концентрисању у препознавању сличности међу објектима реалног света, уз привремено занемаривање разлика међу њима. Апстракцијом се модел реалног света

(објекти и релације међу њима) декомпонује у хијерархију апстракција, помоћу комбинације агрегације и генерализације просторних података.

Концептуални модел дигиталних топографских карата издања ВГИ засновани су на моделу који је базиран на ентитетима. При дефинисању концептуалног модела података, а на основу дефинисаних пројектних корисничких захтева, врши се идентификација ентитета, односно одабир оних ентитета из реалног света који су неопходни и битни за дефинисање базе података. Резултат овог корака је списак ентитета, што представља први формалан запис будуће структуре просторне базе података.

С обзиром да се просторни подаци складиште у просторној бази података, посебно је важно утврђивање графичког, односно визуелног начина приказа појединих ентитета. Из утврђеног списка ентитета, издвајају се ентитети који имају просторну компоненту - просторни ентитети, односно захтевају графички приказ. Осим тога, за сваки од просторних ентитета неопходно је утврдити геометријски тип података. Начин приказа и избор геометријског типа података зависи од захтеване детаљности приказа, односно размере.

Након тога, неопходно је извршити тематско груписање појединих ентитета у групе, односно скупове података. Један скуп чине ентитети који поседују сродне карактеристике и приказују се истим геометријским типом података.

#### **4.1.2. Логички модел података**

Логичко моделовање одговара на питање: „Како дефинисане предмете интересовања представити као формални систем?“ (прецизно дефинисаним објектима се може манипулисати само поштујући прецизна правила, без обзира на њихову интерпретацију и правила у стварном свету).

За решавање логичког модела података примењују се основни принципи база података. За просторну базу података можемо рећи да представља поједностављен, али веран приказ реалног света дат у облику организованог скупа просторно дефинисаних и логички повезаних података, којима се дефинишу геометријске, тематске и тополошке особине ентитета.

Према својој структури и могућностима, просторне базе података су веома сложен, али и веома ефикасан начин организације података о простору. Са развојем перформанси хардвера и софтвера, а пре свега система за управљање базама података (енг: *Database Managament System – DBMS*), створене су могућности за интегрисање просторних и тематских података у истом, заједничком окружењу - просторној бази података.

С обзиром да просторне базе података интегришу различите типове специфичних података, начин њихове организације у таквом окружењу поседује низ специфичности. Просторне базе података, осим специфичности у организацији података, подразумевају специфичан облик записа података, методологију њиховог моделовања, као и начин њиховог коришћења.

Карактеристике ентитета са аспекта ГИС-а можемо поделити на просторне и тематске. Просторне карактеристике ентитета дефинисане су геометријским и тополошким подацима, док су тематске карактеристике дефинисане тематским подацима. Интеграција просторних и тематских података је основна концепција просторних база података.

Пројектовање логичког модела просторне базе података обухвата дефинисање апликационе шеме (енг: *Application schema*) која представља шему дефинисану на основу области од значаја повезану са одређеном апликацијом – применом или више апликација. Апликациона шема обухвата [Jovanović, Đurđev, Srdić & Stankov, 2012]:

- дефинисање структуре података, тј. конкретног апликацијског домена објеката и њихових веза
  - идентификација кандидата за објекте,
  - идентификација веза
  - дефинисање објеката и веза и
  - контрола
- дефинисање атрибута објектних класа
  - дефинисање листе кандидата атрибута за сваки објекат, односно везу,

- додељивање кључева,
- дефинисање негеометријских атрибута,
- дефинисање геометријских атрибута и
- контрола модела
- спецификацију операција за манипулисање и процесирање просторним подацима
- дефинисање услова интегритета просторне базе података
  - дефинисање кардиналности веза,
  - дефинисање референцијалног интегритета,
  - дефинисање координатног система,
  - дефинисање домена,
  - дефинисање тополошких правила,
  - дефинисање иницијалних вредности и
  - контрола

Улога апликационе шеме је да дефинише оквир помоћу којег се поступком апстракције моделују просторни подаци који се прикупљају у просторним базама података.

#### **4.1.3. Физички модел података**

Физичко моделовање решава како апстрактни модел превести на језик рачунара. Описује егзактне фајлове и табеле база података који су коришћени за меморисање просторних података.

Физички модел података директно је зависан од технологије на којој ће се реализовати просторна база података. Односно, изглед физичког модела условљен је карактеристикама конкретног хардвера, оперативног система, DBMS и мреже на којој ће просторна база података бити имплементирана. Сваки оперативни систем, односно DBMS подразумева одређену физичку структуру података. Циљ ове фазе је да се дефинише оптимална физичка структура просторне базе података за конкретно хардверско-софтверско окружење.

За израду Централне ГБП у ВГИ одабрана је SQL просторна база података и софтверска платформа америчке фирме ESRI, ArcGis, која у себи садржи потпуно нови приступ у процесу креирања просторних база података. Избор наведене софтверске платформе условио је потпуно нову технологију у свим фазама рада, али су задржана постојећа картографска решења. Процес векторизације и уноса просторних података у Централну ГБП реализује се уз строго поштовање логичког модела података респектујући могућности, односно начин рада у изабраном софтверском окружењу.

Без обзира на изабрано хардверско-софтверско окружење поступак дефинисања физичког модела је исти и реализује се кроз неколико фаза. Основне фазе дефинисања физичког модела података су:

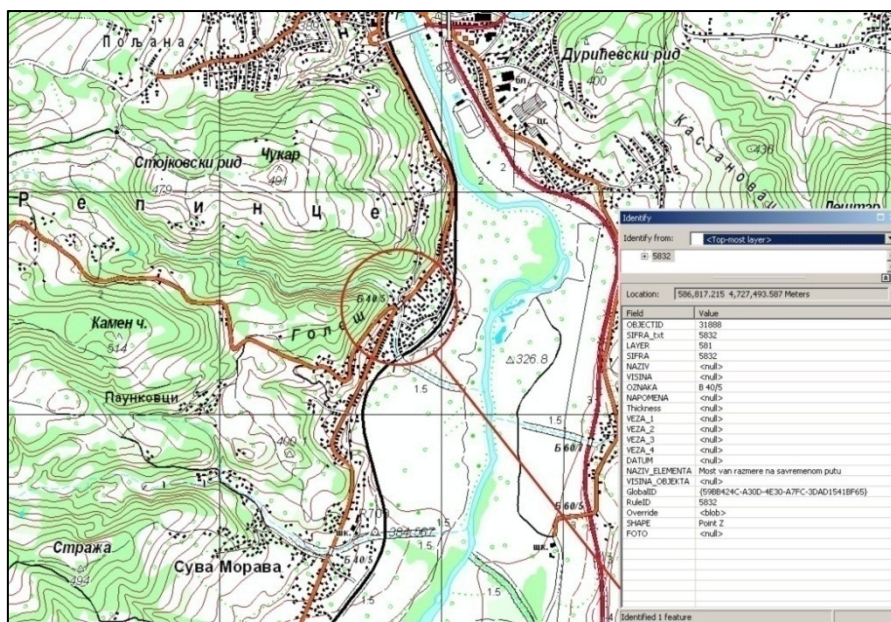
- превођење логичког модела у физички модел,
- именовање табела и колона,
- именовање и дефинисање индекса и
- дефинисање колона.

Физичким моделом података дефинисан је изглед базе података односно „простор“ за похрањивање елемената дефинисаних логичким моделом података. Типови података, начин похрањивања података као и све колоне које служе за унос атрибута класа објеката као и појединачних објеката, такође су дефинисане при пројектовању физичког модела података. Подаци карте (векторски подаци) се организују по датотекама, у складу са тематским целинама (насељена места, путеви, реке и др.). Векторски садржај карте рашчлањује се помоћу три основна геометријска елемента: тачке, линије и затворене контуре. Линије и затворене контуре се, такође, састоје из низа тачака, али ипак чине посебне ентитете у графичком приказу. За све поменуте елементе дефинише се симбологија којом је дефинисана врста, дебљина, стил и боја приказа ентитета.

Дефинисање изгледа будуће карте је, такође вид физичког моделовања података у коме се у самом интерфејсу коришћеног софтвера одређује редослед приказа тема односно, додатно дефинише визуелни приказ карте, на нивоу који није могуће остварити путем симбологије. Ова фаза



представља последњи корак у изради карте у смислу практичне израде. Изглед комплетно урађеног и визуализованог дела Централне ГБП који репрезентује дигиталну топографску карту размере 1:25000 издања Војногеографског института приказан је на слици 13.



Слика 13. Изглед урађеног и визуелизованог дела Централне ГБП

#### 4.1.4. Имплементација просторне базе података

Имплементација је последња фаза пројектовања базе података. Под појмом имплементације, у ширем смислу речи, подразумева се сама имплементација базе података, пројектовање апликација, тестирање целокупног система и увођење у експлоатацију. Наиме, имплементација базе података подразумева све операције које је неопходно реализовати да би се од физичког модела података дошло до крајњег циља, а то је физички креирана база у конкретном хардверско-софтверском окружењу са развијеним корисничким интерфејсом.

Фаза имплементације просторне базе података, као и све претходне фазе, поседује неке специфичности својствене само овом типу база података. Имплементација просторне базе података, између осталог подразумева и генерисање корисничког интерфејса који подразумева и графички приказ

података. Ови интерфејси су далеко сложенији од интерфејса који се појављују у конвенционалним базама података. Осим што морају да обезбеде графички приказ података, они морају да обезбеде реализацију читавог низа веома сложених корисничких процедура које се односе на унос, обраду и анализу такве врсте података.

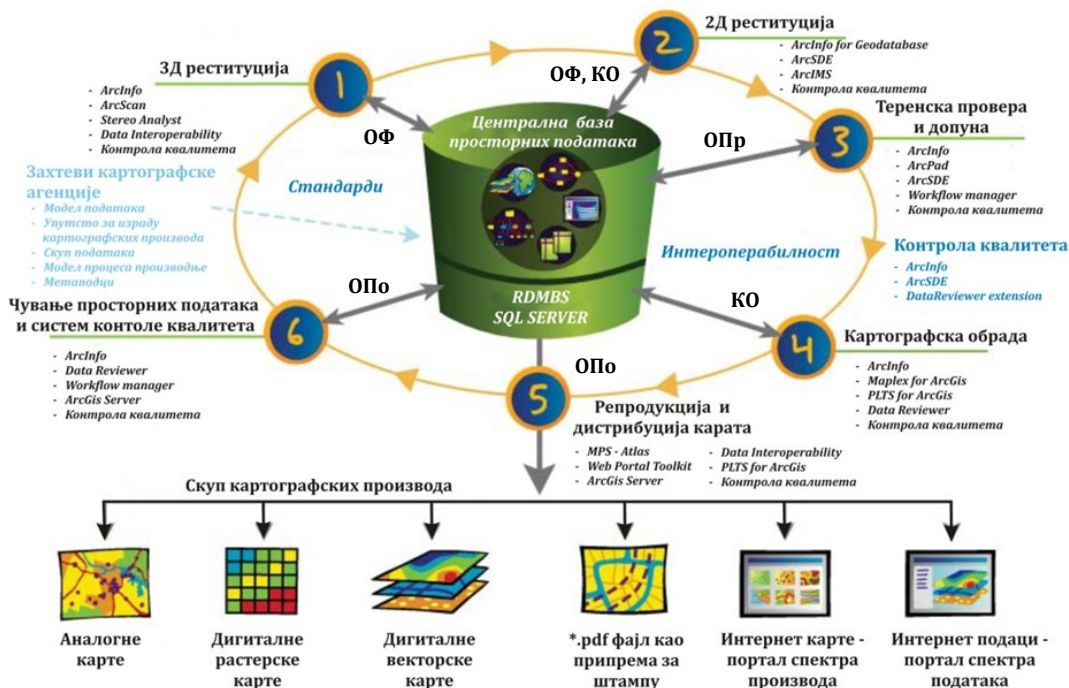
Концепт просторних база података је омогућио примену API (енг: *Application Programming Interface*) технологије. Применом API технологије створене су могућности генерисања апликација за широки круг корисника са потпуно различитим захтевима. Развој десктоп корисничких апликација у окружењу просторних база података у клиент-сервер архитектури се најчешће реализује применом стандардних објектно оријентисаних развојних окружења. Захваљујући развоју објектно оријентисаних језика створене су могућности за генерисање веома сложених корисничких апликација [Јовановић, Ђурђевић, Срдић & Станковић, 2012].

Са развојем WEB технологије, али и перформанси хардверских компоненти, створене су могућности за реализацију WEB оријентисане архитектуре просторне базе података. Примена савремене архитектуре просторне базе података, као што је WEB оријентисана архитектура, подразумева генерисање стандардних формата података, односно примену стандардних језика за презентовање просторно оријентисаних (геокодираних), података као што су HTML, XML и GML. Овако дефинисана архитектура омогућава развој корисничких WEB апликација. У овом случају једини предуслов за коришћење WEB апликације је да корисник на свом рачунару поседује WEB претраживач и, наравно, приступ серверу на коме се налази WEB апликација.

#### **4.2. КОНТРОЛА КВАЛИТЕТА У ТЕХНОЛОШКОМ ПРОЦЕСУ ИЗРАДЕ ДИГИТАЛНИХ ТОПОГРАФСКИХ КАРАТА**

Већ је наведено, да праћењем развоја стандарда у области прикупљања, организације, обраде и презентације просторних података у ВГИ, просторни подаци организовани су у Централној ГБП. Почетком 2012. године израђена је Централна ГБП са дефинисаним концептуалним, логичким и физичким

моделима и након тога приступило се прикупљању просторних података и њиховом складиштењу директно у Централну ГБП. Дефинисањем производног процеса израде Централне ГБП (слика 14), предвиђено је да се прикупљање просторних података обавља применом метода дигиталне фотограметријске реституције, директним картирањем са савремене фотограметријске подлоге као што је дигитални ортофото и картографском обрадом истог у ГИС окружењу уз коришћење референтних алфанумеричких података и података прикупљених на терену.



Слика 14. Производни процес израде Централне ГБП у радном окружењу ArcGIS softvera и могућности дистрибуције података

Сагласно стандарду NATO STANAG 2211 (енг: *Geodetic datums, projections grids and grid references*), математичку основу при изради Централне ГБП чини референтни координатни систем са елипсоидом WGS84, попречне Меркаторове пројекције у систему УТМ и MGRS (енг: *Military Grid Reference System*) мреже [STANAG 2211, 2001]. Материјализацију овог система чине EUREF, YUREF, SREF тачке, као и тачке Артиљеријске ГПС мреже Војске Србије. Упоредно са променом математичке основе промењени су формат, димензије и подела на листове, као и номенклатура листова дигиталних топографских карата.

Треба напоменути да се, поред векторских података, у Централној ГБП складиште и сви растери као што су дигитални ортофото, сателитски и аерофото снимци. Дистрибуција података Централне ГБП могућа је према свим стандардним просторним базама података, као и према стандардним векторским и растерским форматима података. Израдом модела и креирањем процедура за генералисање од основног топографског модела у размери 1:25 000 изведени су остали топографски модели целокупног размерног низа дигиталних топографских карата које се производе у ВГИ. На тај начин је заокружен процес израде целокупног размерног низа дигиталних топографских карата.

У оквиру дефинисаног производног процеса израде Централне ГПБ (слика 14), тежишни аспект је стављен на крајњег корисника, који у овом случају представља кориснике у оквиру Војске Србије, привредне субјекте, као и физичка лица. Специфичне потребе корисника обухваћене су просторном базом података која се може визуелизовати у штампаном облику према потреби односно захтевима корисника. Сам производни систем је отворен, односно флексибилан и подложен изменама, што омогућује даљи напредак у постизању квалитета према крајњем кориснику. Из шеме производног процеса израде дигиталних топографских карата у окружењу Централне ГБП, може се уочити да је у управљању квалитетом тежиште стављено на производна одељења ВГИ (Одељење за фотограметрију - ОФ, Одељење за премер - ОПр, Картографско одељење – КО и Одељење за подршку - ОПо) чија је одговорност јасно дефинисана редоследом операција неопходним за постизање квалитета дигиталних топографских карата, као и повезаношћу фаза у производном процесу.

#### **4.2.1. Картографски извори**

Основни извор за прикупљање просторних података Централне ГБП представљају подаци добијени помоћу дигиталне технолошке линије за аерофотограметријско снимање (АФС) у ВГИ. Дигиталну технолошку линију за АФС у ВГИ чине авион Piper Seneka, дигитална аерофотограметријска

камера Leica ADS80 са пратећом опремом и фотограметријске радне станице са инсталираним софтвером за 3Д реституцију. Дигитална технолошка линија за АФС у ВГИ приказана је на слици 15. Подаци прикупљени АФС, помоћу дигиталне аерофотограметријске камере, обрађују се на фотограметријским радним станицама и коришћењем инсталираног софтвера за 3Д реституцију директно прикупљају у Централну ГБП. Поступком орторектификације, аерофотограметријски снимци се помоћу прикупљених 3Д просторних података и оријентационих тачака (ОТ), преводе из централне у ортогоналну пројекцију и на тај начин добијамо дигитални ортофото (ДОФ). Поред ДОФ који се креира у ВГИ, за прикупљање просторних података садржаја Централне ГБП коришћен је ДОФ добијен кроз сарадњу државних институција, реализован у оквиру донаторског CARDS програма Европске уније.



Слика 15. Технолошка линија за АФС ВГИ

Дигитални ортофото израђен је у три просторне резолуције:

- GSD (енг: *Ground Simple Distance*) 10 cm за сва градска подручја;
- GSD 20 cm за подручја катастарских општина чији премер није у државном координатном систему;
- GSD 40 cm за територију Републике Србије изузимајући подручја израде ДОФ-а GSD 20 cm и градских подручја резолуције GSD 10 cm.

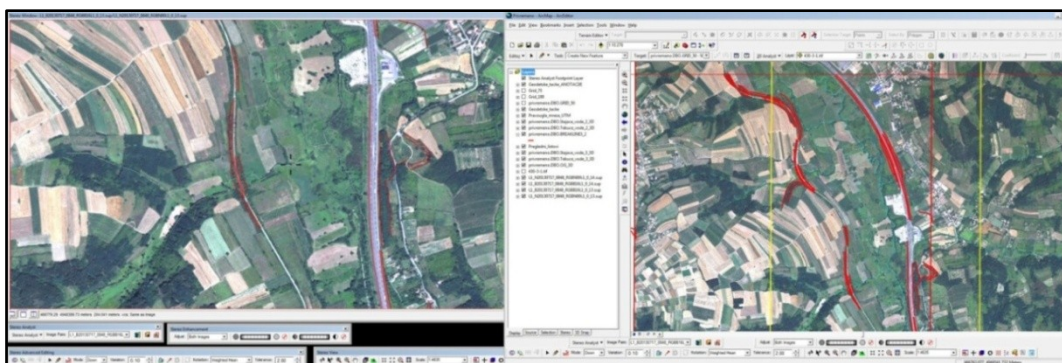
Помоћне изворе у процесу прикупљања просторних података Централне ГБП чине сателитски снимци мисија GeoEye (просторне резолуције 50 cm) - година аквизиције 2009., ImageSat (просторна резолуција 50 cm) - година аквизиције 2011. и SPOT (просторна резолуција 2,5 m) - година аквизиције 2008., стари листови топографских карата трансформисани у UTM/WGS84

пројекцију, доступни алфанумерички подаци и подаци прикупљени на терену приликом теренске провере и допуне садржаја Централне ГБП.

#### 4.2.2. 3Д Реституција садржаја Централне ГБП

Ова фаза се заснива на прикупљању просторних података Централне ГБП 3Д реституцијом. Извршиоци прикупљају све просторне податке који имају улогу у генерисању дигиталног модела висина (ДМВ) и просторне објекте чија се висина или дубина приказује на топографским картама.

За фотограметријско 3Д картирање користи се додаток (екстензија) за ArcGIS – Stereo Analyst. Наведена екстензија је осиромашена апликација софтвера Leica Photogrammetry Suite – LPS америчке компаније ERDAS, намењена за картирање тродимензионалних просторних података директно у просторну базу података користећи комплетно радно окружење софтвера ArcGIS (слика 16).

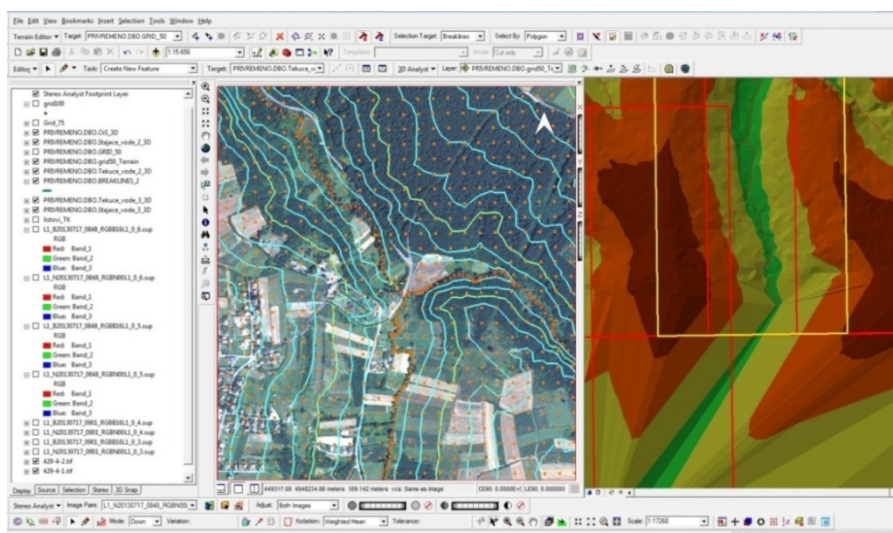


Слика 16. Рад у ArcGIS-у са два монитора (фотограметријско 3Д картирање)

ДМВ се израђује на основу правилне мреже тзв. „грида“ висинских тачака и структурних линија терена (енг: *Breaklines*). Мрежа тачака или „грид“ подразумева тачку са одређеном висином на сваких 25x25, 50x50, 75x75 или 100x100 метара, у зависности од конфигурације терена. Структурне линије, уопштено говорећи, су све линије на терену где се нагиб терена мења. То подразумева и водосливнице, вододелнице, јаруге, терасе, уколико је на терен деловао човек, и др. Како обично водосливницама теку потоци и реке, неће се давати и структурна линија и река, него се реке користе као структурна линија. Пuteви се могу користити, такође, као структурне линије,

јер обично путеви иду уз реку или по ободу брда, планине и „прате изохипсу“, односно исту висину.

Терен је у 3Д прозору приказан помоћу грида висинских тачака, структурним линијама и изохипсама, а у 2Д прозору приказан је мрежом неправилних троуглова, TIN (енг: *Triangle Irregular Network*), што је приказано на слици 17.



Слика 17. Терен приказан у 3Д и 2Д прозору

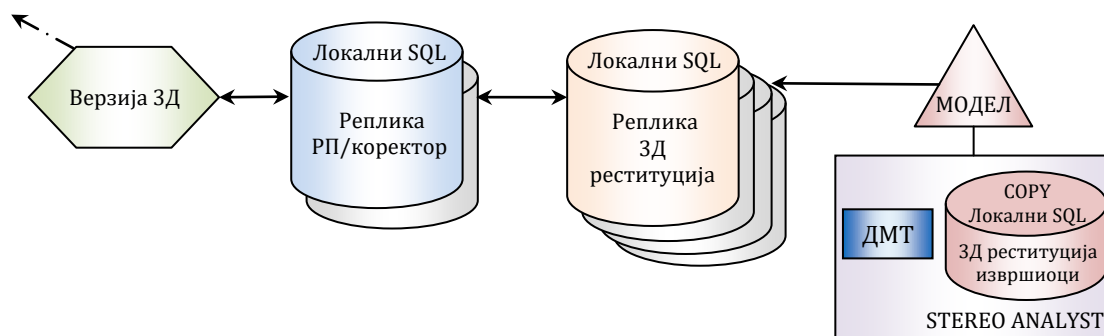
Блок шемом 3Д реституције Централне ГБП (слика 18) дефинисано је да постоји посебна верзија Централне ГБП на централној SQL бази података која се назива Верзија 3Д. Од наведене верзије администратор система креира појединачне реплике потребног радног подручја за коректоре или руководиоца пројекта (РП) које се чувају на локалним SQL базама података њихових персоналних рачунара. Коректори и РП даље имају задатак да дистрибуирају извршиоцима реплике појединачних листова за рад 3Д реституцијом, који се складиште на локалним SQL базама података извршиоца.

Прикупљање просторних података у Централну ГБП 3Д реституцијом реализује се у складу са хијерархијским моделом података предвиђеним за 3Д реституцију. Овај модел се делимично разликује од хијерархијског модела за 2Д реституцију јер садржи само тематске целине које су од значаја за тродимензионалну представу терена. Највећу разлику представљају GRID висинских тачака и структурне линије терена. У процесу прикупљања

просторних података у Централну ГБП води се рачуна о картографским и топографским правилима, а избор „лепљења“ (енг: *snapping*) за одређени просторни објекат (тачку, линију, полигон) нам омогућава да то контролишемо.

Симбологија картираних елемената подешена у 2Д прозору односи се и на 3Д прозор. У 2Д прозору симбологија је стандардна, како је и предвиђено репрезентацијама у Централне ГБП.

Што се тиче попуњавања атрибута за елементе иста је као и у 2Д. Називи, анотације, ознаке, напомене и остала поља се попуњавају латиничним писмом, а испис у анотацијама се преправља у ћирилични испис. Овакав начин попуњавања атрибута односи се на све елементе из свих тема у логичком моделу података Централне ГБП.



Слика 18. Блок шема фазе 3Д реституције

Након завршене 3Д реституције, синхронизацијом реплика прикупљени просторни подаци преносе се са локалних SQL база података извршиоца у локалне SQL базе података коректора или РП, који имају задатак да прегледају прикупљене просторне податке и спроведу процедуре оцене квалитета које су дефинисане за ову фазу прикупљања садржаја Централне ГБП.

Након извршене контроле и оцене квалитета, недовољно квалитетне листове коректори или РП враћају извршиоцима на дораду, док квалитетне листове администратор система синхронизује у Централну ГБП, одакле се просторни подаци користе у следећим фазама производног процеса ДТК.



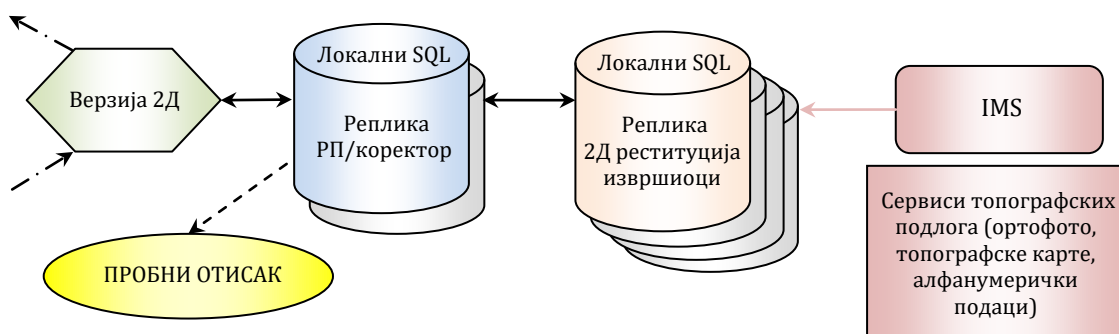
Контрола квалитета у овој фази производног процеса заснива се на оцени тематске тачности просторних података прикупљених 3Д реституцијом и изводе је коректори или руководиоци пројекта (слика 18). Поред оцене тематске тачности користи се контрола квалитета генерисаног дигиталног модела терена израђеног на основу грида висинских тачака и структурних линија терена, оцена потпуности као елемента квалитета и провера поделемената логичке доследности, концептуална доследност, доследност формата и доследност у домену ради очувања интегритета просторне базе података.

Контрола квалитета креираног ДМВ најчешће се изводи визуалном верификацијом 3Д модела израђеног на основу прикупљених просторних података 3Д реституцијом, прегледом изохипси конструисаних на основу ДМВ и суперпозицијом прикупљених просторних података, конструисаних изохипси и фотограметријског стерео модела. Контрола квалитета генерисаног ДМТ спроводи се у додатку софтвера ArcGIS, који се назива Terrain Editor (TE). У наведеном додатку се врши обрада и креирање изохипси које ће бити представљене на топографској карти. Прво се прегледа да ли има грубих грешака и оне се елиминишу. Након тога следи корекција изохипси, тако да се изохипсе не обрађују непосредно, већ преко тачака „грида“ и структурних линија. Све се дешава аутоматски, уколико додамо неку тачку или структурну линију изохипсе се аутоматски мењају. То олакшава и убрзава рад, и на тај начин се остварује доследност елемената, да нема прекида и неусаглашености између просторних података у 3Д реституцији.

#### **4.2.3. 2Д Реституција садржаја Централне ГБП**

У другој фази врши се 2Д реституција садржаја Централне ГБП на основу дигиталног ортофотоа као савремене топографске подлоге и расположивих допунских извора (сателитски снимци, старе топографске карте, алфанумерички подаци, табеле и пописи, итд.). Ова фаза представља најобимнији део прикупљења просторних података који су садржај

Централне ГБП. Блок шема 2Д реституције садржаја Централне ГБП приказана је на слици 19.



Слика 19. Блок шема фазе 2Д реституције

На Централној ГБП дефинисана је посебна верзија за 2Д картирање њеног садржаја која се назива Верзија 2Д. Администратор система креира реплика радног подручја коректорима или РП за 2Д реституцију, који се складиште на локалним SQL базама података њихових персоналних рачунара. Коректори или РП даље креирају реплика појединачних листова извршиоцима 2Д реституције. Извршиоци прикупљају просторне податке 2Д реституцијом на основу ДОФ, сателитских снимака, листова ТК старијег издања и расположивих алфанумеричких података. Картирање се одвија директном дигитализацијом нових елемента садржаја на монитору рачунара у програмском пакету ArcGis активирањем одређене класе објеката из локалне SQL базе података радног подручја. Избором и исцртавањем геометријског облика (тачка, линија, полигон) преко објеката видљивих на ДОФ, дефинишу се геометријски и локацијски параметри, да би им се потом, према дефинисаној логичкој структури и симболији, доделили одговарајући параметри за приказ и похрањивање у локалну SQL базу података извршилаца. Картирање се реализује на основу дефинисаних картографских правила и упутства о изради ДТК.

Већ је наведено, да се приликом 2Д картирања поштују картографска правила и хијерархијски модел података, тако да се прво картирају елементи хидрографије, па пруге, путеви, као делови комуникација, затим ситуација (објекти, далеководи...), па елементи вегетације и након тога географски

називи. Што се тиче редоследа картирања елемената у оквиру појединачних тема остављено је реститутору да одлучи, пошто они за картографска правила имају исту тежину.

Битно је направити разлику између класичног картографског рада и картографског рада у новој технолошкој линији. Код картографског рада у дигиталној технолошкој линији, мора се водити рачуна где се тематски податак уписује. Веома је битно да се тематски податак стави у прави атрибут. Уколико неки податак представља ознаку потребно је да се унесе у атрибут ознака, уколико је анотација, треба да се испише у атрибутном пољу анотација, називи у називе, а напомене у напомене. Веома је важно водити рачуна о уписивању тематских података у одговарајућа атрибутска поља, зато што је за сваки атрибут посебно подешен начин исписивања на карти. И уколико се деси грешка, веома је тешко уочити је, а друго одређени податак ће бити исписан другачије на карти од оног што би требало и корисника карте може довести у забуну. Због тога се посебан значај придаје оцени тематске тачности у фази 2Д реституције просторних података Централне ГБП.

Синхронизацијом реплике извршилаца прикупљени просторни подаци 2Д реституцијом преносе се на локалну SQL базу података коректора или РП. Коректори и РП имају задатак да прегледају прикупљене просторне податке и спроведу процедуре оцене квалитета дефинисане за фазу 2Д реституције.

Контрола квалитета се заснива на оцени тематске тачности, потпуности и подемената логичке доследности (концептуална доследност, доследност формата и доследност у домену) ради очувања интегритета просторне базе података.

Веома битан аспект контроле квалитета картографских публикација представља и контрола приказа симбологије. У овој фази, за разлику од прве фазе дефинисан је изглед излазне штампарске форме у смислу приказа елемената и њиховог међусобног односа. Симбологија, сама по себи, представља визуализовану базу података што конкретно резултује униформним приказом. Такав приступ умногоме олакшава контролу

квалитета јер се контролише само унос података у базу података, а не и начин приказа визуализованих података.

Излаз ове фазе је плотиран отисак листа карте који се користи у поступку теренске провере и допуне као показатељ стања прикупљених података методама 3Д и 2Д реституције, као и основа за допуну нових просторних података Централне ГБП.

Након извршене контроле и оцене квалитета, недовољно квалитетне листове коректори или РП враћају извршиоцима на дораду, док квалитетне листове администратор система синхронизује у Централну ГБП, одакле се просторни подаци користе у следећим фазама производног процеса ДТК.

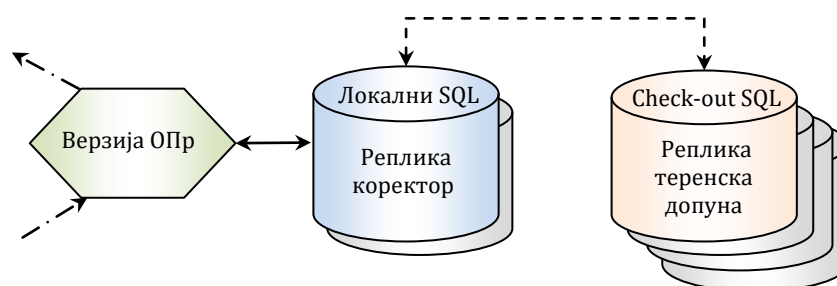
#### **4.2.4. Теренска провера и допуна садржаја Централне ГБП**

Важан део израде садржаја Централне ГБП поред прикупљања просторних података 3Д и 2Д реституцијом представља теренска провера и допуна садржаја. У овој фази врши се идентификација и комплетна класификација картираног садржаја, провера додељених атрибутских вредности и допуна новим подацима ГБП, као и прикупљање референтних тачака за оцену положајне тачности. Примењена је нова метода и начин теренске допуне који је подразумевао коришћење преносивих лаптоп рачунара и инструмента Trimble GeoExplorer XM. Наведени инструмент је у ствари ручни рачунар са интегрисаним ГПС пријемником и инсталираним софтвером ArcPad (слика 20) компатибилним са ArcGis софтвером. Као такав, коришћен је за приказивање карте, преузимање података Централне ГБП и њено ажурирање директно на терену. Током теренских радова формирана је и одговарајућа теренска папирна документација [Војногеографски институт, 2009].



Слика 20. Теренска провера и допуна садржаја Централне ГБП

Блок шема теренске провере и допуне садржаја Централне ГБП приказана је на слици 21, и њом је дефинисана посебна верзија на нивоу Централне ГБП намењена за унос садржаја теренске провере и допуне, која се назива Верзија ОПр.



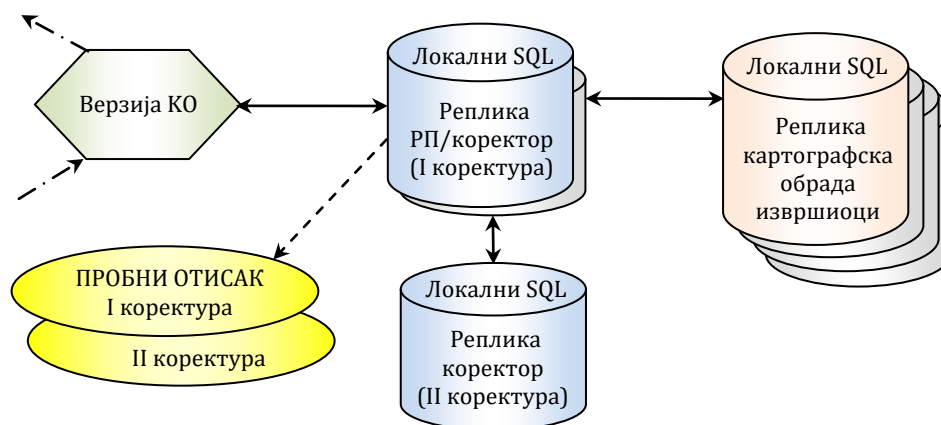
Слика 21. Блок шема фазе теренске провере и допуне садржаја Централне ГБП

Администратор система креира реплику подручја за које се изводи теренска провера и допуна садржаја просторних података на локалној SQL бази података коректора. Коректор даље креира и дистрибуира реплике на локалне SQL базе података преносивих лаптоп рачунара који посредством конекције комуницирају са ГПС уређајем GeoExplorerXM. Просторни подаци, који се прикупљају на терену, свакодневно се преносе са ГПС уређаја на лаптоп рачунаре. На крају теренске провере и допуне просторни подаци преносе се синхронизацијом на локалну SQL базу података коректора, који проверава потпуност и логичку доследност прикупљених просторних података. Након спроведене контроле квалитета просторних података прикупљених теренском провером и допуном администратор система синхронизује податке у Централну ГБП.

#### 4.2.5. Картографска обрада садржаја Централне ГБП

Картографска обрада података у векторском формату заснива се на интерактивној обрада генерисаног садржаја тј. на картографском моделовању (геометријском, тематском и тополошком). Овај поступак подразумева обликовање и повезивање података, односно опште дизајнирање садржаја и изгледа карте, а у складу са наменом и могућностима даље техничке обраде.

Картографска обрада садржаја Централне ГБП представља део у коме се врши завршно дефинисање садржаја карте односно спрема се лист карте за експорт у PDF (слика 22).



Слика 22. Блок шема фазе картографске обраде

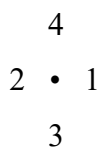
Као и у предходним фазама производног процеса ДТК постоји посебна верзија Централне ГБП намењена картографској обради просторних података, која се назива Верзија КО. Администратор система креира реплике дела радног подручја за коректоре или руководиоце пројекта – РП на локалним SQL базама података њихових персоналних рачунара.

Руководиоци пројекта или коректори након примљеног дела радног подручја креирају реплике појединачних листова ДТК извршиоцима картографске обраде на локалним SQL базама података персоналних рачунара извршилаца. Након примљених радних задатака извршиоци спроводе картографску обраду дела радног подручја Централне ГБП где се

дорађује искартиран садржај, креирају маске брисања и завршно позиционирају географски називи.

Географски називи се раде последњи, али то никако не умањује њихов значај за топографску карту. Колико су географски називи битни и колико се води рачуна о томе шта ће бити исписано на карти, говори податак да су Уједињене нације направиле групу експерата која се бави одређивањем правила исписа географских назива на картама (UNGEGN – United Nations Group of Experts on Geographical Names).

Позиционирање назива на топографским картама одређено је картографским правилима и приказано је на слици 23. Постављање исписа назива би требало бити такво, да својом позицијом не оптерећују садржај карте, као и да не прекривају остали садржај, наравно у мери колико је то могуће.



Слика 23. *Правила исписа назива на топографској карти*

Поступком картирања хидронима, топонима, оронима и хоронима, они се уносе у одговарајуће поље табеле атрибута латиничним писмом, док се анотација на карти прерађује и исписује ћириличним писмом. Величина слова назива, начин и правила исписа назива дефинисани су Упутствима за израду ДТК одговарајуће размере [Војногеографски институт, 2012].

Синхронизацијом реплика од извршиоца ка коректорима или руководиоцима пројеката, картографски обрађени просторни подаци преносе се са локалних SQL база података извршиоца на SQL базе података коректора или РП. Задатак коректора или руководиоца пројекта је да спроведу картографску коректуру.

Картографска коректура ГБП, у односу на класичну картографску коректуру поседује такође и функцију контроле унесених атрибута у припадајућу базу података. На овај облик коректуре мора бити посебно обрађена пажња јер

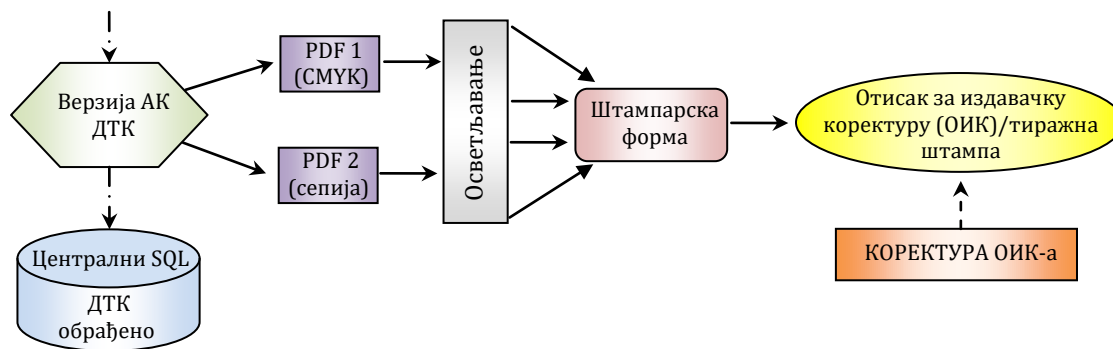
поједини елементи иако поседују идентичан визуални идентитет имају потпуно другачију атрибутску структуру у Геопросторној бази података. Провера геометријске повезаности елемената у Централној ГБП, како би база података поседовала одговарајућу употребну вредност остварена је креирањем тополошких правила за сваку тему, а картографска коректура се своди на контролу испоштованости тих правила. Из наведеног се види да се у овој фази оцењују елементи квалитета потпуност, логичка доследност и тематска тачност.

Резултати оцене аутоматски се чувају у метаподацима и дефинисаним извештајима о оцени квалитета. Такође, врши се израда пробног отиска (плотираног листа карте) који замењује фазу израде отиска за издавачку коректуру (ОИК-а) у класичној картографији.

#### **4.2.6. Репродукција карата из садржаја Централне ГБП**

Производни процес је дефинисан тако да се као излаз из производње праве два PDF фајла директно из посебне верзије Централне ГБП намењеној репродукцији карата, која се назива Верзија АК ДТК (Анализа Квалитета Дигиталних Топографских Карата). Разлог за то је једнобојна штампарска машина и начин приказа елемената рељефа (изохипсе). Први PDF садржи четири основне процесне боје (cyan – С, magenta – М, жута – Y и црна - К) и у себи садржи комплетан садржај карте. Други PDF у себи има само елементе рељефа који се иначе приказују сепија бојом. Пошто је за овај елемент садржаја карте потребно 3 пролаза, односно 3 офсет плоче, до сада је увек био присутан ефекат помицања који је био уочљив и неприхватљив. Да би се ово превазишло, прави се посебан PDF фајл само за сепија боју.





Слика 24. Блок шема фазе репродукције карата

При самој изради штампарске форме осветљавају се 4+1 офсет плоча, са тим да су четири плоче предвиђене за четири основне процесне боје, док је пета плоча предвиђена за сепију. Блок шема репродукције карата из садржаја Централне ГБП приказана је на слици 24.

Можемо приметити да је завршни производ обрађена Дигитална топографска карта која се налази на Централној SQL бази података (Централна ГБП).

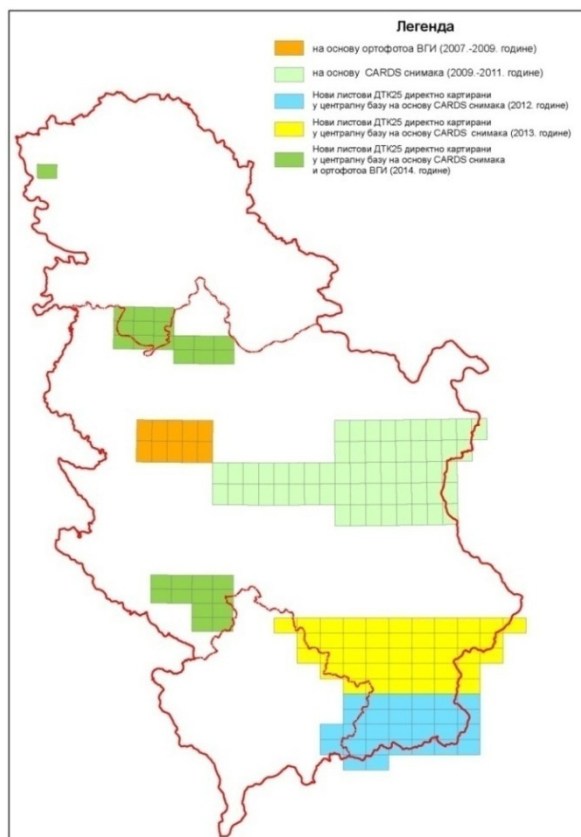
За сваки појединачни лист ДТК спроводи се комплетна и завршна оцена квалитета по елементима квалитета (потпуност, логичка доследност, положајна тачност, тематска тачност, временска тачност) и изводи је редактор карте. На тај начин покривена је целокупна искартирана област Централне ГБП. Резултати оцене аутоматски се чувају помоћу метаподатака и дефинисаних извештаја о оцени квалитета ДТК.

#### 4.2.7. Реализација картирања садржаја Централне ГБП

У периоду од 2007. до 2009. године у Војногеографском институту тежишни задатак био је рад на изради ДТК25 картирањем садржаја карте са савремене картографске пологе као што је дигитални ортофото. Основни картографски извор за картирање садржаја ДТК25 био је дигитални ортофото произведен на основу аерофотограметријског снимања Војногеографског института из 2006. године. Такође, сваки лист ДТК25 у векторском облику искартиран на основу овог картографског извора дизајниран је као појединачна персонална база просторних података. Комплетно урађени листови са свим тематским

слојевима дефинисаним логичком структуром података ДТК25 и са урађеном картографском коректуром покривају 1388,28 km<sup>2</sup>, што чини **1,57%** укупне територије Републике Србије (на слици 25, површине дате оранж бојом).

У периоду од 2009. до 2011. године креирањем фотограметријских модела и увођењем снимака добијених кроз сарадњу Државних институција у Државни координатни систем помоћу оријентационих тачака приступило се 3Д картирању одређеног садржаја ДТК25, док се остали садржај ДТК25 картирао са произведеног дигиталног ортофотоа. Такође, сваки лист ДТК25 у векторском облику искартиран на основу овог картографског извора дизајниран је као појединачна персонална база просторних података. Комплетно урађени листови са свим тематским слојевима дефинисаним логичком структуром података ДТК25 покривају 8217,57 km<sup>2</sup>, што чини **9,30%** укупне територије Републике Србије (на слици 25, површине дате светло зеленом бојом).



Слика 25. Динамика картирања садржаја просторних података Централне ГБП

Већ је наведено да је почетком 2012. године у ВГИ развијена Централна ГБП. Математичка основа се мења и уводи се нов координатни систем и картографска пројекција. Упоредно са променом математичке основе мењају се формат, димензије и подела на листове, као и номенклатура листова топографских карата. У 2012. години векторизовани су просторни подаци територије југа Републике Србије, дуж административне линије са Косовом и Метохојом, који покривају површину око 28 листова ДТК25. Подручје Централне ГБП територије Косова и Метохије картирано је са сателитских снимака, пошто наведено подручје не обухватају ДОФ добијен из CARDS програма Европске уније. Комплетно урађени листови са свим тематским слојевима дефинисаним логичком структуром података ДТК25 који су искартирани 2012. године покривају 4800,00 km<sup>2</sup>, што чини **5,43%** укупне територије Републике Србије (на слици 25, површине дате плавом бојом).

Рад на картирању садржаја просторних података Централне ГБП наставио се и у 2013. години. Поред садржаја искартираног 2012. године одлучено је да се у централну базу убаци већ картиран садржај из 2007. и 2009. године, трансформацијом векторског садржаја у нов координатан систем. Комплетно урађени листови са свим тематским слојевима дефинисаним логичком структуром података ДТК израђени 2013. године покривају површину од 6300,00 km<sup>2</sup>, што чини **7,13%** укупне територије Републике Србије (на слици 25, површине дате жутом бојом).

У 2014. години картирани су подручје Пештерске висоравни, шири појас око војног полигона Никинци, делови градских подручја Београда и Обреновца, као и један лист ДТК25 војног полигона у Сомбору. Комплетно урађени листови израђени у 2014. години покривају површину од 3456,47 km<sup>2</sup>, што чини **3,19%** укупне територије Републике Србије (на слици 25, површине дате жутом бојом).

У наредној табели такође може се видети хронолошки процес дигитализације садржаја Централне ГБП.

**Табела 5:** Реализовано картирање садржаја Централне ГБП

Период израде	Основни картографски извор	Време настанка картографског извора	Картирана површина [km <sup>2</sup> ]	Процент укупне површине Републике Србије
2007. - 2009.	Дигитални ортофото снимак ВГИ	2006.	1338,28	1,57%
2009. - 2011.	Снимци добијени из CARDS пројекта и креиран дигитални ортофото	2007. - 2009.	8217,57	9,30%
2012.	Дигитални ортофото снимак добијен из CARDS пројекта	2007. - 2009.	4800	5,43%
2013.	Дигитални ортофото снимак добијен из CARDS пројекта	2007. - 2009.	6300	7,13%
2014.	Дигитални ортофото снимак добијен из CARDS пројекта и снимања ВГИ 2013. године	2007.-2013.	3456,47	3,19%
Σ=				27,33%

Укупна површина комплетно искартиране територија која се налази у Централној ГБП, је **27,33%** територије Републике Србије и она представља тест узорак за експериментално испитивање квалитета дигиталних топографских карата (табела 5.).

## **5. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ОЦЕНА КВАЛИТЕТА ДИГИТАЛНИХ ТОПОГРАФСКИХ КАРТА ПРЕМА ПРЕДЛОЖЕНОЈ МЕТОДОЛОГИЈИ**

Основни циљ докторске дисертације је разрада оптималне методологије испитивања и оцењивања квалитета просторних података Централне ГБП на основу теоријских разматрања и практичних резултата који су добијени помоћу експерименталног истраживања. Правилним избором и одговарајућом дорадом постојећих и евентуалном разрадом нових поступака оцењивања, могуће је поставити основе за формулисање заједничког модела оцењивања целог низа дигиталних топографских карата издања ВГИ. У поглављу 3. дисертације дефинисана је методологија оцене квалитета просторних података која је примењена при експерименталној оцени квалитета ДТК.

У предходном поглављу приказан је производни процес израде ДТК, где је за сваку производну фазу дефинисан облик и обим оцене квалитета ДТК. Оцена квалитета реализује се према предложеној методологији независно од фазе производног процеса ДТК. Завршни производ производног процеса ДТК је обрађена Дигитална топографска карта која се налази у Централној SQL бази података и представља подручје квалитета при оцени квалитета ДТК коју спроводи редактор карте. Наредна поглавља садрже оцену квалитета ДТК са становишта редактора карте, јер она садржи целокупну оцену на основу свих дефинисаних елемената квалитета просторних података.

Први корак према предложеној методологији оцене квалитета дигиталних топографских карата, је идентификација јединице/а квалитета просторних података. Већ је наведено да јединицу квалитета чине подручје и елемент квалитета. У целокупном експерименталном истраживању подручје квалитета дефинисано је површином тест примера израђеног садржаја Централне ГБП у тренутку тестирања. Због чињенице да је подручје квалитета дефинисано и да постоје једино разлике у елементима квалитета поглавље експерименталног истраживања садржи подпоглавља која се односе на елементе и поделементе квалитета просторних података.

На почетку експерименталног истраживања дисертације дефинисани су елементи квалитета просторних података који су оцењени појединачно. Оцена квалитета

просторних података Централне ГБП разликује се за сваки елемент квалитета и огледа се у коришћењу различитих алата, селекција, просторних анализа и анализа садржаја просторне базе података.

### 5.1. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ОЦЕНА ПОТПУНОСТИ ДТК25

Потпуност представља елемент квалитета који описује однос између просторних објеката заступљених у скупу података и објеката који представљају апстракцију стварног света. Најчешће се дефинише као присуство или одсуство просторних података, њихових атрибута и релација. Због тога потпуност као елемент квалитета просторних података садржи два основна поделементa [Brassel, Bucher, Stephan & Vckovski, 1995]:

- вишак (енг. *commision*) - подаци представљају вишак у скупу података;
- недостатак (енг. *omission*) - подаци који недостају скупу података

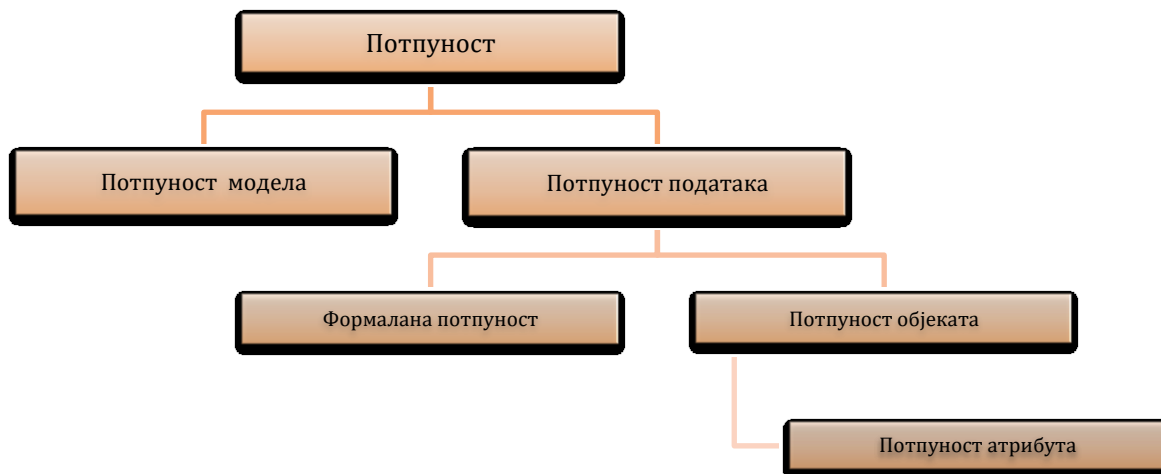
У зависности од области која се разматра, потпуност просторне базе података (или дигиталне карте) може бити одређена у појединим задацима, док у другима не. Због тога елемент квалитета података потпуност често повезујемо са појмом „подесност за употребу“. Концепти "погодност за потребе" или "подесност за употребу" се сами природно намећу при оцени потпуности просторних података. У ствари, уколико информације о квалитету података, у принципу, испоручује произвођач скупа просторних података, говоримо о подесности за употребу, са друге стране, само се одређује време оцењивања употребе скупа података. У животном веку употребе скупа просторних података, квалитет (разматран на општи начин, а не само као потпуност) ће се оцењивати само једном, док се подесност за употребу оцењује за сваку апликацију.

Потпуност описује да ли објекти у скупу података приказују сва појављивања ентитета, при чему се ентитет односи на стварни феномен, а објекат на његов дигитални приказ. Скуп података за неку примену може бити потпун или непотпун.

У том контексту, можемо разликовати две врсте потпуности (слика 26) [Brassel, Bucher, Stephan & Vckovski, 1995]:

- **потпуност података** - Грешке недостатка или вишка података, које су, у принципу, мерљиве и независне од примењеног модела оцењивања. Потпуност података можемо даље поделити на "формалну" потпуност (која се односи на структуру података - синтаксу, поштовање стандарда и формата који се користе, присуство обавезних метаподатака) и потпуност објеката, која зависи од атрибута и односа између објеката (подређени објекти). Потпуност објекта одређује да ли су и у ком степену све појаве ентитета стварно присутне у скупу података. Потпуност атрибута зависи од потпуности објекта изражавајући делимично изостављене информације о просторним подацима.
- **потпуност модела** - поређење између апстракције реалног света који одговара скупу података и скупа података који одговара апликацији, по могућности оцењивање у смислу подесности за употребу (да ли нам модел омогућава испуњавање захтева апликације?).

Коначно, комбинација потпуности података са потпуношћу модела, омогућава нам да оценимо потпуност у смислу подесности за употребу.



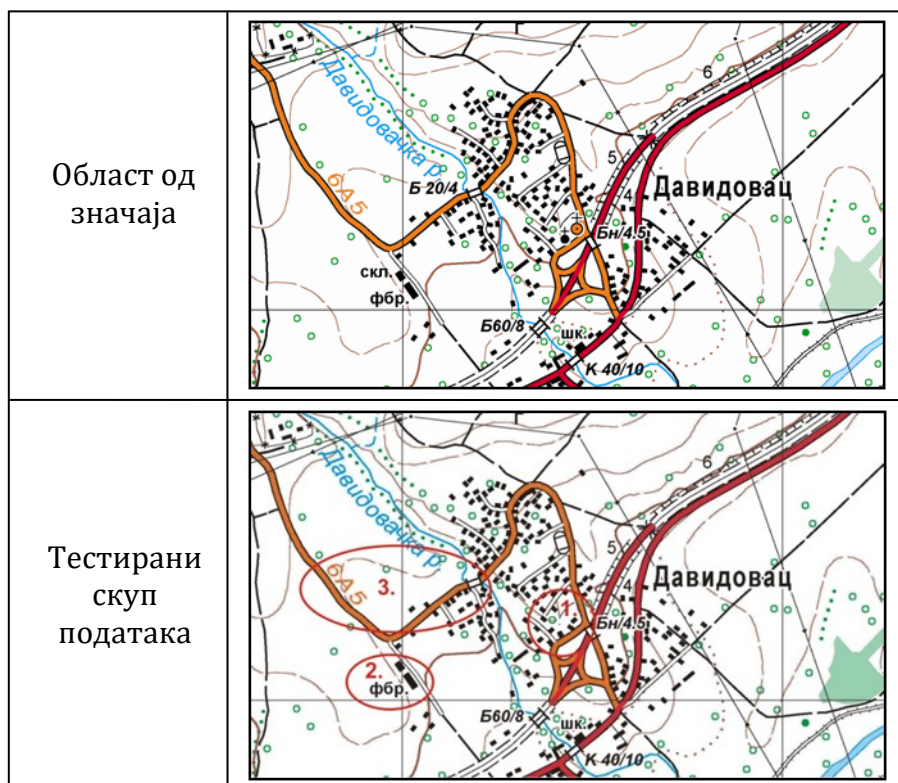
Слика 26. *Различите врсте потпуности [Brassel, Bucher, Stephan & Vckovski, 1995]*

Укратко, потпуност прати недостатак (пропуст), као и вишак података које се налазе у просторној бази података углавном одговорајући на следећа питања:

- да ли је покривеност територије потпуна?
- да ли је број објеката у просторној бази података једнак броју објеката дефинисаних у моделу?

- да ли моделовани објекти имају тачан број атрибута и да ли су све вредности атрибута присутне?
- да ли су сви ентитети области од значаја представљени у моделу?

Једноставан начин за тачно мерење потпуности не постоји, а разлог је у чињеници да је потпуност везана за објекат с којим се упоређује, односно за апстракцију стварности.



Слика 27. Примери потпуности података: 1. – недостатак и вишак просторних података, 2. – недостатак атрибута просторних података и 3. – недостатак релација просторних података

На слици 27. илустровани су одређени примери оцене потпуности тест примера Централне ГБП. Под тачком 1. приказан је недостатак и вишак просторних података. Недостатак представља одсуство цркве као тригонометријске тачке и капеле, док кућице у овом случају репрезентују вишак података. Под тачком 2. приказан је недостатак атрибута просторних података репрезентован не исписивањем атрибута објекта који представља складиште (скл.). Физичким моделом података дефинисано је аутоматско исписивање анотација висина или дубина (у метрима) насипа или усека уколико се они налазе на деоници пута,



ширине планума, односно ширина пута, као и тип подлоге путне инфраструктуре. За мостове исписују се подаци везани за материјал од којег је направљен мост, носивост моста (у тонама) и ширина моста (у метрима). Реализацијом Централне ГБП дефинисано је аутоматско исписивање анотација наведених података, када унесемо одређени текст у атрибутно поље које је дефинисано за аутоматски испис анотација. Наведена реализација представља релацију (везу) просторних података и коресподентних анотација. Недостатак бројчано словне ознаке за врсту, носивост и ширину моста представља недостатак релације просторних података и то је илустровано под тачком 3, на слици 27.

### **5.1.1. Вишак података**

Други корак у предложеној методологији оцене квалитета просторних података дигиталних топографских карата је идентификација мера квалитета. Као мере квалитета при експерименталној оцени поделементу вишак података коришћене су мере: број сувишних објеката и број дуплираних објеката.

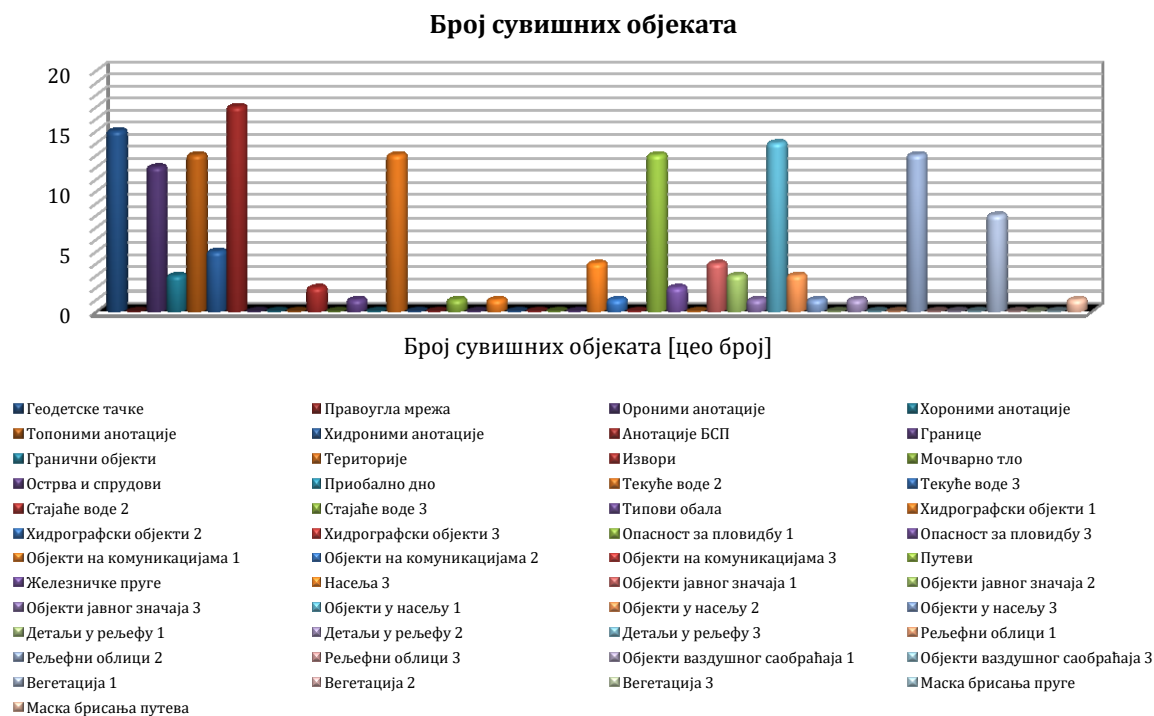
*Мера квалитета: број сувишних објеката*

Број сувишних објеката се дефинише као број објеката, њихових атрибута и релација у оквиру скупа података, а који не би требало да се налазе у скупу података. Да ли ће се одређени објекти, њихови атрибути и релације налазити у скупу података или не, најчешће је дефинисано спецификацијом производа. Због тога ову меру квалитета можемо дефинисати као број сувишних објеката, њихових атрибута и релација у оквиру скупа података у односу на спецификацију производа. Тип вредности за ову меру квалитета је цео број.

Оцена броја сувишних објеката тест подручја најчешће се реализује поређењем са референтним просторним подацима (екстерни или спољашњи тип оцене), док се оцена броја сувишних атрибута објеката и њихових релација реализује коришћењем интерне (унутрашње) оцене просторних података. Прикупљени просторни подаци садржаја Централне ГБП који репрезентују ДТК25 на основу Упутства за израду ДТК25 не садрже референтне податке, који би се могли користити за оцену потпуности, тако да је веома тешко оценити број сувишних објеката.



географске називе (хороними, ороними, хидроними, топоними и анотације бројчано-словних података) и тематским слојевима који имају велики број елемената (Текуће воде 2, Путеви, Објекти у насељу 1 и Рељефни облици 2), што је било очекивано.



Слика 29. Дијаграм број сувишних објеката

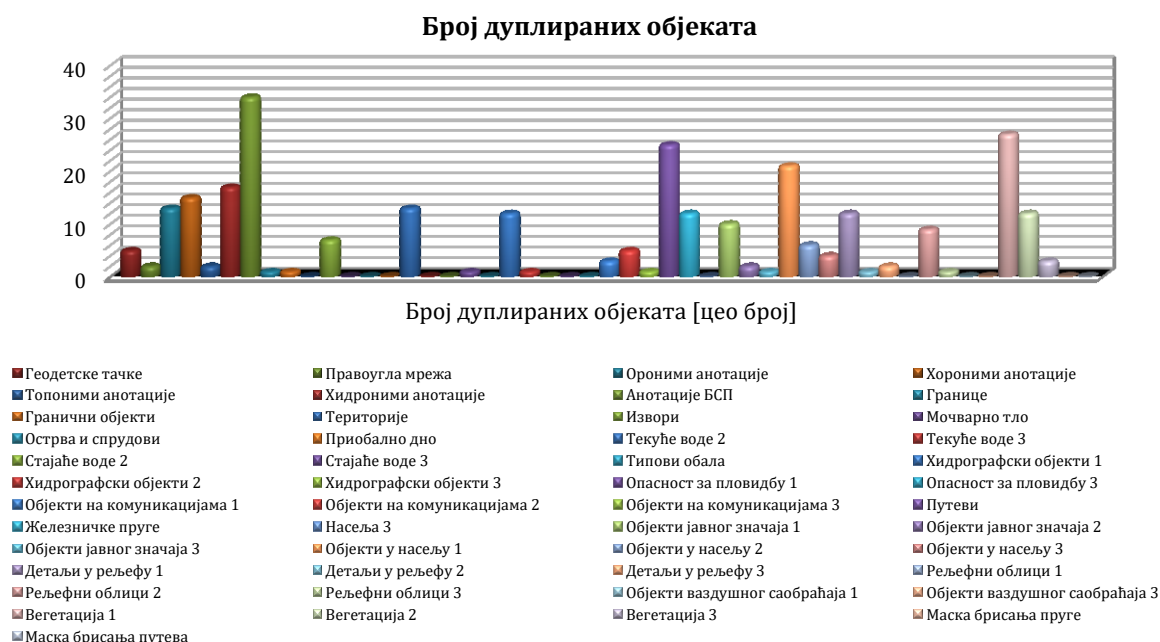
Укупан број анализираних објеката је 1560114, укупан број сувишних објеката је 155. Највећи број сувишних објеката садржи тематски слој анотације бројчано-словних података (Анотације БСП), а то је 17 објеката.

#### Мера квалитета: број дуплираних објеката

Меру квалитета број дуплираних објеката репрезентује укупан број потпуно дуплираних објеката у скупу података, односно збир свих објеката у скупу података који су погрешно искартирани са дуплим геометријама. Тип вредности за ову меру квалитета је цео број.

Број дуплираних објеката реализује се интерном (унутрашњом), потпуном методом оцене просторних података Централне ГБП, коришћењем екстензије *Data Reviewer* софтвера ArcGis. Наведена екстензија садржи алат за анализу двоструке геометрије просторних података (енг: *Duplicate Geometry*). На дијаграму (слика 30), приказани су резултати оцене мере квалитета број дуплираних објеката.

Укупан број анализираних објеката је, такође, 1560114, док је укупан број дуплираних објеката 282. Највећи број објеката са дуплираним геометријом садржи тематски слој Анотације БСП (34), и Вегетација 1 (27) објеката.



Слика 30. Дијаграм број дуплираних објеката

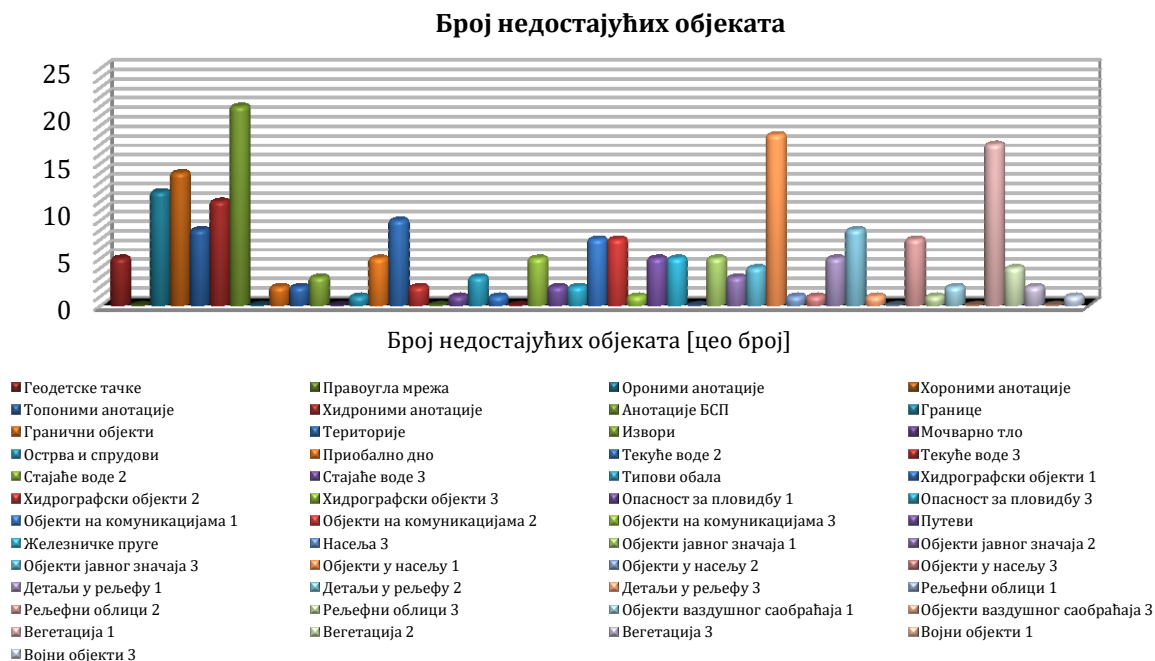
### 5.1.2. Недостатак података

#### Мера квалитета: број недостајућих објеката

Број недостајућих објеката представља збир свих објеката који би требало да буду у скупу података, а недостају. Тип вредности за ову меру квалитета је цео број.

Као и код броја сувишних објеката оцена мере квалитета број недостајућих објеката реализована је бројањем недостајућих атрибута објеката и њихових релација (односно анотација на карти). При оцени мере број сувишних објеката користимо унутрашњу, директну и потпуну методу оцене квалитета, помоћу екстензије *DataReviewer* софтверског пакета ArcGis.

Резултати оцене квалитета приказани су дијаграмом на слици 31, где можемо видети да од 219 недостајућих атрибута објеката и њихових релација највише недостају Анотације БСП (21 елемент), Објекти у насељу 1 (18 елемената) и Вегетација 1 (17 елемената), од укупно анализираних 1560114 елемената.



Слика 31. Дијаграм број недостајућих објеката

Резултати оцене елемента квалитета потпуност, помоћу дефинисаних мера квалитета представљају четврти корак према предложеној методологији оцене квалитета ДТК.

Резултати оцене потпуности, дати су у табели 6, представљају пример квантитативног резултата оцене квалитета.

Табела 6: Резултати оцене квалитета за елемент квалитета потпуност

Објектна класа	Укупан број објеката у области од значаја	Мере квалитета података [тип вредности]				
		Број сувишних објеката [цео број]	Процент сувишних објеката [%]	Број дуплираних објеката [цео број]	Број недостајућих објеката [цео број]	Процент недостајућих објеката [%]
<b>ГЕОДЕТСКА ОСНОВА</b>						
Геодетске тачке	15	0,12	5	5	0,04	15
Правоугла мрежа	0	0	0	0	0	0
<b>ГЕОГРАФСКИ НАЗИВИ</b>						
Ороними анотације	5602	12	0,21	13	12	0,21
Хороними анотације	2892	3	0,10	15	14	0,48
Топоними анотације	3893	13	0,33	2	8	0,21
Хидроними анотације	13271	5	0,04	17	11	0,08
Анотације БСП	90627	17	0,02	34	21	0,02
<b>ГРАНИЦЕ</b>						
Границе	23	0	0,00	1	0	0,00
Гранични објекти	161	0	0,00	1	2	1,24
Територије	1	0	0,00	0	2	0,00
<b>ХИДРОГРАФИЈА</b>						
Извори	11512	2	0,02	7	3	0,03
Мочварно тло	198	0	0,00	0	0	0,00
Острва и спрудови	220	1	0,45	0	1	0,45
Приобално дно	18	0	0,00	0	5	27,78
Текуће воде 2	78596	13	0,02	13	9	0,01
Текуће воде 3	220	0	0,00	0	2	0,91

Стајаће воде 2	2	0	0,00	0	0	0,00
Стајаће воде 3	835	1	0,12	1	1	0,12
Типови обала	5	0	0,00	0	3	0,00
ХИДРОТЕХНИЧКИ ОБЈЕКТИ						
Хидрографски објекти 1	10671	1	0,01	12	1	0,01
Хидрографски објекти 2	359	0	0,00	1	0	0,00
Хидрографски објекти 3	70	0	0,00	0	5	7,14
Опасност за пловидбу 1	1	0	0,00	0	2	0,00
Опасност за пловидбу 3	1	0	0,00	0	2	0,00
КОМУНИКАЦИЈЕ						
Објекти на комуникацијама 1	4188	4	0,10	3	7	0,17
Објекти на комуникацијама 2	511	1	0,20	5	7	1,37
Објекти на комуникацијама 3	97	0	0,00	1	1	1,03
Путеви	259480	13	0,01	25	5	0,00
Железничке пруге	1296	2	0,15	12	5	0,39
НАСЕЉА						
Насеља 3	77	0	0,00	0	0	0,00
ОБЈЕКТИ						
Објекти јавног значаја 1	7565	4	0,05	10	5	0,07
Објекти јавног значаја 2	4858	3	0,06	2	3	0,06
Објекти јавног значаја 3	2063	1	0,05	1	4	0,19
Објекти у насељу 1	635343	14	0,00	21	18	0,00
Објекти у насељу 2	24218	3	0,01	6	1	0,00
Објекти у насељу 3	672	1	0,15	4	1	0,15
РЕЉЕФ						
Детаљи у рељефу 1	102	0	0,00	12	5	4,90
Детаљи у рељефу 2	231	1	0,43	1	8	3,46
Детаљи у рељефу 3	19	0	0,00	2	1	5,26
Рељефни облици 1	1	0	0,00	0	0	0,00
Рељефни облици 2	86638	13	0,02	9	7	0,01
Рељефни облици 3	6	0	0,00	1	1	16,67
ВАЗДУХОПЛОВНИ САДРЖАЈ						
Објекти ваздушног саобраћаја 1	12	0	0,00	0	2	83,33
Објекти ваздушног саобраћаја 3	1	0	0,00	0	0	100,00
ВЕГЕТАЦИЈА						
Вегетација 1	216673	8	0,00	27	17	0,01
Вегетација 2	44135	0	0,00	12	4	0,01
Вегетација 3	32000	0	0,00	3	2	0,01
МАСКЕ БРИСАЊА						
Маска брисања пруге	7	0	0,00	0	0	0,00
Маска брисања путева	651	1	0,15	0	0	0,00
Маска брисања стајаће воде 2	1	0	0,00	0	0	0,00
Маска брисања текуће воде 2	4801	3	0,06	1	5	0,10
ВОЈНИ ОБЈЕКТИ						
Војни објекти 1	1	0	0,00	0	0	0,00
Војни објекти 3	39	0	0,00	0	1	2,56
ЦЕЛОКУПАН САДРЖАЈ ПРОСТОРНИХ ПОДТАКА ЦЕНТРАЛНЕ ГБП						
<b>Σ</b>	<b>1560114</b>	<b>155</b>		<b>282</b>	<b>219</b>	

Последњи корак према предложеној методологији оцене квалитета је извештавање о оствареном степену квалитета који се реализује најчешће помоћу метаподатака или самосталних извештаја о квалитету просторних података. Основни и најчешћи начин извештавања о оствареним резултатима оцене квалитета је помоћу метаподатака. Извештај о резултатима оцене квалитета просторних података ДТК на основу метаподатака дати су на крају експерименталног истраживања дисертације јер обухватају све коришћене елементе и мере квалитета просторних података. Други начин извештавања о резултатима оцене квалитета је на основу самосталних извештаја о квалитету. На

следећој табели дат је пример самосталног извештаја о резултатима оцене за меру квалитета број дуплираних објеката, елемента квалитета потпуност.

**Табела 7:** Самостални извештај о резултатима оцене квалитета за елемент квалитета потпуност коришћењем мере квалитета број дуплираних објеката

Automated Check Report By Group									
Report generated on 16.12.2015 8:50 by sinisa.drobnjak									
Reviewer Workspace Location: D:\Droca\_Test primer\Analiza kvaliteta DTK25.gdb									
Session(s): Session 3 : Potpunost									
Batch Job Name	Date/Time	Batch Job Group	Check Type	Check Title	Records Validated	Total Results	Total Percent Accurac	Distinct Results	Distinct Percent Accurac
D:\Droca\_Test primer\Potpunost.rbj					1560114	0	99,04%	0	99,04%
16.12.2015 08:50:22									
Potpunost - dvostruka geometrija					1560114	0	99,04%	0	99,04%
Duplicate Geometry Check									
				detalji_u_reljefu_1	102	12	88,24%	0	88,24%
				detalji_u_reljefu_2	231	1	99,57%	0	99,57%
				detalji_u_reljefu_3	19	2	89,47%	0	89,47%
				geodetske_tacke	12467	5	99,96%	0	99,96%
				Granice	23	1	95,65%	0	95,65%
				granicni_objekti	161	1	99,38%	0	99,38%
				Hidrografski_objekti_1	10671	12	99,89%	0	99,89%
				Hidrografski_objekti_2	359	1	99,72%	0	99,72%
				Hidrografski_objekti_3	70	0	100,00	0	100,00
				Horonimi	2892	15	99,48%	0	99,48%
				Toponimi	3893	2	99,95%	0	99,95%
				Hidronimi	13271	17	99,87%	0	99,87%
				Anotacije_BSP	90627	34	99,96%	0	99,96%
				Izvori	11512	7	99,94%	0	99,94%
				Maske_brisanja_pruge	7	0	100,00	0	100,00
				Maske_brisanja_putevi	651	0	100,00	0	100,00
				Maske_brisanja_SVode2	1	0	100,00	0	100,00
				Maske_brisanja_TVode2	4801	1	99,98%	0	99,98%
				Mocvarno_tlo	198	0	100,00	0	100,00
				objekti_javnog_znacaja_1	7565	10	99,87%	0	99,87%
				objekti_javnog_znacaja_2	4858	2	99,96%	0	99,96%
				objekti_javnog_znacaja_3	2063	1	99,95%	0	99,95%
				Objekti_na_komunikacijama_1	4188	3	99,93%	0	99,93%
				Objekti_na_komunikacijama_2	511	5	99,02%	0	99,02%
				Objekti_na_komunikacijama_3	97	1	98,97%	0	98,97%
				objekti_u_naselju_1	635343	21	100,00	0	100,00
				objekti_u_naselju_2	24218	6	99,98%	0	99,98%
				objekti_u_naselju_3	672	4	99,40%	0	99,40%
				objekti_vazdusnog_saobracao_1	12	0	100,00	0	100,00
				objekti_vazdusnog_saobracao_2	1	0	100,00	0	100,00
				Opasnosti_za_plovidbu_1	1	0	100,00	0	100,00
				Opasnosti_za_plovidbu_3	1	0	100,00	0	100,00
				Oronimi, Oronimi	5602	13	99,77%	0	99,77%
				Ostrva_i_sprudovi	220	0	100,00	0	100,00
				pravougla_mreza_UTM	2860	2	99,93%	0	99,93%
				Priobalno_dno	18	0	100,00	0	100,00
				Putevi	259480	25	99,99%	0	99,99%
				reljefni_oblici_1	1	0	100,00	0	100,00
				reljefni_oblici_2	86638	9	99,99%	0	99,99%
				reljefni_oblici_3	6	1	83,33%	0	83,33%
				Stajace_vode_2	2	0	100,00	0	100,00
				Stajace_vode_3	835	1	99,88%	0	99,88%
				Tekuće_vode_2	78596	13	99,98%	0	99,98%

Tekuce_vode_3	220	0	100,00	0	100,00
Teritorije	1	0	100,00	0	100,00
Tipovi_obala	5	0	100,00	0	100,00
vegetacija_1	216673	27	99,99%	0	99,99%
vegetacija_2	44135	12	99,97%	0	99,97%
vegetacija_3	32000	3	99,99%	0	99,99%
vojni_objekti_1	1	0	100,00	0	100,00
vojni_objekti_3	39	0	100,00	0	100,00
Zeleznicke_pruge	1296	12	99,07%	0	99,07%
<b>Total</b>	<b>1560114</b>	<b>282</b>	<b>99,04%</b>	<b>0</b>	<b>99,04%</b>

Из извештаја о оцени елемента квалитета потпуност на основу мере двострука геометрија можемо закључити да је укупно анализирано 1560114 објеката, 282 објекта садрже грешку двоструке геометрије и укупна остварена тачност је 99,04%, што чини проценат објеката који нису оптерећени наведеном грешком (табела 7).

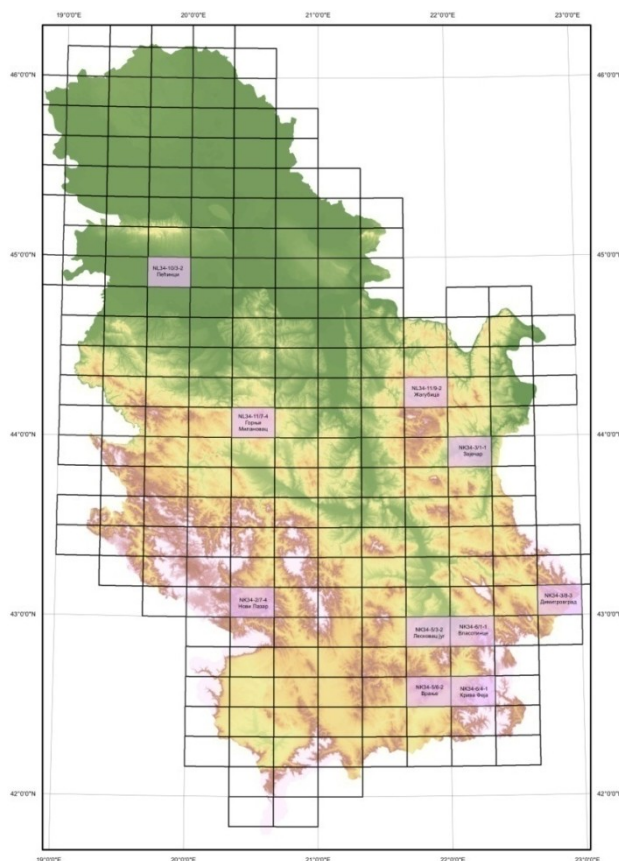
### 5.1.3. Експериментална оцена потпуности ДТК50

Оцена потпуности дигиталне топографске карте у размери 1:50 000 (ДТК50) реализована је према већ дефинисаној методологији и коришћењем идентичних мера квалитета које су наведене при оцени потпуности ДТК25.

За разлику од оцене потпуности ДТК25, када је потпуност оцењена на основу броја сувишних, дуплираних и недостајућих објеката, њихових атрибута и релација у односу са спецификацију производа, оцена потпуности ДТК50 може се реализовати директним поређењем са ДТК25.

Први корак дефинисане методологије оцене квалитета ДТК односи се на дефинисање јединице/а квалитета просторних података. Јединица квалитета састоји се од подручја и елемената квалитета. Подручје квалитета за оцену квалитета ДТК50 представљају 10 листова ДТК50 који су коришћени као тест пример. Наведено тест подручје може се видети на слици 32. Оцена квалитета ДТК50 реализована је за све елементе квалитета коришћењем овог подручја квалитета. Наведено тест подручје коришћено је и за оцену потпуности и тематске тачности ДТК250, како би могли упоредити исто подручје и анализирати утицај генерализације на наведене елементе квалитета Централне ГБП.





Слика 32. Тест пример за оцену квалитета ДТК50

Према предложеној методологији оцене квалитета просторних података дигиталних топографских карата други корак представља идентификација мера квалитета. Као мере квалитета при експерименталној оцени елемента квалитета потпуност ДТК50 коришћене су мере: број сувишних објеката, број дуплираних објеката и број недостајућих објеката, као и код оцене потпуности ДТК25.

*Мера квалитета: број сувишних објеката*

Број сувишних објеката се дефинише као број објеката, њихових атрибута и релација у оквиру скупа података, а који не би требало да се налазе у скупу података. Због тога ову меру квалитета можемо дефинисати као број сувишних објеката, њихових атрибута и релација у оквиру скупа података у односу на ДТК25. Тип вредности за ову меру квалитета је цео број.

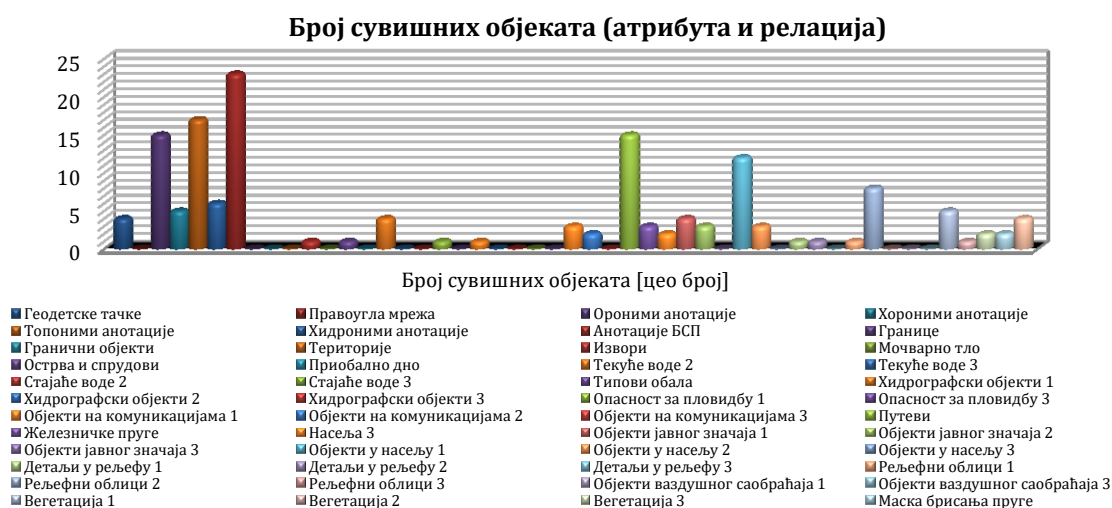
Оцена броја сувишних објеката тест подручја најчешће се реализује поређењем са референтним просторним подацима (екстерни или спољашњи тип оцене), док се оцена броја сувишних атрибута објеката и њихових релација реализује коришћењем интерне (унутрашње) оцене просторних података. Прикупљени

просторни подаци садржаја Централне ГБП који репрезентују ДТК25 на основу Упутства за израду ДТК25 у овом случају служе као референтни подаци, који се користе за оцену потпуности ДТК50.

Приликом оцене броја сувишних објеката тест примера ДТК50 установљено је да један тематски слој садржи више објеката у односу на референтне податаке ДТК25. То је тематски слој Насеља 3, за који је логичким моделом предвиђено да представљају скуп стамбених објеката и који се на карти приказују полигоном. Овај тематски слој се не приказује на ДТК25. Укупан број објеката наведеног тематског слоја износи 359.

Оцена броја сувишних атрибута и релација објеката реализована је коришћењем екстензије Data Reviewer софтвера ArcGis. Наведена екстензија садржи алат (енг: Table to table check) који је коришћен за добијање укупног броја сувишних објеката ДТК50 у односу на ДТК25. Резултати оцене броја сувишних атрибута и релација објеката ДТК50 приказани су помоћу дијаграма на слици 33.

Укупан број анализираних објеката ДТК50 је, 405486, док је укупан број сувишних атрибута и релација објеката 151. Највећи број сувишних атрибута објеката садржи тематски слојеви Анотација БСП (23), Топоними анотације (17), Ороними анотације (15) и Путеви (15) објеката.



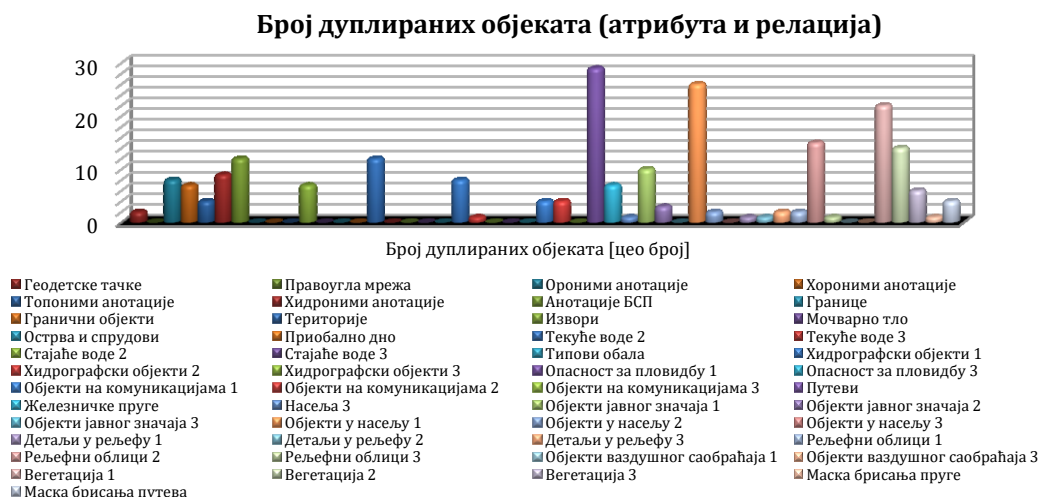
Слика 33. Дијаграм број сувишних објеката ДТК50

Мера квалитета: број дуплираних објеката

Меру квалитета број дуплираних објеката репрезентује укупан број потпуно дуплираних објеката у скупу података, односно збир свих објеката у скупу података који су погрешно искартирани са дуплим геометријама. Тип вредности за ову меру квалитета је цео број.

Број дуплираних објеката реализује се интерном (унутрашњом), потпуном методом оцене просторних података Централне ГБП, коришћењем екстензије Data Reviewer софтвера ArcGis. Наведена екстензија садржи алат за анализу двоструке геометрије просторних података (енг: Duplicate Geometry). На дијаграму (слика 34), приказани су резултати оцене мере квалитета број дуплираних објеката.

Укупан број анализираних објеката ДТК50 је, 405486, док је укупан број дуплираних објеката 228. Највећи број објеката са дуплираном геометријом садрже тематски слојеви Путеви (29), Објекти у насељу 1 (26) и Вегетација 1 (22) објеката.



Слика 34. Дијаграм број дуплираних објеката ДТК50

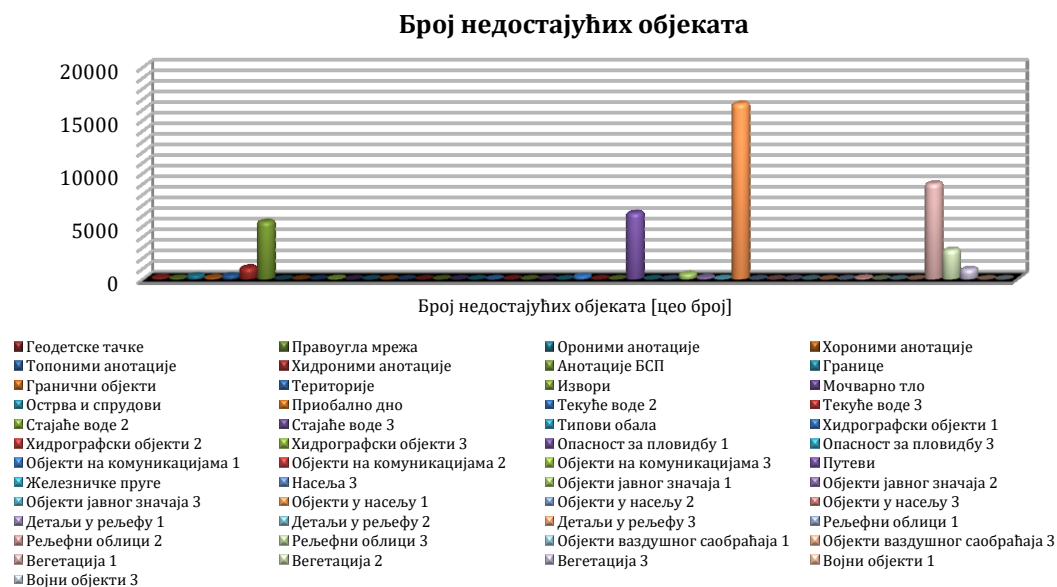
### Мера квалитета: број недостајућих објеката

Број недостајућих објеката представља збир свих објеката који би требало да буду у скупу података ДТК50, а недостају. Тип вредности за ову меру квалитета је цео број.

Као и код броја сувишних објеката оцене мере квалитета број недостајућих објеката реализована је бројањем недостајућих објеката, њихових атрибута и релација (односно анотација на карти). При оцени мере број недостајућих објеката користимо спољашњу, директну и потпуну методу оцене квалитета, помоћу

екстензије DataReviewer софтверског пакета ArcGis. Преласком на карту ситније размере, редукција садржаја топографских карата има велики утицај која највише утиче на меру број недостајућих објеката код оцене потпуности ДТК.

Резултати оцене квалитета приказани су дијаграмом на слици 35, где можемо видети да од 45002 недостајућих објеката највише недостају елементи тематског слоја Објекти у насељу 1 (16570 објеката).



Слика 35. Дијаграм број недостајућих објеката ДТК50

Резултати оцене квалитета, приказани у табели 8, представљају пример квантитативног резултата оцене потпуности ДТК50.

Табела 8: Резултати оцене квалитета за елемент квалитета потпуност ДТК50

Објектна класа	Укупан број објеката у подручју од интереса (ДТК25)	Укупан број објеката тест скупа (ДТК50)	Мере квалитета података [тип вредности]		
			Број сувишних објеката [цео број]	Број дуплираних објеката [цео број]	Број недостајућих објеката [цео број]
<b>ГЕОДЕТСКА ОСНОВА</b>					
Геодетске тачке	5241	5060	4	2	181
Правоугла мрежа	180	95	0	0	85
<b>ГЕОГРАФСКИ НАЗИВИ</b>					
Ороними анотације	1554	1190	15	8	364
Хороними анотације	347	200	5	7	147
Топоними анотације	2145	1770	17	4	375
Хидроними анотације	8145	7050	6	9	1095
Анотације БСП	28745	23304	23	12	5441
<b>ГРАНИЦЕ</b>					
Границе	0	0	0	0	0
Гранични објекти	0	0	0	0	0
Територије	1	1	0	0	0
<b>ХИДРОГРАФИЈА</b>					
Извори	3320	3257	1	7	63

Мочварно тло	19	17	0	0	2
Острва и спрудови	8	4	1	0	4
Приобално дно	1	1	0	0	0
Текуће воде 2	15330	15324	4	12	6
Текуће воде 3	18	18	0	0	0
Стајаће воде 2	1	1	0	0	0
Стајаће воде 3	15	15	1	0	0
Типови обала	4	3	0	0	1
<b>ХИДРОТЕХНИЧКИ ОБЈЕКТИ</b>					
Хидрографски објекти 1	2816	2784	1	8	32
Хидрографски објекти 2	15	14	0	1	1
Хидрографски објекти 3	1	1	0	0	0
Опасност за пловидбу 1	0	0	0	0	0
Опасност за пловидбу 3	0	0	0	0	0
<b>КОМУНИКАЦИЈЕ</b>					
Објекти на комуникацијама 1	1865	1547	3	4	318
Објекти на комуникацијама 2	259	246	2	4	13
Објекти на комуникацијама 3	27	24	0	0	3
Путеви	75245	68987	15	29	6258
Железничке пруге	421	411	3	7	10
<b>НАСЕЉА</b>					
Насеља 3	0	359	2	1	0
<b>ОБЈЕКТИ</b>					
Објекти јавног значаја 1	5986	5468	4	10	518
Објекти јавног значаја 2	1234	1059	3	3	175
Објекти јавног значаја 3	263	206	0	0	57
Објекти у насељу 1	62547	45977	12	26	16570
Објекти у насељу 2	214	197	3	2	17
Објекти у насељу 3	41	38	0	0	3
<b>РЕЉЕФ</b>					
Детаљи у рељефу 1	58	41	1	1	17
Детаљи у рељефу 2	200	192	1	1	8
Детаљи у рељефу 3	2	1	0	2	1
Рељефни облици 1	821	804	1	2	17
Рељефни облици 2	40768	40654	8	15	114
Рељефни облици 3	45	42	0	1	3
<b>ВАЗДУХОПЛОВНИ САДРЖАЈ</b>					
Објекти ваздушног саобраћаја 1	3	3	0	0	0
Објекти ваздушног саобраћаја 3	2	2	0	0	0
<b>ВЕГЕТАЦИЈА</b>					
Вегетација 1	145625	136598	5	22	9027
Вегетација 2	29654	26874	1	14	2780
Вегетација 3	12365	11397	2	6	968
<b>МАСКЕ БРИСАЊА</b>					
Маска брисања пруге	69	58	2	1	11
Маска брисања путева	3145	2541	4	4	604
Маска брисања стајаће воде 2	1	1	0	0	0
Маска брисања текуће воде 2	1698	1624	1	3	74
<b>ВОЈНИ ОБЈЕКТИ</b>					
Војни објекти 1	1	1	0	0	0
Војни објекти 3	25	25	0	0	0
Σ	450490	405486	151	228	45004

#### 5.1.4. Експериментална оцена потпуности ДТК250

Оцена потпуности дигиталне топографске карте у размери 1:250 000 реализована је према дефинисаној методологији и коришћењем идентичних мера квалитета које су наведене при оцени потпуности ДТК25 и ДТК50.

Потпуност је оцењена на основу броја сувишних, дуплираних и недостајућих објеката, њихових атрибута и релација директним поређењем са садржајем ДТК25 и ДТК50.

Као мере квалитета при експерименталној оцени елемента квалитета потпуност ДТК250 коришћене су мере: број сувишних објеката, број дуплираних објеката и број недостајућих објеката, као и код оцене потпуности ДТК25 и ДТК50.

*Мера квалитета: број сувишних објеката*

Оцена броја сувишних објеката тест подручја најчешће се реализује поређењем са референтним просторним подацима (екстерни или спољашњи тип оцене), док се оцена броја сувишних атрибута објеката и њихових релација реализује коришћењем интерне (унутрашње) оцене просторних података. При оцени броја сувишних објеката установљено је да нема сувишних објеката, тако да се може оценити само број сувишних атрибута и релација објеката ДТК250.

Оцена броја сувишних атрибута и релација објеката ДТК250 реализована је коришћењем екстензије Data Reviewer софтвера ArcGis. Наведена екстензија садржи алат (енг: Table to table check) који је коришћен за добијање укупног броја сувишних објеката ДТК250. Резултати оцене броја сувишних атрибута и релација објеката ДТК250 приказани су помоћу дијаграма на слици 36.

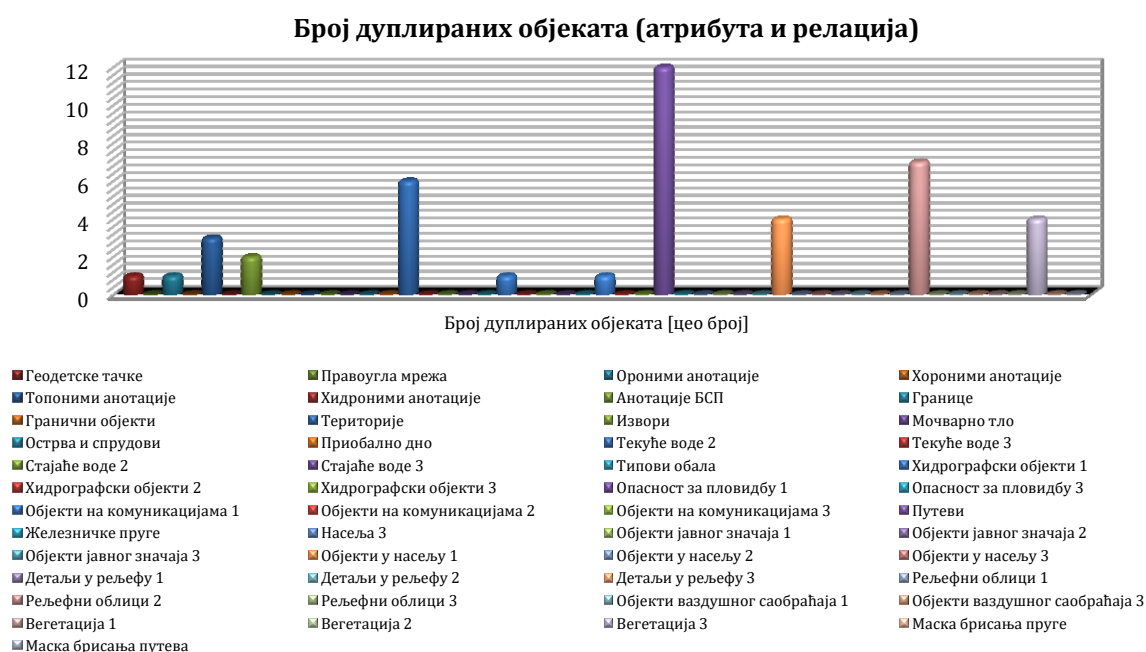


Слика 36. Дијаграм број сувишних објеката ДТК250

Укупан број анализираних објеката ДТК250 у дефинисаном тест подручју је 4489, док је укупан број сувишних атрибута и релација објеката 28. Највећи број сувишних атрибута и релација објеката садржи тематски слој Путеви (7 објеката).

*Мера квалитета: број дуплираних објеката*

Број дуплираних објеката реализује се интерном (унутрашњом), потпуном методом оцене просторних података ДТК250, коришћењем екстензије *Data Reviewer* софтвера ArcGis. Наведена екстензија садржи алат за анализу двоструке геометрије просторних података (енг: *Duplicate Geometry*). На дијаграму (слика 37), приказани су резултати оцене мере квалитета број дуплираних објеката.



Слика 37. Дијаграм број дуплираних објеката ДТК250

Укупан број анализираних објеката ДТК250 је 4489, док је укупан број дуплираних објеката 42. Највећи број објеката са дуплираним геометријом садрже тематски слојеви Путеви (12), Рељефни облици 2 (7) и Текуће воде 2 (6 објеката).

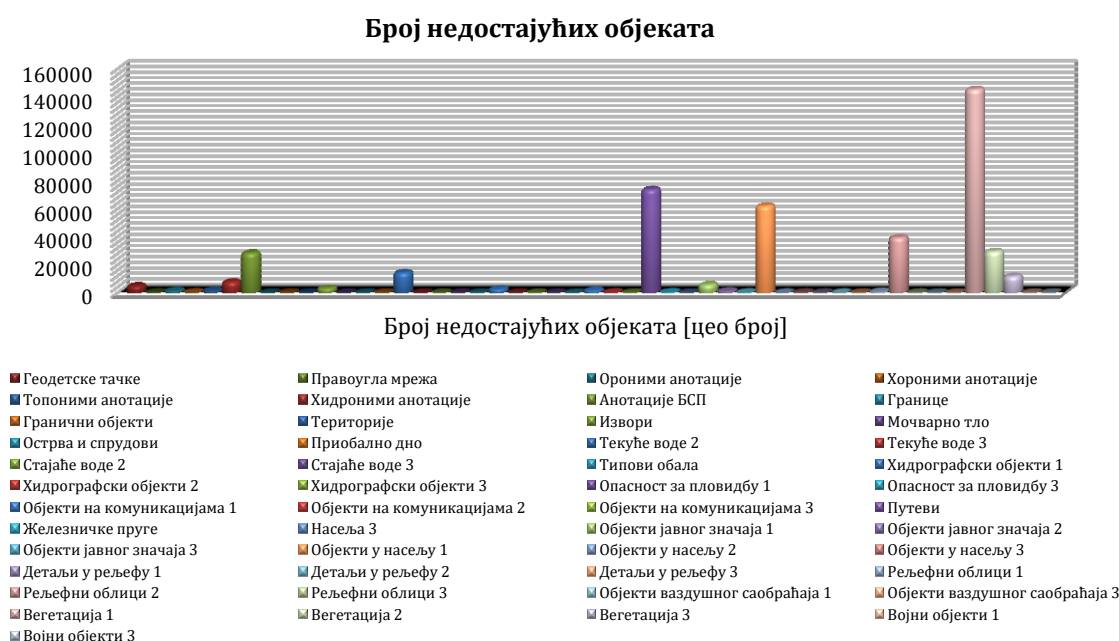
*Мера квалитета: број недостајућих објеката*

Број недостајућих објеката представља збир свих објеката који би требало да буду у скупу података ДТК250, а недостају. Тип вредности за ову меру квалитета је цео број.

Као и код броја сувишних објеката оцена мере квалитета број недостајућих објеката реализована је бројањем недостајућих објеката, њихових атрибута и

релација (односно анотација на карти). При оцени мере број недостајућих објеката користимо спољашњу, директну и потпуну методу оцене квалитета, помоћу екстензије DataReviewer софтверског пакета ArcGis. Преласком на карте ситнијег размера неминувано је редуковање картографског садржаја топографских карата. Потпуност преставаља елемент квалитета на који поступак картографске генерализације има највише утицаја.

Резултати оцене квалитета приказани су дијаграмом на слици 38, где можемо видети да од 446001 недостајућих објеката највише недостају елементи тематског слоја Вегетација 1 (145620 објеката).



Слика 38. Дијаграм број недостајућих објеката ДТК250

Резултати оцене квалитета, приказани у табели 9, представљају пример квантитативног резултата оцене потпуности ДТК250.

Табела 9: Резултати оцене потпуности ДТК250

Објектна класа	Укупан број објеката у подручју од интереса (ДТК25)	Укупан број објеката тест скупа (ДТК250)	Мере квалитета података [тип вредности]		
			Број сувишних објеката [цео број]	Број дуплираних објеката [цео број]	Број недостајућих објеката [цео број]
<b>ГЕОДЕТСКА ОСНОВА</b>					
Геодетске тачке	5241	79	1	1	5162
Правоугла мрежа	180	35	0	0	145
<b>ГЕОГРАФСКИ НАЗИВИ</b>					
Ороними анотације	1554	34	1	1	1520
Хороними анотације	347	69	1	0	278



Поглавље 5 – Експериментална оцена квалитета ДТК према предложеној методологији

Топоними анотације	2145	367	4	3	1778
Хидроними анотације	8145	28	0	0	8117
Анотације БСП	28745	135	2	2	28610
<b>ГРАНИЦЕ</b>					
Границе	0	0	0	0	0
Гранични објекти	0	0	0	0	0
Територије	1	0	0	0	1
<b>ХИДРОГРАФИЈА</b>					
Извори	3320	17	0	0	3303
Мочварно тло	19	3	0	0	16
Острва и спрудови	8	1	0	0	7
Приобално дно	1	0	0	0	1
Текуће воде 2	15330	654	5	6	14676
Текуће воде 3	18	11	0	0	7
Стајаће воде 2	1	0	0	0	1
Стајаће воде 3	15	9	0	0	6
Типови обала	4	0	0	0	4
<b>ХИДРОТЕХНИЧКИ ОБЈЕКТИ</b>					
Хидрографски објекти 1	2816	12	0	1	2804
Хидрографски објекти 2	15	1	0	0	14
Хидрографски објекти 3	1	0	0	0	1
Опасност за пловидбу 1	0	0	0	0	0
Опасност за пловидбу 3	0	0	0	0	0
<b>КОМУНИКАЦИЈЕ</b>					
Објекти на комуникацијама 1	1865	35	0	1	1830
Објекти на комуникацијама 2	259	8	0	0	251
Објекти на комуникацијама 3	27	0	0	0	27
Путеви	75245	1247	7	12	73998
Железничке пруге	421	12	0	0	409
<b>НАСЕЉА</b>					
Насеља 3	0	24	0	0	0
<b>ОБЈЕКТИ</b>					
Објекти јавног значаја 1	5986	35	0	0	5951
Објекти јавног значаја 2	1234	2	0	0	1232
Објекти јавног значаја 3	263	1	0	0	262
Објекти у насељу 1	62547	328	2	4	62219
Објекти у насељу 2	214	4	0	0	210
Објекти у насељу 3	41	2	0	0	39
<b>РЕЉЕФ</b>					
Детаљи у рељефу 1	58	12	0	0	46
Детаљи у рељефу 2	200	0	0	0	200
Детаљи у рељефу 3	2	0	0	0	2
Рељефни облици 1	821	1	0	0	820
Рељефни облици 2	40768	1025	5	7	39743
Рељефни облици 3	45	0	0	0	45
<b>ВАЗДУХОПЛОВНИ САДРЖАЈ</b>					
Објекти ваздушног саобраћаја 1	3	1	0	0	2
Објекти ваздушног саобраћаја 3	2	1	0	0	1
<b>ВЕГЕТАЦИЈА</b>					
Вегетација 1	145625	5	0	0	145620
Вегетација 2	29654	2	0	0	29652
Вегетација 3	12365	268	0	4	12097
<b>МАСКЕ БРИСАЊА</b>					
Маска брисања пруге	69	2	0	0	67
Маска брисања путева	3145	12	0	0	3133
Маска брисања стајаће воде 2	1	0	0	0	1
Маска брисања текуће воде 2	1698	5	0	0	1693
<b>ВОЈНИ ОБЈЕКТИ</b>					
Војни објекти 1	1	0	0	0	1

Војни објекти 3	25	2	0	0	23
Σ	450490	4489	28	42	446001

## 5.2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ОЦЕНА ЛОГИЧКЕ ДОСЛЕДНОСТИ ДТК25

Логичка доследност представља степен усаглашености са логичким правилима структуре података, њихових атрибута и релација. Наведена структура може бити концептуална, логичка и физичка. Дакле, скуп података се зове доследан на логичком нивоу ако поштује структурне карактеристике изабраног модела података и ако је усаглашен са атрибутима и релацијама дефинисаним за наведене податке [Salgé, 1995].

Подементи логичке доследности су:

- концептуална доследност (усаглашеност са правилима концептуалне шеме)
- доследност у домену (усаглашеност вредности података са допуштеним вредностима)
- тополошка доследност (коректност експлицитно одређених тополошких карактеристика скупа података)
- доследност формата (степен усаглашености података у односу на физичку структуру података)

Логичка доследност бави се логичким правилима структуре и атрибута просторних података и описује усклађеност неког податка с осталим подацима у скупу. Као елемент квалитета просторних података она истражује структурални интегритет неког скупа података. При одређивању логичке доследности просторних података користе се метричке особине простора, уређени скупови и топологија. Тестови логичке доследности просторних података спроводе се у различитим фазама обраде података у прикупљању, обради и различитим анализама.

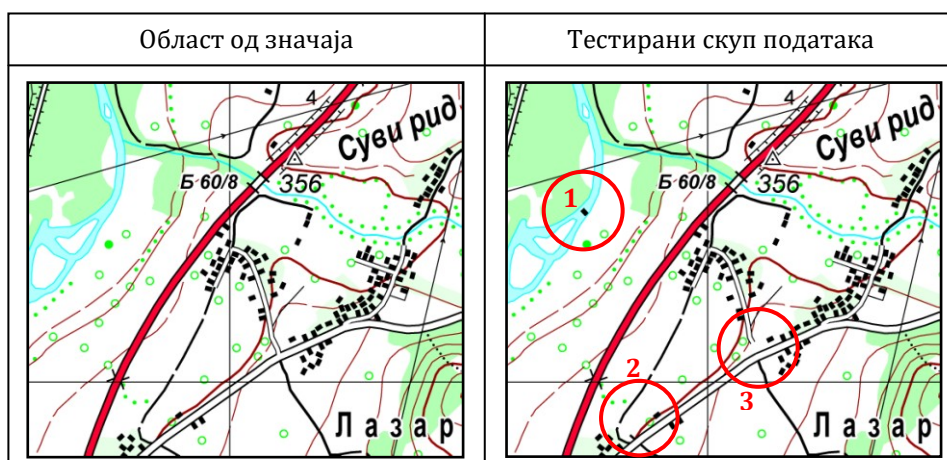
Логичка доследност се односи на сва логичка правила која регулишу структуру и атрибуте просторних података и описује компатибилност (подударност) између објеката у склопу скупа података.

Узгред, овај појам је раније коришћен за проверу интегритета података непросторних података. Његово проширење на просторне података урађено је појавом првих анализа у домену топологије.

Дакле, скуп података се назива доследан на логичком нивоу ако поштује структурне карактеристике изабраног модела података и ако се подудара са ограничењима атрибута дефинисаним за податке. Постоји неколико различитих нивоа логичке доследности, полазећи од једноставног опсега вредности атрибута, па све до специфичних правила доследности на основу геометрије (пример слика 39). На слици приказана су три примера грешака логичке доследности: Под тачком 1., приказана је тополошка грешка између два тематска слоја, Објекта у насељу 1 и Текућих вода 3, где се објект који представља кућу ван размере налази у реци датој у размери. Под тачком 2. и 3. приказани су тополошки неправилни спојеви тематског слоја комуникација.

Логичка доследност нам омогућава, између осталог, да проверимо да ли су:

- објекти у просторној бази података описани у тачној мери у односу на просторне податке из стварног света (област од значаја)
- топологија и просторни односи представљени и поштовани
- променљиве које користимо у оквиру одговарајућих вредности (граничне вредности, тип, итд.)
- фајлови са подацима конзистентни (у складу са европским стандардима, овај аспект може чак да се прошири на поузданости медија на коме се чувају фајлови).



Слика 39. Пример логичке доследности: Верификација тополошких односа

### **5.2.1. Концептуална доследност**

Концептуална доследност се најчешће оцењује кроз грешке неусклађености имена слојева и атрибута са концептуалном шемом, и кроз неусклађеност вредности атрибута са концептуалном шемом. Једном речју, концептуална доследност представља степен усаглашености са правилима концептуалне шеме просторних података.

Мере квалитета које су коришћене за оцену концептуалне доследности су: број објеката који нису у складу са правилима концептуалне шеме и степен неусклађености са правилима концептуалне шеме.

Оценом концептуалне доследности није утврђен ниједан конфликт са концептуалном структуром просторних података.

### **5.2.2. Доследност у домену**

Домен представља скуп дозвољених вредности атрибута и могуће га је дефинисати за сваки атрибут. Конкретне вредности домена дефинисане су типом података, пословним правилима и пројектним захтевима. Домен, односно скуп дозвољених вредности геометријскиг типа податка одређен је положајем и величином (дела) простора и изабраним координатним системом.

Доследност у домену представља степен усаглашености вредности података са допуштеним вредностима. Мере квалитета које су коришћене за оцену доследности у домену су: број објеката које нису у складу са вредношћу домена и степен неусаглашености са вредношћу домена.

Оценом доследности у домену просторних података садржаја Централне ГБП утврђено је да постоји укупно 5 (пет) објеката са погрешним просторним доменом у теми геодетске тачке. Пошто се наведена тема односи на тригонометријске тачке које су дате на предходним издањима ТК, у Гаус-Кригеровој пројекцији и на Беселовом елипсоиду, датумском трансформацијом у WGS84 координатни систем и Трансферзалну Меркаторову пројекцију настао је овај пропуст. Ради интегритета просторне базе података свих пет тригонометара је обрисано, али су приказани у резултатима оцене квалитета као уочен проблем.

При оцени доследности у домену коришћена је потпуна, директна и унутрашња метода оцене, коришћењем алата *Domain Check*, екстензије *Data Reviewer-a*, софтверског пакета ArcGis. Резултати оцене приказани су заједно са грешкама тополошке доследности, као и у склопу самосталног извештаја о оствареним резултатима оцене логичке доследности (табела 11 и табела 12).

### **5.2.3. Доследност формата**

Доследност формата представља степен усаглашености података у односу на физичку структуру података. Физичком структуром података дефинисан је изглед базе података односно „простор“ за похрањивање елемената дефинисаних логичким моделом података. Типови података, начин похрањивања података као и све колоне које служе за унос атрибута класа објеката као и појединачних објеката, такође су дефинисане при пројектовању физичког модела података.

Концептуална доследност, доследност у домену и доследност формата представљају три поделементa квалитета логичке доследности којима се дефинише интегритет просторне базе података. Уколико постоје грешке које се односе на наведена три поделементa логичке доследности, оне се морају одмах уклонити јер нарушавају интегритет просторне базе података и могу да изазову потпуну немогућност рада са свим просторним подацима садржаја просторне базе података.

Мере квалитета које су коришћене за оценоу доследности формата су: број конфликта са физичком структуром и степен конфликта са физичком структуром.

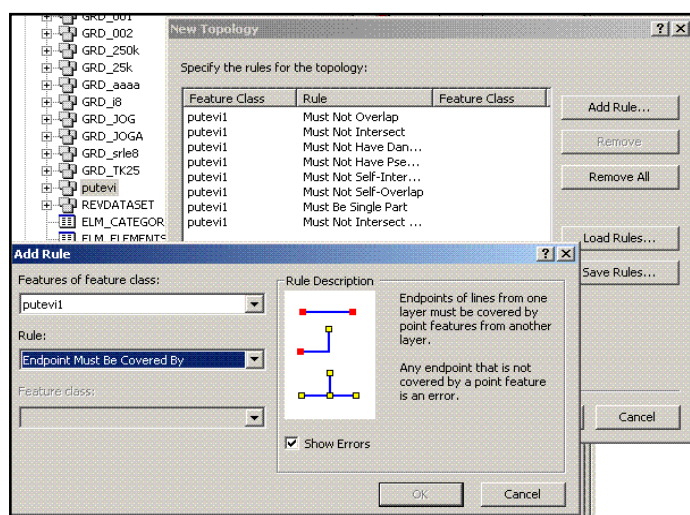
Оценом доследности формата није утврђен ниједан конфликт са физичком структуром просторних података.

### **5.2.4. Тополошка доследност**

Дефинисање тополошких правила је фаза која је својствена само просторним базама података. Верна представа објекта из реалног света подразумева, поред дефинисања апсолутних просторних односа, дефинисање и релативних просторних односа између одређених објеката. С обзиром на начин приказа објеката из реалног света и дефинисаних геометријских типова података,

тополошка правила се односе на релативно велики број могућих тополошких односа. Сложеност тополошких правила резултат је, пре свега, сложености релативних међусобних односа објеката у реалном свету, али и резултат богатих концепата њихове представе у просторној бази података. Тополошка правила представљају скуп могућих односа тачке, линија и полигона, као основних геометријских примитива за графички приказ објеката реалног света. Тополошки аспекти просторних ентитета могу се описати коришћењем једног или више тополошких примитива. Три основна типа тополошких примитива су: чвор, ивица и област. Чвор је свака карактеристична тачка у простору која добија одговарајући топографски знак у складу са њеним значењем у простору, док је ивица једнодимензионална тополошка линија која представља усмерену везу између два гранична чвора која могу бити иста. Ивица је графички представљена линијом. Област представља дводимензионалну тополошку површину. Просторни положај сваког тополошког примитива може се описати са једним или више геометријских примитива.

Геометрија и топологија једнозначно одређују облик, величину и положај модела објекта у простору, односно они чине његову просторну компоненту. Спајањем просторне с описном, односно атрибутском компонентом, добијамо потпуно одређен објекат из стварног света.



Слика 40. Тополошка правила

Тополшка правила која су коришћена за оцену логичке доследности просторних података Централне ГБП су (слика 40):

- неправилни чворови елемената
- самопресецање елемената
- самопреклапање елемената
- недопуштено преклапање елемената
- недопуштено пресецање елемената
- објекат мора садржати један елемент

У табели 10. наведена су тополошка правила дефинисана за тематски слој Рељефни облици 2 дигиталне топографске карте размере 1:25 000. Тип вредности квалитета података за изражавање грешке тополошке доследности Централне ГБП су цео број и проценат, док су јединице вредности квалитета број и %.

**Табела 10:** Дефинисана тополошка правила за тематске слојеве ДТК

Name: DTK25.DBO.RELJEF_Topology			Cluster Tolerance: 5	
			Maximum Generated Error Count: Undefined	
Feature Class	Weight	XY Rank	Z Rank	Event Notification
DTK25.DBO.reljefni_oblici_2	5	1	1	No
<b>Topology Rules</b>				
Name	Origin (FeatureClass::Subtype)	Rule Type	Destination (FeatureClass::Subtype)	Trigger Events
	DTK25.DBO.reljefni_oblici_2:: All Subtypes	Must not overlap	DTK25.DBO.reljefni_oblici_2:: All Subtypes	No
	DTK25.DBO.reljefni_oblici_2:: All Subtypes	Must not intersect	DTK25.DBO.reljefni_oblici_2:: All Subtypes	No
	DTK25.DBO.reljefni_oblici_2:: All Subtypes	Must not have dangles	DTK25.DBO.reljefni_oblici_2:: All Subtypes	No
	DTK25.DBO.reljefni_oblici_2:: All Subtypes	Must not self overlap	DTK25.DBO.reljefni_oblici_2:: All Subtypes	No
	DTK25.DBO.reljefni_oblici_2:: All Subtypes	Must not self intersect	DTK25.DBO.reljefni_oblici_2:: All Subtypes	No

Трећи корак према предложеној методологији оцене квалитета дигиталних топографских карата представља идентификација процедуре оцене квалитета. При оцени елемента квалитета логичка доследност коришћена је унутрашња, директна и потпуна метода оцене квалитета, помоћу алата *Database Validation checks – Domain* и *Topology checks*, екстензије *DataReviewer* софтверског пакета ArcGis.

Коришћењем ArcGis *DataReviewer*-а, допуњен је наведени списак тополошких правила са комбинацијом SQL упита и на тај начин обogaћена оцена тополошке доследности просторних података ДТК.

У табели 11, приказан је квантитативни резултат оцене логичке доследности, са свим мерама квалитета које су коришћене у оцени.

**Табела 11:** Резултати оцене квалитета за елемент квалитета логичка доследност

Објектна класа	Укупан број објеката у области од значаја	Мере квалитета података [тип вредности]			
		Концептуална доследност	Доследност у домену	Доследност формата	Тополошка доследност
		Број објеката који нису у складу са правилима концептуалне шеме	Број објеката који нису у складу са вредношћу домена	Број конфликта са физичком структуром	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Неправилни чворови елемената</li> <li>• Самопресецање елемената</li> <li>• Самопреклапање елемената</li> <li>• Недопуштено преклапање елемената</li> <li>• Недопуштено пресецање елемената</li> <li>• Објекат мора садржати један елемент</li> </ul>
<b>ГЕОДЕТСКА ОСНОВА</b>					
Геодетске тачке	12467	0	5	0	0
Правоугла мрежа	2860	0	0	0	0
<b>ГЕОГРАФСКИ НАЗИВИ</b>					
Ороними анотације	5602	0	0	0	0
Хороними анотације	2892	0	0	0	0
Топоними анотације	3893	0	0	0	0
Хидроними анотације	13271	0	0	0	0
Анотације БСП	90627	0	0	0	0
<b>ГРАНИЦЕ</b>					
Границе	23	0	0	0	2
Гранични објекти	161	0	0	0	0
Територије	0	0	0	0	0
ГРАНИЦЕ ТОПОЛОГИЈА Σ=					2
<b>ХИДРОГРАФИЈА</b>					
Извори	11512	0	0	0	0
Мочварно тло	198	0	0	0	2
Острва и спрудови	220	0	0	0	1
Приобално дно	18	0	0	0	2
Текуће воде 2	78596	0	0	0	284
Текуће воде 3	220	0	0	0	1
Стајаће воде 2	2	0	0	0	1
Стајаће воде 3	835	0	0	0	2
Типови обала	0	0	0	0	7
<b>ХИДРОТЕХНИЧКИ ОБЈЕКТИ</b>					
Хидрографски објекти 1	10671	0	0	0	0
Хидрографски објекти 2	359	0	0	0	2
Хидрографски објекти 3	70	0	0	0	0
Опасност за пловидбу 1	1	0	0	0	0
Опасност за пловидбу 3	1	0	0	0	0
ХИДРОГРАФИЈА ТОПОЛОГИЈА Σ=					302
<b>КОМУНИКАЦИЈЕ</b>					
Објекти на комуникацијама 1	4188	0	0	0	0
Објекти на комуникацијама 2	511	0	0	0	13
Објекти на комуникацијама 3	97	0	0	0	1
Путеви	259480	0	0	0	1132
Железничке пруге	1296	0	0	0	62
КОМУНИКАЦИЈЕ ТОПОЛОГИЈА Σ=					1208
<b>НАСЕЉА</b>					
Насеља 3	0	0	0	0	0
<b>ОБЈЕКТИ</b>					
Објекти јавног значаја 1	7565	0	0	0	0
Објекти јавног значаја 2	4858	0	0	0	81
Објекти јавног значаја 3	2063	0	0	0	6
Објекти у насељу 1	635343	0	0	0	0
Објекти у насељу 2	24218	0	0	0	90
Објекти у насељу 3	672	0	0	0	10
ОБЈЕКТИ ТОПОЛОГИЈА Σ=					187
<b>РЕЉЕФ</b>					
Детаљи у рељефу 1	102	0	0	0	0
Детаљи у рељефу 2	231	0	0	0	7
Детаљи у рељефу 3	19	0	0	0	3
Рељефни облици 1	1	0	0	0	0
Рељефни облици 2	86638	0	0	0	797
Рељефни облици 3	6	0	0	0	4
РЕЉЕФ ТОПОЛОГИЈА Σ=					811
<b>ВАЗДУХОПЛОВНИ САДРЖАЈ</b>					
Објекти ваздушног саобраћаја 1	12	0	0	0	0
Објекти ваздушног саобраћаја 3	1	0	0	0	0
<b>ВЕГЕТАЦИЈА</b>					



Вегетација 1	216673	0	0	0	0
Вегетација 2	44135	0	0	0	201
Вегетација 3	32000	0	0	0	60
ВЕГЕТАЦИЈА ТОПОЛОГИЈА Σ=					261
ВОЈНИ ОБЈЕКТИ					
Војни објекти 1	1	0	0	0	0
Војни објекти 3	39	0	0	0	0
МАСКЕ БРИСАЊА					
Маска брисања пруге	7	0	0	0	
Маска брисања путева	651	0	0	0	0
Маска брисања стајаће воде 2	1	0	0	0	0
Маска брисања текуће воде 2	4801	0	0	0	0
Σ	1554648	0	5	0	2771

На слици 41, приказан је дијаграм оцене тополошке доследности. На дијаграму можемо видети да постоји још увек велики број тополошких грешака и да је потребно да се још једном уради коректура да би се испоштовала дефинисана тополошка правила. Укупно је анализирано 1109418 објеката, док је 2771 објеката оптерећено грешком тополошке доследности, што чини 0,37%. Највећи број тополошких грешака садрже тематски слојеви Комуникација (1206) и Рељефа (810).



Слика 41. Дијаграм оцене тополошке доследности ДТК25

Последњи корак према предложеној методологији оцене квалитета је извештавање о оствареном степену квалитета који се реализује најчешће помоћу метаподатака или самосталних извештаја о квалитету просторних података. У табели 12, приказан је самостални извештај о оствареним резултатима оцене логичке доследности просторних података који су садржај Централне ГБП.

**Табела 12:** Самостални извештај о резултатима оцене логичке доследности

Automated Check Report By Group									
Report generated on 25.12.2015 13:07 by sinisa.drobnjak									
Reviewer Workspace Location: D:\Droca\_Test primer\Analiza kvaliteta DTK25.gdb									
Session(s): Session 2 : Logička doslednost									
Batch Job Name	Date/Time	Batch Job Group	Check Type	Check Title	Records Validated	Total Results	Total Percent Accuracy	Distinct Results	Distinct Percent Accuracy
D:\Droca\_Test primer\Logicka doslednost.rbj					2669532	2776	99,86%	1624	99,93%
24.12.2015 13:11:39									
Logička doslednost - Doslednost u domenu					1560114	5	100,00%	5	100,00%
Domain Check									
				Detalji_u_reljefu_1	102	0	100,00%	0	100,00%
				Detalji_u_reljefu_2	231	0	100,00%	0	100,00%
				Detalji_u_reljefu_3	19	0	100,00%	0	100,00%
				Geodetske_tacke	12467	5	99,96%	5	99,96%
				Granice	23	0	100,00%	0	100,00%
				Granicni_objekti	161	0	100,00%	0	100,00%
				Hidrografski_objekti_1	10671	0	100,00%	0	100,00%
				Hidrografski_objekti_2	359	0	100,00%	0	100,00%
				Hidrografski_objekti_3	70	0	100,00%	0	100,00%
				Horonimi	2892	0	100,00%	0	100,00%
				Toponimi	3893	0	100,00%	0	100,00%
				Hidronimi	13271	0	100,00%	0	100,00%
				Anotacije_BSP	90627	0	100,00%	0	100,00%
				Izvori	11512	0	100,00%	0	100,00%
				Maske_brisanja_pruge	7	0	100,00%	0	100,00%
				Maske_brisanja_putevi	651	0	100,00%	0	100,00%
				Maske_brisanja_SVode2	1	0	100,00%	0	100,00%
				Maske_brisanja_TVode2	4801	0	100,00%	0	100,00%
				Mocvarno_tlo	198	0	100,00%	0	100,00%
				Objekti_javnog_znacaja_1	7565	0	100,00%	0	100,00%
				Objekti_javnog_znacaja_2	4858	0	100,00%	0	100,00%
				Objekti_javnog_znacaja_3	2063	0	100,00%	0	100,00%
				Objekti_na_komunikacijama_1	4188	0	100,00%	0	100,00%
				Objekti_na_komunikacijama_2	511	0	100,00%	0	100,00%
				Objekti_na_komunikacijama_3	97	0	100,00%	0	100,00%
				Objekti_u_naselju_1	635343	0	100,00%	0	100,00%
				Objekti_u_naselju_2	24218	0	100,00%	0	100,00%
				Objekti_u_naselju_3	672	0	100,00%	0	100,00%
				Objekti_vazdusnog_saobracaja_1	12	0	100,00%	0	100,00%
				Objekti_vazdusnog_saobracaja_3	1	0	100,00%	0	100,00%
				Opasnosti_za_plovidbu_1	1	0	100,00%	0	100,00%
				Opasnosti_za_plovidbu_3	1	0	100,00%	0	100,00%
				Oronimi	5602	0	100,00%	0	100,00%
				Ostrva_i_sprudovi	220	0	100,00%	0	100,00%
				Pravougla_mreza_UTM	2860	0	100,00%	0	100,00%
				Priobalno_dno	18	0	100,00%	0	100,00%
				Putevi	259480	0	100,00%	0	100,00%
				Reljefni_oblici_1	1	0	100,00%	0	100,00%
				Reljefni_oblici_2	86638	0	100,00%	0	100,00%
				Reljefni_oblici_3	6	0	100,00%	0	100,00%
				Stajace_vode_2	2	0	100,00%	0	100,00%
				Stajace_vode_3	835	0	100,00%	0	100,00%
				Tekuce_vode_2	78596	0	100,00%	0	100,00%
				Tekuce_vode_3	220	0	100,00%	0	100,00%
				Teritorije	1	0	100,00%	0	100,00%
				Tipovi_obala	5	0	100,00%	0	100,00%
				Vegetacija_1	216673	0	100,00%	0	100,00%

Vegetacija_2	44135	0	100,00%	0	100,00%
Vegetacija_3	32000	0	100,00%	0	100,00%
Vojni_objekti_1	1	0	100,00%	0	100,00%
Vojni_objekti_3	39	0	100,00%	0	100,00%
Zeleznicke_pruge	1296	0	100,00%	0	100,00%
<b>Logička doslednost - Topološka doslednost</b>	<b>1109418</b>	<b>2771</b>	<b>99,73%</b>	<b>1619</b>	<b>99,85%</b>
<b>Topology Rules Check</b>					
GRANICE_Topology	123	2	98,37%	1	99,19%
HIDROGRAFIJA_Topology	46902	302	99,36%	128	99,73%
KOMUNIKACIJE_Topology	136789	1206	99,12%	587	99,57%
OBJEKTI_Topology	315628	187	99,94%	187	99,94%
RELJEF_Topology	81539	810	99,01%	569	99,30%
VEGETACIJA_Topology	28085	261	99,07%	146	99,48%
<b>Unnecessary Nodes Check</b>					
Detalji_u_reljefu_2	231	0	100,00%	0	100,00%
Granice	23	0	100,00%	0	100,00%
Hidrografski_objekti_2	359	0	100,00%	0	100,00%
Objekti_javnog_znacaja_2	4858	0	100,00%	0	100,00%
Objekti_na_komunikacijama_2	511	0	100,00%	0	100,00%
Objekti_u_naselju_2	24218	0	100,00%	0	100,00%
Putevi	259480	2	100,00%	1	100,00%
Reljefni_oblici_2	86638	1	100,00%	0	100,00%
Stajace_vode_2	2	0	100,00%	0	100,00%
Tekuće_vode_2	78596	0	100,00%	0	100,00%
Tipovi_obala	5	0	100,00%	0	100,00%
Vegetacija_2	44135	0	100,00%	0	100,00%
Zeleznicke_pruge	1296	0	100,00%	0	100,00%
<b>Total</b>	<b>2669532</b>	<b>2776</b>	<b>99,86%</b>	<b>1624</b>	<b>99,93%</b>

### 5.2.5. Експериментална оцена логичке доследности ДТК50

Оцена потпуности дигиталне топографске карте у размери 1:50 000 реализована је према већ дефинисаној методологији и коришћењем идентичних мера квалитета које су наведене при оцени логичке доследности ДТК25.

Оценом поделемената квалитета логичке доследности концептуалне доследности, доследности у домену и доследности формата установљено је да ДТК50 не садржи конфликте са концептуалном и физичком структуром података, као и да не садрже објекте са погрешно дефинисаним доменом. Оцена тополошке доследности реализована је креирањем и анализирањем испоштованости тополошкох правила.

Тополошка правила која су коришћена за оцену логичке доследности просторних података Централне ГБП која репрезентују ДТК50 су:

- неправилни чворови елемената
- самопресецање елемената
- самопреклапање елемената

- недопуштено преклапање елемената
- недопуштено пресецање елемената
- објекат мора садржати један елемент

Наведена тополошка правила представљају мере квалитета које су анализиране при оцени логичке доследности ДТК50 и представљају други корак у предложеној методологији оцене квалитета ДТК. Тип вредности квалитета података за изражавање грешке тополошке доследности Централне ГБП која репрезентује ДТК50 је цео број, док је јединица вредности квалитета број.

Трећи корак према предложеној методологији оцене квалитета дигиталних топографских карата представља идентификација процедуре оцене квалитета. При оцени елемента квалитета логичка доследност коришћена је унутрашња, директна и потпуна метода оцене квалитета, помоћу алата *Topology checks*, екстензије *DataReviewer* софтверског пакета ArcGis.

У табели 13, приказан је квантитативни резултат оцене логичке доследности, са свим мерама квалитета које су коришћене у оцени.

**Табела 13:** Резултати оцене тополошке доследност ДТК50

Објектна класа	Укупан број објеката у области од значаја	Мере квалитета података [тип вредности]
		Тополошка доследност
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Неправилни чворови елемената</li> <li>• Самопресецање елемената</li> <li>• Самопреклапање елемената</li> <li>• Недопуштено преклапање елемената</li> <li>• Недопуштено пресецање елемената</li> <li>• Објекат мора садржати један елемент</li> </ul>
<b>ГЕОДЕТСКА ОСНОВА</b>		
Геодетске тачке	5060	0
Правоугла мрежа	95	0
<b>ГЕОГРАФСКИ НАЗИВИ</b>		
Ороними аотације	1190	0
Хороними аотације	200	0
Топоними аотације	1770	0
Хидроними аотације	7050	0
Аотације БСП	23304	0
<b>ГРАНИЦЕ</b>		
Границе	0	0
Гранични објекти	0	0
Територије	1	0
ГРАНИЦЕ ТОПОЛОГИЈА Σ=		0
<b>ХИДРОГРАФИЈА</b>		
Извори	3257	0
Мочварно тло	17	0
Острва и спрудови	4	0
Приобално дно	1	0

Текуће воде 2	15324	12
Текуће воде 3	18	1
Стајаће воде 2	1	1
Стајаће воде 3	15	5
Типови обала	3	0
<b>ХИДРОТЕХНИЧКИ ОБЈЕКТИ</b>		
Хидрографски објекти 1	2784	0
Хидрографски објекти 2	14	0
Хидрографски објекти 3	1	0
Опасност за пловидбу 1	0	0
Опасност за пловидбу 3	0	0
ХИДРОГРАФИЈА ТОПОЛОГИЈА $\Sigma$ =		19
<b>КОМУНИКАЦИЈЕ</b>		
Објекти на комуникацијама 1	1547	0
Објекти на комуникацијама 2	246	1
Објекти на комуникацијама 3	24	0
Путеви	68987	23
Железничке пруге	411	3
КОМУНИКАЦИЈЕ ТОПОЛОГИЈА $\Sigma$ =		27
<b>НАСЕЉА</b>		
Насеља 3	359	0
<b>ОБЈЕКТИ</b>		
Објекти јавног значаја 1	5468	0
Објекти јавног значаја 2	1059	2
Објекти јавног значаја 3	206	1
Објекти у насељу 1	45977	0
Објекти у насељу 2	197	1
Објекти у насељу 3	38	0
ОБЈЕКТИ ТОПОЛОГИЈА $\Sigma$ =		4
<b>РЕЉЕФ</b>		
Детаљи у рељефу 1	41	0
Детаљи у рељефу 2	192	1
Детаљи у рељефу 3	1	0
Рељефни облици 1	804	0
Рељефни облици 2	40654	32
Рељефни облици 3	42	0
РЕЉЕФ ТОПОЛОГИЈА $\Sigma$ =		33
<b>ВАЗДУХОПЛОВНИ САДРЖАЈ</b>		
Објекти ваздушног саобраћаја 1	3	0
Објекти ваздушног саобраћаја 3	2	0
<b>ВЕГЕТАЦИЈА</b>		
Вегетација 1	136598	0
Вегетација 2	26874	9
Вегетација 3	11397	13
ВЕГЕТАЦИЈА ТОПОЛОГИЈА $\Sigma$ =		22
<b>ВОЈНИ ОБЈЕКТИ</b>		
Војни објекти 1	1	0
Војни објекти 3	25	0
<b>МАСКЕ БРИСАЊА</b>		
Маска брисања пруге	58	
Маска брисања путева	2541	0
Маска брисања стајаће воде 2	1	0
Маска брисања текуће воде 2	1624	0
$\Sigma$	405486	105

На слици 42, приказан је дијаграм оцене тополошке доследности ДТК50. На дијаграму можемо видети да још увек постоје одређен број тополошких грешака, које су настале додатном мануелном обрадом података ДТК50. Потребно је још једном урадити коректуру садржаја ДТК50 како би се испоштовала дефинисана тополошка правила. Укупно је анализирано 405486 објеката, док је 105 објеката оптерећено грешком тополошке доследности, што чини 0,03%. Највећи број тополошких грешака садрже тематски слојеви Релјефни облици 2 (32) и Путеви (23).



Слика 42. Дијаграм оцене тополошке доследности ДТК50

### 5.2.6. Експериментална оцена логичке доследности ДТК250

Оцена логичке доследности дигиталне топографске карте у размери 1:250 000 реализована је према дефинисаној методологији и коришћењем идентичних мера квалитета које су наведене и при оцени логичке доследности ДТК25 и ДТК50.

При оцени елемента квалитета логичка доследност ДТК250 коришћена је унутрашња, директна и потпуна метода оцене квалитета, помоћу алата *Topology checks*, екстензије *DataReviewer* софтверског пакета ArcGis. Коришћењем ArcGis *DataReviewer*-а, допуњен је наведени списак тополошких правила са комбинацијом SQL упита и на тај начин обогаћена оцена тополошке доследности просторних података ДТК250.

У табели 14, приказан је квантитативни резултат оцене логичке доследности ДТК250, са свим мерама квалитета које су коришћене у оцени.

**Табела 14:** Резултати оцене тополошке доследност ДТК250

Објектна класа	Укупан број објеката у области од значаја	Мере квалитета података [тип вредности]
		Тополошка доследност
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Неправилни чворови елемената</li> <li>• Самопресецање елемената</li> <li>• Самопреклапање елемената</li> <li>• Недопуштено преклапање елемената</li> <li>• Недопуштено пресецање елемената</li> <li>• Објекат мора садржати један елемент</li> </ul>		
<b>ГЕОДЕТСКА ОСНОВА</b>		
Геодетске тачке	1225	0
Правоугла мрежа	18	0
<b>ГЕОГРАФСКИ НАЗИВИ</b>		
Ороними аотације	146	0
Хороними аотације	90	0
Топоними аотације	4988	0
Хидроними аотације	421	0
Аотације БСП	2304	0
<b>ГРАНИЦЕ</b>		
Границе	231	2
Гранични објекти	41	0
Територије	4	0
ГРАНИЦЕ ТОПОЛОГИЈА $\Sigma=$		2
<b>ХИДРОГРАФИЈА</b>		
Извори	6	0
Мочварно тло	143	0
Острва и спрудови	118	0
Приобално дно	0	0
Текуће воде 2	6642	18
Текуће воде 3	9	1
Стајаће воде 2	12	1
Стајаће воде 3	423	5
Типови обала	0	0
<b>ХИДРОТЕХНИЧКИ ОБЈЕКТИ</b>		
Хидрографски објекти 1	7	0
Хидрографски објекти 2	12	0
Хидрографски објекти 3	1	0
Опасност за пловидбу 1	0	0
Опасност за пловидбу 3	0	0
ХИДРОГРАФИЈА ТОПОЛОГИЈА $\Sigma=$		25
<b>КОМУНИКАЦИЈЕ</b>		
Објекти на комуникацијама 1	71	0
Објекти на комуникацијама 2	2	1
Објекти на комуникацијама 3	0	0
Путеви	16199	34
Железничке пруге	603	3
КОМУНИКАЦИЈЕ ТОПОЛОГИЈА $\Sigma=$		38
<b>НАСЕЉА</b>		
Насеља 3	519	0
<b>ОБЈЕКТИ</b>		
Објекти јавног значаја 1	991	0
Објекти јавног значаја 2	874	2
Објекти јавног значаја 3	1	0
Објекти у насељу 1	4516	0
Објекти у насељу 2	324	1
Објекти у насељу 3	1	0

ОБЈЕКТИ ТОПОЛОГИЈА Σ=		3
РЕЉЕФ		
Детаљи у рељефу 1	118	0
Детаљи у рељефу 2	1	0
Детаљи у рељефу 3	0	0
Рељефни облици 1	768	0
Рељефни облици 2	8549	45
Рељефни облици 3	0	0
РЕЉЕФ ТОПОЛОГИЈА Σ=		45
ВАЗДУХОПЛОВНИ САДРЖАЈ		
Објекти ваздушног саобраћаја 1	39	0
Објекти ваздушног саобраћаја 3	1	0
ВЕГЕТАЦИЈА		
Вегетација 1	494	0
Вегетација 2	25	2
Вегетација 3	3840	21
ВЕГЕТАЦИЈА ТОПОЛОГИЈА Σ=		23
ВОЈНИ ОБЈЕКТИ		
Војни објекти 1	1	0
Војни објекти 3	39	0
МАСКЕ БРИСАЊА		
Маска брисања пруге	4	
Маска брисања путева	2480	2
Маска брисања стајаће воде 2	1	0
Маска брисања текуће воде 2	125	0
Σ	57427	136

На слици 43, приказан је дијаграм оцене тополошке доследности ДТК250. Укупно је анализирано 57427 објеката, док је 136 објеката оптерећено грешком тополошке доследности, што чини 0,55%. Највећи број тополошких грешака садрже тематски слојеви Рељефни облици 2 (45) и Путеве (34).



Слика 43. Дијаграм оцене тополошке доследности ДТК250



### 5.3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ОЦЕНА ПОЛОЖАЈНЕ ТАЧНОСТИ ДТК25

Положајна тачност се дефинише као тачност положаја функција у оквиру просторног референтног система [Drummond, 1995].

Састоји се од три поделементa квалитета података:

- апсолутна или екстерна тачност - блискост израчунатих вредности координата са вредностима које су стварне, или се сматрају стварним вредностима;
- релативна или унутрашњи тачност – блискост релативног положаја објекта у скупу података са одговарајућим положајем који је стваран, или се сматра стварним;
- положајна тачност гридних података - блискост вредности положаја гридних података са вредностима положаја које су стварне, или се сматрају стварним.

У класичној картографији, положајна тачност била је синоним за квалитет карте. Познавање положајне тачности, од фундаменталне је важности како за корисника карте, тако и за произвођача. За разлику од већине својстава карте, њена положајна тачност, која се састоји од хоризонталне (планиметријске, у равни пројекције) и вертикалне (висинске) тачности, може се у потпуности испитати и квантификовати на егзактан начин. Испитивање положајне тачности своди се на упоређење координата појединих тачака одређених читањем с карте, с референтним, неколико пута тачнијим координатама истих тачака позиционираних одговарајућим геодетским мерењима на терену, или преузетих из других, довољно тачних извора. Основни проблем приликом оцењивања положајне тачности карте представља избор мера тачности (тј. величина којима се тачност мери и оцењује), као и одговарајућег скупа тачака које репрезентују поједини лист карте и листова који репрезентују карту у целини [Радојчић, 2008].

Висинску тачност можемо често разматрати као елемент атрибутске тачности, пошто висину тачака често складиштимо у бази података у облику алфанумеричких атрибута.

Код оцене положајне тачности постоји парадигма и недоумица коју геометрију просторних података разматрамо, да ли је то у питању тзв. фотограметријска

геометрија добијена стереореституцијом или картирањем са дигиталног ортофотоа или је у питању тзв. картографска геометрија која је симболизована и у одређеном односу померена у картографском обликовању и обради дигиталних топографских карата. При оцени положајне тачности коришћена је картографска геометрија просторних података дигиталних топографских карата која у себи садржи и грешку измештања геометрије при картографском обликовању карте. Међутим, не измештају се сви тематски слојеви на јединствен начин, већ уз респектовање хијерархијског модела просторних података дефинисан је редослед тематских слојева који се приказују на топографским картама и на тај начин је познат редослед измештања појединих тематских слојева у случају преклапања топографских симбола. „Старији“ у хијерархијској структури увек има предност у начину приказивања и обликовању топографске карте.

Просторни подаци ДТК који репрезентују тачкасту геометрију картирају се према следећем редоследу: геодетска основа, гранични објекти, хидрографски објекти, објекти на комуникацијама, објекти јавног значаја, објекти у насељу, детаљи рељефа и на крају тачкасти објекти вегетације. Наведена хијерархија дефинише редослед евентуалног измештања објеката ради избегавања преклапања топографских симбола. Тачкасти објекти који представљају геодетску основу су искартирани на основу координата и за њих не постоји измештање. Остали садржај се усклађује и картографски обликује на основу хијерархијског модела просторних података ДТК.

Код линијске геометрије просторних података ДТК хидрографија се картира без измештања. Након хидрографије, картира се тематски слој комуникација које се измештају да не постоји преклапање топографских симбола тематских слојева комуникација и хидрографије, као и да непостоји међусобно преклапање унутар тематског слоја комуникација. Прво се картирају пруге, па путеви, па остали линијски просторни подаци тематског слоја комуникација. Даљи редослед картирања дефинише хијерархијски модел података ДТК.

Просторни подаци ДТК који су репрезентовани положоном геометријом садрже најмањи степен наведеног измештања у сагласности са примењеним хијерархијским моделом података. Најчешћи случај картографског измештања

полигона је када постоје тополошки конфликти између појединих полигонах тематских нивоа.

На слици 44, приказана су два примера грешке при оцени положајне тачности тестираног скупа података. Под тачком 1. приказан је део савременог пута са пропустом на путу, који је погрешно искартиран, док је под тачком 2. приказан објекат јавног значаја у размери (болница), такође погрешно положајно искартиран у односу на референтне податке области од значаја.



Слика 44. Пример положајне нетачности

Као један од примера успешне оцене положајне тачности дигиталних топографских карата представља Географски институт војске Португала, који је реализовао оценоу положајне тачности векторских података дигиталне топографске карте размере 1:25 000 коришћењем стандарда STANAG 2215. У чланку [Afonso et al., 2006] добијени резултати оцене положајне тачности подељени су на одређене области према години производње просторних података.

Највећи обим посла представљао је избор јасно дефинисаних тачака, које су бирани у урбаним подручјима, али нису коришћени сви тематски слојеви векторских података дигиталних топографских карата. Намерно су бирана високо урбана подручја због могућности лакшег избора јасно дефинисаних тачака, уз напомену да оцена положајне тачности топографских карата руралних подручја у великој мери поскупљује поступак оцене положајне тачности. На терену, изабране јасно дефинисане тачке су прикупљане помоћу Глобалног навигационог система,

коришћењем РТК методе. Вредности круга грешке као стандарда тачности карте се креће од 1,819 метара до 3,107 метара, док вредност линерне грешке као стандарда тачности карте износи од 1,509 до 2,180 (табела 15). Сви тестирани листови припадају најбољим класама према класификацији стандарда STANAG 2215.

**Табела 15:** Резултати оцене положајне тачности ДТК25 IgeoE Португала [Afonso et al., 2006]

Португал	IGeoE	167 тачка
Година	CMAS	LMAS
2001	3,107	1,509
2002	1,906	1,521
2005	1,816	2,180
2006	2,873	1,512

### 5.3.1. Претходна оцена положајне тачности

Претходна оцена тачности представља саставни део класичног приступа у оцени положајне тачности карата. Њен највећи значај представља чињеница да она доприноси сагледавању извора грешака по појединим фазама израде карте и законитости њиховог деловања, што је од значаја за избор најподеснијег радног поступка и формулисање таквих граница грешака које ће бити у складу са захтевима тачности. Такође, она има значај и за испитивања тачности која се обавља након израде карте, јер може послужити и као путоказ за усвајање граничне вредности грешке на основу које ће се оцењивати [Радојчић, 2008].

"Претходна оцена хоризонталне тачности карте је својеврсна прелиминарна оцена тачности, до које се долази сумирањем појединачних грешака (одступања) које настају у процесу израде карте (по правилима преношења грешака), односно према" [Peterca, Radošević, Milisavljević, & Recetin, 1974]:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \dots + \sigma_n^2}$$

где су  $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n$  – појединачне грешке.

Када је реч о дигиталним топографским картама, карактеристичне појединачне грешке су:

1. Грешка картографског извора –  $\sigma_1$ . Већ је наведено да основни картографски извор за прикупљање просторних података Централне ГБП

представља Дигитални ортофото – ДОФ. Основни квалитативни параметри који дефинишу ДОФ јесу:

- a. геометријска резолуција (GSD), која се одређује у зависности од намене ДОФ-а и треба да буде мања или једнака вредности  $0.5 \times d_0$ , где је  $d_0$  димензија најмањег објекта који ће бити идентификован на ДОФ-у.
- b. средња квадратна грешка положајних координата,  $(m_y, m_x)$  одређује се у зависности од намене ДОФ-а и може бити у интервалу  $0.5 \times \text{GSD} - 3.0 \times \text{GSD}$ . Код ДОФ-а вишег квалитета, средња квадратна грешка положајних координата ДОФ-а  $(m_y, m_x)$  мора бити мања или једнака GSD.
- c. радиометријска резолуција ДОФ-а на црно-белом ДОФ-у мора бити најмање 8-битна, а на ДОФ-у у боји најмање 8-битна по каналу боје, и
- d. радијално померање слике објекта и димензије ДОФ-а се односи на просечну висину објекта на подручју за који се израђује ДОФ.

Пошто је ДОФ израђен са геометријском резолуцијом од 10 до 40 cm, вредност максималне средње квадратне грешке положајних координата ДОФ износи 1,2 метра, што у размери топографске карте 1:25 000 износи 0,048 mm.

За израду ДОФ-а користе се дигитални модел терена, односно дигитални модел површи или комбинација ова два типа дигиталног висинског модела. Тип и тачност дигиталног висинског модела морају да буду у складу са наменом ДОФ-а и средњом квадратном грешком положајних координата ДОФ-а. Дозвољено одступање висина, односно тачност ДВМ-а ( $\Delta h$ ) одређује се у односу на дозвољену вредност радијалне позиционе грешке ДОФ-а ( $\Delta R_0$ ). Приближна вредност дозвољеног одступања висина ДВМ-а рачуна се по формули:

$$\Delta h = \frac{c_{cam} \cdot \Delta R_0}{r}$$

где су:

$r$  - радијално одступање тачке од надира слике

$c_{cam}$  - константа камере

Радијална позициона грешка ДОФ-а ( $\Delta R_0$ ) мора да буде мања или једнака средњој квадратној грешци положајног одступања ДОФ-а ( $m_{0xy}$ ) која се рачуна по формули:

$$m_{0xy} = \sqrt{2} \cdot m_0$$

где је  $m_0 = m_x = m_y$  пројектним задатком задата средња квадратна грешка положајних координата ДОФ-а.

Пошто радијална позициона грешка ДОФ-а ( $\Delta R_0$ ) мора да буде мања или једнака средњој квадратној грешци положајног одступања ДОФ-а ( $m_{0xy}$ ) максимална вредност  $\Delta R_0$  износи такође 0,048 mm.

Укупна грешка картографског извора износи  $\sigma_1 = \sqrt{2} \cdot \Delta R_0 = 0,068 \text{ mm}$ .

2. Грешка генералисања и исцртавања оригинала –  $\sigma_2$ . Средња грешка генералисања за све топографске карте издања ВГИ, укључујући и тачност исцртавања оригинала, износи  $\sigma_2 = \pm 0,20 \text{ mm}$  [Peterca, Radošević, Milisavljević, & Recetin, 1974]. Ово је апроксимативна вредност, јер се грешке генералисања налазе између 0,1 mm и 0,2 mm за објекте који се на карти приказују са максималном картографском тачношћу до чак 0,6 mm, колико може изнети положајна грешка контуре шуме и сличних објеката.
3. Грешка мерења на карти –  $\sigma_3$ . Иако претходна оцена тачности анализира првенствено грешке настале у току процеса израде карте, крајњи циљ оцењивања је податак о укупној очекиваној тачности готове карте, па се и о овој грешци мора водити рачуна. Она износи  $\sigma_3 = \pm 0,10 \text{ mm}$  [Peterca, Radošević, Milisavljević, & Recetin, 1974].

Сагласно наведеном, укупна грешка износи (табела 16):

$$\sigma = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \dots + \sigma_n^2} = 0,2337 \text{ mm}$$

**Табела 16:** Хоризонтална положајна грешка у природи у зависности од размере карте

Размера топографске карте	Хоризонтална положајна грешка у природи RMSE <sub>r</sub> (у метрима)	Вредност Accuracy стандарда NSSDA (у метрима)	Вредност CMAS стандарда STANAG 2215 (у метрима)
1:25 000	5,84	10,11	8,86
1:50 000	11,69	20,23	17,74
1:100 000	23,37	40,45	35,46
1:250 000	58,43	101,13	88,66

### 5.3.2. Апсолутна или екстерна тачност

Експериментална оцена апсолутне положајне тачности реализована је коришћењем два стандарда:

1. Америчког Националног стандарда за тачност података о простору, тзв. NSSDA (енг: *National Standard for Spatial Data Accuracy*), усвојеног 1998. године од стране Федералног комитета за географске податке FGDC (енг: *Federal Geographic Data Committee*) и
2. STANAG 2215 (енг: *Standardization Agreement*) под насловом Оцена копнених и ваздухопловних карата и дигиталних топографских података (енг: *Evaluation of Land Maps, Aeronautical Charts and Digital topographic data*) којег је 2003. године дефинисао Војнополитички савез НАТО (енг: *North Atlantic Treaty Organization*)

#### **5.3.2.1. Национални стандард за тачност података о простору (NSSDA)**

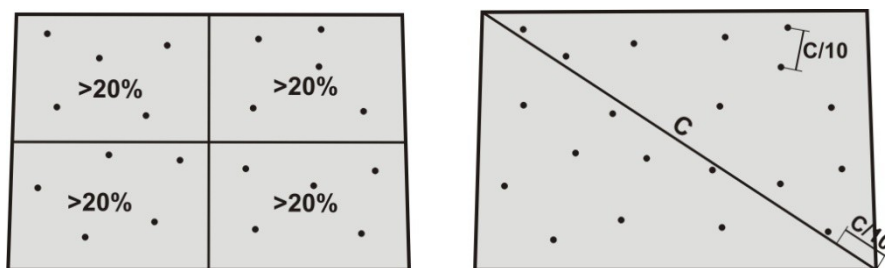
Национални стандард за тачност података о простору (NSSDA) намењен је за оцену положајне тачности не само аналогних карата, већ и дигиталних просторних података, како у растерском, тако и у векторском облику. Он почива на упоређењу координата тачака одређених на карти са значајно тачнијим, референтним координатама истих тачака (добијених премером или из других извора), а применом статистике потпуније описује тачност положаја. Истовремено, прописан је и такав начин саопштавања тачности који омогућава међусобно упоређење различитих скупова просторних података. Тачке чије се координате упоређују треба бирати тако да се могу лако и недвосмислено идентификовати и у скупу који се оцењује и у референтном скупу (најчешће, у природи). Обично су то пресечне тачке линијских објеката (путева, пруга, канала итд.) који се секу под углом од око  $90^\circ$ , усамљено дрвеће, споменици, и сл.

Стандард NSSDA не прописује граничну вредност грешке. То се оставља издавачима карата односно произвођачима просторних података, јер они имају обавезу да саопште коју тачност имају њихови подаци, да би корисници могли направити одговарајући избор [Радојчић, 2008].

Стандард NSSDA за оцену положајне тачности као полазну основу користи корен средње квадратне грешке, која се означава као RMSE (енг: *Root Mean Squared Error*). Грешка RMSE је други корен средње вредности збира квадрата разлика координата прочитаних с карте и одговарајућих референтних („истинитих“)

координата. Тачност се саопштава у оним јединицама у којим су изражене координате у природи (метар или стопа), што омогућава директно упоређење различитих производа, независно од разлика у размери или резолуцији. За саопштавање остварене тачности користи се 95% ниво поверења.

Овај стандард даје и упутства за распоред контролних тачака на подручју које се испитује. За скуп података о простору за који се претпоставља да има униформну положајну тачност и који покрива подручје облика правоугаоника – а такав је управо лист карте – стандард прописује да у сваком квадранту тог подручја мора бити бар 20% од укупног броја тачака и да су оне, при томе, на међусобном растојању које износи бар 10% дужине дијагонале (Слика 45).



Слика 45. Идеалан распоред и растојање тест-тачака

### Хоризонтална положајна тачност

Оцењивање хоризонталне положајне тачности се обавља на основу најмање 20 тачака. У поступку оцене у обзир долазе само јасно дефинисане тачке.

Према стандарду предвиђено је да се корени средње квадратне грешке по у - оси и по х - оси рачунају независно, према [FGDC, 1998]:

$$RMSE_y = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_1^n dy_i^2} \text{ у } RMSE_x = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_1^n dx_i^2}$$

где су:

$dy_i = (y_{карта} - y_{реф})_i$  - разлике координата по у - оси,

$dx_i = (x_{карта} - x_{реф})_i$  - разлике координата по х - оси,

$(y_{карта}, x_{карта})$  - координате тачке мерене на карти

$(y_{реф}, x_{реф})$  - референтне координате тачке („истините“)



Затим се рачуна корен средње квадратне грешке хоризонталног положаја тачке  $i$ :

$$RMSE_i = \sqrt{dy_i^2 + dx_i^2}$$

и средња вредност корена средње квадратне грешке хоризонталног положаја одабраног узорка:

$$RMSE_r = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_1^n dy^2 + \frac{1}{n} \sum_1^n dx^2} = \sqrt{RMSE_y^2 + RMSE_x^2}$$

Даљи поступак зависи од тога да ли су  $RMSE_x$  и  $RMSE_y$  међусобно једнаке или се разликују.

1. случај:  $RMSE_y = RMSE_x$

За рачунање хоризонталне тачности положаја у овом случају, NSSDA даје формулу:

$$Accuracy_r = 1,7308 \cdot RMSE_r$$

Наиме, ако грешке имају нормалан распоред и ако су грешке у правцу  $y$ -осе независне од грешака у правцу  $x$ -осе, за рачунање хоризонталне тачности с вероватноћом од 95%, користи се квантил нормалног распореда за вероватноћу од 95% (2,4477), па је [FGDC, 1998]:

$$Accuracy_r = 2,4477 \cdot RMSE_y = 2,4477 \cdot RMSE_x = \frac{2,4477 \cdot RMSE_r}{\sqrt{2}} = 1,7308 \cdot RMSE_r$$

2. случај:  $RMSE_y \neq RMSE_x$

За рачунање хоризонталне тачности положаја у овом случају, NSSDA даје формулу:

$$Accuracy_r = 2,4477 \cdot 0,5 \cdot (RMSE_y + RMSE_x)$$

Наиме, када се однос мање и веће вредности  $RMSE_y$  и  $RMSE_x$  ( $RMSE_y/RMSE_x$  за  $RMSE_y > RMSE_x$  и обрнуто) налази између 0,6 и 1,0, стандардни круг грешке (са 39,35% нивоом поверења) можемо апроксимирати као  $0,5 \cdot (RMSE_y + RMSE_x)$ . Уколико грешке имају нормалан распоред и међусобно су независне  $x$  и  $y$  компонента, вредност стандардног круга грешке множи се фактором 2,4477, при вероватноћи од 95%.

Треба приметити да стандардом није дефинисан начин којим се утврђује (тестира) једнакост  $RMSE_y$  и  $RMSE_x$ , нити се потреба за тим на било који начин коментарише.

Стандард NSSDA прописује и везу с кружном грешком као стандардом тачности карте (енг: CMAS – *Circular Map Accuracy Standard*) стандарда STANAG 2215, наравно, уз претпоставку да све хоризонталне грешке имају нормалан распоред. Та веза гласи [FGDC, 1998]:

$$Accuracy_r = 1,1406 \cdot CMAS$$

### Вертикална положајна тачност

Према стандарду предвиђено је да се корен средње квадратне грешке по z - оси рачуна према [FGDC, 1998]:

$$RMSE_z = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n dz_i^2}$$

где су:

$dz_i = (z_{карта} - z_{реф})_i$  - висинске разлике тестираних тачака.

$(z_{карта})$  – висина тачке мерене на карти

$(z_{реф})$  – висина референтне тачке („истинита“ висина)

Претпостављено је да су систематске грешке уклоњене из мерења на најбољи начин. Уколико линеарне грешке имају нормалан распоред, за рачунање вертикалне тачности с вероватноћом од 95%, користи се квантил једнодимензионалног нормалног распореда за вероватноћу од 95% (1,9600), па се вертикална положајна тачност према стандарду NSSDA рачуна као [FGDC, 1998]:

$$Accuracy_z = 1,9600 \cdot RMSE_z$$

Стандард NSSDA прописује, такође и везу с линеарном грешком као стандардом тачности карте (енг: LMAS – *Linear Map Accuracy Standard*) стандарда STANAG 2215, наравно, уз претпоставку да све линеарне грешке имају нормалан распоред. Та веза гласи [FGDC, 1998]:

$$Accuracy_z = 1,1916 \cdot LMAS$$

### 5.3.2.2. STANAG 2215

Овај стандард је намењен издавачима геотопографског материјала, односно националним картографским агенцијама држава-чланица и готово у потпуности

се односи на оцену хоризонталне и вертикалне тачности просторних података. Стандард STANAG 2215 [STANAG 2215, 2002] дефинише апсолутну и релативну (*point-to-point*) тачност. Под апсолутном тачношћу стандард подразумева несигурност тродимензионалног положаја тачке у односу на датум WGS84 (*World Geodetic System 1984* - Светски геодетски систем 1984) и модел геоида EGM96 (*Earth Gravitational Model 1996*), који се у NATO користе према стандарду STANAG-у 2211.

### Хоризонтална положајна тачност

Стандард под апсолутном хоризонталном тачношћу подразумева несигурност хоризонталног положаја неке тачке у односу на специфициран хоризонтални датум, узроковану случајним или неким систематским грешкама. Вредност несигурности се саопштава као круг грешке с 90%-тним нивоом поверења (CMAS).

С обзиром на тај ниво поверења, стандард препоручује да број тачака на основу којих се оцењује тачност није мањи од 167. Уколико је број тачака из неких разлога мањи од 167, оцена се мора кориговати, множењем CMAS одговарајућим фактором, чија се вредност налази у интервалу од 1,16 (за узорак од 30 тачака) до 1,01 (за узорак од 151 тачке). Тачке које се користе за оцену тачности дефинисане су на сличан начин као и код NSSDA. Такође, захтева се њихов равномеран распоред на територији која се оцењује. Међутим, када се ради о картама, STANAG инсистира да се тачке бирају тако да буду укључени објекти и детаљи у свакој боји. При оцени тачности карте, треба избегавати прецизно нанете тачке, као што је то случај с тачкама геодетске основе. Наравно, стандард допушта да се, када то прилике на терену захтевају, одступи од појединих препорука и захтева, али упозорава да се свако одступање одражава на поузданост оцене [Božić & Radojčić, 2011].

У поступку оцене апсолутне хоризонталне тачности, најпре се рачуна стандардни круг одступања (грешке)  $\sigma_c$ , на основу линеарних стандардних одступања по у - оси (у стандарду означене са *E*, од *Esting*) и х - оси (у стандарду означене са *N* од *Norting*), тј. [STANAG 2215, 2002]:

$$\sigma_c = \sqrt{\frac{\sigma_E^2 + \sigma_N^2}{2}} = \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \left[ \frac{\sum (\delta E_i - \overline{\delta E})^2 + \sum (\delta N_i - \overline{\delta N})^2}{n - 1} \right]}$$

где су:

$\delta E_i, \delta N_i$  – појединачне разлике мерених и референтних координата по осама  $E$  и  $N$ ,

и  $\overline{\delta E}, \overline{\delta N}$  – аритметичке средине разлика по координатним осама.

Затим се приступа тестирању скупа података на присуство грубих грешака. Тестирају се поправке (резидуали)  $R$  чија је вредност већа од граничне вредности  $M_2 \cdot \sigma_c$ , тј:

$$R = \sqrt{\sum (\delta E_i - \overline{\delta E})^2 + \sum (\delta N_i - \overline{\delta N})^2} > M_2 \cdot \sigma_c$$

при чему се вредност  $M_2$  рачуна у зависности од величине узорка (односно степена слободе,  $n-1$ ) према [STANAG 2215, 2002]:

$$M_2 = \sqrt{2,5055 + 4,6052 \cdot \log_{10}(n - 1)}$$

Тестира се најпре највећа вредност  $R$  и уколико је већа од граничне вредности, та се тачка избацује, а поступак рачунања  $\sigma_c$  и  $M_2 \cdot \sigma_c$  и упоређења с највећом вредношћу  $R$  понавља, док се не детектују и отклоне сва мерења сумњива на грубе грешке. Наравно, пре одбацавања мерења, требало би проверити све радње и рачунања која се односе на спорно мерење, не би ли се, можда, пронашао и отклонио узрок превеликог одступања, а само мерење сачувало. Међутим, уколико се анализом не утврди узрок одступања, мерење се одбацује.

За разлику од претходно разматраног стандарда, STANAG 2215 прописује и одређено тестирање присуства систематских грешака, односно утврђивање да ли се средње вредности разлика координата  $\delta E$  и  $\delta N$  значајно разликују од нуле. Разлика се сматра значајном уколико је нула изван интервала  $(\bar{x} - t_{10\%} \cdot \sigma_{\bar{x}})$  и  $(\bar{x} + t_{10\%} \cdot \sigma_{\bar{x}})$ , где су [STANAG 2215, 2002]:

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}$$

$\bar{x}$  – средња вредност у правцу једне или друге осе, тј.  $\overline{\delta E}$  или  $\overline{\delta N}$

$\sigma_x$  – корен средње квадратне грешке по одговарајућој координатној осе,  $E$  или  $N$

$t_{10\%}$  – вредност која се узима из таблица за Студентов ( $t$ ) распоред с нивоом значајности од 10%, за  $n-1$  степена слободe.

Уколико тестирање покаже да се  $\overline{\partial E}$  и  $\overline{\partial N}$  не разликују значајно од нуле, CMAS се рачуна према:

$$CMAS = 2,1460 \cdot \sigma_c$$

а у супротном према:

$$CMAS = \sigma_c \cdot \left[ 1,2943 + \sqrt{\left(\frac{d}{\sigma_c}\right)^2 + 0,7254} \right]$$

где је:  $d = \sqrt{(\overline{\partial E})^2 + (\overline{\partial N})^2}$

На основу вредности CMAS, картографски производи се, према овом стандарду, сврставају у једну од пет класа (табела 17)

**Табела 17:** Хоризонтална тачност (CMAS) према STANAG-у 2215 (при  $\alpha=0,10$ ) [STANAG 2215, 2002]

Класа	CMAS	Размер карте или еквивалентна резолуција				
		1:25 000	1:50 000	1:100 000	1:200 000	1:250 000
A	0,5 mm	12,5 m	25 m	50 m	100 m	125 m
B	1,0 mm	25 m	50 m	100 m	200 m	250 m
C	2,0 mm	50 m	100 m	200 m	400 m	500 m
D	>2,0 mm	Лошије од класе C				
E		Без оцене				

Осим  $\sigma_c$  и CMAS, STANAG 2215 допушта да се, у зависности од потреба, при оцењивању хоризонталне тачности користе и кругови грешака с другачијим нивоима поверења (табела 18).

**Табела 18:** Кругови грешака чије коришћење STANAG 2215 дозвољава [STANAG 2215, 2002]

Р.бр.	Назив грешке (Оригинални назив)	Ознака	Ниво поверења [%]
1	Стандардни круг одступања (Circular Standard Deviation)	$\sigma_c$	39,35
2	Вероватни круг грешке (Circular Probable Error)	CPE	50,00
3	Средња квадратна грешка (Mean Square Error)	MPE	63,21
4	Круг грешке као стандард тачности карте	CMAS	90,00

(Circular Map Accuracy Standard)			
5	Навигацијска тачност (Navigation Accuracy)	NA	95,00
6	Кружна скоро сигурна грешка (Circular Near Certainty Error)	3,5 $\sigma_c$	99,78

### Вертикална положајна тачност

Стандард под апсолутном вертикалном тачношћу подразумева несигурност вертикалног положаја неке тачке у односу на специфициран вертикални датум, узроковану случајним или неким систематским грешкама. Вредност несигурности се саопштава као линеарна грешка с 90%-тним нивоом поверења (LMAS). За ово оцењивање се такође захтева узорак од најмање 167 тачака и дефинишу слични услови и принципи као и за оцењивање хоризонталне тачности. Овде је, међутим, потребно водити рачуна да је узорак репрезентативан и у висинском смислу, тако да треба да обухвати тачке са различитим висинама, а посебно тачке са екстремним вредностима висина на разматраном подручју.

У поступку оцене апсолутне вертикалне тачности, прво се рачуна стандардно линеарно одступање мерених висинских разлика ( $\sigma$ ) између мерених и референтних података, који се рачуна према следећем [STANAG 2215, 2002]:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(\partial H_i - \overline{\partial H})^2}{n - 1}}$$

где је:

$\partial H_i$  - појединачне разлике између мерених и „правих“ висина референтног скупа података за сваку разматрану тачку

$\overline{\partial H}$  - аритметичка средина свих вредности  $\partial H_i$

$n$  - број тестираних тачака

Затим се приступа тестирању скупа података на присуство грубих грешака. Тестирају се поправке (резидуали)  $R$  чија је вредност већа од граничне вредности  $M_1 \cdot \sigma$ , тј:

$$R = (\partial H_i - \overline{\partial H}) > M_1 \cdot \sigma$$

при чему се вредност  $M_1$  рачуна у зависности од величине узорка (односно степена слободе,  $n-1$ ) према:

$$M_1 = 1,9423 + 0,5604 \cdot \log_{10}(n - 1)$$

Тестира се најпре највећа вредност  $R$  и уколико је већа од граничне вредности, та се тачка избацује, а поступак рачунања  $\sigma$  и  $M_1 \cdot \sigma$  и упоређења с највећом вредношћу  $R$  понавља, док се не детектују и отклоне сва мерења сумњива на грубе грешке.

Стандард STANAG 2215 прописује, такође одређено тестирање присуства систематских грешака, односно утврђивање да ли се средња вредност разлика висина  $\delta H$  разликују од нуле. Разлика се сматра значајном уколико је нула изван интервала  $(\bar{x} - t_{10\%} \cdot \sigma_{\bar{x}})$  и  $(\bar{x} + t_{10\%} \cdot \sigma_{\bar{x}})$ , где су:

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}$$

$\bar{x}$  – средња вредност висинских разлика ( $\overline{\delta H}$ )

$\sigma_x$  – стандардно линеарно одступање мерених висинских разлика

$t_{10\%}$  – вредност која се узима из таблица за Студентов ( $t$ ) распоред с нивоом значајности од 10%, за  $n-1$  степена слободе.

Уколико тестирање покаже да се  $\overline{\delta H}$  не разликују значајно од нуле, LMAS се рачуна према:

$$LMAS = 1,645 \cdot \sigma$$

а у супротном, ако је  $b < 1,4 \cdot \sigma$ :

$$LMAS = \sigma \cdot \left[ 1,645 + 0,92 \cdot \left(\frac{b}{\sigma}\right)^2 - 0,28 \cdot \left(\frac{b}{\sigma}\right)^3 \right]$$

или, ако је  $b > 1,4 \cdot \sigma$ :

$$LMAS = \sigma \cdot \left[ 1,282 + \left(\frac{b}{\sigma}\right) \right]$$

где је:  $b = |\overline{\delta H}|$

На основу вредности LMAS, картографски производи се, према овом стандарду, сврставају у једну од пет класа (табела 19)

**Табела 19:** Вертикална тачност (LMAS) према STANAG-у 2215 (при  $\alpha=0,10$ ) [STANAG 2215, 2002]

Класа	Размер карте или еквивалентна резолуција				
	1:25 000	1:50 000	1:100 000	1:200 000	1:250 000
0	2,5 m	5 m	10 m	20 m	25 m
1	5 m	10 m	20 m	40 m	50 m
2	10 m	20 m	40 m	80 m	100 m
3	Лошије од класе 2				
4	Без оцене				

Осим  $\sigma$  и LMAS, STANAG 2215 допушта да се, у зависности од потреба, при оцењивању вертикалне тачности користе линеарне грешке с другим нивоима поверења (табела 20).

**Табела 20:** Линеарне грешке чије коришћење STANAG 2215 дозвољава [STANAG 2215, 2002]

Р.бр.	Назив грешке (Оригинални назив)	Ознака	Ниво поверења [%]
2	Вероватна грешка (Probable Error)	PE	50,00
3	Стандардна грешка (Standard Error)	$\sigma$	68,27
4	Линеарна грешка као стандард тачности карте (Linear Map Accuracy Standard)	LMAS	90,00
5	Навигацијска тачност (Navigation Accuracy)	NA	95,00
6	Линеарна скоро сигурна грешка (Linear Near Certainty Error)	$3\sigma$	99,73

Стандард STANAG 2215 оцену положајне тачности реализује на основу анализе разлика координата јасно дефинисаних тачака, а за избор тих тачака постављају два основна услова.

Први се односи на потребу њиховог једнозначног одређивања на карти и у природи, такве да не постоји могућност замене неком блиском тачком. На пример, место пресечне тачка пруге и пута (њихових симетрала) лако се идентификује и на карти и у природи, уколико се пруга и пут секу под углом од око  $90^\circ$ . Међутим, уколико се секу под оштрим углом, процена тачног места пресечне тачке више није једнозначна, посебно на карти. У таквим случајевима, оцена положајне тачности је дискутабилна, јер разлика мерених и референтних координата сада садржи и део који је последица (лошег) избора тачке за упоређење. Из тог разлога,



наведени стандарди инсистирају да се тачност оцењује искључиво на основу јасно дефинисаних тачака.

Други услов се односи на број и распоред таквих тачака и ту постоје различити приступи, укључујући и приступ да се одлука препусти ономе ко оцењује тачност. С друге стране, поједини стандарди прописују минималан број тачака на разматраном подручју и ближе одређују правила која се односе на њихов распоред. У том смислу је најдетаљнији NSSDA, мада се ни њиме не регулишу сва битна питања – на пример, не постављају се никакви услови у погледу величине (површине) тог подручја.

Међутим, треба приметити да постоје ситуације када доследно и потпуно испуњавање свих предвиђених услова не мора увек да да добру оцену положајне тачности. На пример, могуће је да све јасно дефинисане тачке на листу карте припадају истом елементу садржаја, на пример, ситуацији, или чак истој врсти објекта као што су раскрснице путева. Уколико таквих тачака има више од двадесет и равномерно су распоређене на листу карте, захтеви NSSDA су формално испуњени. Овакав једностран приступ при избору тачака за оцену тачности може, у крајњем случају, довести до погрешних информација о тачности карте. За разлику од NSSDA, STANAG 2215 препознаје ову опасност и препоручује заступљеност свих географских елемената у узорку на основу којег се оцењује хоризонтална тачност. Међутим, ни он не иде даље од тога, у смислу да детаљније разрађује критеријуме и услове које у вези са тим треба испунити.

### **5.3.2.3. Оцена апсолутне положајне тачности**

Други корак предложене методологије оцене квалитета дигиталних топографских карата дефинише идентификацију мера квалитета. Мере квалитета хоризонталне положајне тачности које су коришћене у експерименталном истраживању дисертације су:

- корен средње квадратне грешке планиметрије (RMSE<sub>r</sub>) која се користила у ВГИ за оцену хоризонталне положајне тачности у ранијим истраживањима,
- мера хоризонталне положајне тачности описане стандардом NSSDA (Assiguas<sub>r</sub>) за 95%-тни ниво поверења, и
- круг грешке као стандард тачности карте (CMAS) предвиђене стандардом STANAG 2215, за 90%-тни ниво поверења.

Односно, мере квалитета вертикалне положајне тачности које су коришћене у експерименталном истраживању дисертације су:

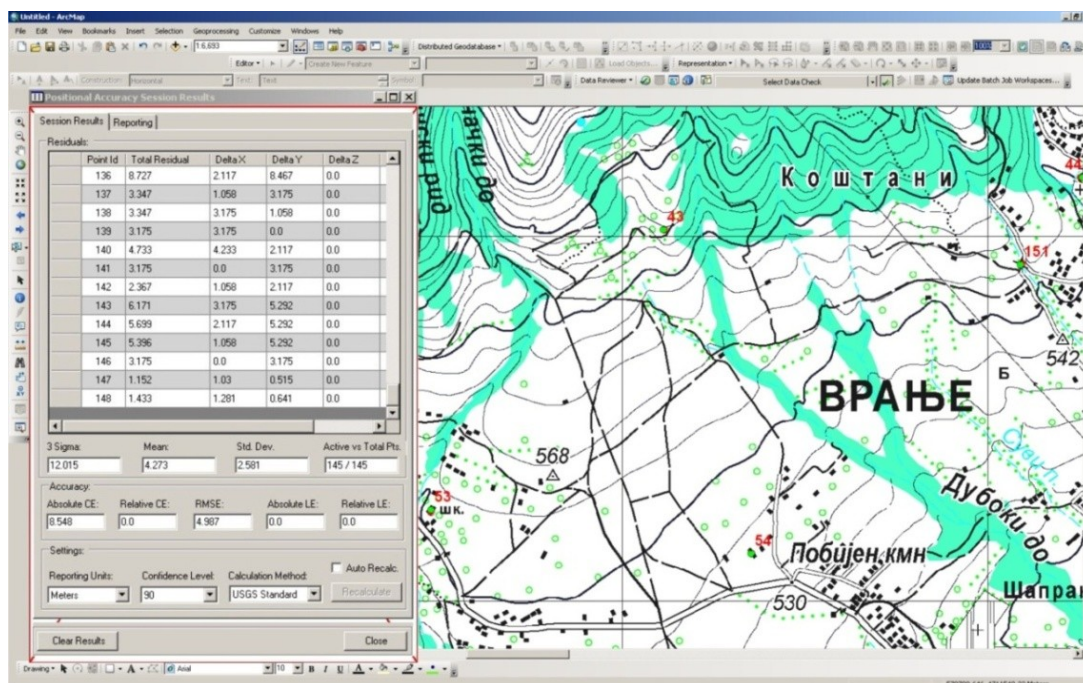
- корен средње квадратне грешке (RMSE) која се користила у ВГИ за оцену вертикалне положајне тачности у ранијим истраживањима,
- мера вертикалне положајне тачности описане стандардом NSSDA (*Accuracy<sub>z</sub>*) за 95%-тни ниво поверења, и
- линеарна грешка као стандард тачности карте (LMAS) предвиђене стандардом STANAG 2215, за 90%-тни ниво поверења.

Трећи корак према предложеној методологији оцене квалитета дигиталних топографских карата је дефинисање процедура оцене квалитета. Рад на оцени положајне тачности дигиталних топографских карата обављен је у два корака.

У првом, за свако изабрано тест подручје, мерене су правоугле УТМ координате и висине тест тачака које су садржај Централне ГБП и репрезентују ДТК25. Тест тачке представљају тачкасте објекте и чворове линијских или пологоних објеката Централне ГБП. Референтне тачке су прикупљене теренским радом у поступку теренске провере и допуне коришћењем ГПС уређаја или су прикупљене стереорестируцијом на основу 3Д фотограметријског стерео модела. Поступак прикупљања тест тачака у односу на одговарајуће референтне тачке урађен је помоћу РААТ (енг: *Positional Accuracy Assessment Tool*) алата ESRI софтвера ArcGis (слика 46).

Овај алат за оцену положајне тачности као полазну основу користи корен средње квадратне грешке RMSE (енг: *Root Mean Squared Error*). Апсолутна хоризонтална тачност представља несигурност дводимензионалног положаја (у односу на хоризонтални датум) и изражава се као круг грешке са 90, 95 и 99%-тним нивоом поверења. Апсолутна вертикална тачност је несигурност висине тачке у односу на вертикални датум и изражава се као линеарна грешка са 90, 95 и 99%-тним нивоом поверења. Тачност се саопштава у оним јединицама у којим су изражене координате у природи (метар), што омогућава директно упоређење различитих производа, независно од разлика у размери или резолуцији. Алат РААТ има могућност анализе обе компоненте положајне тачности, хоризонталне и вертикалне.

Процедура оцене положајне тачности се разликује у зависности од избора два понуђена стандарда, а то су NMAS и NSSDA. Мере квалитета положајне тачности код овог алата су: стандардна девијација, средња вредност резидуала, корен средње квадратне грешке положаја, релативна и апсолутна кружна грешка.



Слика 46. Алат за анализу положајне тачности – РААТ

При оцени положајне тачности РААТ алат има могућност аутоматског тестирања и одбацивања грубих грешака. За то се користи тест статистика која се назива  $3\sigma$  праг. Уколико је појединачна положајна грешка већа од вредности  $3\sigma$  програм је сам избацује, остављајући могућност укључивања и тих тачака уколико ми то желимо [ESRI, 2012].

Извештај о резултатима оцене положајне тачности коришћењем РААТ алата састоји се од текстуалног фајла за одговарајуће тест подручје, векторског податка референтних и тестираних тачака у стандардном ESRI-евом векторском формату Shapefile и метаподатака у складу са ISO 19115 и FGDC стандардима у облику XML фајла. Пошто РААТ алат нема интегрисану оцену положајне тачности на основу стандарда STANAG 2215, добијени резултати оцене су извезени у Excel формат.

У другом кораку, добијени резултати оцене положајне тачности дигиталних топографских карата подвргнути су статистичкој анализи и оцени према методологији коју предвиђа НАТО стандард STANAG 2215. Ради поређења

остварене положајне тачности модел оцене је проширен на методологију коју дефинише амерички Национални стандард за тачност података о простору NSSDA. Статистичка анализа и оцена према методологији који предвиђају стандарди STANAG 2215 и NSSDA изведена је у Microsoft-овом програму Excel, за свако тест подручје појединачно.

Ради обезбеђивања довољног броја равномерно распоређених тест тачака за оцену положајне тачности РААТ алат садржи могућност да се целокупно тест подручје подели правилном мрежом или гридом. Дефинисањем броја редова и колона, дефинишемо површину појединачне ћелије грида. Након прикупљања појединачне тест тачке у односу на референтну тачку у једној ћелији грида програм нас аутоматски води на следећу ћелију грида, где прикупљамо следећу тест тачку у односу на референтне податке. У експерименталном истраживању најчешће је било дефинисано 13 редова и 13 колона, чиме је омогућено да тест подручје буде подељено на 169 једнаких ћелија грида. Пошто је стандардом STANAG 2215 дефинисано да минималан број тачака при оцени положајне тачност треба да буде 167, оваквим гридним узорковањем је обезбеђен услов да тест подручје садржи довољан број равномерно распоређених добро дефинисаних тачака.

У предходном поглављу описане су активности на реализацији картирања садржаја Централне ГБП, због чега су сва тест подручја при оцени положајне тачности подељена у пет целина, према години реализације картирања просторних података садржаја Централне ГБП који репрезентују ДТК25. У оквиру појединачних целина случајним узорком дефинисана су тест подручја која репрезентују појединачни лист ДТК25. Овакав начин избора тест подручја условљен је временом за који је потребно извршити оцену положајне тачности једног листа ДТК25, али и могућношћу да остварене резултате оцене елемента квалитета положајне тачности вежемо за појединачне листове ДТК, као финалног производа ВГИ.

#### **5.3.2.4. Резултати анализе апсолутне положајне тачност**

Резултати оцене представљају четврти корак према предложеној методологији и приказани су за свих пет целина дефинисаних реализацијом картирања Централне ГБП. У оквиру наведених целина приказани су по једно

репрезентативно тест подручје, са циљем презентовања методологије рада на оцени положајне тачности, као и могућностима приказивања и визуализације. Резултати оцене положајне тачности дигиталних просторних података имају велике могућности визуалног приказа. Већ је наведено да при оцени положајне тачности за свако тест подручје коришћено је, према STANAG 2215 стандарду, минимално по 167 равномерно распоређених тест тачака. За наведене тачке, вредност средње квадратне грешке хоризонталног положаја приказана је графички помоћу величине симбола. Коришћењем метода интерполације могуће је за свако тест подручје добити површ са вредностима средње квадратне грешке хоризонталног положаја тест тачака.

Теоретски, најкоректније резултате код моделирања неке површи на основу измерених вредности у референтним тачкама треба очекивати код примене геостатистичких метода, од којих се најчешће користи кригинг. Метода кригинга се заснива на третирању површи интерполације у складу са теоријом регионализоване променљиве. За све врсте кригинга полази се од претпоставке да се површ која се моделира може представити у генеричком облику:

$$R(s)=\mu(s)+\varepsilon(s),$$

где је  $\mu(s)$  тренд површ, док је  $\varepsilon(s)$  површ која је резултат случајног процеса.

Интерполација применом геостатистичких метода се изводи у два корака:

- квантификацијом просторне структуре површи која се моделира (на основу улазних података), и
- предикцијом, тј. оценом вредности функције површи у задатим тачкама.

Квантификација просторне структуре површи која се моделира изводи се емпиријским одређивањем коваријационе функције, односно полувариограма којима се описује просторна зависност вредности функције у тачкама површи. Основни проблем код практичне примене ових метода је управо избор одговарајуће коваријационе функције (функције полувариограма), тј. избор одговарајућег модела функције и емпиријско одређивање параметара те функције.

Све шира примена кригинга у различитим просторним анализама резултовала је и модификација основних формула и њиховом прилагођавању специфичним апликацијама. Тако данас постоје варијације кригинга попут: универзални (енг:

*universal*), блок (енг: *block*), раставни (енг: *disjunctive*), пробабилни (енг: *probabilistic*), индикаторски (енг: *indicator*), логнормални (енг: *lognormal*), регресиони (енг: *regression*) кригинг и др.

Стандардна верзија кригинга се назива обични кригинг (енг. *Ordinary Kriging*). Код њега се предиктори заснивају на моделу [Isaaks & Srivastava, 1989]:

$$R(s) = \mu + \varepsilon'(s)$$

где је  $\mu$  константна стационарна функција, а  $\varepsilon'(s)$  представља просторно корелисани стохастички део варијација. Оцена променљиве  $Z$  на датој локацији  $s_0$  је комбинација узоркованих вредности [Hengl, 2007]:

$$R_{OK}(s_0) = \sum_{i=1}^n w_i(s_0) \cdot R(s_i) = \lambda_0^T \cdot R$$

где је  $\lambda_0$  вектор тежинских коефицијената ( $w_i$ ) за ОК, а  $R$  је вектор расположивих узорака (измерених вредности на одређеним локацијама). Модел полувариограма се користи за рачунање коваријационе матрице и вектора коваријанси, које представљају кључне величине за добијање оптималних тежинских коефицијената у било којој тачки у којој се врши предикција. Систем једначина којима се добијају тежински коефицијенти  $w_i$ , се обично даје у матричној нотацији [Hengl, 2007]:

$$\lambda_0 = C^{-1} \cdot c_0$$

где је  $C$  матрица коваријација између свих узоркованих вредности, а  $c_0$  је вектор коваријанси између узоркованих тачака и тачке у којој се оцењује вредност.  $C$  је у ствари  $(n+1) \times (n+1)$  матрица. Једна додатна колона и ред су додати да би осигурали да је сума тежина приближно једнака 1 и добијамо следећу матричну једначину,

$$\begin{bmatrix} C(s_1, s_1) & \dots & C(s_1, s_n) & 1 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ C(s_n, s_1) & \dots & C(s_n, s_n) & 1 \\ 1 & \dots & 1 & 0 \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} C(s_0, s_1) \\ \cdot \\ \cdot \\ C(s_0, s_n) \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \omega_1(s_0) \\ \cdot \\ \cdot \\ \omega_n(s_0) \\ \varphi \end{bmatrix}$$

где је  $\varphi$  Лангранжов мултипликатор.

Кригинг се не ограничава само на једноставној предикцији посматране променљиве у некој тачки, већ се овом методом може:

- израчунати варијанса променљиве, што омогућава одређивање интервала поверења интерполоване величине,
- оценити средња вредност променљиве на одређеном делу подручја,
- одредити најбољи положај за нову мерну тачку при пројектовању мреже мерних тачака.

Једна од претпоставки употребе кригинга је стационарност вредности променљиве величине која се оцењује, што га ограничава у употреби над подацима који су нестационарни.

Поред обичног кригинга, коришћена је и техника Емпиријског Бајесовог кригинга (ЕБК) за интерполацију вредности средње квадратне грешке хоризонталног положаја појединачних тест тачака.

Емпиријски Бајесов кригинг је метода геостатистичке интерполације која аутоматизује најтеже аспекте дефинисања валидног модела кригинга. Остале методе кригинга, које су заступљене у екстензији Геостатистичких анализа програма ArcGis, захтевају ручно подешавање параметара кригинга ради добијања тачних резултата интерполације, док ЕБК аутоматски рачуна наведене параметре кроз процесе дељења и симулација [Krivoguchko, 2012].

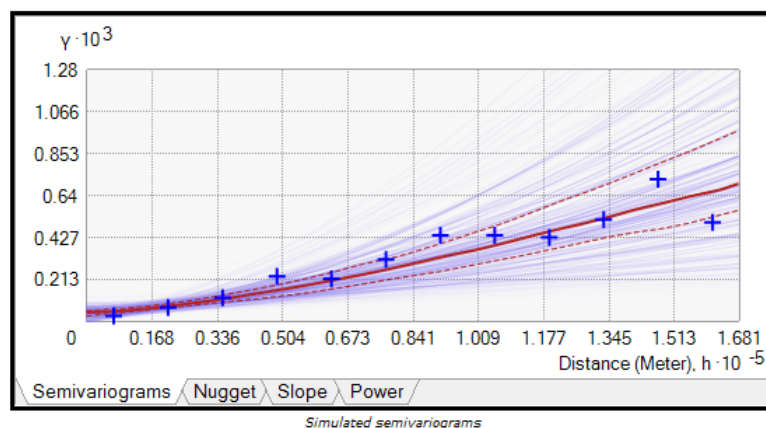
Емпиријски Бајесов кригинг разликује се такође од осталих техника кригинга због тога што узима у разматрање улазне грешке при оцени припадајућег полуваријограма. Остале технике кригинга рачунају полуваријограм из познатих положаја просторних података и користе јединствен полуваријограм за предикцију непознате вредности на непознатој локацији. Овај процес имплицитно проузрокује да је оцењен полуваријограм прави полуваријограм за подручје интерполације. Не узимајући у обзир несигурност код оцене полуваријограма остале технике кригинга подцењују стандардну грешку предикције.

За разлику од осталих техника кригинга (који користе методу најмањих квадрата са тежинама), оцена параметара полуваријограма код ЕБК се реализује коришћењем методе ограничене максималне веродостојности (енг: REstricted Maximum Likelihood - REML). Због ограничења рачунања код методе ограничене максималне веродостојности за веће скупове података, улазни подаци се прво деле у преклапајуће секције са дефинисаном величином (најчешће 100 тачака по

секцији). У свакој секцији, полуваријограми се оцењују на следећи начин [Krivoruchko, 2012]:

1. Полуваријограм се оцењује на основу података у секцији.
2. Коришћењем оваквог полуваријограма као модела, нови подаци се неконвенционално симулирају у свакој од улазних позиција унутар секције.
3. Нови полуваријограм је оцењен на основу симулираних података.
4. Кораци 2 и 3 се понављају одређен број пута. У сваком понављању, полуваријограм оцењен у првом кораку користи се за симулирање новог скупа података на улазним позицијама, а симулирани подаци се користе за оцену новог полуваријограма.

Овај процес креира велики број полувариограма за сваку секцију и када се приказују заједно њихов резултат је скуп полуваријограма који су осенчени према густини (тамнијом плавом бојом када полуваријограми се налазе у дефинисаном подручју). Емпиријски полуваријограм је приказан плавим крстићима. Додатно се приказује, средина расподеле фреквенција полуваријограма пуном црвеном бојом, као и 25% и 75% густина расподеле полуваријограма испрекиданим црвеним линијама, као што је приказано на слици 47.



Слика 47. Приказ симулираних полуваријограма код ЕБК

Број симулираних полуваријограма по секцији је ограничен на 100, а сваки од ових полуваријограма је оцена правог полуваријограма за секцију. За сваку локацију предикције, предикција се рачуна користећи расподелу новог полуваријограма која је генерисана помоћу максимално веродостојног узорковања појединачних полуваријограма из спектра полуваријограма суседства тачке. На пример, ако локација предикције има суседство у три различите секције (што је добијено



претрагом суседства), вредност предикције се рачуна на основу одређених симулираних полуваријограма из сваке од три секције, ови полуваријограми су изабрани на основу вероватноћа њихових максимално веродостојних вредности.

У коришћеном софтверском програму ArcGis, код реализације метода интерполације кориснику се нуди могућност да методом кросвалидације (енг. *Cross Validation*) дође до оптималних параметара за избор референтних тачака. Кросвалидација се примењује за оцену квалитета, односно валидацију резултата предикције примењене методе интерполације. Она представља поступак где се коришћењем изабраних параметара интерполације (и методе интерполације) интерполује тражена вредност (предикција вредности) у једној референтној тачки, с тим да та тачка не учествује у интерполацији. Затим се направи разлика мерене и предиковане вредности. Поступак се понавља за све локације на ком је вршено мерење.

Код кригинга, поред интерполационих вредности, добијају се оцена грешке и интервал поверења за интерполовану вредност, што се не може добити другим методама [Свијетиновић, 2005].

### **1. Целина – година картирања 2007.**

У овој целини основни картографски извор за картирање садржаја ДТК25 био је дигитални ортофото произведен на основу аерофотограметријског снимања Војногеографског института из 2006. године. Такође, сваки лист ДТК25 у векторском облику искартиран на основу овог картографског извора дизајниран је као појединачна персонална база просторних података. Израдом Централне ГБП, сви просторни подаци који су картирани 2007. године трансформисани у нов координатни систем и пројекцију. Целокупна целина садржи осам листова ДТК25 и покрива површину од 1388,28 km<sup>2</sup>. Пошто је ова целина најмања од свих анализираних, оцена положајне тачности урађена је за целокупну целину, као и за два листа ДТК25 који су изабрани случајним узорком. Резултати оцене приказани су на следећим сликама и табели.

На слици 48 и табели 21, приказани су делови Excel табела са оцењеном положајном тачношћу и стандардизован извештај о оствареним резултатима оцене положајне тачности са класификацијом ДТК према STANAG 2215 стандарду

за појединачно тест подручје коју покрива један лист ДТК25, номенклатура НЛ34-11/7-4-1 Рудник.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Е мерено	Н мерено	Н мерено	Е референтно	Н референтно	Н рефер.	dE [m]	dN [m]	dH [m]	dR		Број мерења =	167
2	446750.08	4890353.12	373.04	446759.34	4890347.57	371.41	-9.26	5.56	1.63	10.799			
167	455703.79	4889761.11	335.39	455709.79	4889756.96	334.79	-5.99	4.15	0.60	7.291			
168	447159.67	4886454.48	368.87	447157.94	4886460.09	367.45	1.73	-5.61	1.42	5.868			
174				Број мерења n =		167	RMSE dE =	5.078	NSSDA (положајна) =	12.510			
175				Средња вредност dE =		1.595	RMSE dN =	5.144	NSSDA (висинска) =	2.430			
176				распон dE од		14.288	RMSE dH =	1.240					
177				до		-11.113	RMSE dR =	7.228					
179				Средња вредност dN =		-0.365	Стандард STANAG 2215						
180				распон dN од		14.817	Стандардна девијација по E =		4.835				
181				до		-14.817	Стандардна девијација по N =		5.146				
182				Средња вредност dH =		0.001	Стандардна девијација по H =		1.244				
183				распон dH од		4.208	SIGMAc =		4.993				
184				до		-5.028	t10% =		1.654				
187				Средња вредност		6.340	CMAS =		10.715				
188				положаја dR =			LMAS =		2.046				
190							Стандардна девијација терена =		80.14				
191							Просечна висина терена =		414.68				

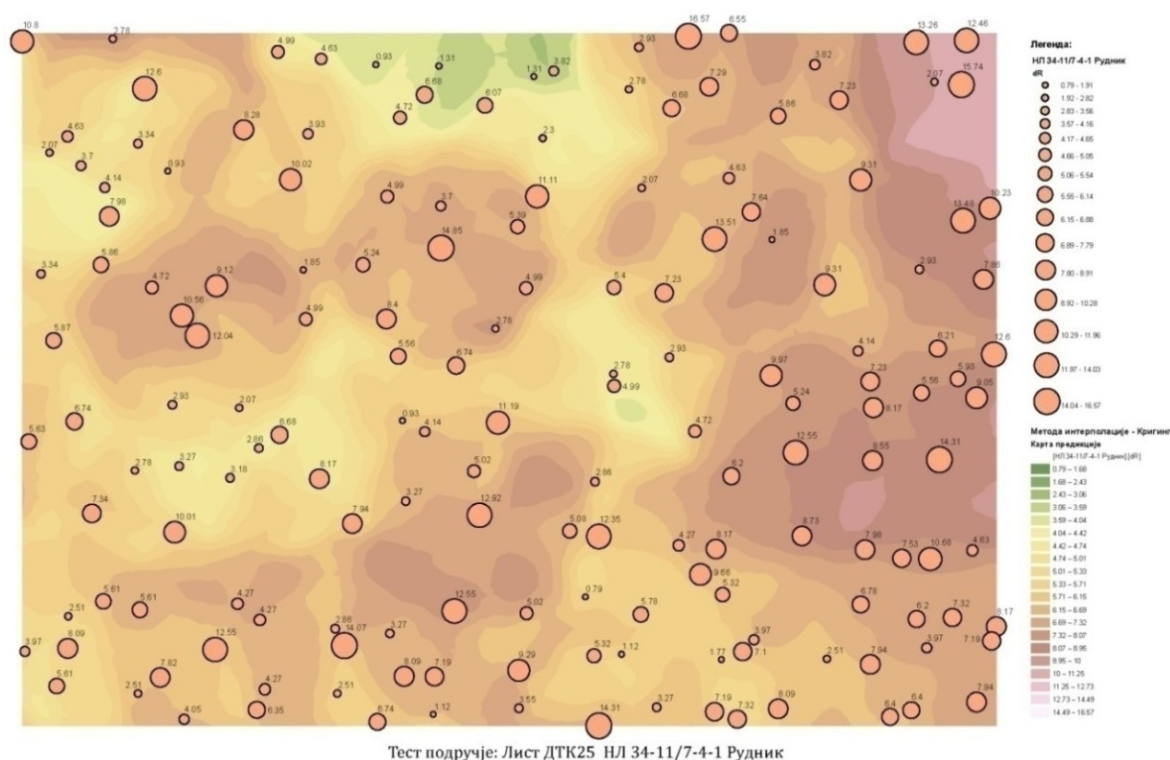
Слика 48. Приказ оцене положајне тачности за лист ДТК25 НЛ34-11/7-4-1 Рудник

Табела 21: Оцена положајне тачности на основу стандарда STANAG 2215 за лист ДТК25 НЛ34-11/7-4-1 Рудник

ДАТУМ		РАЗМЕРА		25000
<b>УЛАЗНИ ПОДАЦИ</b>				
		Доња граница	MPV	Горња граница
Средња вредност dE =		0,9766	1,5955	2,2144
Средња вредност dN =		-1,0234	-0,3647	0,2940
Средња вредност dH =		-0,1582	0,0010	0,1602
Стандардна девијација E =		4,4378	4,8353	5,3184
Стандардна девијација N =		4,7231	5,1461	5,6603
Стандардна девијација H =		1,1415	1,2437	1,3680
Кружна стандардна грешка =		4,583	4,993	5,492
Број планиметријских тачака =	167	Степени слободе =	166	
Број висинских тачака =	167	Степени слободе =	166	
<b>ТОЛЕРАНЦИЈА СКУПА ПОДАКА</b>				
Кружна толеранција:	17,8146			
Толеранција за разлике по E:	15,4073	-13,812	< dE разлике <	17,003
Толеранција за разлике по N:	16,3977	-16,762	< dN разлике <	16,033
Толеранција за разлике по H:	3,9631	-3,962	< dH разлике <	3,964
<b>АНАЛИЗА</b>				
		Доња граница	MPV	Горња граница

<b>ВЕРТИКАЛНА ТАЧНОСТ:</b>			
Непомерена оцена LMAS	1,8777	<b>2,0458</b>	2,2503
Релативна линеарна тачност између две тачке (посредна величина $b/\sigma$ )	2,6554	2,8932	3,1823
Значајност средине разлика по Н	НЕ	НЕ	НЕ
Апсолутна LMAS (померен модел 1)	N/A	N/A	N/A
Апсолутна LMAS (померен модел 2)	N/A	N/A	N/A
Одабрана LMAS оцена	1,8777	2,0458	2,2503
Прилагођена LMAS оцена		<b>2,0457</b>	
<b>Класа</b>		<b>0</b>	
<b>ХОРИЗОНТАЛНА ТАЧНОСТ:</b>			
Непомерена оцена CMAS	9,8345	<b>10,7152</b>	11,7859
Релативна положајна тачност између две тачке	13,9080	15,1536	16,6678
Систематски померај		1,6366	
Значајност помераја	ДА	ДА	ДА
(посредна величина $d/\sigma$ )	0,3571	0,3278	0,2980
Апсолутна померена оцена CMAS	10,1637	11,0193	12,0640
Одабрана CMAS оцена	10,1637	11,0193	12,0640
Прилагођена CMAS оцена		<b>11,0185</b>	
<b>Класа</b>		<b>A</b>	

На слици 49, за наведено тест подручје приказана је карта са моделованим вредностима корена средњег хоризонталног положаја. Метода интерполације коришћена за ово тест подручје је обични кригинг.



Слика 49. Визуални приказ оцене хоризонталне положајне тачности листа ДТК25 НЛ34-11/7-4-1 Рудник

## 2. Целина – година картирања 2009.

У овој целини креирањем фотограметријских модела и увођењем снимака добијених кроз сарадњу Државних институција у Државни координатни систем помоћу оријентационих тачака приступило се 3Д картирању одређеног садржаја ДТК25, док се остали садржај ДТК25 картирао са произведеног дигиталног ортофотоа. Такође, сваки лист ДТК25 у векторском облику, искартиран на основу овог картографског извора, дизајниран је као појединачна персонална база просторних података. Укупно је урађено 59 листова ДТК25, који покривају површину од 8217,57 km<sup>2</sup>. Резултати анализе приказани су на следећим сликама и табели.

На слици 50 и табели 22, приказани су делови Excel табела са оцењеном положајном тачношћу и стандардизован извештај о оствареним резултатима оцене положајне тачности са класификацијом ДТК према STANAG 2215 стандарду за појединачно тест подручје коју покрива један лист ДТК25, номенклатура НЛ34-11/9-2-3 Жагубица.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with two main parts. The top part is a data table with columns A through M. The bottom part is a summary table with the following data:

Стандард NSSDA	
Број мерења n =	167
Средња вредност dE =	-1.513
распон dE од	18.797
до	-17.857
Средња вредност dN =	0.920
распон dN од	12.218
до	-11.278
Средња вредност dH =	-0.002
распон dH од	5.874
до	-3.322
Средња вредност положаја dR =	5.639

Стандард STANAG 2215	
RMSE dE =	5.463
RMSE dN =	4.104
RMSE dH =	1.274
RMSE dR =	6.833
Стандардна девијација по E =	5.265
Стандардна девијација по N =	4.012
Стандардна девијација по H =	1.278
SIGMAc =	4.680
t10% =	1.654
CMAS =	10.042
LMAS =	2.102
Стандардна девијација терена =	141.21
Просечна висина терена =	442.92

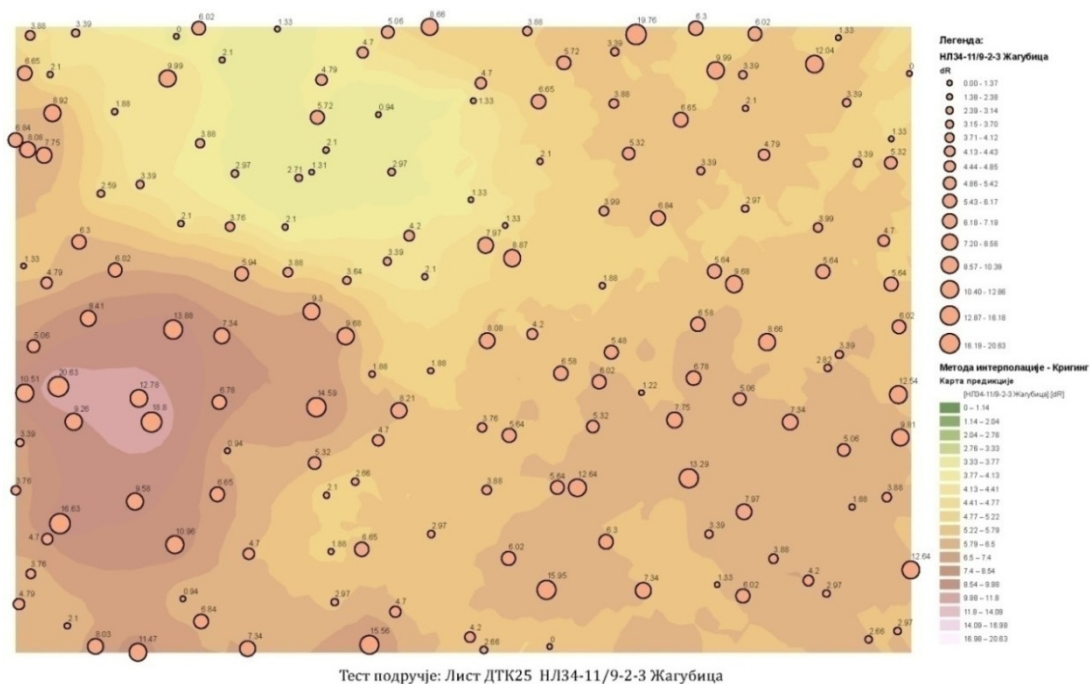
Слика 50. Приказ оцене положајне тачности за лист ДТК25 НЛ34-11/9-2-3 Жагубица

Табела 22: Оцена положајне тачности на основу стандарда STANAG 2215 за лист ДТК25 НЛ34-11/9-2-3 Жагубица

ДАТУМ	РАЗМЕРА	25000
УЛАЗНИ ПОДАЦИ		

	Доња граница	MPV	Горња граница
Средња вредност dE =	-2,1866	-1,5127	-0,8388
Средња вредност dN =	0,4068	0,9203	1,4338
Средња вредност dH =	-0,1658	-0,0023	0,1613
Стандардна девијација E =	4,8321	5,2649	5,7909
Стандардна девијација N =	3,6822	4,0119	4,4128
Стандардна девијација H =	1,1728	1,2778	1,4055
Кружна стандардна грешка =	4,296	4,681	5,148
Број планиметријских тачака =	168	Степени слободе =	167
Број висинских тачака =	168	Степени слободе =	167
<b>ТОЛЕРАНЦИЈА СКУПА ПОДАТАКА</b>			
Кружна толеранција:	16,6993		
Толеранција за разлике по E:	16,7762	-18,289	< dE разлике < 15,264
Толеранција за разлике по N:	12,7838	-11,863	< dN разлике < 13,704
Толеранција за разлике по H:	4,0716	-4,074	< dH разлике < 4,069
<b>АНАЛИЗА</b>			
	Доња граница	MPV	Горња граница
<b>ВЕРТИКАЛНА ТАЧНОСТ:</b>			
Непомерена оцена LMAS	1,9291	<b>2,1018</b>	2,3118
Релативна линеарна тачност између две тачке (посредна величина b/Sigma)	2,7281	2,9724	3,2694
Значајност средине разлика по H	0,0019	0,0018	0,0016
Значајност средине разлика по H	HE	HE	HE
Апсолутна LMAS (померен модел 1)	N/A	N/A	N/A
Апсолутна LMAS (померен модел 2)	N/A	N/A	N/A
Одабрана LMAS оцена	1,9291	2,1018	2,3118
Прилагођена LMAS оцена		<b>2,1017</b>	
<b>Класа</b>		<b>0</b>	
<b>ХОРИЗОНТАЛНА ТАЧНОСТ:</b>			
Непомерена оцена CMAS	9,2188	<b>10,0444</b>	11,0480
Релативна положајна тачност између две тачке	13,0373	14,2049	15,6243
Систематски померај		1,7706	
Значајност помераја	ДА	ДА	ДА
(посредна величина d/SigmaC)	0,4122	0,3783	0,3439
Апсолутна померена оцена CMAS	9,6247	10,4199	11,3921
Одабрана CMAS оцена	9,6247	10,4199	11,3921
Прилагођена CMAS оцена		<b>10,4192</b>	
<b>Класа</b>		<b>A</b>	

На слици 51, за наведено тест подручје приказана је карта са моделованим вредностима корена средњег хоризонталног положаја. Метода интерполације коришћена за ово тест подручје је, такође, обични кригинг.



Слика 51. Визуални приказ оцене хоризонталне положајне тачности листа ДТК25 НЛ34-11/9-2-3 Жагубица

### 3. Целина – година картирања 2012.

У овој целини основни картографски извор за картирање садржаја Централне ГБП био је дигитални ортофото добијен кроз сарадњу Државних институција, на основу CARDS програма Европске уније. Картирана је територије југа Републике Србије, дуж административне линије са Косовом и Метохијом. Подручје Централне ГБП територије Косова и Метохије картирано је са сателитских снимака, пошто наведено подручје не обухватају ДОФ добијен из CARDS програма Европске уније. Целокупна целина садржи 28 листова ДТК25 и покрива површину од 4800,00 km<sup>2</sup>.

На слици 52, приказани су делови Excel табеле са оцењеном положајном тачношћу за тест подручје лист коју покрива један лист ДТК25, номенклатура НК34-5/6-2-4 Врање.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	Е мерено	N мерено	H мерено	Е референтно	N референтно	H рефер.	dE [m]	dN [m]	dH [m]	dR		Број мерења =	168
168	569351.24	4711346.04	686.30	569354.14	4711342.88	685.08	-2.90	3.17	1.22	4.294			
169	578604.46	4708877.38	436.16	578602.37	4708883.12	435.00	2.09	-5.75	1.16	6.115			
<b>Стандард NNSDA</b>													
174	Број мерења n =			168	RMSE dE =	3.575	NSSDA (положајна) =	9.369					
175	Средња вредност dE =			-1.234	RMSE dN =	4.065	NSSDA (висинска) =	2.890					
176	распон dE од			7.839	RMSE dH =	1.474							
177	до			-12.387	RMSE dR =	5.413							
<b>Стандард STANAG 2215</b>													
180	Средња вредност dN =			1.271	Стандардна девијација по E =	3.365							
181	распон dN од			14.288	Стандардна девијација по N =	3.873							
182	до			-8.467	Стандардна девијација по H =	1.476							
184	Средња вредност dH =			-0.092	SIGMAc =	3.628							
185	распон dH од			5.204	t10% =	1.654							
186	до			-4.390	CMAS =	7.785							
188	Средња вредност			4.658	LMAS =	2.428							
189	положаја dR =				Стандардна девијација терена =	178.75							
192					Просечна висина терена =	531.94							

Слика 52. Приказ оцене положајне тачности за лист ДТК25 НК34-5/6-2-4 Врање

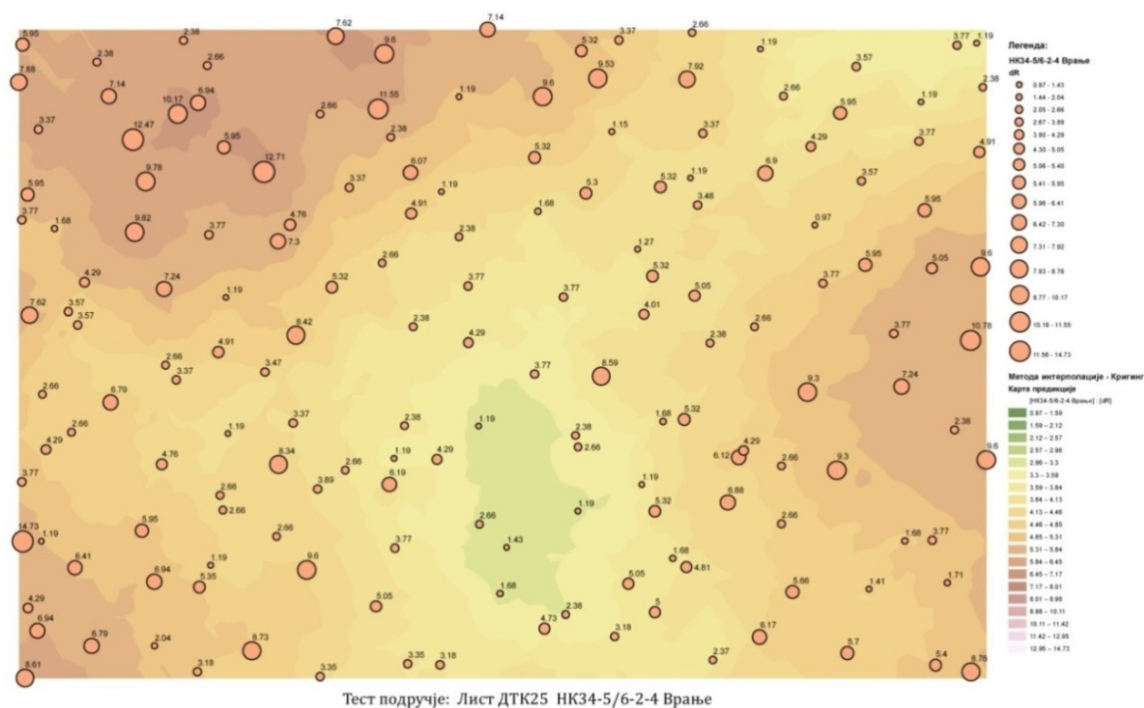
У табели 23, приказан је стандардизован извештај о оствареним резултатима оцене положајне тачности са класификацијом ДТК према STANAG 2215 стандарду за тест подручје лист коју покрива један лист ДТК25, номенклатура НК34-5/6-2-4 Врање.

Табела 23: Оцена положајне тачности на основу стандарда STANAG 2215 за лист ДТК25 НК34-5/6-2-4 Врање

ДАТУМ		РАЗМЕРА		25000
<b>УЛАЗНИ ПОДАЦИ</b>				
	Доња граница	MPV	Горња граница	
Средња вредност dE =	-1,6636	-1,2341	-0,8047	
Средња вредност dN =	0,7770	1,2712	1,7654	
Средња вредност dH =	-0,2803	-0,0920	0,0963	
Стандардна девијација E =	3,0895	3,3653	3,7005	
Стандардна девијација N =	3,5552	3,8726	4,2583	
Стандардна девијација H =	1,3548	1,4758	1,6228	
Кружна стандардна грешка =	3,330	3,628	3,989	
Број планиметријских тачака =	168	Степени слободе =	167	
Број висинских тачака =	168	Степени слободе =	167	
<b>ТОЛЕРАНЦИЈА СКУПА ПОДАКА</b>				
Кружна толеранција:	12,9497			
Толеранција за разлике по E:	10,7284	-11,962	< dE разлике <	9,494
Толеранција за разлике по N:	12,3455	-11,074	< dN разлике <	13,617
Толеранција за разлике по H:	4,7047	-4,797	< dH разлике <	4,613

<b>АНАЛИЗА</b>			
	Доња граница	MPV	Горња граница
<b>ВЕРТИКАЛНА ТАЧНОСТ:</b>			
Непомерена оцена LMAS	2,2286	<b>2,4275</b>	2,6693
Релативна линеарна тачност између две тачке (посредна величина b/Sigma)	3,1517	3,4331	3,7750
(посредна величина b/Sigma)	0,0679	0,0624	0,0567
Значајност средине разлика по Н	НЕ	НЕ	НЕ
Апсолутна LMAS (померен модел 1)	N/A	N/A	N/A
Апсолутна LMAS (померен модел 2)	N/A	N/A	N/A
Одабрана LMAS оцена	2,2286	2,4275	2,6693
Прилагођена LMAS оцена		<b>2,4266</b>	
<b>Класа</b>		<b>0</b>	
<b>ХОРИЗОНТАЛНА ТАЧНОСТ:</b>			
Непомерена оцена CMAS	7,1472	<b>7,7853</b>	8,5607
Релативна положајна тачност између две тачке	10,1076	11,0101	12,1067
Систематски померај		1,7717	
Значајност помераја	ДА	ДА	ДА
(посредна величина d/SigmaC)	0,5320	0,4884	0,4441
Апсолутна померена оцена CMAS	7,6550	8,2573	8,9949
Одабрана CMAS оцена	7,6550	8,2573	8,9949
Прилагођена CMAS оцена		<b>8,2542</b>	
<b>Класа</b>		<b>A</b>	

На слици 53, за наведено тест подручје приказана је карта са моделованим вредностима корена средњег хоризонталног положаја. Метода интерполације коришћена за ово тест подручје је обични кригинг.



Слика 53. Визуални приказ оцене хоризонталне положајне тачности листа ДТК25 НК34-5/6-2-4 Врање



#### 4. Целина – година картирања 2013.

Основни картографски извор при картирању садржаја просторних података Централне ГБП, такође је био ДОФ добијен кроз сарадњу Државних институција, на основу CARDS програма Европске уније. Поред садржаја искартираног 2012. године одлучено је да се у Централну ГБП убаца већ картиран садржај из 2007. и 2009. године, који си били у персоналним базама података, трансформацијом векторског садржаја у нов координатан систем. Целокупна целина која је картирана у 2013. години садржи 42 листа ДТК25 и покрива површину од 6300,00 km<sup>2</sup>.

На слици 54, приказани су делови Excel табеле са оцењеном положајном тачношћу према дефинисаним мерама квалитета за тест подручје лист коју покрива један лист ДТК25, номенклатура НК34-5/3-2-2 Лесковац.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Е мерено	Н мерено	Н мерено	Е референтно	Н референтно	Н рефер.	dE [m]	dN [m]	dH [m]	dR			
2	568560.82	4761102.36	302.27	568559.95	4761104.08	302.34	0.86	-1.72	-0.07	1.928			
167	577001.54	4752706.42	244.00	577004.99	4752705.55	243.21	-3.45	0.86	0.79	3.556		Број мерења =	167
168	577665.84	4752879.76	243.00	577672.64	4752882.35	243.87	-6.79	-2.59	-0.87	7.271			
169													
170													
171													
172													
173													
174													
175													
176													
177													
178													
179													
180													
181													
182													
183													
184													
185													
186													
187													
188													
189													
190													
191													
192													

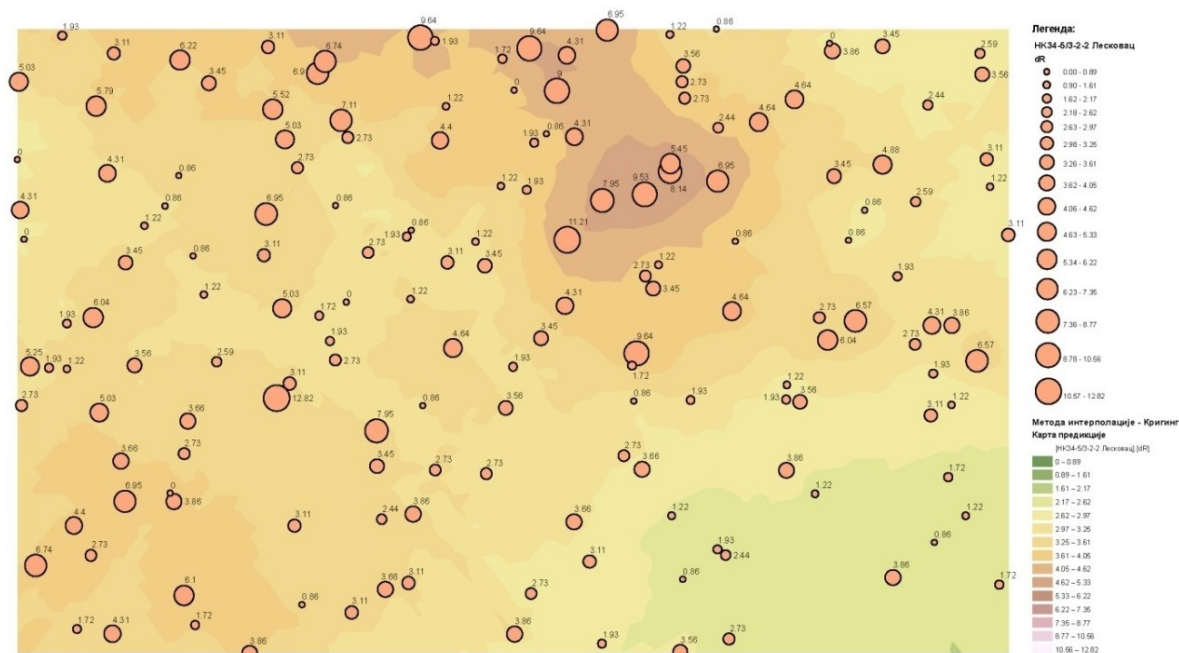
Слика 54. Приказ оцене положајне тачности за лист ДТК25 НК34-5/3-2-2 Лесковац

У табели 24, приказан је стандардизован извештај о оствареним резултатима оцене положајне тачности са класификацијом ДТК према STANAG 2215 стандарду за тест подручје лист коју покрива један лист ДТК25, номенклатура НК34-5/3-2-2 Лесковац.

**Табела 24:** Оцена положајне тачности на основу стандарда STANAG 2215 за лист ДТК25 НК34-5/3-2-2 Лесковац

ДАТУМ		РАЗМЕРА		25000
<b>УЛАЗНИ ПОДАЦИ</b>				
		Доња граница	MPV	Горња граница
Средња вредност dE =	-1,2056	-0,7647	-0,3237	
Средња вредност dN =	-0,4086	0,0653	0,5393	
Средња вредност dH =	-0,1228	-0,0699	-0,0171	
Стандардна девијација E =	3,1617	3,4448	3,7890	
Стандардна девијација N =	3,3987	3,7031	4,0731	
Стандардна девијација H =	0,3789	0,4129	0,4541	
Кружна стандардна грешка =	3,282	3,576	3,934	
Број планиметријских тачака =	167	Степени слободе =	166	
Број висинских тачака =	167	Степени слободе =	166	
<b>ТОЛЕРАНЦИЈА СКУПА ПОДАТАКА</b>				
Кружна толеранција:	12,7596			
Толеранција за разлике по E:	10,9768	-11,741	< dE разлике <	10,212
Толеранција за разлике по N:	11,7997	-11,734	< dN разлике <	11,865
Толеранција за разлике по H:	1,3155	-1,385	< dH разлике <	1,246
<b>АНАЛИЗА</b>				
		Доња граница	MPV	Горња граница
<b>ВЕРТИКАЛНА ТАЧНОСТ:</b>				
Непомерена оцена LMAS	0,6233	0,6791	0,7470	
Релативна линеарна тачност између две тачке (посредна величина b/Sigma)	0,8815	0,9604	1,0564	
Значајност средине разлика по H	0,1845	0,1693	0,1540	
Значајност средине разлика по H	ДА	ДА	ДА	
Апсолутна LMAS (померен модел 1)	0,6345	0,6895	0,7564	
Апсолутна LMAS (померен модел 2)	N/A	N/A	N/A	
Одабрана LMAS оцена	0,6345	0,6895	0,7564	
Прилагођена LMAS оцена		0,6894		
<b>Класа</b>		<b>0</b>		
<b>ХОРИЗОНТАЛНА ТАЧНОСТ:</b>				
Непомерена оцена CMAS	7,0439	7,6747	8,4416	
Релативна положајна тачност између две тачке Систематски померај	9,9616	10,8537	11,9382	
Значајност помераја		0,7674		
Значајност помераја	ДА	ДА	ДА	
(посредна величина d/SigmaC)	0,2338	0,2146	0,1951	
Апсолутна померена оцена CMAS	7,1473	7,7699	8,5284	
Одабрана CMAS оцена	7,1473	7,7699	8,5284	
Прилагођена CMAS оцена		7,7694		
<b>Класа</b>		<b>A</b>		

На слици 55, за наведено тест подручје приказана је карта са моделованим вредностима корена средњег хоризонталног положаја. Метода интерполације коришћена за ово тест подручје је обични кригинг.



Тест подручје: Лист ДТК25 НК34-5/3-2-2 Лесковац

Слика 55. Визуални приказ оцене хоризонталне положајне тачности листа ДТК25 НК34-5/3-2-2 Лесковац

## 5. Целина – година картирања 2014.

У овој целини картирани су подручје Пештерске висоравни, шири појас око војног полигона Никинци, делови градских подручја Београда и Обреновца, као и један лист ДТК25 војног полигона у Сомбору. Укупан број комплетно урађених листова израђених у 2014. години је 28 и они покривају површину од 3456,47 km<sup>2</sup>. Резултати анализе приказани су на следећим сликама и табели.

На слици 56, приказани су делови Excel табела са оцењеном положајном тачношћу за тест подручје лист коју покрива један лист ДТК25, номенклатура НЛ34-11/4-2-2 Рипањ.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Е мерено	N мерено	Н мерено	Е референтно	N референтно	Н рефер.	dE [m]	dN [m]	dH [m]	dR			
2	460548.67	4946011.62	142.50	460548.67	4946009.60	142.79	0.00	2.02	-0.29	2.023			
167	470171.40	4936832.96	242.01	470168.22	4936830.58	241.68	3.18	2.38	0.33	3.969		Број мерења =	167
168	471633.81	4936827.41	156.71	471635.40	4936825.82	156.64	-1.59	1.59	0.06	2.245			
170	<b>Стандард NSSDA</b>												
171													
172	Број мерења n = 167 RMSE dE = 3.280 NSSDA (положајна) = 8.213												
173	Средња вредност dE = -0.159 RMSE dN = 3.429 NSSDA (висинска) = 1.124												
174	распон dE од 16.669 до -11.906 RMSE dR = 4.745												
175													
176													
177													
178	<b>Стандард STANAG 2215</b>												
179													
180	Средња вредност dN = 0.793 Стандардна девијација по E = 3.286												
181	распон dN од 11.113 до -10.319 Стандардна девијација по N = 3.346												
182	Средња вредност dH = -0.038 Стандардна девијација по H = 0.574												
183	распон dH од 2.731 до -2.789 SIGMAc = 3.316												
184													
185													
186	Средња вредност положаја dR = 3.799 CMAS = 7.117												
187	LMAS = 0.944												
188													
189	Стандардна девијација терена = 47.02												
190	Просечна висина терена = 220.78												
191													
192													

Слика 56. Приказ оцене положајне тачности за лист НЛ34-11/4-2-2 Рипањ

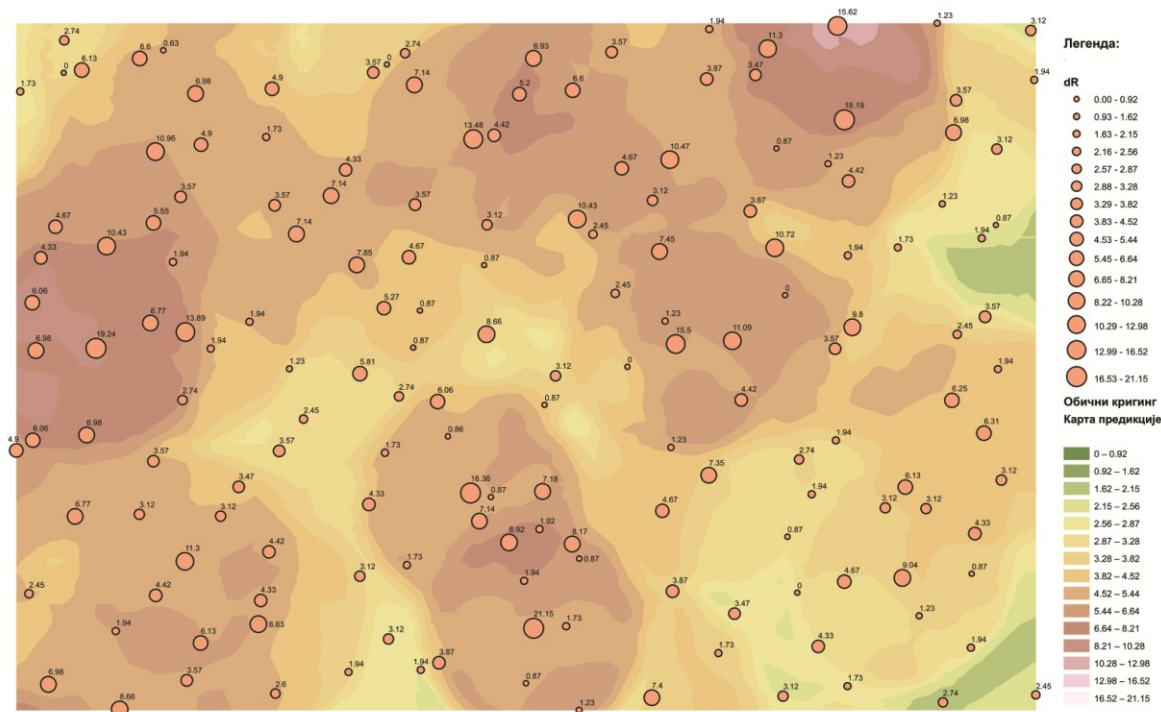
У табели 25, приказан је стандардизован извештај о оствареним резултатима оцене положајне тачности са класификацијом ДТК према STANAG 2215 стандарду за тест подручје лист коју покрива један лист ДТК25, номенклатура НЛ34-11/4-2-2 Рипањ.

Табела 25: Оцена положајне тачности на основу стандарда STANAG 2215 за лист ДТК25 НЛ34-11/4-2-2 Рипањ

ДАТУМ		РАЗМЕРА		25000
<b>УЛАЗНИ ПОДАЦИ</b>				
		Доња граница	MPV	Горња граница
Средња вредност dE =		-0,5796	-0,1590	0,2616
Средња вредност dN =		0,3651	0,7934	1,2217
Средња вредност dH =		-0,1118	-0,0383	0,0351
Стандардна девијација E =		3,0160	3,2861	3,6145
Стандардна девијација N =		3,0711	3,3462	3,6805
Стандардна девијација H =		0,5268	0,5740	0,6314
Кружна стандардна грешка =		3,044	3,316	3,648
Број планиметријских тачака =	167	Степени слободe =		166
Број висинских тачака =	167	Степени слободe =		166
<b>ТОЛЕРАНЦИЈА СКУПА ПОДАТАКА</b>				
Кружна толеранција:	11,8320			
Толеранција за разлике по E:	10,4711	-10,630	< dE разлике <	10,312
Толеранција за разлике по N:	10,6624	-9,869	< dN разлике <	11,456
Толеранција за разлике по H:	1,8291	-1,867	< dH разлике <	1,791
<b>АНАЛИЗА</b>				

	Доња граница	MPV	Горња граница
<b>ВЕРТИКАЛНА ТАЧНОСТ:</b>			
Непомерена оцена LMAS	0,8666	<b>0,9442</b>	1,0386
Релативна линеарна тачност између две тачке (посредна величина $b/\Sigma$ )	1,2256	1,3353	1,4688
Значајност средине разлика по Н	НЕ	НЕ	НЕ
Апсолутна LMAS (померен модел 1)	N/A	N/A	N/A
Апсолутна LMAS (померен модел 2)	N/A	N/A	N/A
Одабрана LMAS оцена	0,8666	0,9442	1,0386
Прилагођена LMAS оцена		<b>0,9442</b>	
<b>Класа</b>		<b>0</b>	
<b>ХОРИЗОНТАЛНА ТАЧНОСТ:</b>			
Непомерена оцена CMAS	6,5318	<b>7,1168</b>	7,8279
Релативна положајна тачност између две тачке	9,2374	10,0646	11,0703
Систематски померај		0,8092	
Значајност помераја	ДА	ДА	ДА
(посредна величина $d/\Sigma C$ )	0,2659	0,2440	0,2218
Апсолутна померена оцена CMAS	6,6552	7,2304	7,9316
Одабрана CMAS оцена	6,6552	7,2304	7,9316
Прилагођена CMAS оцена		<b>7,2299</b>	
<b>Класа</b>		<b>A</b>	

На слици 57, за наведено тест подручје приказана је карта са моделованим вредностима корена средњег хоризонталног положаја. Метода интерполације коришћена за ово тест подручје је обични кригинг.



Тест подручје: Лист ДТК25 НЛ34-11/4-2-2 Рипањ

Слика 57. Визуални приказ оцене хоризонталне положајне тачности листа ДТК25 НЛ34-11/4-2-2 Рипањ

У табели 26, приказан су резултати оцене апсолутне положајне тачности коришћењем предходно наведених мера квалитета са класификацијом ДТК према STANAG 2215 стандарду за сва тест подручја која су анализирана у експерименталном истраживању.

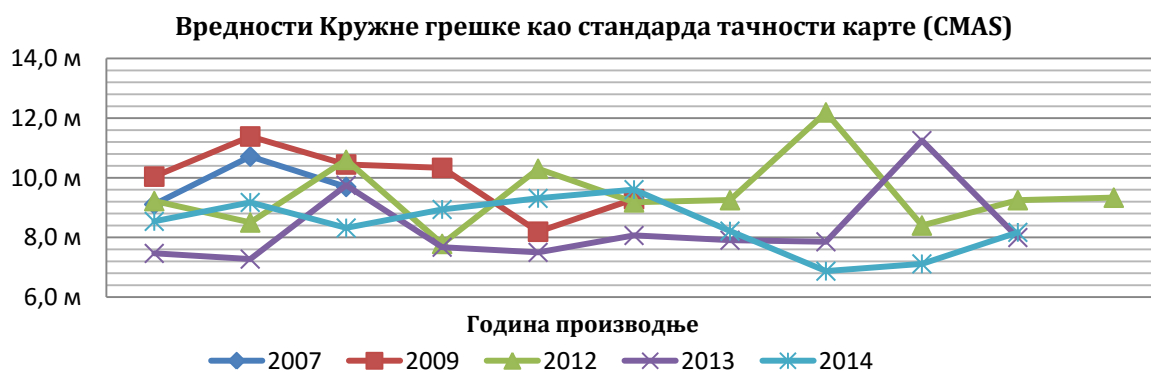
**Табела 26:** Резултати оцене апсолутне положајне тачности

Ред. број	Резултати анализе апсолутне положајне тачности							
	Тест подручје	ВГИ	стандард NSSDA		стандард STANAG 2215			
		RMSE <sub>r</sub>	Accuracy <sub>r</sub>	Accuracy <sub>z</sub>	CMAS	LMAS	Класификација према CMAS	Класификација према LMAS
1	Шира околина Лига (укупно 8 листова ДТК25)	6,071	10,508	2,925	9,111	2,456	A	0
2	НЛ 34-11/7-4-1 Рудник	7,228	12,510	2,430	10,715	2,046	A	0
3	НЛ 34-11/7-4-3 Горњи Милановац	6,385	11,050	2,340	9,696	1,964	A	0
	средња вредност =	6,561	11,356	2,565	9,841	2,226		
4	НЛ 34-11/9-2-3 Жагубица	6,833	11,826	2,497	10,042	2,102	A	0
5	НЛ 34-11/9-3-4 Ресавица	7,618	13,185	2,793	11,387	2,351	A	0
6	НЛ 34-11/9-4-4 Злот	6,953	12,035	2,906	10,449	2,452	A	0
7	НКЗ4-2/3-1-2 Забрега	7,632	12,023	2,773	10,334	2,326	A	0
8	НКЗ4-3/1-1-4 Зајачар	5,453	9,439	1,327	8,193	1,109	A	0
9	НКЗ4-3/1-3-4 Минићево	6,365	11,017	2,400	9,287	2,021	A	0
	средња вредност =	6,809	11,587	2,449	9,949	2,060		
10	НЛЗ4-10/3-2-3 Хртковци	6,215	10,758	0,938	9,221	0,789	A	0
11	НЛЗ4-10/3-4-2 Грабовци	5,625	9,736	1,260	8,505	1,061	A	0
12	НКЗ4-5/6-2-2 Моштаница	7,137	12,352	3,350	10,605	2,785	A	1
13	НКЗ4-5/6-2-4 Врање	5,413	9,369	2,890	7,785	2,428	A	0
14	НКЗ4-5/6-4-1 Бујановац	6,793	11,758	1,617	10,304	1,617	A	0
15	НКЗ4-5/6-4-3 Биљача	6,072	10,510	1,876	9,178	1,578	A	0
16	НКЗ4-5/9-2-1 Жујинце	6,090	10,541	1,992	9,253	1,654	A	0
17	НКЗ4-6/4-3-2 Дукаг	8,036	13,909	5,657	12,195	4,805	A	1
18	НКЗ4-6/4-1-1 Јелашница	5,543	9,593	2,377	8,402	1,995	A	0
19	НКЗ4-6/4-1-3 Бујковац	6,166	10,672	3,808	9,253	3,197	A	1
20	НКЗ4-6/4-3-3 Трговиште	6,218	10,761	2,943	9,335	2,465	A	0
	средња вредност =	6,301	10,905	2,610	9,458	2,216		
21	НКЗ4-2/9-4-3 Бојник	4,914	8,505	0,830	7,468	0,690	A	0
22	НКЗ4-3/8-3-3 Димитровград	4,873	8,434	1,483	7,276	1,247	A	0
23	НКЗ4-5/3-1-4 Медвеђа	6,521	11,287	2,895	9,751	2,415	A	0
24	НКЗ4-5/3-2-2 Лесковац	5,101	8,828	0,818	7,675	0,679	A	0
25	НКЗ4-6/1-1-1 Власотинце	5,024	8,695	1,492	7,503	1,252	A	0
26	НКЗ4-6/1-1-2 Крушевица	5,470	9,468	2,890	8,069	2,425	A	0
27	НКЗ4-6/1-3-1 Предајане	5,303	9,178	2,669	7,909	2,238	A	0
28	НКЗ4-6/1-3-2 Црна Трава	5,197	8,995	2,766	7,857	2,309	A	0
29	НКЗ4-6/1-3-3 Владичин Хан	7,432	12,863	3,129	11,251	2,410	A	0
30	НКЗ4-6/1-3-4 Сурдулица	5,382	9,316	2,848	7,999	2,633	A	1
	средња вредност =	5,522	9,557	2,182	8,276	1,830		
31	НКЗ4-2/7-1-1 Сјеница исток	5,618	9,723	1,460	8,540	1,226	A	0
32	НКЗ4-2/7-1-2 Мухово	6,059	10,486	3,587	9,176	3,009	A	1
33	НКЗ4-2/7-1-3 Житниће	5,469	9,467	1,320	8,319	1,103	A	0
34	НКЗ4-2/7-1-4 Беле Воде	6,003	10,391	2,257	8,940	1,893	A	0
35	НКЗ4-2/7-4-1 Мур	6,141	10,628	2,721	9,313	2,266	A	0
36	НКЗ4-2/7-4-2 Нови Пазар	6,363	11,012	2,779	9,606	2,339	A	0
37	НКЗ4-2/7-4-3 Кожиље	5,495	9,510	2,667	8,215	2,237	A	0
38	НЛЗ4-11/4-1-2 Обреновац	4,571	7,912	0,851	6,872	0,716	A	0
39	НЛЗ4-11/4-2-2 Рипањ	4,745	8,213	1,124	7,117	0,944	A	0
40	НЛЗ4-7/2-4-3 Пригревица	5,478	9,481	0,919	8,173	0,774	A	0

средња вредност =	5,594	9,682	1,969	8,427	1,651												
Легенда: <table border="1"> <tr> <td style="background-color: #fce4d6;"></td> <td>- година производње 2007</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e1f5fe;"></td> <td>- година производње 2009</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e8eaf6;"></td> <td>- година производње 2012</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e2efda;"></td> <td>- година производње 2013</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #f1f3e4;"></td> <td>- година производње 2014</td> </tr> </table>									- година производње 2007		- година производње 2009		- година производње 2012		- година производње 2013		- година производње 2014
	- година производње 2007																
	- година производње 2009																
	- година производње 2012																
	- година производње 2013																
	- година производње 2014																

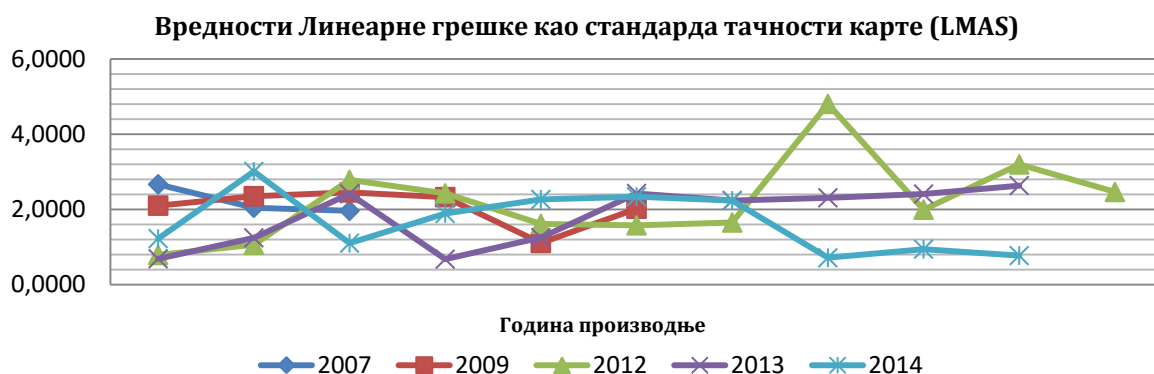
Из табеле 26, може се закључити да свих 40 тест подручја анализираних у експерименталном истраживању хоризонталне положајне тачности ДТК имају вредност круга грешке као стандарда тачности карте мањи од 12,5 метара (CMAS < 12,5 m) и према класификацији STANAG 2215 стандарда припадају најбољој „А“ класи карата. Такође, може се закључити да при оцини вертикалне положајне тачности, од 40 анализираних тест подручја, 35 тест подручја имају вредност линеарне грешке као стандарда тачности карте мању од 2,5 метара (LMAS < 2,5 m) и да припадају најбољој „0“ класи карата према класификацији стандарда STANAG 2215, док 5 тест подручја имају вредност LMAS између 2,5 и 5 метара (2,5 m < LMAS < 5 m) и припадају класи „1“ према класификацији стандарда STANAG 2215. Из свега приказаног и наведеног може се закључити да анализиране ДТК издања ВГИ задовољавају највиши степен картографских производа у погледу геометријске, положајне тачности.

Графички приказ вредности кружне грешке као стандарда тачности карте (CMAS) по година производње ДТК25 може се видети на слици 58.



Слика 58. Графички приказ вредности CMAS за ДТК25

Графички приказ вредности линеарне грешке као стандарда тачности карте (LMAS) по година производње ДТК25 може се видети на слици 59.



Слика 59. Графички приказ вредности LMAS за ДТК25

У поглављу (NSSDA) наведено је да постоји теоријска веза између стандарда NSSDA и STANAG 2215, одосно да се основу вредности  $Accuracy_r$  може израчунати CMAS и на основу  $Accuracy_z$  може израчунати LMAS према:

$$CMAS = Accuracy_r / 1,1406$$

$$LMAS = Accuracy_z / 1,1916$$

Пошто су у експерименталном истраживању положајне тачности мере  $Accuracy_r$  и CMAS, а такође и вредности  $Accuracy_z$  и LMAS рачунате независно једна од друге, занимљиво је погледати у којој мери је наведени однос сачуван. У следећој табели приказане су упоређене израчунате и теоријске вредности CMAS и LMAS, на основу чега се види да су добијени резултати потпуно сагласни теоријским вредностима (табела 27).

Табела 27: Анализа оцењених и теоријских вредности CMAS и LMAS

Ред. број	Анализа оцењених и теоријских вредности CMAS и LMAS								
	Тест подручје	Оцењена вредност CMAS	Оцењена вредност $Accuracy_r$ (положајна)	Теоријска вредност CMAS	Разлика	Оцењена вредност LMAS	Оцењена вредност $Accuracy_z$ (висинска)	Теоријска вредност LMAS	Разлика
1	Шира околина Љига (укупно 8 листова ДТК25)	9,1109	10,5084	9,2131	0,1021	2,4560	2,9245	2,4543	-0,0017
2	НЛ 34-11/7-4-1 Рудник	10,7152	12,5100	10,9679	0,2527	2,0458	2,4304	2,0396	-0,0062
3	НЛ 34-11/7-4-3 Горњи Милановац	9,6963	11,0504	9,6883	-0,0080	1,9637	2,3395	1,9634	-0,0003
4	НЛ 34-11/9-2-3 Жагубица	10,0424	11,8262	10,3684	0,3260	2,1018	2,4969	2,0955	-0,0064
5	НЛ 34-11/9-3-4 Ресавица	11,3873	13,1853	11,5600	0,1726	2,3510	2,7931	2,3440	-0,0070
6	НЛ 34-11/9-4-4 Злот	10,4488	12,0350	10,5515	0,1027	2,4519	2,9055	2,4383	-0,0136
7	НК34-2/3-1-2 Забрега	10,3335	12,0225	10,5405	0,2070	2,3259	2,7732	2,3273	0,0014
8	НК34-3/1-1-4 Зајачар	8,1935	9,4388	8,2753	0,0818	1,1095	1,3267	1,1134	0,0039
9	НК34-3/1-3-4 Минићево	9,2866	11,0171	9,6591	0,3725	2,0206	2,4004	2,0145	-0,0061
10	НЛ34-10/3-2-3 Хртковци	9,2210	10,7576	9,4315	0,2105	0,7894	0,9379	0,7871	-0,0024
11	НЛ34-10/3-4-2 Грабовица	8,5049	9,7357	8,5356	0,0307	1,0606	1,2600	1,0574	-0,0032
12	НК34-5/6-2-2 Моштаница	10,6047	12,3518	10,8292	0,2246	2,7849	3,3502	2,8115	0,0266
13	НК34-5/6-2-4 Врање	7,7854	9,3695	8,2145	0,4292	2,4275	2,8896	2,4250	-0,0026



14	НК34-5/6-4-1 Бујановац	10,3043	11,7575	10,3082	0,0039	1,6173	1,6173	1,3572	-0,2600											
15	НК34-5/6-4-3 Биљача	9,1784	10,5102	9,2146	0,0363	1,5785	1,8755	1,5740	-0,0045											
16	НК34-5/9-2-1 Жујинце	9,2529	10,5411	9,2417	-0,0111	1,6544	1,9918	1,6715	0,0171											
17	НК34-6/4-3-2 Дукаг	12,1947	13,9094	12,1948	0,0002	4,8049	5,6571	4,7475	-0,0574											
18	НК34-6/4-1-1 Јелашница	8,4022	9,5929	8,4104	0,0082	1,9950	2,3773	1,9951	0,0001											
19	НК34-6/4-1-3 Бујковац	9,2527	10,6716	9,3562	0,1035	3,1970	3,8084	3,1960	-0,0010											
20	НК34-6/4-3-3 Трговиште	9,3354	10,7612	9,4347	0,0993	2,4654	2,9430	2,4698	0,0044											
21	НК34-2/9-4-3 Бојник	7,4677	8,5050	7,4566	-0,0111	0,6898	0,8301	0,6966	0,0068											
22	НК34-3/8-3-3	7,2761	8,4339	7,3943	0,1182	1,2467	1,4825	1,2441	-0,0026											
23	НК34-5/3-1-4 Медвеђа	9,7506	11,2870	9,8957	0,1451	2,4154	2,8950	2,4295	0,0141											
24	НК34-5/3-2-2 Лесковац	7,6747	8,8280	7,7398	0,0651	0,6791	0,8183	0,6867	0,0076											
25	НК34-6/1-1-1 Власотинце	7,5025	8,6950	7,6232	0,1207	1,2523	1,4923	1,2524	0,0001											
26	НК34-6/1-1-2 Крушевица	8,0688	9,4677	8,3006	0,2318	2,4255	2,8901	2,4254	-0,0001											
27	НК34-6/1-3-1 Предајане	7,9089	9,1782	8,0468	0,1379	2,2381	2,6690	2,2399	0,0017											
28	НК34-6/1-3-2 Црна Трава	7,8570	8,9953	7,8865	0,0295	2,3095	2,7660	2,3213	0,0118											
29	НК34-6/1-3-3 Владичин Хан	11,2513	12,8633	11,2777	0,0264	2,4098	3,1290	2,6259	0,2160											
30	НК34-6/1-3-4 Сурдулица	7,9992	9,3156	8,1673	0,1681	2,6332	2,8483	2,3903	-0,2429											
31	НК34-2/7-1-1 Сјеница исток	8,5403	9,7229	8,5244	-0,0159	1,2258	1,4604	1,2256	-0,0002											
32	НК34-2/7-1-2 Мухово	9,1757	10,4863	9,1936	0,0179	3,0092	3,5871	3,0103	0,0011											
33	НК34-2/7-1-3 Житиће	8,3195	9,4665	8,2996	-0,0199	1,1035	1,3202	1,1079	0,0044											
34	НК34-2/7-1-4 Беле Воде	8,9404	10,3907	9,1098	0,1694	1,8926	2,2567	1,8938	0,0012											
35	НК34-2/7-4-1 Мур	9,3129	10,6284	9,3182	0,0053	2,2662	2,7208	2,2833	0,0171											
36	НК34-2/7-4-2 Нови Пазар	9,6060	11,0123	9,6549	0,0489	2,3388	2,7786	2,3319	-0,0069											
37	НК34-2/7-4-3 Кожиље	8,2149	9,5100	8,3377	0,1229	2,2369	2,6670	2,2382	0,0013											
38	НЛ34-11/4-1-2 Обреновац	6,8717	7,9122	6,9369	0,0651	0,7161	0,8509	0,7140	-0,0020											
39	НЛ34-11/4-2-2 Рипањ	7,1168	8,2133	7,2009	0,0841	0,9442	1,1242	0,9435	-0,0008											
40	НЛ34-7/2-4-3 Пригревица	8,1728	9,4808	8,3121	0,1394	0,7737	0,9193	0,7714	-0,0022											
максимална вредност разлике за СМАС					=	0,4292	максимална вредност разлике за			ЛМАС =	0,2160									
<p>Легенда:</p> <table style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td style="width: 15px; height: 15px; background-color: #f4a460;"></td><td>- година производње 2007</td></tr> <tr><td style="width: 15px; height: 15px; background-color: #a4c6f4;"></td><td>- година производње 2009</td></tr> <tr><td style="width: 15px; height: 15px; background-color: #a4a4c6;"></td><td>- година производње 2012</td></tr> <tr><td style="width: 15px; height: 15px; background-color: #a4d9a4;"></td><td>- година производње 2013</td></tr> <tr><td style="width: 15px; height: 15px; background-color: #d9c6a4;"></td><td>- година производње 2014</td></tr> </table>												- година производње 2007		- година производње 2009		- година производње 2012		- година производње 2013		- година производње 2014
	- година производње 2007																			
	- година производње 2009																			
	- година производње 2012																			
	- година производње 2013																			
	- година производње 2014																			

Максимална вредност одступања израчунатих и теоријских вредности СМАС износи 0,4292 метара, док је максимална вредност одступања израчунатих и теоријских вредности ЛМАС 0,2160 метара. Пошто теоријски однос између  $Assigasy_r$  и СМАС, а такође и вредности  $Assigasy_z$  и ЛМАС важи само уколико положајне грешке имају нормалан распоред, висока сагласност израчунатих и теоријских вредности СМАС и ЛМАС посредна је потврда случајног карактера формираних разлика референтних и на карти мерених координата, односно у њима доминирају случајне грешке.

Осим апсолутне величине показатеља остварене тачности, веома је важно да се анализира њихова хомогеност, односно да се утврди да су разлике у показатељима положајне тачности између појединачних тест подручја значајне. Због тога, извршена је анализа варијанси применом Excel-овог модула ANOVA [Радојчић, 2008].

Сам назив означава анализу варијанси (*ANOVA - Analysis Of Variance*), метод који је 1920. године разрадио британски статистичар Р. А. Фишер и који се понекад, њему у част, означава и као *F* – тест [Радојчић, 2008].

Анализа варијансе (ANOVA) је статистичка метода закључивања заснована на генералним линеарним моделима, која укупан варијабилитет скупа података дели на бар две компоненте (факторску-организовану и резидуалну-случајну). Она служи за поређење аритметичких средина већег броја узорака. Услови за њену примену су нормална или бар симетрична дистрибуција (без великих екстремних вредности), и бар интервална мерна скала.

Другим речима, ANOVA је критеријум који показује да ли су разлике између група случајно веће од разлика унутар група. Значи, анализа варијансе ће се користити када се жели утврдити постоје ли разлике између неколико аритметичких средина и да ли су те разлике статистичке значајне или случајне. Према броју фактора који делују на резултујуће обележје, анализа варијансе може бити:

1. једнофакторска (једносмерна)
2. двофакторска (двосмерна) и
3. вишефакторска.

У односу на саму природу резултујућег обележја, анализа варијансе може бити параметарска и непараметарска.

Нулта хипотеза се дефинише тако да су аритметичке средине свих група једнаке, па на основу тога у случају када су бар две аритметичке средине међусобно статистички значајно разликују (никако да се свака од сваке разликује), прихватамо алтернативну хипотезу.

Формулисање хипотеза:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_i = \dots = \mu_m = \mu,$$

$H_1$ : Аритметичке средине бар два подскупа се меду собом разликују.

Од три анализе које омогућава ANOVA, у овој дисертацији је коришћена најједноставнија, једнофакторска анализа (енг: *Simple Factor*).

Улазни подаци - узорци за које се претпоставља да припадају истој популацији - дају се у колонама *Excel* табеле. У дисертацији, то су вредности круга грешке као

стандарда тачности карте – CMAS и вредности линеарних грешака као стандарда тачности карте – LMAS, појединачних тест подручја. По покретању програма, бира се ниво значајности  $\alpha$  по којем ће се оцењивати критична вредност  $F$ -статистике (овде  $\alpha=0,01$ ). Улазни подаци при анализи варијанси вредности CMAS за појединачна тест подручја дати су у табели 28.

**Табела 28:** Вредности CMAS за појединачна тест подручја

Ред. број	Анализа варијанси вредности Кружне грешке као стандарда тачности карте (CMAS)					
	Тест подручје	Година производње				
		2007	2009	2012	2013	2014
1	Шира околина Љига (укупно 8 листова ДТК25)	9,1109				
2	НЛ 34-11/7-4-1 Рудник	10,7152				
3	НЛ 34-11/7-4-3 Горњи Милановац	9,6963				
4	НЛ 34-11/9-2-3 Жагубица		10,0424			
5	НЛ 34-11/9-3-4 Ресавица		11,3873			
6	НЛ 34-11/9-4-4 Злот		10,4488			
7	НК34-2/3-1-2 Забрега		10,3335			
8	НК34-3/1-1-4 Зајачар		8,1935			
9	НК34-3/1-3-4 Минићево		9,2866			
10	НЛ34-10/3-2-3 Хртковци			9,2210		
11	НЛ34-10/3-4-2 Грабовци			8,5049		
12	НК34-5/6-2-2 Моштаница			10,6047		
13	НК34-5/6-2-4 Врање			7,7854		
14	НК34-5/6-4-1 Бујановац			10,3043		
15	НК34-5/6-4-3 Биљача			9,1784		
16	НК34-5/9-2-1 Жујинце			9,2529		
17	НК34-6/4-3-2 Дукат			12,1947		
18	НК34-6/4-1-1 Јелашница			8,4022		
19	НК34-6/4-1-3 Бујковац			9,2527		
20	НК34-6/4-3-3 Трговиште			9,3354		
21	НК34-2/9-4-3 Бојник				7,4677	
22	НК34-3/8-3-3 Димитровград				7,2761	
23	НК34-5/3-1-4 Медвеђа				9,7506	
24	НК34-5/3-2-2 Лесковац				7,6747	
25	НК34-6/1-1-1 Власотинце				7,5025	
26	НК34-6/1-1-2 Крушевица				8,0688	
27	НК34-6/1-3-1 Предајане				7,9089	
28	НК34-6/1-3-2 Црна Трава				7,8570	
29	НК34-6/1-3-3 Владичин Хан				11,2513	
30	НК34-6/1-3-4 Сурдулица				7,9992	
31	НК34-2/7-1-1 Сјеница исток					8,5403
32	НК34-2/7-1-2 Мухово					9,1757
33	НК34-2/7-1-3 Житниће					8,3195
34	НК34-2/7-1-4 Беле Воде					8,9404
35	НК34-2/7-4-1 Мур					9,3129
36	НК34-2/7-4-2 Нови Пазар					9,6060
37	НК34-2/7-4-3 Кожиље					8,2149
38	НЛ34-11/4-1-2 Обреновац					6,8717
39	НЛ34-11/4-2-2 Рипањ					7,1168
40	НЛ34-7/2-4-3 Пригревица					8,1728

Однос варијансе између група и варијансе унутар група тестира се помоћу  $F$  теста. Ако је израчуната  $F$  вредност  $\geq$  од граничне (табличне)  $F$  вредности, уз одређени

број степени слободе и задати ниво статистичке значајности закључује се да је нађена разлика између група статистички значајна. Број степени слободе за варијансу између група израчунава се тако да се од броја група одузме 1. Број степени слободе за варијансу унутар група се рачуна тако да се од укупног броја узорака у свим групама одузме број група.

Излазни подаци анализе варијанси груписани су у табели која се састоји из два дела (табела 29).

**Табела 29:** Анализа варијанси вредности СМАС

ANOVA: Single Factor

DESCRIPTION	Alpha					0,01			
Groups	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper	
Година производње 2007	3	29,5224	9,8408	0,659105	1,31821	0,641628	3,472741	16,20886	
Година производње 2009	6	59,6921	9,948683	1,199125	5,995624	0,4537	8,119301	11,77807	
Година производње 2012	11	104,0366	9,457873	1,457497	14,57497	0,335079	8,395915	10,51983	
Година производње 2013	10	82,7568	8,27568	1,563305	14,06974	0,351434	7,133577	9,417783	
Година производње 2014	10	84,271	8,4271	0,807619	7,26857	0,351434	7,284997	9,569203	

ANOVA								
Sources	SS	df	MS	F	P value	F crit	RMSSE	Omega Sq
Between Groups	18,35355	4	4,588388	3,715112	0,012704	3,908241	0,709789	0,213534
Within Groups	43,22711	35	1,23506					
Total	61,58066	39	1,578991					

У првом делу (*Description*), дају се основни статистички подаци који се односе на скупове података (групе): број елемената, збир квадрата разлика, средња вредност, варијанса за сваки скуп, стандардна грешка, као и горња, односно доња граница вредности грешке.

Други део (*ANOVA*) даје резултате анализе варијанси. У другој колони (SS) дат је збир квадрата одступања између група (18,3536), унутар група (43,2271) и њихов збир (61,5807). У трећој колони су степени слободе, први број степени слободе између група (тј.  $5-1=4$ ), број степени слободе унутар група (тј.  $40-5=35$ ) и њихов збир. У четвртој колони (MS) се налазе вредности оцене варијансе између узорака (4,588388) и оцене варијансе унутар узорка (1,23506). Њихов однос даје вредност тест статистике  $F=3,715112$  (пета колона), чија се вероватноћа појаве унутар границе (квантила) налази у шестој колони ( $P\ value =0,012704$ ). У седмој колони се налази критична вредност ( $F\ crit=3,908241$ ), док су у осмој колони налази

вредност корена средње квадратне грешке ( $RMSSE=0,709789$ ) између група. У последњој колони је дата вредност ( $\Omega Sq=0,213534$ ) која представља оцену степена припадности популацији.

У првом примеру анализе варијанси вредности СМАС, пошто је  $F$ -статистика мања од одговарајуће критичне вредности (тј.  $F < F_{crit}$ ) и вредност  $P$  value већа од вредности нивоа значајности  $\alpha$  ( $P value > \alpha$ ), закључујемо да нема значајних разлика између појединих скупова података (група), односно, може се тврдити да узорци припадају истој популацији.

На идентичан начин анализирани су варијансе вредности линеарних грешака као стандарда тачности карте (ЛМАС). Улазни подаци при анализи варијанси вредности ЛМАС за појединачна тест подручја дати су у табели 30.

**Табела 30:** Вредности ЛМАС за појединачна тест подручја

Ред. број	Анализа варијанси вредности Линеарне грешке као стандарда тачности карте (ЛМАС) [m]							
	Тест подручје	Година производње					Стандардна девијација терена	Просечна висина терена
		2007	2009	2012	2013	2014		
1	Шира околина Љига (укупно 8 листова ДТК25)	2,4560					171,42	459,91
2	НЛ 34-11/7-4-1 Рудник	2,0458					80,14	414,68
3	НЛ 34-11/7-4-3 Горњи Милановац	1,9637					57,40	408,84
4	НЛ 34-11/9-2-3 Жагубица		2,1018				141,21	442,92
5	НЛ 34-11/9-3-4 Ресавица		2,3510				160,80	541,54
6	НЛ 34-11/9-4-4 Злот		2,4519				230,32	695,21
7	НК34-2/3-1-2 Забрега		2,3259				142,75	548,57
8	НК34-3/1-1-4 Зајачар		1,1095				57,51	195,39
9	НК34-3/1-3-4 Минићево		2,0206				209,50	377,49
10	НЛ34-10/3-2-3 Хртковци			0,7894			1,40	79,16
11	НЛ34-10/3-4-2 Грабовци			1,0606			1,07	78,46
12	НК34-5/6-2-2 Моштаница			2,7849			194,45	817,64
13	НК34-5/6-2-4 Врање			2,4275			178,75	531,94
14	НК34-5/6-4-1 Бујановац			1,6173			73,17	470,23
15	НК34-5/6-4-3 Биљача			1,5785			132,24	559,21
16	НК34-5/9-2-1 Жујинце			1,6544			93,91	521,94
17	НК34-6/4-3-2 Дукат			4,8049			262,02	1300,00
18	НК34-6/4-1-1 Јелашница			1,9950			250,90	599,32
19	НК34-6/4-1-3 Бујковац			3,1970			241,67	810,69
20	НК34-6/4-3-3 Трговиште			2,4654			206,79	908,62
21	НК34-2/9-4-3 Бојник				0,6898		42,65	292,34
22	НК34-3/8-3-3 Димитровград				1,2467		124,30	580,17
23	НК34-5/3-1-4 Медвеђа				2,4154		103,87	529,45
24	НК34-5/3-2-2 Лесковац				0,6791		29,82	255,43
25	НК34-6/1-1-1 Власотинце				1,2523		86,33	298,77
26	НК34-6/1-1-2 Крушевица				2,4255		194,25	546,76
27	НК34-6/1-3-1 Предајане				2,2381		213,58	642,10
28	НК34-6/1-3-2 Црна Трава				2,3095		219,44	1132,27
29	НК34-6/1-3-3 Владичин Хан				2,4098		152,20	525,20

30	НК34-6/1-3-4 Сурдулица				2,6332		305,07	1033,74
31	НК34-2/7-1-1 Сјеница исток					1,2258	96,58	1081,40
32	НК34-2/7-1-2 Мухово					3,0092	189,76	1262,70
33	НК34-2/7-1-3 Житниће					1,1035	85,49	1147,04
34	НК34-2/7-1-4 Беле Воде					1,8926	162,06	1067,11
35	НК34-2/7-4-1 Мур					2,2662	179,43	772,81
36	НК34-2/7-4-2 Нови Пазар					2,3388	186,27	705,49
37	НК34-2/7-4-3 Кожиље					2,2369	139,04	940,48
38	НЛ34-11/4-1-2 Обреновац					0,7161	41,92	117,63
39	НЛ34-11/4-2-2 Рипањ					0,9442	47,02	220,78
40	НЛ34-7/2-4-3 Пригревица					0,7737	1,58	86,39

У табели 30, поред вредности LMAS дате су још две вредности које представљају средњу девијацију дигиталног модела терена тест подручја, као и вредност просечне висине терена наведеног тест подручја. Средња девијација терена показује како се мења терен одређеног тест подручја. Мале вредност средње девијације терена говоре да је терен релативно раван, тј. да нема већих промена у висинама дигиталног модела терена, док њене велике вредности указују да се ради о брдско-планинском подручју, са великим и брзим променама висина наведеног тест подручја. Просечна висина терена представља средњу висину дигиталног модела терена одређеног тест подручја. Ове две вредности нам олакшавају анализу и закључивање о разлогу зашто одређене вредности LMAS су веће од 2,5 метара, тј. одређена тест подручја припадају класи „1“ према класификацији STANAG 2215 стандарду. Највећа вредност LMAS износи 4,8049 метара за тест подручје лист ДТК25 НК34-6/4-3-2 Дукат, док за наведено тест подручје вредност средње девијације терена износи 262,02 и средње висине терена је 1300,00. Можемо закључити да се све вредности LMAS које су веће од 2,5 метара јављају код тест подручја где су велике вредности средње девијације терена и средње висине терена.

Излазни подаци анализе варијанси вредности LMAS груписани су у табели која се састоји из два дела (табела 31).

**Табела 31:** Анализа варијанси вредности LMAS

ANOVA: Single Factor

DESCRIPTION	Alpha					0,01			
	Groups	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper
Година производње 2007	3	6,6771	2,2257	0,148142	0,296284	0,489917	-2,63665	7,088049	
Година производње 2009	6	12,3607	2,060117	0,243144	1,215719	0,346424	0,663287	3,456946	
Година производње 2012	11	24,3749	2,2159	1,259456	12,59456	0,255851	1,405039	3,026761	
Година производње 2013	10	18,2994	1,82994	0,597076	5,373681	0,268339	0,957884	2,701996	
Година производње 2014	10	16,507	1,6507	0,635745	5,721706	0,268339	0,778644	2,522756	

ANOVA								
Sources	SS	df	MS	F	P value	F crit	RMSSE	Omega Sq
Between Groups	2,117265	4	0,529316	0,735105	0,574286	3,908241	0,295814	-0,02721
Within Groups	25,20195	35	0,720056					
Total	27,31922	39	0,700493					

У другом примеру, анализе варијанси вредности LMAS, пошто је  $F$ -статистика мања од одговарајуће критичне вредности (тј.  $F=0,735105 < F_{crit}=3,908241$ ), закључујемо да нема значајних разлика између појединих скупова података (група), односно може се тврдити да узорци припадају истој популацији.

Анализа је показала да се добијени резултати оцене положајне тачности могу сматрати резултатима исте тачности. Анализа варијанси не одговара на питање каква је остварена положајна тачност већ само да ли разлике у резултатима оцене појединачних тест подручја треба сматрати значајним или не, односно да ли су резултати оцене хомогени.

### 5.3.3. Релативна или унутрашњи тачност

Релативна вертикална тачност представља несигурност висинских разлика просторних података тест подручја и одговарајућих тачака прикупљених са референтне подлоге на основу 3Д фотограметријске стерео реституције, а изражава се као линеарна грешке са 90% - тним нивоом поверења.

Релативна хоризонтална тачност представља несигурност разлике положаја просторних података тест подручја и коресподентних тачака прикупљених са референтних подлога на основу ГПС мерења и дигиталног ортофотоа, а изражава се као круг грешке са 90% - тним нивоом поверења.

Оцена релативне вертикалне и хоризонталне тачности реализована је у дисертацији помоћу вредности релативне линеарне тачности између две тачке и вредности релативне положајне тачности између две тачке. Наведене вредности добијају се множењем вредности LMAS и CMAS са  $\sqrt{2}$ . Вредности релативне вертикалне и хоризонталне положајне тачности приказане су у табели 32.

**Табела 32:** Вредности релативне вертикалне и хоризонталне положајне тачности

Ред, број	Релативна вертикална и хоризонтална положајна тачност		
	Тест подручје	Релативна вертикална тачност	Релативна хоризонтална тачност

		између две тачке	између две тачке
1	Шира околина Љига (укупно 8 листова ДТК25)	3,7725	12,8848
2	НЛ 34-11/7-4-1 Мајдан	2,8932	15,1536
3	НЛ 34-11/7-4-3 Горњи Милановац	2,7770	13,7126
4	НЛ 34-11/9-2-3 Жагубица	2,9724	14,2021
5	НЛ 34-11/9-3-4 Ресавица	3,3248	16,1041
6	НЛ 34-11/9-4-4 Злот	3,4675	14,7769
7	НКЗ4-2/3-1-2 Забрега	3,2893	14,6138
8	НКЗ4-3/1-1-4 Зајачар	1,5691	11,5873
9	НКЗ4-3/1-3-4 Минићево	2,8575	13,1332
10	НЛ34-10/3-2-3 Хртковци	1,1164	13,0404
11	НЛ34-10/3-4-2 Грабовци	1,4999	12,0277
12	НКЗ4-5/6-2-2 Моштаница	3,9385	14,9972
13	НКЗ4-5/6-2-4 Врање	3,4330	11,0101
14	НКЗ4-5/6-4-1 Бујановац	2,2872	14,5725
15	НКЗ4-5/6-4-3 Биљача	2,2323	12,9802
16	НКЗ4-5/9-2-1 Жујинце	2,3396	13,0855
17	НКЗ4-6/4-3-2 Дукаг	6,7951	17,2459
18	НКЗ4-6/4-1-1 Јелашница	2,8213	11,8824
19	НКЗ4-6/4-1-3 Бујковац	4,5212	13,0852
20	НКЗ4-6/4-3-3 Трговиште	3,4867	13,2023
21	НКЗ4-2/9-4-3 Бојник	0,9756	10,5610
22	НКЗ4-3/8-3-3 Димитровград	1,7632	10,2900
23	НКЗ4-5/3-1-4 Медвеђа	3,4159	13,7895
24	НКЗ4-5/3-2-2 Лесковац	0,9604	10,8537
25	НКЗ4-6/1-1-1 Власотинце	1,7710	10,6101
26	НКЗ4-6/1-1-2 Крушевица	3,4301	11,4109
27	НКЗ4-6/1-3-1 Предајане	3,1652	11,1849
28	НКЗ4-6/1-3-2 Црна Трава	3,2661	11,1115
29	НКЗ4-6/1-3-3 Владичин Хан	3,4080	15,9117
30	НКЗ4-6/1-3-4 Сурдулица	3,7239	11,3125
31	НКЗ4-2/7-1-1 Сјеница исток	1,7336	12,0778
32	НКЗ4-2/7-1-2 Мухово	4,2557	12,9764
33	НКЗ4-2/7-1-3 Житниће	1,5605	11,7655
34	НКЗ4-2/7-1-4 Беле Воде	2,6765	12,6437
35	НКЗ4-2/7-4-1 Мур	3,2049	13,1705
36	НКЗ4-2/7-4-2 Нови Пазар	3,3075	13,5849
37	НКЗ4-2/7-4-3 Кожиље	3,1635	11,6176
38	НЛ34-11/4-1-2 Обреновац	1,0127	9,7181
39	НЛ34-11/4-2-2 Рипањ	1,3353	10,0646
40	НЛ34-7/2-4-3 Пригревица	1,0942	11,5580

Легенда:

	- година производње 2007
	- година производње 2009
	- година производње 2012
	- година производње 2013
	- година производње 2014

### 5.3.4. Положајна тачност гريدних података

Оцена положајне тачности гريدних података се односи положајну тачност дигиталних модела терена у форми растерског облика или других просторних података у облику растера и није посебно разматрана у дисертацији.

### 5.3.5. Експериментална оцена положајне тачности ДТК50



Оцена положајне тачности дигиталне топографске карте у размери 1:50 000 реализована је према дефинисаној методологији и коришћењем идентичних мера квалитета које су наведене за оцену положајне тачности ДТК25.

При оцени квалитета ДТК50 коришћен је тест пример који је описан у поглављу 5.1.3.

На слици 60, приказани су делови Excel табела са оцењеном положајном тачношћу за тест подручје лист коју покрива један лист ДТК50, номенклатура НК34-6/4-1 Крива Феја.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Е мерено	Н мерено	Н мерено	Е референтно	Н референтно	Н рефер.	dE [m]	dN [m]	dH [m]	dR	
2	587116.263	4724057.049	356.145	587119.942	4724057.049	356.987	-3.68	0.00	-0.84	3.679	
167	592371.615	4724325.602	512.145	592391.849	4724332.959	509.547	-20.23	-7.36	2.60	21.530	
168	588274.255	4723784.817	376.895	588272.415	4723786.656	376.728	1.84	-1.84	0.17	2.601	
171	<b>Стандард NSSDA</b>										
173	Број мерења n =		167	RMSE dE =	8.515	NSSDA (положајна) =	21.435				
174				RMSE dN =	8.992	NSSDA (висинска) =	4.640				
175	Средња вредност dE =		3.007	RMSE dH =	2.367						
176	распон dE од		23.912	RMSE dR =	12.384						
177	до		-25.752								
179	Средња вредност dN =		1.465	<b>Стандард STANAG 2215</b>							
180	распон dN од		29.431	Стандардна девијација по E =	7.991						
181	до		-23.912	Стандардна девијација по N =	8.899						
183	Средња вредност dH =		-0.136	Стандардна девијација по H =	2.370						
184	распон dH од		7.035	SIGMAc =	8.457						
185	до		-9.376	t10% =	1.654						
187	Средња вредност положаја		10.544	CMAS =	18.148						
188	dR =			LMAS =	3.899						
190				Стандардна девијација терена =	409.89						
191				Просечна висина терена =	1055.68						

Слика 60. Приказ оцене положајне тачности за лист НК34-6/4-1 Крива Феја

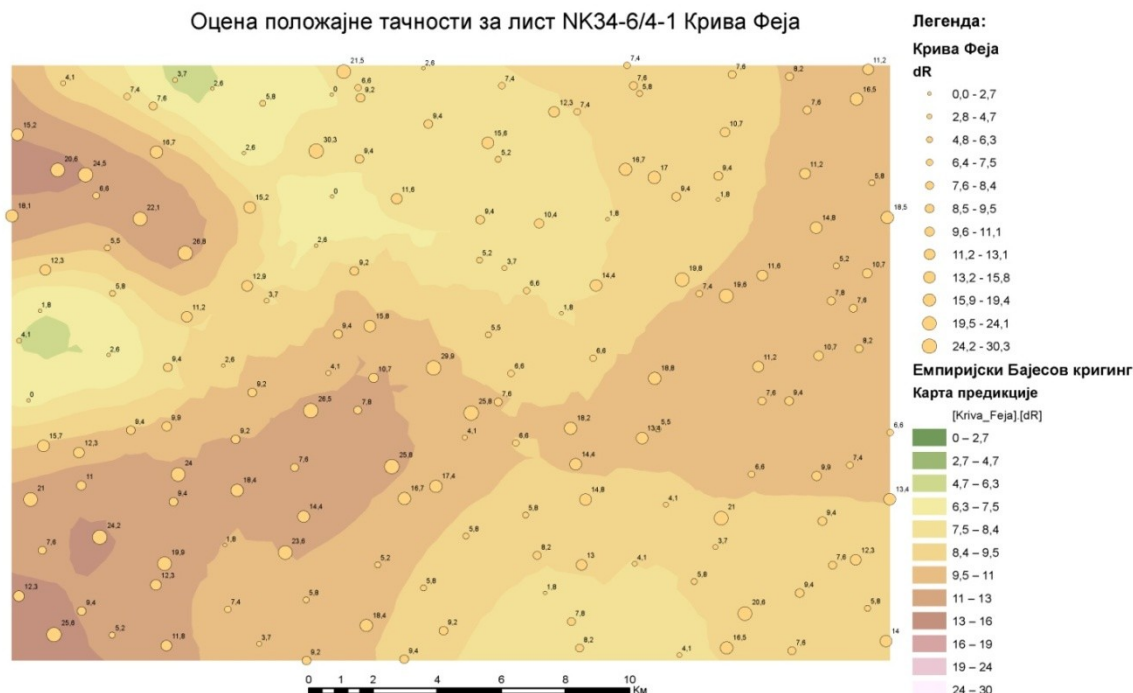
У табели 33, приказан је стандардизован извештај о оствареним резултатима оцене положајне тачности са класификацијом ДТК према STANAG 2215 стандарду за тест подручје лист коју покрива један лист ДТК50, номенклатура НК34-6/4-1 Крива Феја.

**Табела 33:** Оцена положајне тачности на основу стандарда STANAG 2215 за лист ДТК50 НК34-6/4-1 Крива Феја

ДАТУМ	РАЗМЕРА		
<b>УЛАЗНИ ПОДАЦИ</b>	50000		
	Доња граница	MPV	Горња граница
Средња вредност dE =	1,9841	3,0069	4,0297
Средња вредност dN =	0,3259	1,4649	2,6039
Средња вредност dH =	-0,4390	-0,1356	0,1678

Стандардна девијација E =	<b>7,3339</b>	<b>7,9907</b>	<b>8,7892</b>
Стандардна девијација N =	<b>8,1672</b>	<b>8,8986</b>	<b>9,7878</b>
Стандардна девијација H =	<b>2,1755</b>	<b>2,3704</b>	<b>2,6072</b>
Кружна стандардна грешка =	<b>7,762</b>	<b>8,457</b>	<b>9,302</b>
Број планиметријских тачака =	<b>167</b>	Степени слободe =	<b>166</b>
Број висинских тачака =	<b>167</b>	Степени слободe =	<b>166</b>
<b>ТОЛЕРАНЦИЈА СКУПА ПОДАТАКА</b>			
Кружна толеранција:	30,1728		
Толеранција за разлике по E:	25,4619	-22,455	< dE разлике < 28,469
Толеранција за разлике по N:	28,3551	-26,890	< dN разлике < 29,820
Толеранција за разлике по H:	7,5531	-7,689	< dH разлике < 7,417
<b>АНАЛИЗА</b>			
	Доња граница	MPV	Горња граница
<b>ВЕРТИКАЛНА ТАЧНОСТ:</b>			
Непомерена оцена LMAS	3,5786	<b>3,8990</b>	4,2886
Линеарна тачност између две тачке (посредна величина b/Sigma)	5,0608	5,5141	6,0651
Значајност средине разлика по H	НЕ	НЕ	НЕ
Апсолутна LMAS (померен модел 1)	N/A	N/A	N/A
Апсолутна LMAS (померен модел 2)	N/A	N/A	N/A
Одабрана LMAS оцена	3,5786	3,8990	4,2886
Прилагођена LMAS оцена		<b>3,8988</b>	
<b>Класа</b>		<b>0</b>	
<b>ХОРИЗОНТАЛНА ТАЧНОСТ:</b>			
Непомерена оцена CMAS	16,6567	<b>18,1484</b>	19,9619
Положајна тачност између две тачке	23,5561	25,6657	28,2304
Систематски померај		3,3448	
Значајност помераја	ДА	ДА	ДА
(посредна величина d/SigmaC)	0,4309	0,3955	0,3596
Апсолутна померена оцена CMAS	17,4547	18,8872	20,6391
Одабрана CMAS оцена	17,4547	18,8872	20,6391
Прилагођена CMAS оцена		<b>18,8859</b>	
<b>Класа</b>		<b>A</b>	

На слици 61, за наведено тест подручје приказана је карта са моделованим вредностима корена средњег хоризонталног положаја појединачних тест тачака. Метода интерполације коришћена за ово тест подручје је метода Емпиријског Бајесовог кригинга.



Слика 61. Визуални приказ оцене хоризонталне положајне тачности листа ДТК50 НК34-6/4-1 Крива Феја

У табели 34, приказан су резултати оцене апсолутне положајне тачности коришћењем предходно наведених мера квалитета са класификацијом ДТК према STANAG 2215 стандарду за сва тест подручја која су анализирана у експерименталном истраживању.

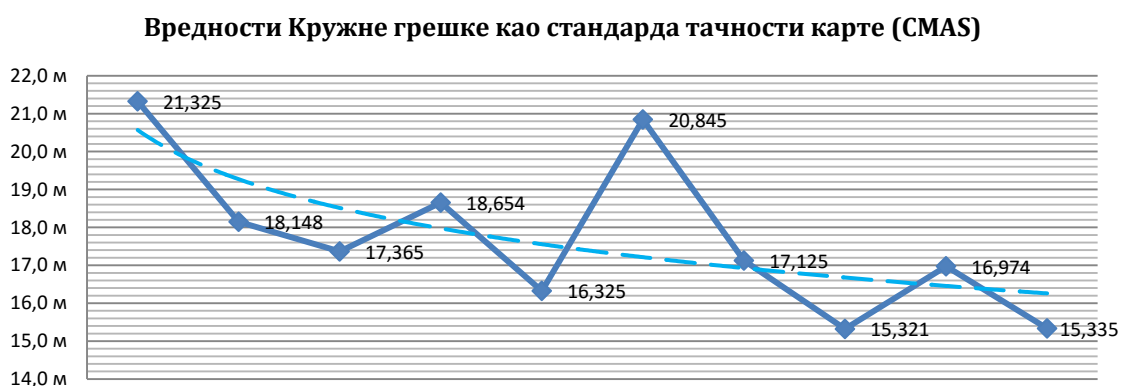
**Табела 34:** Резултати оцене апсолутне положајне тачности ДТК50

Ред, број	Резултати анализе апсолутне положајне тачности ДТК50							
	Тест подручје	стандард NSSDA			стандард STANAG 2215			
		RMSEg	Accuracug	Accuracyz	CMAS	LMAS	класификација према CMAS	класификација према LMAS
1	NL 34-11/7-4 Горњи Милановац	13,875	24,014	5,331	21,325	4,365	A	0
2	NK 34-6/4-1 Крива Феја	12,384	21,435	4,640	18,148	3,899	A	0
3	NK34-5/6-2 Врање	11,188	19,365	4,198	17,365	3,654	A	0
4	NK34-6/1-1 Власотинце	12,421	21,498	4,704	18,654	3,874	A	0
5	NK34-2/7-4 Нови Пазар	10,585	18,321	5,736	16,325	4,637	A	0
6	NL34-11/9-2 Жагубица	13,413	23,216	6,587	20,845	5,625	A	1
7	NK34-3/1-1 Зајачар	11,302	19,562	5,002	17,125	4,214	A	0
8	NL34-10/3-2 Пећинци	9,886	17,111	3,687	15,321	2,874	A	0
9	NK34-3/8-3 Димитровград	11,344	19,634	3,524	16,974	3,121	A	0
10	NK34-5/3-2 Лесковац југ	10,192	17,641	3,423	15,335	2,987	A	0
средња вредност =		11,659	20,180	4,683	17,742	3,925	A	0

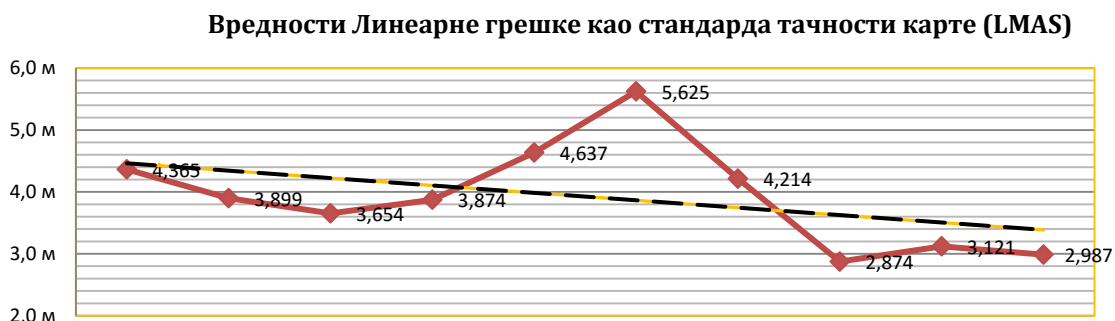
Из табеле 34, може се закључити да свих 10 тест подручја анализираних у експерименталном истраживању хоризонталне положајне тачности ДТК50 имају

вредност круга грешке као стандарда тачности карте мањи од 25 метара ( $CMAS < 25\text{ m}$ ) и према класификацији STANAG 2215 стандарда припадају најбољој „А“ класи карата. Такође, може се закључити да при оцени вертикалне положајне тачности, од 10 анализираних тест подручја, 9 тест подручја имају вредност линеарне грешке као стандарда тачности карте мању од 5 метара ( $LMAS < 5\text{ m}$ ) и да припадају најбољој „0“ класи карата према класификацији стандарда STANAG 2215, док једно тест подручје има вредност LMAS између 5 и 10 метара ( $5\text{ m} < LMAS < 10\text{ m}$ ) и припада класи „1“ према класификацији стандарда STANAG 2215. Из свега приказаног и наведеног може се закључити да анализирани ДТК50 издања ВГИ поседују веома добру геометријску, положајну тачност.

Графички приказ вредности кружне грешке као стандарда тачности карте (CMAS) за ДТК50 може се видети на слици 62, док графички приказ вредности линеарне грешке као стандарда тачности карте (LMAS) за анализирани ДТК50 представљен је на слици 63.



Слика 62. Графички приказ вредности CMAS за ДТК50



Слика 63. Графички приказ вредности LMAS за ДТК50

У ранијим поглављима наведено је да постоји теоријска веза између стандарда NSSDA и STANAG 2215, одосно да се основу вредности Accuracy<sub>r</sub> може израчунати

СМАС и на основу  $Accuracy_z$  може израчунати LMAS. Пошто су у експерименталном истраживању положајне тачности мере  $Accuracy_r$  и СМАС, а такође и вредности  $Accuracy_z$  и LMAS рачунате назависно једна од друге, занимљиво је погледати да ли је и у којој мери наведени однос сачуван. У следећој табели приказане су упоређене израчунате и теоријске вредности СМАС и LMAS при оцини положајне тачности ДТК50, на основу чега се види да су добијени резултати потпуно сагласни теоријским вредностима (табела 35).

**Табела 35:** Резултати оцене апсолутне положајне тачности ДТК50

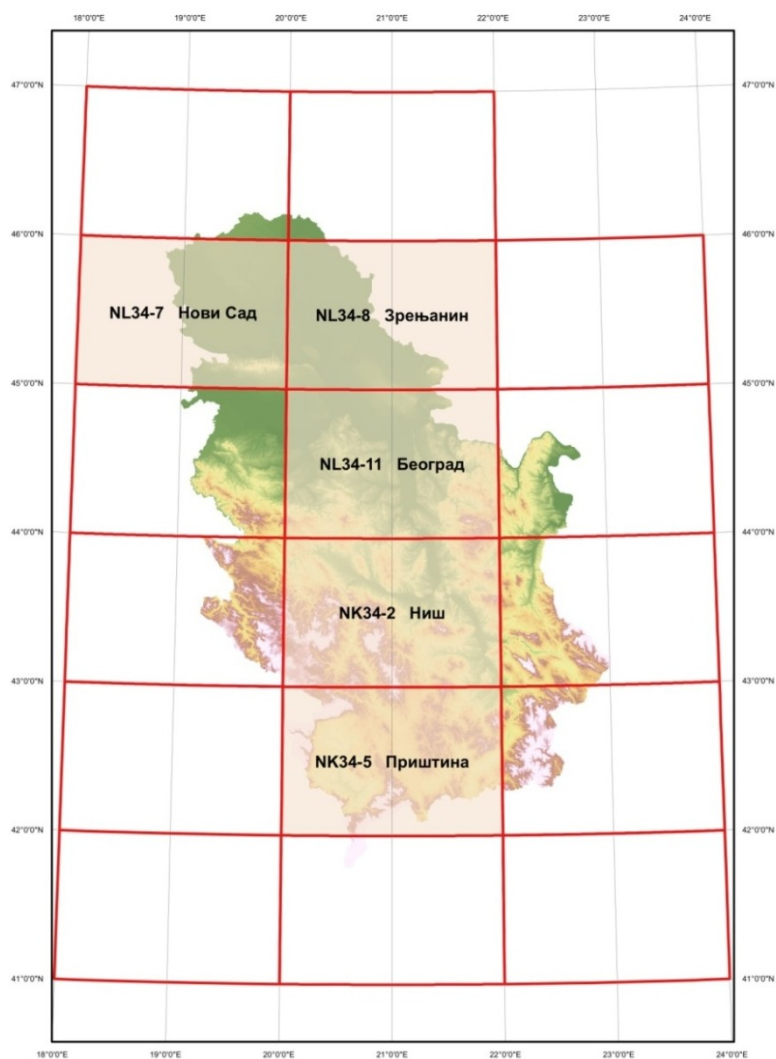
Ред. број	Анализа оцењених и теоријских вредности СМАС и LMAS за ДТК50								
	Тест подручје	Оцењена вредност СМАС	Оцењена вредност NSSDA <sub>r</sub> (положајна)	Теоријска вредност СМАС	Разлика	Оцењена вредност LMAS	Оцењена вредност NSSDA <sub>h</sub> (висинска)	Теоријска вредност LMAS	Разлика
1	NL 34-11/7-4 Горњи Милановац	21,325	24,014	21,054	-0,271	4,365	5,331	4,474	0,109
2	NK 34-6/4-1 Крива Феја	18,148	21,435	18,793	0,645	3,899	4,640	3,894	-0,005
3	NK34-5/6-2 Врање	17,365	19,365	16,978	-0,387	3,654	4,198	3,523	-0,131
4	NK34-6/1-1 Власотинце	18,654	21,498	18,848	0,194	3,874	4,704	3,948	0,074
5	NK34-2/7-4 Нови Пазар	16,325	18,321	16,063	-0,262	4,637	5,736	4,814	0,177
6	NL34-11/9-2 Жагубица	20,845	23,216	20,354	-0,491	5,625	6,587	5,528	-0,097
7	NK34-3/1-1 Зајачар	17,125	19,562	17,151	0,026	4,214	5,002	4,198	-0,016
8	NL34-10/3-2 Пећинци	15,321	17,111	15,002	-0,319	2,874	3,687	3,094	0,220
9	NK34-3/8-3 Димитровград	16,974	19,634	17,214	0,240	3,121	3,524	2,957	-0,164
10	NK34-5/3-2 Лесковац југ	15,335	17,641	15,466	0,131	2,987	3,423	2,873	-0,114
максимална вредност разлике за СМАС =					0,645	максимална вредност разлике за LMAS =			0,220

Максимална вредност одступања израчунатих и теоријских вредности СМАС износи 0,645 метара, док је максимална вредност одступања израчунатих и теоријских вредности LMAS 0,220 метара. Пошто теоријски однос између  $Accuracy_r$  и СМАС, а такође и вредности  $Accuracy_z$  и LMAS важи само уколико положајне грешке имају нормалан распоред, висока сагласност израчунатих и теоријских вредности СМАС и LMAS посредна је потврда случајног карактера формираних разлика референтних и на карти мерених координата, односно у њима доминирају случајне грешке, као при оцини положајне тачности ДТК25.

### 5.3.6. Експериментална оцена положајне тачности ДТК250

Оцена положајне тачности дигиталне топографске карте у размери 1:250 000 реализована је према дефинисаној методологији и коришћењем идентичних мера квалитета које су наведене при оцини положајне тачности ДТК25 и ДТК50.

Оцена положајне тачности ДТК250 рализована је коришћењем тест подручја које је приказано на слици 64, које обухвата укупно 5 листова ДТК250 (НЛ34-7 Нови Сад, НЛ34-8 Зрењанин, НЛ34-11 Београд, НК34-2 Ниш, НК34-5 Приштина). Приказано тест подручје коришћено је при оцени логичке доследности, положајне и временске тачности ДТК250. Оцена потпуности и тематске тачности ДТК250 реализована је коришћењем тест подручје приказаног на слици 32.



Слика 64. Тест пример за оцену положајне тачности ДТК250

Резултати оцене положајне тачности ДТК250 приказани су на следећим сликама и табелама.

На слици 65, приказани су делови Excel табеле са оцењеном положајном тачношћу према дефинисаним мерама квалитета за тест подручје коју покрива један лист ДТК250, номенклатура НК34-2 Ниш.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	E мерено	N мерено	H мерено	E референтно	N референтно	H рефер.	dE [m]	dN [m]	dH [m]	dR			
2	421654.833	4869328.558	492.977	421616.556	4869423.028	494.816	38.28	-94.47	-1.84	101.930		Број мерења =	168
169	431080.823	4866721.182	755.605	431077.558	4866673.286	764.057	3.27	47.90	-8.45	48.007			
170													
171													
172													
173				Број мерења n =	168	RMSE dE =	55.109	NSSDA (положајна) =	139.201				
174				Средња вредност dE =	5.812	RMSE dN =	58.577	NSSDA (висинска) =	22.600				
175				распон dE од	134.983	RMSE dH =	11.531						
176				до	-129.653	RMSE dR =	80.426						
177													
178													
179				Средња вредност dN =	3.626								
180				распон dN од	135.954								
181				до	-175.876								
182													
183				Средња вредност dH =	3.050	Стандардна девијација по E =	54.966						
184				распон dH од	55.362	Стандардна девијација по N =	58.640						
185				до	-29.582	Стандардна девијација по H =	11.153						
186						SIGMAC =	56.832						
187				Средња вредност положаја	71.638	t10% =	1.654						
188				dR =		CMAS =	121.962						
189						LMAS =	18.346						
190						Стандардна девијација терена =	364.42						
191						Просечна висина терена =	519.04						
192													
193													
194													

Слика 65. Приказ оцене положајне тачности за лист НК34-02 Ниш

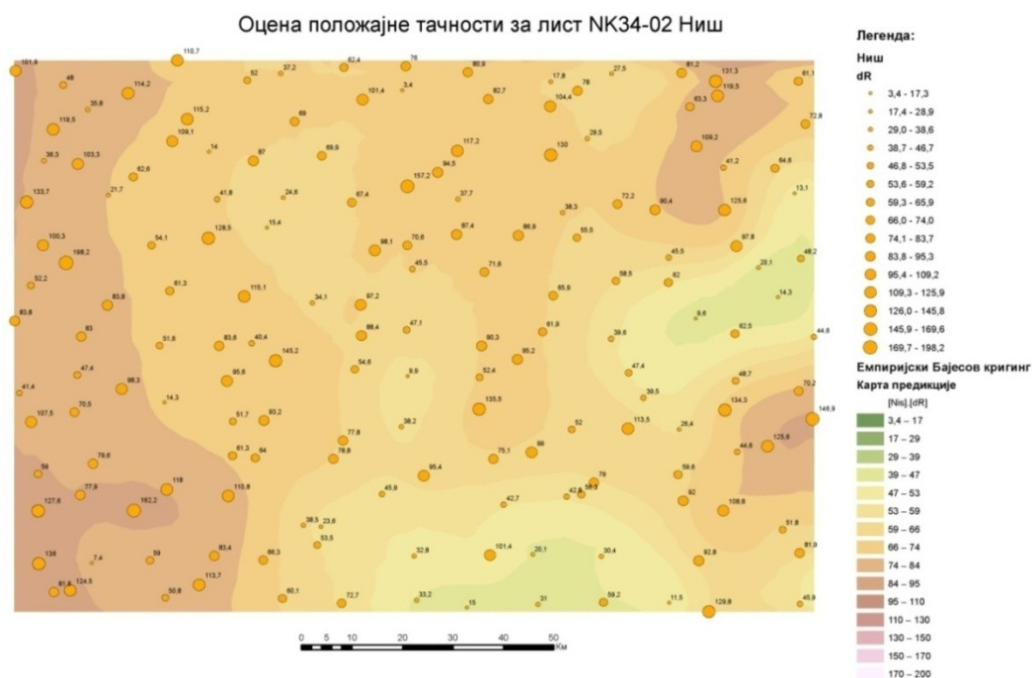
У табели 36, приказан је стандардизован извештај о оствареним резултатима оцене положајне тачности са класификацијом ДТК250 према STANAG 2215 стандарду за тест подручје коју покрива један лист ДТК250, номенклатура НК34-2 Ниш.

Табела 36: Оцена положајне тачности на основу стандарда STANAG 2215 за лист ДТК250 НК34-2 Ниш

ДАТУМ		РАЗМЕРА		250000	
<b>УЛАЗНИ ПОДАЦИ</b>					
	Доња граница	MPV	Горња граница		
Средња вредност dE =	-1,2024	5,8118	12,8260		
Средња вредност dN =	-3,8666	3,6261	11,1188		
Средња вредност dH =	1,6263	3,0496	4,4729		
Стандардна девијација E =	50,4602	54,9658	60,4400		
Стандардна девијација N =	53,9020	58,7148	64,5625		
Стандардна девијација H =	10,2391	11,1533	12,2641		
Кружна стандардна грешка =	52,209	56,871	62,535		
Број планиметријских тачака =	168	Степени слободе =	167		
Број висинских тачака =	168	Степени слободе =	167		
<b>ТОЛЕРАНЦИЈА СКУПА ПОДАТАКА</b>					
Кружна толеранција:	203,0036				
Толеранција за разлике по E:	175,2259	-169,414	< dE разлике <	181,038	
Толеранција за разлике по N:	187,1777	-183,552	< dN разлике <	190,804	
Толеранција за разлике по H:	35,5558	-32,506	< dH разлике <	38,605	
<b>АНАЛИЗА</b>					
	Доња граница	MPV	Горња граница		
<b>ВЕРТИКАЛНА ТАЧНОСТ:</b>					
Непомерена оцена LMAS	16,8423	18,3461	20,1733		
Линеарна тачност између две тачке	23,8186	25,9453	28,5293		
(посредна величина b/Sigma)	0,2978	0,2734	0,2487		

Значајност средине разлика по Н	ДА	ДА	ДА
Апсолутна LMAS (померен модел 1)	17,6032	19,0505	20,8194
Апсолутна LMAS (померен модел 2)	N/A	N/A	N/A
Одабрана LMAS оцена	17,6032	19,0505	20,8194
Прилагођена LMAS оцена		<b>19,0435</b>	
<b>Класа</b>		<b>0</b>	
<b>ХОРИЗОНТАЛНА ТАЧНОСТ:</b>			
Непомерена оцена CMAS	112,0415	<b>122,0456</b>	134,2007
Положајна тачност између две тачке	158,4506	172,5986	189,7884
Систематски померај		6,8502	
Значајност помераја	ДА	НЕ	НЕ
(посредна величина d/SigmaC)	0,1312	0,1205	0,1095
Апсолутна померена оцена CMAS	112,5662	N/A	N/A
Одабрана CMAS оцена	112,5662	122,0456	134,2007
Прилагођена CMAS оцена		<b>122,0006</b>	
<b>Класа</b>		<b>A</b>	

На слици 66, за наведено тест подручје приказана је карта са моделованим вредностима корена средњег хоризонталног положаја појединачних тест тачака. Метода интерполације коришћена за ово тест подручје је метода Емпиријског Бајесовог кригинга.



Слика 66. Визуални приказ оцене хоризонталне положајне тачности листа ДТК250 НК34-2 Ниш

У табели 37, приказан су резултати оцене апсолутне положајне тачности коришћењем предходно наведених мера квалитета са класификацијом ДТК према STANAG 2215 стандарду за сва тест подручја која су анализирана у експерименталном истраживању.



**Табела 37:** Резултати оцене апсолутне положајне тачности ДТК250

Ред, број	Резултати анализе апсолутне положајне тачности ДТК250							
	Тест подручје	RMSEr	стандард NSSDA		стандард STANAG 2215			
			Accuracyx	Accuracyz	CMAS	LMAS	класификација према CMAS	класификација према LMAS
1	NK34-02 Ниш	80,426	138,201	22,600	121,962	18,346	A	0
2	NK34-05 Приштина	79,920	138,325	25,984	120,325	21,325	A	0
3	NL 34-07 Нови Сад	57,126	98,874	19,415	85,325	15,632	A	0
4	NL34-08 Зрењанин	76,643	110,541	21,398	96,325	17,325	A	0
5	NL34-11 Београд	69,979	132,654	18,325	117,325	16,357	A	0
средња вредност =		72,819	123,719	21,544	108,252	17,797		

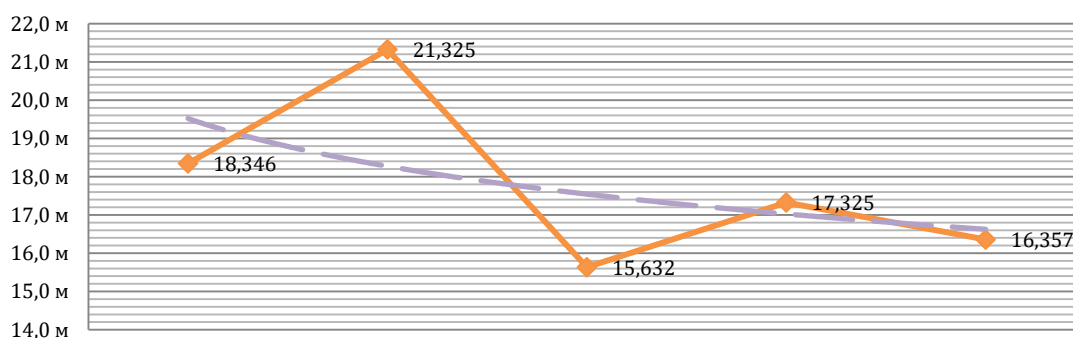
Из табеле 37, може се закључити да свих 5 тест подручја анализираних у експерименталном истраживању хоризонталне положајне тачности ДТК250 имају вредност круга грешке као стандарда тачности карте мањи од 125 метара (CMAS < 125 m) и према класификацији STANAG 2215 стандарда припадају најбољој „А“ класи карата. Такође, може се закључити да при оцини вертикалне положајне тачности, свих 5 анализираних тест подручја имају вредност линеарне грешке као стандарда тачности карте мању од 25 метара (LMAS < 25 m) и да припадају најбољој „0“ класи карата према класификацији стандарда STANAG 2215. Из свега приказаног и наведеног може се закључити да анализиране ДТК250 издања ВГИ поседују веома добру геометријску, положајну тачност.

Графички приказ вредности кружне грешке као стандарда тачности карте (CMAS) за ДТК250 може се видети на слици 67, док графички приказ вредности линеарне грешке као стандарда тачности карте (LMAS) за анализиране ДТК50 представљен је на слици 68.



Слика 67. Графички приказ вредности CMAS за ДТК250

**Вредности Линеарне грешке као стандарда тачности карте (LMAS)**



Слика 68. Графички приказ вредности LMAS за ДТК250

Као и при оцени положајне тачности ДТК25 и ДТК50, у експерименталном истраживању положајне тачности ДТК250 мере  $Accuracy_r$  и CMAS, а такође и вредности  $Accuracy_z$  и LMAS рачунате су независно једна од друге, и занимљиво је погледати да ли је и у којој мери наведени однос сачуван за наведену размеру топографских карата. У следећој табели приказане су упоређене израчунате и теоријске вредности CMAS и LMAS при оцени положајне тачности ДТК250, на основу чега се види да су добијени резултати потпуно сагласни теоријским вредностима (табела 38).

**Табела 38:** Резултати оцене апсолутне положајне тачности ДТК50

Ред. број	Тест подручје	Анализа оцењених и теоријских вредности CMAS и LMAS							
		Оцењена вредност CMAS	Оцењена вредност NSSDA <sub>r</sub> (положајна)	Теоријска вредност CMAS	Разлика	Оцењена вредност LMAS	Оцењена вредност NSSDA <sub>h</sub> (висинска)	Теоријска вредност LMAS	Разлика
1	НКЗ4-02 Ниш	121,9620	138,2010	121,1652	-0,7968	18,3460	22,6000	18,9661	0,6201
2	НКЗ4-05 Приштина	120,3250	138,3250	96,9148	0,5898	21,3250	25,9840	17,9574	0,6324
3	NL 34-07 Нови Сад	85,3250	98,8740	86,6860	1,3610	15,6320	19,4150	16,2932	0,6612
4	NL34-08 Зрењанин	96,3250	110,5410	96,9148	0,5898	17,3250	21,3980	17,9574	0,6324
5	NL34-11 Београд	117,3250	132,6540	116,3019	-1,0231	16,3570	18,3250	15,3785	-0,9785
максимална вредност разлике за CMAS =				1,3610	максимална вредност разлике за LMAS =				-0,9785

Максимална вредност одступања израчунатих и теоријских вредности CMAS износи 1,361 метара, док је максимална вредност одступања израчунатих и теоријских вредности LMAS -0,978 метара. Пошто теоријски однос између  $Accuracy_r$  и CMAS, а такође и вредности  $Accuracy_z$  и LMAS важи само уколико положајне грешке имају нормалан распоред, висока сагласност израчунатих и теоријских вредности CMAS и LMAS посредна је потврда случајног карактера формираних разлика референтних и на карти мерених координата, односно у

њима доминирају случајне грешке, као при оцини положајне тачности ДТК25 и ДТК50.

#### **5.4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ОЦЕНА ТЕМАТСКЕ ТАЧНОСТИ ДТК25**

Тематска (атрибутска, семантичка) тачност представља степен усаглашености квантитативних атрибута и коректност неквантитативних атрибута, класификације објеката и њихових релација. Поделементи тематске тачности су [Goodchild, 1995]:

- коректност класификације – поређење класа додељених објектима или њихових атрибутима са облашћу од значаја
- коректност описних атрибута
- тачност квантитативних вредности атрибута

Тематска тачност односи се на квалитет описа просторних података у складу с изабраним моделом. У апстракцији стварности она се односи на прикладност значења неког објекта, а не на геометријски приказ.

Сврха тематске тачности је описивање атрибутског размака између објеката и опажане стварности. Оцена тематске тачности често се повезује са осталим елементима квалитета просторних података, због тога што садржи потпуност, доследност, актуелност и тачност атрибута. Потпуност атрибута описује да ли постоји вишак или недостатак атрибута просторних података. Доследност укључује статичку и динамичку доследност. Статичка доследност је резултат вредновања тематских услова на просторне податке, док је динамичка резултат поступка вредновања. Актуелност описује семантичку тачност у датом временском тренутку. Тачност атрибута исказује вероватноћу исправног додељивања вредности.

Процес одређивања тематске тачности је понекад сличан потпуности ако се сматра да се разлика у концептуалном моделовању трансформише у атрибут класе или обрнуто. Слично томе, положајна тачност постаје својеврсни елемент семантичке тачности када третирамо локацију објеката као специфичан атрибут ентитета.

Атрибути представљају информације о одређеном месту или објекту на површини Земље. Информације могу бити резултат одређеног мерног поступка (нпр. ширина пута), резултат директног људског посматрања (као што су ознаке путева или имена језера) или резултат историјског или политичког пописа (имена насељених места, број становника). Уопште узевши, сваки атрибут садржи одређен степен несигурности.

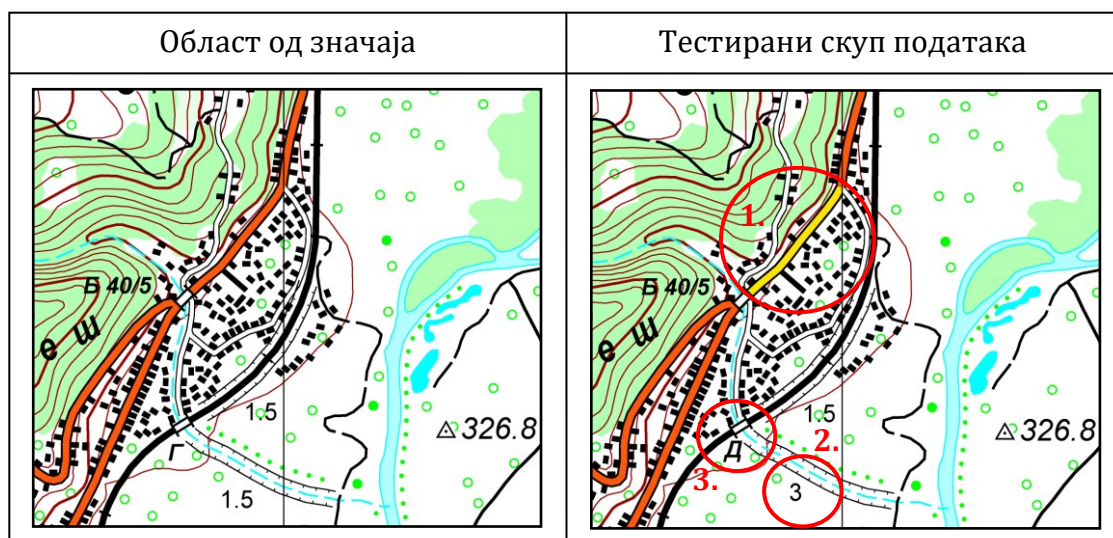
За квантификовање тематске тачности користимо [Servigne, Lesage & Libourel, 2006]:

- номиналне скале (користе се за класификацију одређене карактеристике, која и ако је често бројива, не представља нумеричку вредност), као што су стамбене, комерцијалне и индустријске зоне.
- редне скале (за класификацију и сортирање), као на примеру путева: регионални, магистрални или локални.
- интервалске скале (користе се за вредности чије измерене разлике имају смисла, као на пример температуре изражене у степенима Целзијуса - разлика у температури је иста између 10 и 20 °C, као што је између 20 и 30 °C, али 40 °C није двострука вредност од 20 °C).
- односне скале (користе се за вредности чији коефицијенти између мерења имају смисла, као што је случај са температурама у Келвинима за које важи да је  $200\text{ K} = 2 \times 100\text{ K}$ , јер се скала заснива на апсолутној нули).

Помоћу прве две скале можемо дефинисати квалитативне и квантитативне атрибуте, док помоћу друге две могу се само дефинисати квантитативне вредности атрибута.

На слици 69, приказана су три примера грешака при оциени тематске тачности. Под бројем 1. приказана је грешка при оциени коректности класификације путне инфраструктуре, где је пут класификован као макадамски пут, док је у референтним подацима области од значаја пут класификован као пут са осаврењеним коловозом (асфалтни пут). Под тачком 2. приказана је грешка коректности описних атрибута где је ознака моста на железничкој прузи, која говори о материјалу од којег је изграђен мост, погрешно дата код тестираног скупа података. На референтним подацима области од значаја приказан је гвоздени ( $\Gamma$ ) мост, док је на просторним подацима тестираног скупа података мост

приказан као дрвени (Д). Оцена тачности квантитативних вредности атрибута приказана је под тачком 3, где можемо видети да дубина обостраног усека на повременом току тестираног скупа података није 3 метра, већ 1,5 метра, као што је приказано на референтним подацима.



Слика 69. Пример тематске нетачности

#### 5.4.1. Коректност класификације

Коректност класификације представља могућност поређења класа додељених објектима или њиховим атрибутима са облашћу од значаја. Додељивање објеката одређеној класи може бити тачно или нетачно. У зависности од класификованих објеката, могу се користити неколико различитих мера квалитета података од којих су најзначајнији:

- број погрешно класификованих објеката,
- степен погрешно класификованих објеката
- матрица погрешне класификације и
- капа коефицијент

#### 5.4.2. Коректност описних атрибута

Подеlement квалитета коректност описних атрибута се најчешће представља помоћу броја тачних или нетачних вредности атрибута објеката и њихових релација, као и помоћу степена тачних или нетачних вредности атрибута, који се

добија као однос броја тачних или нетачних вредности атрибута и укупног броја анализираних атрибута објеката.

Мера квалитета која је коришћена у експерименталом истраживању дисертације је број нетачних вредности атрибута објекта, као и њихових релација (анотација).

#### **5.4.3. Тачност квантитативних вредности атрибута**

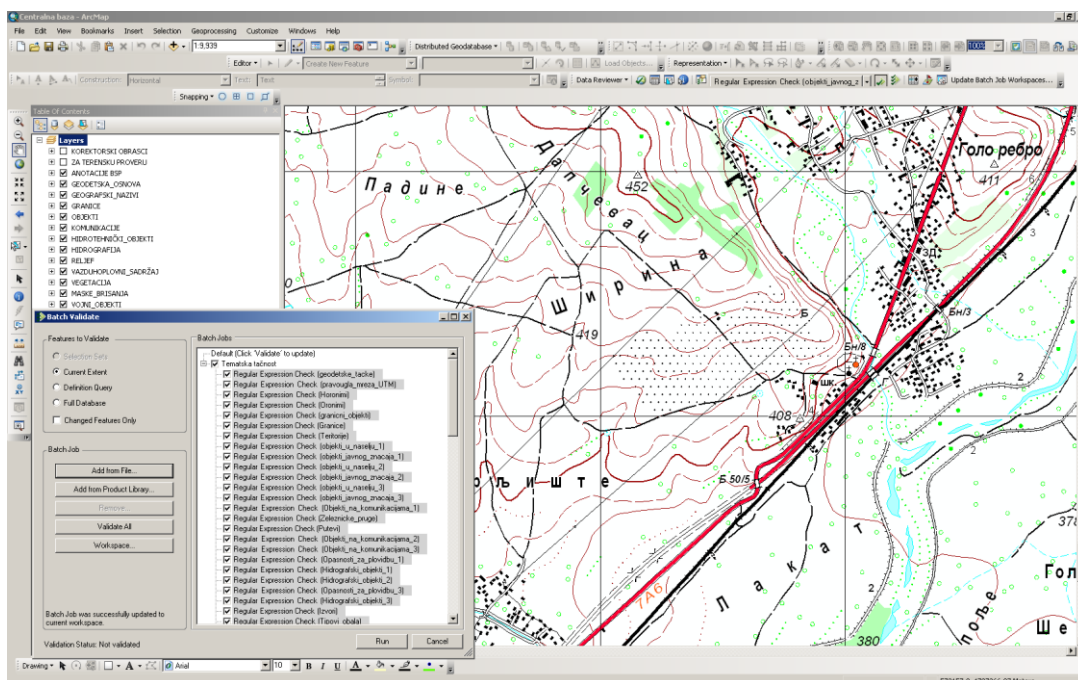
Тачност квантитативних вредности атрибута представља несигурност вредности атрибута и изражава се као линеарна грешке са 90 и 95 %-тним нивоом поверења.

Мера квалитета која је коришћена при оцени тачности квантитативних вредност атрибута је несигурност вредности атрибута са 95% нивоом значајности. Она представља половину дужине интервала дефинисаног горњом и доњом границом, у којем се права вредност квантитативног атрибута налази са вероватноћом 95%.

Сви тематски слојеви који су садржај Централне ГБП и који репрезунтује ДТК25, ДТК50 и ДТК250 садрже одређен број квантитативних вредности атрибута. Најчешћи заједнички квантитативни атрибут који је заступљен у скоро свим тематским слојевима Централне ГБП је шифра објекта, која је намењена за тематско класификовање објеката у оквиру тематских целина и тематских слојева Централне ГБП. Наведен атрибут је коришћен за оцену тачности квантитативних вредности атрибута и изражен је помоћу мере квалитета несигурност вредности атрибута са 95% нивоом значајности. Вредност атрибута шифра објекта директно је повезана са типом тематског слоја, тако да мера квалитета број погрешно класификованих објеката директно утиче на погрешне вредности атрибута шифра објекта.

Трећи корак према предложеној методологији оцене квалитета дигиталних топографских карата представља идентификација процедуре оцене квалитета. Као процедура оцене квалитета података за тематску тачност анализирана је целокупна Централна ГБП у тренутку тестирања, односно број предвиђених атрибута, њихова тачност, као и коректност класификације објеката. При оцени елемента квалитета тематска тачност коришћена је унутрашња, директна и потпуна метода оцене квалитета, помоћу алата *Regular Expression Checks*, екстензије *DataReviewer* софтверског пакета ArcGis (слика 69). Овај алат је

намењен за проверавање исправности атрибута просторних објеката, као и њихових релација (веза).



Слика 70. Оцена тематске тачности помоћу ArcGis Data Reviewer-а

Резултати оцене елемента квалитета тематске тачности, помоћу дефинисаних мера квалитета представљају четврти корак према предложеној методологији оцене квалитета ДТК.

Приказани резултати оцене квалитета за елемент квалитета тематска тачност, дати су у табели 39, и представљају пример квантитативног резултата оцене квалитета.

Табела 39: Резултати оцене квалитета за елемент квалитета тематска тачност

Објектна класа	Укупан број објеката у подручју од интереса	Мере квалитета података [тип вредности]			
		Коректност класификације		Коректност описних резултата	Тачност квантитативних вредности атрибута
		Број погрешно класификованих објеката [цео број]	Степен погрешно класификованих објеката [%]	Број нетачних вредности атрибута [цео број]	Несигурност вредности атрибута са 95% нивоом значајности
<b>ГЕОДЕТСКА ОСНОВА</b>					
Геодетске тачке	12467	12	0,10%	4	1
Правоугла мрежа	2860	0	0,00%	0	0
<b>ГЕОГРАФСКИ НАЗИВИ</b>					
Ороними анотације	5602	32	0,57%	21	2
Хороними анотације	2892	45	1,56%	12	2
Топоними анотације	3893	14	0,36%	9	1
Хидроними анотације	13271	85	0,64%	14	2

Поглавље 5 – Експериментална оцена квалитета ДТК према предложеној методологији

Анотације БСП	90627	145	0,16%	37	3
ГРАНИЦЕ					
Границе	23	0	0,00%	0	0
Гранични објекти	161	1	0,62%	1	0
Територије	1	0	0,00%	0	0
ХИДРОГРАФИЈА					
Извори	11512	2	0,02%	21	0
Мочварно тло	198	7	3,54%	0	0
Острва и спрудови	220	1	0,45%	0	0
Приобално дно	18	2	11,11%	0	0
Текуће воде 2	78596	45	0,06%	23	2
Текуће воде 3	220	6	2,73%	1	0
Стајаће воде 2	2	0	0,00%	0	0
Стајаће воде 3	835	13	1,56%	3	1
Типови обала	5	0	0,00%	0	0
ХИДРОТЕХНИЧКИ ОБЈЕКТИ					
Хидрографски објекти 1	10671	36	0,34%	17	2
Хидрографски објекти 2	359	12	3,34%	1	1
Хидрографски објекти 3	70	2	2,86%	0	0
Опасност за пловидбу 1	1	0	0,00%	0	0
Опасност за пловидбу 3	1	0	0,00%	0	0
КОМУНИКАЦИЈЕ					
Објекти на комуникацијама 1	4188	12	0,29%	65	1
Објекти на комуникацијама 2	511	16	3,13%	4	1
Објекти на комуникацијама 3	97	2	2,06%	0	0
Путеви	259480	215	0,08%	128	4
Железничке пруге	1296	11	0,85%	22	1
НАСЕЉА					
Насеља 3	0	0	0,00%	0	0
ОБЈЕКТИ					
Објекти јавног значаја 1	7565	57	0,75%	32	2
Објекти јавног значаја 2	4858	4	0,08%	4	0
Објекти јавног значаја 3	2063	3	0,15%	1	0
Објекти у насељу 1	635343	50	0,01%	27	2
Објекти у насељу 2	24218	6	0,02%	8	0
Објекти у насељу 3	672	1	0,15%	2	0
РЕЉЕФ					
Детаљи у рељефу 1	102	0	0,00%	1	0
Детаљи у рељефу 2	231	2	0,87%	1	0
Детаљи у рељефу 3	19	0	0,00%	0	0
Рељефни облици 1	1	0	0,00%	0	0
Рељефни облици 2	86638	35	0,04%	78	2
Рељефни облици 3	6	0	0,00%	1	0
ВАЗДУХОПЛОВНИ САДРЖАЈ					
Објекти ваздушног саобраћаја 1	12	0	0,00%	0	0
Објекти ваздушног саобраћаја 3	1	0	0,00%	0	0
ВЕГЕТАЦИЈА					
Вегетација 1	216673	365	0,17%	12	5
Вегетација 2	44135	12	0,03%	0	1
Вегетација 3	32000	125	0,39%	2	3
МАСКЕ БРИСАЊА					
Маска брисања пруге	7	0	0,00%	0	0
Маска брисања путева	651	1	0,15%	0	0
Маска брисања стајаће воде 2	1	0	0,00%	0	0
Маска брисања текуће воде 2	4801	3	0,06%	1	0
ВОЈНИ ОБЈЕКТИ					
Војни објекти 1	1	0	0,00%	0	0
Војни објекти 3	39	0	0,00%	0	0
<b>Σ</b>	<b>1560114</b>	<b>1380</b>		<b>553</b>	<b>39</b>



У табели 39 нису приказане све мере квалитета које су коришћене за оцену тематске тачности. Једна од њих је матрица погрешне класификације. Матрица погрешне класификације (енг. *Misclassification Matrix – MCM*) је квадратна матрица са  $n$  колона и  $n$  редова, где  $n$  означава број класа које се разматрају.

$$MCM(i, j) = [\# \text{ објекти класе } (i) \text{ класификовани као класа } (j)]$$

Њени дијагонални елементи садрже погрешно класификоване објекте у оквиру једне теме, док недијагонални елементи садрже број грешака погрешне класификације, где су просторни објекти погрешно класификовани у друге тематске слојеве.

Такође, матрица погрешне класификације просторних објеката представља један од квантитативних резултата оцене квалитета тематске тачности ДТК. Она је приказана у табели 40.

**Табела 40:** Део матрице погрешне класификације просторних објеката

Област од значаја	Скуп просторних података																								
	Геодетске тачке	Ороними анотације	Хороними анотације	Топоними анотације	Хидроними анотације	Анотације БСП	Мочварно тло	Текуће воде 2	Текуће воде 3	Стајаће воде 2	Хидрографски објекти 1	Хидрографски објекти 2	Објекти на комуникацијама 1	Објекти на комуникацијама 2	Путеви	Железничке пруге	Објекти јавног значаја 1	Објекти јавног значаја 2	Објекти у насељу 1	Објекти у насељу 2	Рељефни облици 2	Вегетација 1	Вегетација 2	Вегетација 3	Сума
Геодетске тачке	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
Ороними анотације	0	32	2	7	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53
Хороними анотације	0	2	45	3	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56
Топоними анотације	0	1	0	14	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
Хидроними анотације	0	0	0	0	85	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87
Анотације БСП	0	2	5	2	0	145	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	154
Мочварно тло	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Текуће воде 2	0	0	0	0	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45
Текуће воде 3	0	0	0	0	0	0	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Стајаће воде 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
Хидрографски објекти 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
Хидрографски објекти 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
Објекти на комуникацијама 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
Објекти на комуникацијама 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
Путеви	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	214	0	0	0	0	0	0	0	0	0	216
Железничке пруге	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	11
Објекти јавног значаја 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	0	33	0	0	0	0	0	90

Објекти јавног значаја 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4
Објекти у насељу 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	17
Објекти у насељу 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	6
Рељефни облици 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	0	35	
Веgetација 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	365	0	0	365	
Веgetација 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	12	
Веgetација 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125	125	
Сума	12	37	52	26	85	167	4	45	6	36	36	12	12	16	214	11	57	4	50	6	35	365	12	125	1425	

На основу матрице погрешне класификације рачуна се коефицијент капа статистике који је добар показатељ избора уједначености методе класификације, узимајући у обзир њихову случајност.

Капа коефицијент (κ) представља коефицијент који изражава степен сагласности додељених класа уклањањем погрешне класификације и рачуна се на основу формуле:

$$\kappa = \frac{N \cdot \sum_{i=1}^r MCM(i, j) - \sum_{i=1}^r (\sum_{j=1}^r MCM(i, j) \cdot \sum_{j=1}^r MCM(j, i))}{N^2 \cdot \sum_{i=1}^r (\sum_{j=1}^r MCM(i, j) \cdot \sum_{j=1}^r MCM(j, i))}$$

Висока вредност капа коефицијента (κ = 0,9466) говори да је метода класификације добра и веома ефикасна.

На дијаграму (слика 71) дат је графички приказ укупног броја погрешно класификованих атрибута објеката. Највећи број погрешно класификованих атрибута објеката садрже тематски слојеви који имају велики број елемената (Веgetација 1 - 365 и Путеви - 215), што је било и очекивано.



Слика 71. Дијаграм броја погрешно класификованих објеката

На дијаграму (слика 72) представљен је графички приказ укупног броја нетачних вредности атрибута објеката. Највећи број нетачних вредности атрибута објеката у односу на референтне атрибуте појављује се код тематских слојева који садрже велики број бројчано-словних података и тематским слојевима који имају велики број елемената (Путеви - 128, Објекти на комуникацијама 1 - 65 и Релефни облици 2 - 78).



Слика 72. Дијаграм броја нетачних вредности атрибута

#### 5.4.4. Експериментална оцена тематске тачности ДТК50

Оцена тематске тачности дигиталне топографске карте у размери 1:50 000 реализована је према дефинисаној методологији и коришћењем идентичних мера квалитета које су наведене при оцени тематске тачности ДТК25, што представља други корак у дефинисаној методологији.

Трећи корак према предложеној методологији оцене квалитета ДТК представља идентификација процедуре оцене квалитета. Као процедура оцене квалитета података за тематску тачност анализиран је тест пример Централне ГБП који репрезентује ДТК50 (слика 32), односно број предвиђених атрибута, њихова тачност, као и коректност класификације објеката. При оцени елемента квалитета тематска тачност коришћена је унутрашња, директна и потпуна метода оцене квалитета, помоћу алата *Regular Expression Checks*, екстензије *DataReviewer* софтверског пакета ArcGis.

Резултати оцене елемента квалитета тематске тачности, помоћу дефинисаних мера квалитета представљају четврти корак према предложеној методологији оцене квалитета ДТК.

Приказани резултати оцене квалитета за елемент квалитета тематска тачност, дати су у табели 41, и представљају пример квантитативног резултата оцене квалитета.

**Табела 41:** Резултати оцене тематске тачности ДТК50

Објектна класа	Укупан број објеката у подручју од интереса	Мере квалитета података [тип вредности]		
		Коректност класификације		Коректност описних резултата
		Број погрешно класификованих објеката [цео број]	Степен погрешно класификованих објеката [%]	Број нетачних вредности атрибута [цео број]
<b>ГЕОДЕТСКА ОСНОВА</b>				
Геодетске тачке	5060	2	0,04%	8
Правоугла мрежа	95	0	0,00%	0
<b>ГЕОГРАФСКИ НАЗИВИ</b>				
Ороними анотације	1190	4	0,34%	8
Хороними анотације	200	2	1,00%	3
Топоними анотације	1770	14	0,79%	13
Хидроними анотације	7050	16	0,23%	23
Анотације БСП	23304	37	0,16%	31
<b>ГРАНИЦЕ</b>				
Границе	0	0	0,00%	0
Гранични објекти	0	0	0,00%	0

Територије	1	0	0,00%	0
<b>ХИДРОГРАФИЈА</b>				
Извори	3257	3	0,09%	6
Мочварно тло	17	0	0,00%	0
Острва и спрудови	4	0	0,00%	0
Приобално дно	1	0	0,00%	0
Текуће воде 2	15324	28	0,18%	16
Текуће воде 3	18	0	0,00%	1
Стајаће воде 2	1	0	0,00%	0
Стајаће воде 3	15	1	6,67%	3
Типови обала	3	0	0,00%	0
<b>ХИДРОТЕХНИЧКИ ОБЈЕКТИ</b>				
Хидрографски објекти 1	2784	12	0,43%	0
Хидрографски објекти 2	14	1	7,14%	1
Хидрографски објекти 3	1	0	0,00%	0
Опасност за пловидбу 1	0	0	0,00%	0
Опасност за пловидбу 3	0	0	0,00%	0
<b>КОМУНИКАЦИЈЕ</b>				
Објекти на комуникацијама 1	1547	7	0,45%	6
Објекти на комуникацијама 2	246	4	1,63%	2
Објекти на комуникацијама 3	24	0	0,00%	0
Путеви	68987	67	0,10%	39
Железничке пруге	411	2	0,49%	7
<b>НАСЕЉА</b>				
Насеља 3	359	1	0,00%	0
<b>ОБЈЕКТИ</b>				
Објекти јавног значаја 1	5468	18	0,33%	6
Објекти јавног значаја 2	1059	13	1,23%	5
Објекти јавног значаја 3	206	0	0,00%	0
Објекти у насељу 1	45977	38	0,08%	18
Објекти у насељу 2	197	5	2,54%	4
Објекти у насељу 3	38	0	0,00%	0
<b>РЕЉЕФ</b>				
Детаљи у рељефу 1	41	2	4,88%	1
Детаљи у рељефу 2	192	1	0,52%	0
Детаљи у рељефу 3	1	0	0,00%	0
Рељефни облици 1	804	2	0,25%	4
Рељефни облици 2	40654	31	0,08%	33
Рељефни облици 3	42	0	0,00%	0
<b>ВАЗДУХОПЛОВНИ САДРЖАЈ</b>				
Објекти ваздушног саобраћаја 1	3	0	0,00%	0
Објекти ваздушног саобраћаја 3	2	0	0,00%	0
<b>ВЕГЕТАЦИЈА</b>				
Вегетација 1	136598	74	0,05%	36
Вегетација 2	26874	23	0,09%	0
Вегетација 3	11397	12	0,11%	7
<b>МАСКЕ БРИСАЊА</b>				
Маска брисања пруге	58	0	0,00%	0
Маска брисања путева	2541	15	0,59%	2
Маска брисања стајаће воде 2	1	0	0,00%	0
Маска брисања текуће воде 2	1624	2	0,12%	1
<b>ВОЈНИ ОБЈЕКТИ</b>				
Војни објекти 1	1	0	0,00%	0
Војни објекти 3	25	0	0,00%	0
Σ	405486	437	0,11%	284

На дијаграму (слика 73) дат је графички приказ укупног броја погрешно класификованих атрибута објеката ДТК50. Укупно је анализирано 405486 објеката, док је 437 погрешно класификованих објеката, што чини 0,11%. Највећи број погрешно класификованих атрибута објеката садрже тематски слојеви Вегетација 1 (74) и Пuteви (67).



Слика 73. Дијаграм броја погрешно класификованих објеката ДТК50

Дијаграм (слика 74) представља графички приказ степена погрешно класификованих атрибута објеката. Највећи степен погрешно класификованих атрибута објеката садрже тематски слојеви Хидрографски објекти 2 (7,14%) и Стајаће воде 3 (6,67%).



Слика 74. Дијаграм степена погрешно класификованих објеката ДТК50

На дијаграму (слика 75) представљен је графички приказ укупног броја нетачних вредности атрибута објеката. Највећи број нетачних вредности атрибута објеката у односу на референтне атрибуте појављује се код тематских слојева који садрже велики број бројчано-словних података и тематским слојевима који имају велики број елемената. Укупно је анализирано 405486 објеката, док 284 објеката има нетачне вредности атрибута. Највећи број нетачних вредности атрибута објеката садрже тематски слојеви Путеви (39) и Вегетација 1 (36).



Слика 75. Дијаграм броја нетачних вредности атрибута ДТК50

#### 5.4.5. Експериментална оцена тематске тачности ДТК250

Дефинисана методологија оцене квалитета ДТК такође је примењена за оцену тематске тачности дигиталне топографске карте у размери 1:250 000, коришћењем идентичних мера квалитета које су наведене при оцени тематске тачности ДТК25 и ДТК50, што представља други корак у дефинисаној методологији.

Као процедура оцене квалитета података за тематску тачност анализиран је тест пример Централне ГБП који репрезентује ДТК50 (слика 63), односно број предвиђених атрибута, њихова тачност, као и коректност класификације објеката. При оцени елемента квалитета тематска тачност коришћена је унутрашња, директна и потпуна метода оцене квалитета, помоћу алата *Regular Expression Checks*, екстензије *DataReviewer* софтверског пакета ArcGis.

Приказани резултати оцене квалитета за елемент квалитета тематска тачност, дати су у табели 42, и представљају пример квантитативног резултата оцене квалитета.

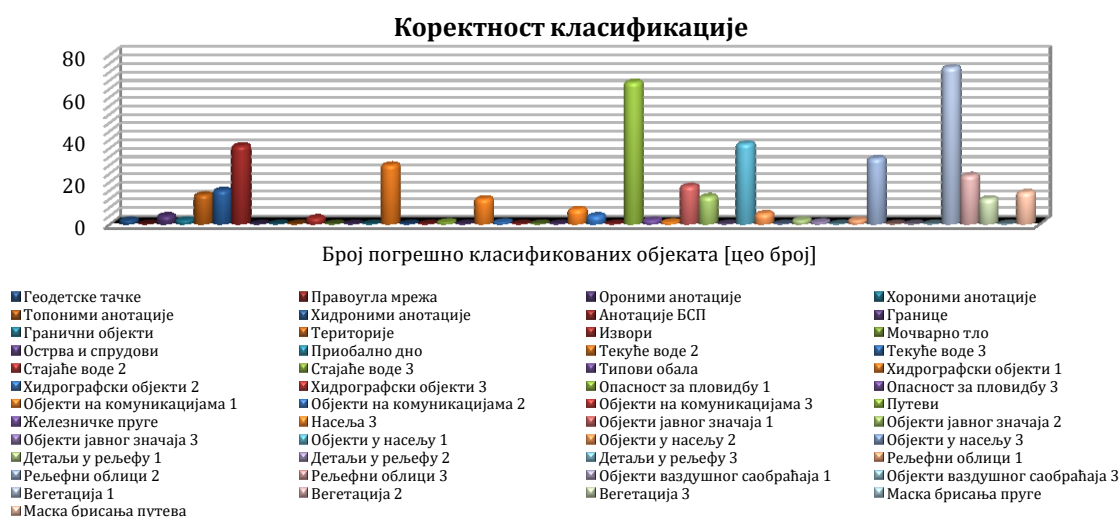
**Табела 42:** Резултати оцене тематске тачности ДТК250

Објектна класа	Укупан број објеката у подручју од интереса	Мере квалитета података [тип вредности]		
		Коректност класификације		Коректност описних резултата
		Број погрешно класификованих објеката [цео број]	Степен погрешно класификованих објеката [%]	Број нетачних вредности атрибута [цео број]
<b>ГЕОДЕТСКА ОСНОВА</b>				
Геодетске тачке	1225	7	0,57%	4
Правоугла мрежа	18	0	0,00%	0
<b>ГЕОГРАФСКИ НАЗИВИ</b>				
Ороними аотације	146	2	1,37%	3
Хороними аотације	90	1	1,11%	2
Топоними аотације	4988	24	0,48%	23
Хидроними аотације	421	6	1,43%	3
Аотације БСП	2304	17	0,74%	13
<b>ГРАНИЦЕ</b>				
Границе	231	1	0,43%	0
Гранични објекти	41	0	0,00%	1
Територије	4	0	0,00%	0
<b>ХИДРОГРАФИЈА</b>				
Извори	6	0	0,00%	0
Мочварно тло	143	4	2,80%	1
Острва и спрудови	118	3	2,54%	1
Приобално дно	0	0	0,00%	0
Текуће воде 2	6642	34	0,51%	17
Текуће воде 3	9	0	0,00%	1
Стајаће воде 2	12	0	0,00%	0
Стајаће воде 3	423	13	3,07%	3
Типови обала	0	0	0,00%	0
<b>ХИДРОТЕХНИЧКИ ОБЈЕКТИ</b>				
Хидрографски објекти 1	7	0	0,00%	0
Хидрографски објекти 2	12	1	8,33%	1
Хидрографски објекти 3	1	0	0,00%	0
Опасност за пловидбу 1	0	0	0,00%	0
Опасност за пловидбу 3	0	0	0,00%	0
<b>КОМУНИКАЦИЈЕ</b>				
Објекти на комуникацијама 1	71	1	1,41%	3
Објекти на комуникацијама 2	2	0	0,00%	0
Објекти на комуникацијама 3	0	0	0,00%	0
Путеви	16199	47	0,29%	42
Железничке пруге	603	11	1,82%	7
<b>НАСЕЉА</b>				
Насеља 3	519	2	0,00%	0
<b>ОБЈЕКТИ</b>				
Објекти јавног значаја 1	991	17	1,72%	6
Објекти јавног значаја 2	874	12	1,37%	5
Објекти јавног значаја 3	1	0	0,00%	0
Објекти у насељу 1	4516	29	0,64%	22
Објекти у насељу 2	324	6	1,85%	4



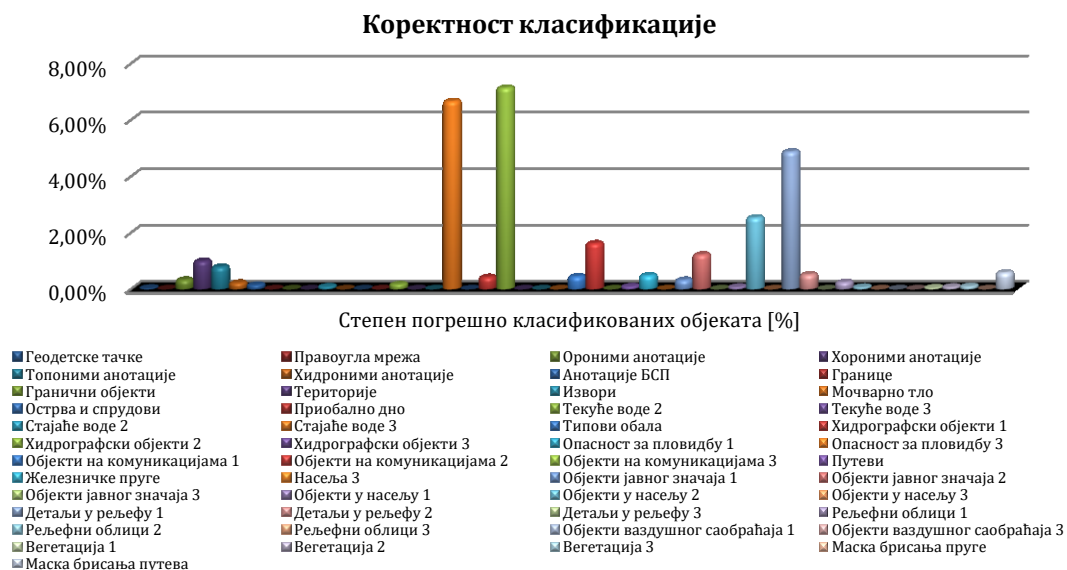
Објекти у насељу 3	1	0	0,00%	0
<b>РЕЉЕФ</b>				
Детаљи у рељефу 1	118	2	1,69%	1
Детаљи у рељефу 2	1	0	0,00%	0
Детаљи у рељефу 3	0	0	0,00%	0
Рељефни облици 1	768	4	0,52%	2
Рељефни облици 2	8549	33	0,39%	23
Рељефни облици 3	0	0	0,00%	0
<b>ВАЗДУХОПЛОВНИ САДРЖАЈ</b>				
Објекти ваздушног саобраћаја 1	39	0	0,00%	0
Објекти ваздушног саобраћаја 3	1	0	0,00%	0
<b>ВЕГЕТАЦИЈА</b>				
Вегетација 1	494	5	1,01%	7
Вегетација 2	25	1	4,00%	0
Вегетација 3	3840	13	0,34%	13
<b>МАСКЕ БРИСАЊА</b>				
Маска брисања пруге	4	0	0,00%	0
Маска брисања путева	2480	15	0,60%	3
Маска брисања стајаће воде 2	1	0	0,00%	0
Маска брисања текуће воде 2	125	2	1,60%	1
<b>ВОЈНИ ОБЈЕКТИ</b>				
Војни објекти 1	1	0	0,00%	0
Војни објекти 3	39	0	0,00%	0
Σ	57427	313		212

На дијаграму (слика 76) дат је графички приказ укупног броја погрешно класификованих атрибута објеката ДТК250. Укупно је анализирано 57427 објеката, док је 313 погрешно класификованих објеката, што чини 0,55%. Највећи број погрешно класификованих атрибута објеката садрже тематски слојеви Путеви (47), Текуће воде 2 (34) и Рељефни облици 2 (33).



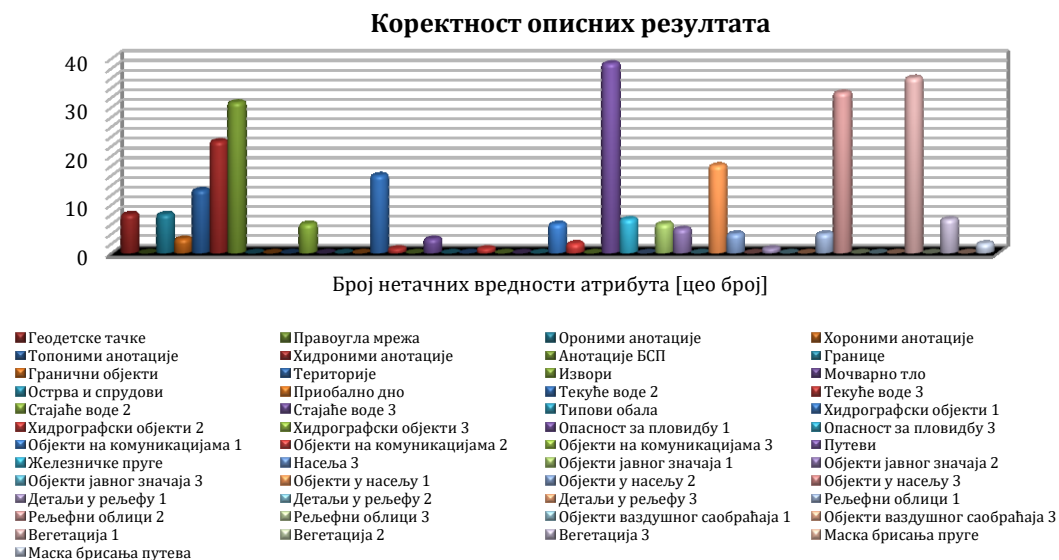
Слика 76. Дијаграм броја погрешно класификованих објеката ДТК250

На дијаграму (слика 77) представљен је графички приказ степена погрешно класификованих атрибута објеката. Највећи степен погрешно класификованих атрибута објеката садржи тематски слој Хидрографски објекти 2 (8,33%).



Слика 77. Дијаграм степена погрешно класификованих објеката ДТК250

На дијаграму (слика 78) представљен је графички приказ укупног броја нетачних вредности атрибута објеката. Највећи број нетачних вредности атрибута објеката у односу на референтне атрибуте појављује се код тематских слојева који садрже велики број бројчано-словних података и тематским слојевима који имају велики број елемената. Укупно је анализирано 57427 објеката, док 212 објеката има нетачне вредности атрибута. Највећи број нетачних вредности атрибута објеката садржи тематски слој Путеви (42).



Слика 78. Дијаграм броја нетачних вредности атрибута ДТК250

## 5.5. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ОЦЕНА ВРЕМЕНСКЕ ТАЧНОСТИ ДТК25

Датум уноса података, или датум његовог ажурирања, је важан фактор за корисника када оцењујемо квалитет података. Временска тачност односи се на

датум прикупљања, врсту промена и рокове важења просторних података, односно временска тачност представља степен усаглашености временских атрибута и временских релација објеката.

Манипулација временским информацијама своди на додавање временске димензије моделу података, а самим тим, на све елементе базе података, на пример, помоћу једне или више додатних "атрибута" за сваки ентитет базе података, сваки атрибут, и сваку релацију међу објектима. Поделементи временске тачности су [Guptill & Morrison, 1995]:

- тачност мерења времена (коректност временских референци – приказ грешака у мерењу времена)
- временска доследност (коректност низа догађаја, уколико постоје)
- временска валидност (рок трајања)

Информације о времену када су подаци прикупљени или ажурирани несумњиво су врло важан чинилац квалитета. Временска информација може се сагледавати кроз три релевантна типа времена:

- логичко време или време догађаја, а односи се на време у којем се догодила нека промена,
- време опажања или евиденције, односно време када је неки догађај опажен,
- време преузимања или измене, а односи се на време када је неки догађај унесен у базу података или измењен.

Ова три времена једнако су битна и морају се приказати унутар структуре података. Популаризацијом геобаза података (енг: *geodatabase*) или како се још зову – просторних база података (енг: *Spatial Database*), све занимљивија је постала и временска компонента просторних података. Као што је битно где се шта налази, битно је и колико се дуго ту налази или шта се налазило на том месту у неком временском тренутку. Иако је о временској компоненти и у аналогним системима за управљање просторним подацима итекако вођено рачуна, модерни системи је подижу на још важније место, стављањем своје велике процесне снаге на располагање кориснику. Само је један, иако можда најочитији, пример овог прегледа стања дигиталних топографских карата система за одређени тренутак његове прошлости.

Тачка (догађај) и интервал у временској димензији имају свој положај на временској оси. Одређивањем календара (нпр. грегоријански) могуће је временске односе мерити готово једнако као једнодимензионалне просторне, с тим што се овде јавља једносмерност временског тока.

Временски интервали и догађаји такође се односе једни према другима на различите начине (садржавање, настављање, преклапање, итд.), па је и за временску димензију могуће рећи да има топологију. Због свега наведеног, усвојен је у оквиру ISO/TC 211 стандард ISO 19108 Temporal Schema, кроз који су одређена два временска примитива (енг: *Temporal geometric primitives*):

- тренутак (енг. *instant*) и
- раздобље (енг. *period*).

За ове примитиве могуће је слично, као и за оне просторне, одредити тополошке односе на основу којих се касније могу обављати анализе [ISO 19108, 2002]. Са становишта корисника концепт логичког времена је најважнији, али у пракси, то је трансакционо време чији се подаци најчешће чувају.

Због свега наведеног, просторни подаци морају имати временску димензију и одговарајућа база мора садржати одлике временске базе података. Временске базе података омогућавају сагледавање података заступљених у бази кроз време у којем су ти подаци настали и време у којем је дошло до регистравања тих података.

Приликом ажурирања и модификације записа могу настати две врсте промена:

- ретроактивне, које су настале у неком претходном тренутку, и
- проактивне, за које се очекује да ће настати у будућности.

За систем су битне и једне и друге промене. Основно ограничење које је потребно решити је памћење историје промена података, пошто све промене које се уносе над текућим подацима бришу старе вредности. Овај проблем се решава раздвајањем просторних података на:

- временски зависне (динамичне - мењају се током времена), и
- временски независне (статичне - не мењају се током времена).

Динамички просторни подаци се даље према тренду могу поделити на цикличне (систематичне промене) и нецикличне (текуће промене), које опет могу бити:

- линеарне (тренутни ниво реке),
- монотонно растуће криве (раст популације),
- једноставне не-монотоне (висина вегетације),
- комплексне/хаотичне (гомилање извора загађења око центара).

#### **5.5.1. Тачност мерења времена**

Тачност мерења времена представља несигурност временске инстанце просторних података тест подручја и изражава се као линеарна грешка са 90 и 95%-тним нивоом поверења. Мере квалитета које су коришћене при оцени тачности мерења времена су: временска тачност са 90% нивоом значајности и временска тачност са 95% нивоом значајности.

#### **5.5.2. Временска доследност**

При оцени временске доследности најчешће користимо меру квалитета хронолошка грешка, која представља индикацију да је одређени просторни податак временски погрешан у односу на друге податке. Један од великих проблема класичних модела база података су ограничења у погледу временске доследности података. Сваки модел реалног света мора свакако укључити и временске (темпоралне) аспекте, па због тога просторне базе података захтевају дефинисање модела података који може омогућити приказ стања посматраног реалног система како краткорочно, тако и дугорочно. Конвенционалне базе података представљају тренутно стање података, старе верзије података не постоје или нису аутоматски доступне кориснику.

Поред тога, за одржавање временске доследности базе података, треба успоставити специфичне механизме управљања просторним подацима. Модификација просторних података, као на пример подела дела пута на два дела, не може бити ограничена само на уклањање старог објекта и његове замене новим, већ треба дозволити измену карактеристика важења старог објекта и омогућити укључивање информација да су нови сегменти заменили стари објекат. Из наведеног се може закључити, да управљање временским информација захтева

задржавање велике количине информација и временских датума (датум модификације, датум посматрања, датум ефективног стања просторне базе података). Због тога је процес управљања временским аспектом просторних података постао веома сложен, тежак за одржавање и, изнад свега, захтева велике количине складишног простора.

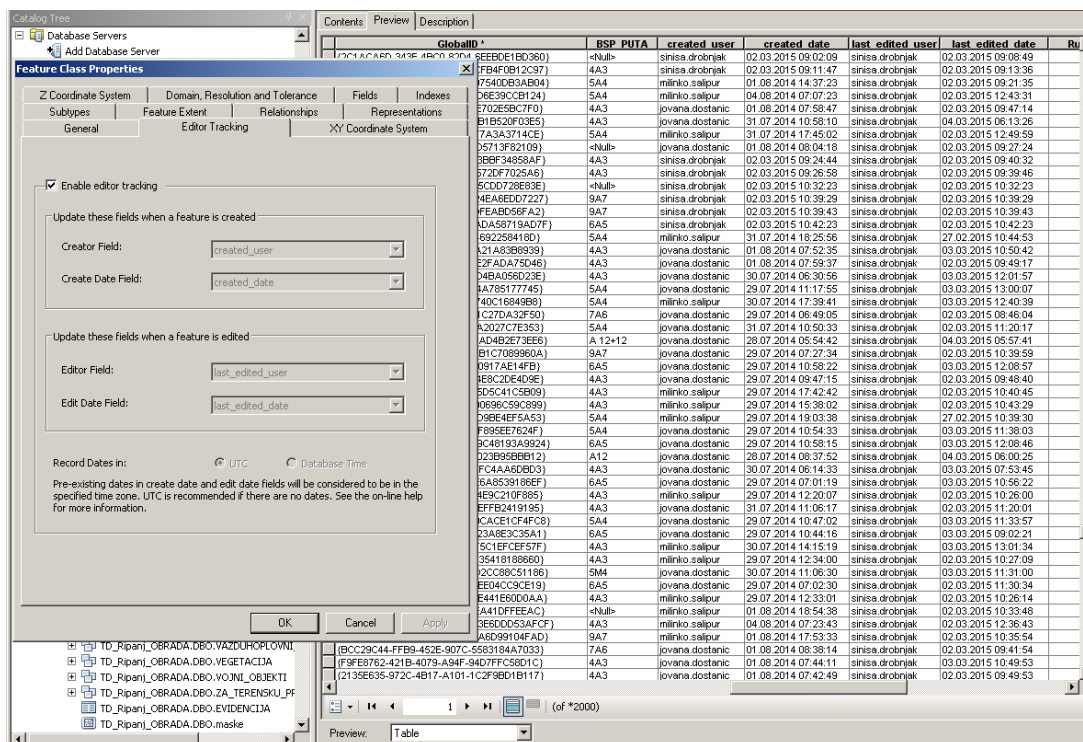
### 5.5.3. Временска валидност

Због изражене временске компоненте података у просторним базама података неопходно је чувати старе верзије (тзв. бекап просторне базе података) за неки просторни податак. За подршку временских упита потребно је пратити еволуцију просторних података током времена и водити евиденцију о свим променама које су се десиле од њиховог креирања до данас. Тако је, временски аспект просторних података, дефинисан граничним или могућим вредностима које представљају временски домен просторних података. Временски домен представља скуп дозвољених вредности временског атрибута просторних податка и дефинише поделемент квалитета који се назива временска валидност.

Други корак према предложеној методологији оцене квалитета просторних података дигиталних топографских карата представља идентификација мера квалитета. При оцени временске тачности коришћене су следеће мере квалитета података:

- временска тачност са 90% нивоом значајности,
- временска тачност са 95 % нивоом значајности,
- хронолошка грешка и
- број објеката ван временског домена.

Временски аспект Централне ГБП у ВГИ реализован је укључивањем алата за праћење насталих промена просторних објеката (енг: *Enable Editor Tracking*). У бази се тада генеришу посебна четири поља која дефинишу корисника који је први пут картирао одређени објекат, време када је картиран наведени објекат, као и корисника и време који су извршили последњу промену на наведеном просторном објекту. На слици 79, приказан је део садржаја Централне ГБП са наведеним пољима.



Слика 79. Омогућавање прањања временских промена просторних података Централне ГБП

Поред наведеног алата, свака манипулација са просторним подацима који су садржај Централне ГБП, чува се у метаподацима, и на основу њих можемо извршити велики број анализа везаних за временску тачност просторних података.

Анализом метаподатка свих тематских слојева Централне ГБП дефинисана је процедура оцене временске тачности и она представља директну, унутрашњу и потпуну методу оцене.

Остварени резултати оцене временске тачности представљени су као резултат сагласности и утврђено је да су све вредности временског датума у сагласности, односно да нема грешака временске тачности. Наведени резултати оцене временске тачности документовани су помоћу метаподатака просторних података Централне ГБП.

#### 5.5.4. Експериментална оцена временске тачности ДТК50

Оцена временске тачности дигиталне топографске карте у размери 1:50 000 реализована је према дефинисаној методологији и коришћењем идентичних мера

квалитета које су наведене при оцени временске тачности ДТК25. При оцени временске тачности коришћене су следеће мера квалитета података:

- временска тачност са 90% нивоом значајности,
- временска тачност са 95 % нивоом значајности,
- хронолошка грешка и
- број објеката ван временског домена.

Као и код оцене временске тачности ДТК25, временски аспект Централне ГБП која представља ДТК50 реализован је укључивањем алата за праћење насталих промена просторних објеката (енг: *Enable Editor Tracking*). У бази се тада генеришу посебна четири поља која дефинишу корисника који је први пут картирао одређени објекат, време када је картиран наведени објекат, као и корисника и време који су извршили последњу промену на наведеном просторном објекту.

Поред наведеног алата, свака манипулација са просторним подацима који су садржај Централне ГБП, чува се у метаподацима, и на основу њих можемо извршити велики број анализа везаних за временску тачност просторних података.

Анализом метаподатка свих тематских слојева Централне ГБП која репрезентује ДТК50 дефинисана је процедура оцене временске тачности и она представља директну, унутрашњу и потпуну методу оцене.

Остварени резултати оцене временске тачности представљени су као резултат сагласности и утврђено је да су све вредности временског датума у сагласности, односно да нема грешака временске тачности. Наведени резултати оцене временске тачности документовани су помоћу метаподатака просторних података Централне ГБП.

#### **5.5.5. Експериментална оцена временске тачности ДТК250**

Такође, оцена временске тачности дигиталне топографске карте у размери 1:250000 реализована је према дефинисаној методологији и коришћењем идентичних мера квалитета које су наведене при оцени временске тачности ДТК25 и ДТК50.



Свака манипулација са просторним подацима који су садржај Централне ГБП који репрезентују ДТК250, чува се у метаподацима и на основу њих можемо извршити велики број анализа везаних за временску тачност просторних података.

Анализом метаподатка свих тематских слојева Централне ГБП која репрезентује ДТК250 дефинисана је процедура оцене временске тачности и она представља директну, унутрашњу и потпуну методу оцене.

Остварени резултати оцене временске тачности представљени су као резултат сагласности и утврђено је да су све вредности временског датума у сагласности, односно да нема грешака временске тачности. Наведени резултати оцене временске тачности документовани су помоћу метаподатака просторних података Централне ГБП.

### 5.6. ИЗВЕШТАЈ О РЕЗУЛТАТИМА ОЦЕНЕ КВАЛИТЕТА ПОМОЋУ МЕТАПОДАТАКА

Приказ информација о оствареним резултатима оцене квалитета просторних података дигиталних топографских карата може се извести на основу метаподатака сагласно стандардима ISO 19115 – Метаподаци и ISO 19139 – Метаподаци XML шема и/или на основу самосталних извештаја о оставреним резултатима оцене квалитета. Самостални извештаји о резултатима оцене квалитета појединих елемената квалитета приказани су у одговарајућим поглављима експерименталног истраживања. У наредним табелама приказани су примери метаподатака оцењеног квалитета просторних података садржаја Централне ГБП на основу елемената квалитета, за поједине коришћене мере квалитета.

**Табела 43:** Метаподаци резултата оцене потпуности

DQ компоненте квалитета		Пример
DQ подручје оцене		Целокупан садржај Централне ГБП у тренутку тестирања
DQ елемент квалитета		1 - потпуност
	DQ подлемент квалитета	1 - вишак података
	DQ мера квалитета	Број дуплираних објеката
	DQ опис мере квалитета	Избројити све објекте у подацима који су погрешно картирани са дуплираним геометријама
	DQ ID мере квалитета	3

DQ метода оцењивања		
	DQ тип методе оцењивања	1 - директна, унутрашња
	DQ опис методе оцењивања	Број дуплираних објеката реализује се потпуном методом оцене просторних података Централне ГБП, коришћењем алата за анализу двоструке геометрије просторних података (енг: <i>Duplicate Geometry</i> ) екстензије <i>Data Reviewer</i> софтвера ArcGis.
DQ резултат оцењивања		
	DQ тип вредности	2 - цео број
	DQ вредност	282
	DQ јединица вредности	цео број
DQ датум		16.12.2015.
Захтевани степен сагласности		Разлика између тестираних података и области од значаја у границама прихватања квалитета (енг: <i>Acceptance Quality Limit - AQL</i> )
Параметри скупа података		AQL=1560
Резултат контроле		Тестирани подаци су у сагласности са облашћу од значаја

**Табела 44:** Метаподаци резултата оцене логичке доследности

DQ компоненте квалитета		Пример
DQ подручје оцене		Целокупан садржај Централне ГБП у тренутку тестирања
DQ елемент квалитета		2 - логичка доследност
DQ подлемент квалитета		4 - тополошка доследност
DQ мера квалитета		Број грешака самопресецања
	DQ опис мере квалитета	Збир свих објеката у скупу података који се неправилно секу са собом
	DQ ID мере квалитета	16
DQ метода оцењивања		
	DQ тип методе оцењивања	1 - директна, унутрашња
	DQ опис методе оцењивања	При оцени коришћена је потпуна метода оцене квалитета, помоћу алата <i>Topology checks</i> , екстензије <i>DataReviewer</i> софтверског пакета ArcGis.
DQ резултат оцењивања		
	DQ тип вредности	2 - цео број
	DQ вредност	587
	DQ јединица вредности	цео број
DQ датум		25.12.2015.
Захтевани степен сагласности		Разлика између тестираних података и области од значаја у границама прихватања квалитета (енг: <i>Acceptance Quality Limit - AQL</i> )
Параметри скупа података		AQL=1110
Резултат контроле		Тестирани подаци су у сагласности са облашћу од значаја

**Табела 45:** Метаподаци резултата оцене положајне тачности

DQ компоненте квалитета		Пример
DQ подручје оцене		Лист ДТК25 који је садржај Централне ГБП, номенклатура НК34-5/6-2-4 Врање
DQ елемент квалитета		3 - положајна тачност
	DQ подлемент квалитета	1 - апсолутна тачност
	DQ мера квалитета	Круг грешке као стандард тачности карте са 90 % нивоом поверења (CMAS)
	DQ опис мере квалитета	<p>Поређење тестираних (изворних) и контролних (референтних) података се израчунава на следећи начин:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Израчунати апсолутну грешку у хоризонталној димензији за сваку тачку и сваку координатну <math>X_i</math> и <math>Y_i</math>:  <math>\delta X_i = (izvornoX_i - referentnoX_i)</math> и  <math>\delta Y_i = (izvornoY_i - referentnoY_i)</math> за <math>i = 1 \dots n</math></li> <li>Израчунати средњу хоризонталну грешку сваке координате:  <math display="block">\overline{\delta X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \delta X_i</math>                     и  <math display="block">\overline{\delta Y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \delta Y_i</math></li> <li>Израчунати кружну стандардну девијацију измерених разлика између тестираних података и референтних података:  <math display="block">\sigma_{CM} = \sqrt{\frac{1}{2(N-1)} \left( \sum_{i=1}^N (\delta X_i - \overline{\delta X})^2 + \sum_{i=1}^N (\delta Y_i - \overline{\delta Y})^2 \right)}</math></li> <li>Израчунати кружну стандардну девијацију грешака референтних података:  <math>\sigma_{CR}</math></li> <li>Израчунати кружну стандардну девијацију грешака у тестираних података:  <math display="block">\sigma_C = \sqrt{\sigma_{CM}^2 + \sigma_{CR}^2}</math></li> <li>Израчунати апсолутну кружну грешку са 90% нивоом значајности померених података (CMAS):  <math display="block">CMAS = \sigma_C \cdot \left[ 1,2943 + \sqrt{\frac{(\overline{\delta X}^2 + \overline{\delta Y}^2)}{\sigma_C}} + 0,7254 \right]</math></li> </ol>
	DQ ID мере квалитета	25
	DQ метода оцењивања	
	DQ тип методе оцењивања	2 - директна, спољашња
	DQ опис методе оцењивања	Испитивање положајне тачности своди се на упоређење координата појединих тест тачака одређених читањем с карте, с референтним, неколико пута тачнијим координатама истих тачака позиционираних одговарајућим геодетским мерењима на терену, или преузетих из других, довољно тачних извора.

	DQ резултат оцењивања	
	DQ тип вредности	5 – број
	DQ вредност	7,853
	DQ јединица вредности	Метар
	DQ датум	12.12.2015.
	Захтевани степен сагласности	Уколико је вредност CMAS < 12,5m, према стандарду STANAG 2215 карта се сврстава у класу А, ако је 12,5m < CMAS < 25m карта се сврстава у класу В, ако је 25m < CMAS < 50m карта се сврстава у класу С, све вредности CMAS > 50 m карта се сврстава у D класу.
	Параметри скупа података	CMAS < 12,5 m
	Резултат контроле	Пошто је вредност CMAS мања од граничне вредности (12,5 метара), карта се класификује у најбољу класу "А".

**Табела 46:** Метаподаци резултата оцене тематске тачности

DQ компоненте квалитета		Пример
DQ подручје оцене		Целокупан садржај Централне ГБП у тренутку тестирања
DQ елемент квалитета		4 – тематска тачност
	DQ подлемент квалитета	2 – коректност класификације
	DQ мера квалитета	Капа коефицијент
	DQ опис мере квалитета	<p>Капа коефицијент (<math>\kappa</math>) представља коефицијент који изражава степен сагласности додељених класа уклањањем погрешне класификације и рачуна се на основу формуле:</p> $\kappa = \frac{N \cdot \sum_{i=1}^r MCM(i, j) - \sum_{i=1}^r (\sum_{j=1}^r MCM(i, j) \cdot \sum_{j=1}^r MCM(j, i))}{N^2 \cdot \sum_{i=1}^r (\sum_{j=1}^r MCM(i, j) \cdot \sum_{j=1}^r MCM(j, i))}$ <p>Матрица погрешне класификације (енг. <i>Misclassification Matrix</i> – <i>MCM</i>) је квадратна матрица са <math>n</math> колона и <math>n</math> редова, где <math>n</math> означава број класа које се разматрају.</p> <p><math>MCM(i, j) = [\# \text{ објекти класе } (i) \text{ класификовани као класа } (j)]</math></p>
	DQ ID мере квалитета	34
	DQ метода оцењивања	
	DQ тип методе оцењивања	1 - директна, унутрашња
	DQ опис методе оцењивања	
	DQ резултат оцењивања	
	DQ тип вредности	5 – број
	DQ вредност	0,9466
	DQ јединица вредности	број $0 < \kappa < 1$
	DQ датум	25.12.2015.

Захтевани степен сагласности	Вредност капа коефицијента блиска вредности 1.
Параметри скупа података	$0 < \kappa < 1$
Резултат контроле	Тестирани подаци су у сагласности са облашћу од значаја

**Табела 47:** Метаподаци резултата оцене временске тачности

DQ компоненте квалитета		Пример
DQ подручје оцене		Целокупан садржај Централне ГБП у тренутку тестирања
DQ елемент квалитета		5 - временска тачност
	DQ подлемент квалитета	2 - временска доследност
	DQ мера квалитета	Хронолошка грешка
	DQ опис мере квалитета	Избројити све објекте у подацима који су погрешно картирани са дуплираним геометријама
	DQ ID мере квалитета	31
	DQ метода оцењивања	
	DQ тип методе оцењивања	1 - директна, унутрашња
	DQ опис методе оцењивања	Индикација да је догађај погрешно одређен у односу на друге догађаје
	DQ резултат оцењивања	
	DQ тип вредности	1 - Булов оператор (истина указује да се догађај временски погрешно одређен)
	DQ вредност	Неистина
	DQ јединица вредности	-
	DQ датум	15.01.2016.
Захтевани степен сагласности		Разлика између тестираних података и области од значаја једнака нули
Параметри скупа података		Ниједан објекат из тестираног скупа података не садржи хронолошку грешку
Резултат контроле		Тестирани подаци су у сагласности са облашћу од значаја

## **6. АНАЛИЗА УТИЦАЈА КАРТОГРАФСKE ГЕНЕРАЛИЗАЦИЈЕ НА КВАЛИТЕТ ДИГИТАЛНИХ ТОПОГРАФСКИХ КАРАТА**

### **6.1. ЗАДАТАК И СМИСАО КАРТОГРАФСКОГ ГЕНЕРАЛИСАЊА**

Задатак и смисао картографског генералисања је да реши питање изражавања суштинских, типичних и карактеристичних особености територије картирања и појава на њој у сагласности са наменом и размером карте.

Улога картографске генерализације је посебно значајна када се има у виду да је "географска средина систем компоненти у коме егзистира одговарајућа хијерархија у смислу припадања, односно постојања система нижег и вишег ранга, све до елемената, процеса и појава, међусобно повезаних и условљених" [Љешевић & Живковић, 2001].

При пројектовању и састављању садржаја топографских карата картографска генерализација уствари представља стваралачки процес уопштавања. Као научни метод картографска генерализација подразумева упознавање и проучавање географске средине, систематизацију просторних података, процену с обзиром на врсту, намену и размеру карте, затим одабирање и обједињавање и њихово графичко обликовање и приказивање, уз већи или мањи степен упрошћавања. Све наведено представља задатак и смисао генерализације.

Избор података који ће бити приказани на карти представљају резултат детаљне и свеобухватне анализе потреба, затим размере карте, познавања географске ситуације и студиозног узимања у обзир тематике која се карта [Haunert, 2009].

Смисао картографског генералисања се постиже када карта на целој територији картирања има стандардни квалитет, па је зато врло тешко прописати једнаке критеријуме по којима ће се оно унапред изводити. Због све већег броја и врста географских карата по питању размере и намене треба се придржавати одређених општих правила и критеријума за генерализацију, али исто тако за сваку поједину карту битне важности и тематике треба усвојити реалне и одговарајуће критеријуме картографског генералисања како би добили сврсисходну карту.

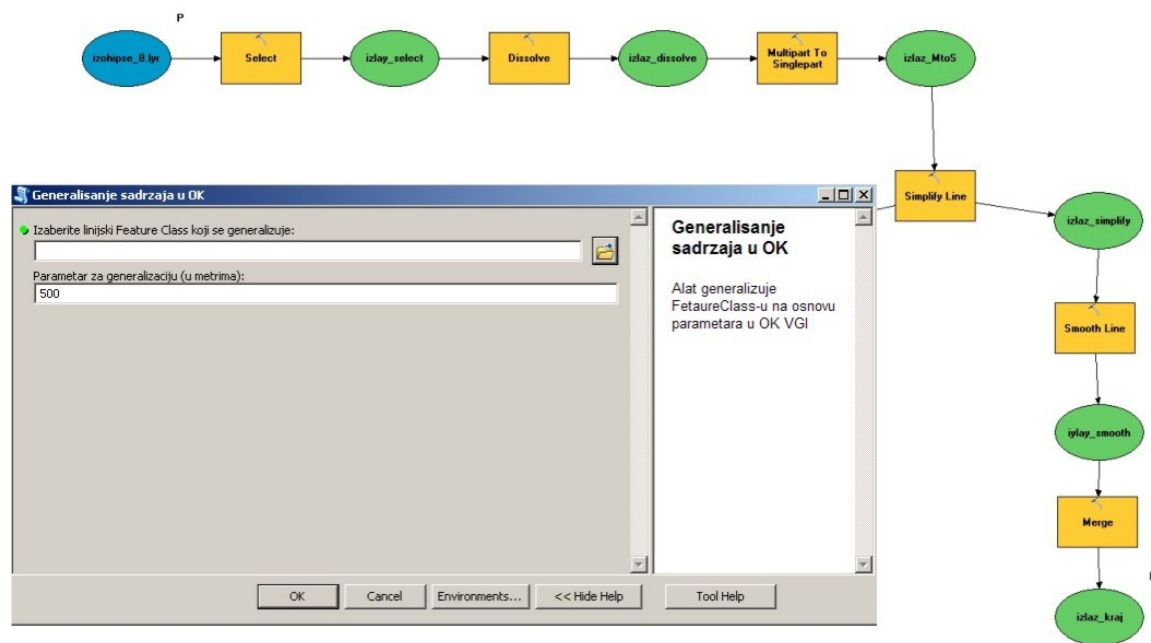
## 6.2. ДЕФИНИСАЊЕ МОДЕЛА КАРТОГРАФСKE ГЕНЕРАЛИЗАЦИЈЕ

Модел картографске генерализације обухвата генерализацију целокупног садржаја дигиталне топографске карте, која у суштини може бити графичка и концептуална. Процеси у вези са графичком генерализацијом претежно се баве геометријском компонентом просторних података, тако да их је могуће аутоматизовати. Насупрот њима, процеси који се баве концептуалном генерализацијом, углавном, утичу на компоненту карактеристика појаве и њих је теже аутоматизовати. С обзиром на то да процеси генерализације географских назива садрже оба типа генерализације, то је проблем њихове аутоматизоване генерализације још већи. Овај проблем се превазилази додатном обрадом приликом припреме за штампу.

Израдом модела картографске генерализације, могу се аутоматизовати они видови генералисања које је могуће нумерички интерпретирати и изразити у математичком облику, као и оне којима се обавезно уопштавају класификације појава које се картографишу. Тако нпр. једноставно је аутоматски редуковати објекте чија је величина мања од установљеног цензуса или одабрати објекте одређене нормативним показатељима. При томе, на рачунару се може истовремено искоришћавати низ показатеља избора и узимати у обзир повезаност појаве са другим појавама, ако може бити изражена у математичком облику (нпр. давањем минималног растојања између суседних објеката на рачун редуковања мање значајних), и напослетку, може се мењати вредност показатеља у различитим рејонима. Цензусни приступ може се применити и на геометријску страну генералисања у смислу аутоматског уопштавања контура или других линија, нпр. аутоматски редуковати на линијама кривине и преломи мањи од неке задате величине. У савременим софтверима постоје опције које подржавају редукацију кривина на линијама. Примера ради, у оквиру софтвера ArcGIS постоји опција *Smooth Lines* која обавља ову процедуру.

Аутоматизовани поступци картографске генерализације просторних података који су садржај Централне ГБП додатно су програмирани коришћењем *Python* програмског језика. Коришћењем апликације софтвера ArcGIS који се заснива на изради аутоматизованих алата помоћу модела, тзв. *Model Builder*-а, и њиховом конверзијом у *Python* програмски језик, створени су веома корисни алати, помоћу

којих се просторни подаци садржаја Централне ГБП који репрезентују ДТК25 аутоматски конвертују у просторне податке који представљају податке дигиталних топографских карата ситније размере, првенствено ДТК50. Пример једног од наведених алата за аутоматску картографску генерализацију приказан је на слици 68.



Слика 80. Пример алата за картографску генерализацију изохипси

У табели 48, приказан је део модела картографске генерализације тематског слоја Стајаће воде 3 који је садржај Централне ГБП и представља концептуалну генерализацију где се дефинишу одређена ограничења и услови за прелазак са топографске карте размере 1:25 000, на топографске карте размере 1:50 000, 1:100 000 и 1:250 000.

Табела 48: Део модела картографске генерализације за темаски ниво Стајаће воде 3

Р.бр.	Назив симбола	ТК25		ТК50		Услов генералисања ТК25>ТК50	ТК100		Услов генералисања ТК50>ТК100	ТК250		Услов генералисања ТК100>ТК250
		LAYER	SIFRA	LAYER	SIFRA		LAYER	SIFRA		LAYER	SIFRA	
245	Мртваја у размери	45	451	45	451	Површина већа од 5000 м <sup>2</sup>	45	451	Површина већа од 20000 м <sup>2</sup>	45	451	Површина већа од 125000 м <sup>2</sup>
246	Језеро мање површине	46	461	46	461	Површина већа од 10000 м <sup>2</sup>	46	461	Површина већа од 20000 м <sup>2</sup>	46	461	Површина већа од 125000 м <sup>2</sup>
247	Језеро веће површине		462		462	Површина већа од 5000 м <sup>2</sup>		462	Површина већа од 20000 м <sup>2</sup>		461	Површина већа од 125000 м <sup>2</sup>



248	Бара или локва мање површине	47	471	47	471	Површина већа од 5000 м <sup>2</sup>	47	471	Површина већа од 20000 м <sup>2</sup>	47	471	Површина већа од 125000 м <sup>2</sup>
249	Бара или локва веће површине		472		472	Површина већа од 5000 м <sup>2</sup>		472	Површина већа од 20000 м <sup>2</sup>		471	Површина већа од 125000 м <sup>2</sup>
250	Море	55	551	55	551		55	551		55	551	

### 6.3. АНАЛИЗА УТИЦАЈА ГЕНЕРАЛИЗАЦИЈЕ НА КВАЛИТЕТ ТОПОГРАФСКИХ КАРАТА

Картографска генерализација је интеграција многих теорија, метода и техника. У односу на ГИС, генерализација мора да задовољи строге захтеве квалитета. Оцена квалитета извршене генерализације је главни проблем у савременој картографији [Stoter, 2010; Stoter et al., 2009].

Дефинисани процес аутоматског картографског генералисања дао нам је могућност добијања нове ДТК50 и ДТК250 на основу дефинисаних елемената садржаја ДТК25. Задатак који се жели постићи је проналазак оптималног начина и метода аутоматске генерализације.

Картографска генерализација највећи утицај има на елементе квалитета потпуност и положајну тачност, док је њен утицај на логичку доследност, тематску и временску тачност веома мало изражен [Јоџо, 1998].

Процес генералисања обухватио је основне видове генерализације:

- селекцију, односно редукуцију (потпуну или делимичну) просторних података;
- упрошћену представу линијским условним знацима;
- сажимање количинских и квалитетних карактеристика;
- претварање скупова појава у појмове вишег реда;
- измештање картографских објеката;
- обједињавање истородних појава.

Селекција (редукција) просторних података најчешће је главни вид генералисања. Циљ селекције је да ограничи садржај нове карте на неопходни број података

односно условних знакова, а остали садржај на картографском извору да искључи [Zhang, 2012].

Селекција, односно редуција (делимична или потпуна) просторних података директно утиче на потпуност података. Цели тематски слојеви или само поједини објекти из одређених тематских слојева се намерно узостављају приликом преласка са карте крупније на карту ситније размере. Анализа утицаја картографске генерализације на потпуност приказана је у табели 49. Тест подручје које је коришћено за ову анализу приказано је на слици 32.

**Табела 49:** Анализа утицаја генерализације на потпуност ДТК

Објектна класа	Укупан број објеката тест скупа ДТК25	Укупан број објеката тест скупа ДТК50	Укупан број објеката тест скупа ДТК250	Степен редуције		
				Са ДТК25 на ДТК50	Са ДТК25 на ДТК250	Са ДТК50 на ДТК250
<b>ГЕОДЕТСКА ОСНОВА</b>						
Геодетске тачке	5241	5060	79	3%	98%	98%
Правоугла мрежа	180	95	35	47%	81%	63%
<b>ГЕОГРАФСКИ НАЗИВИ</b>						
Ороними аотације	1554	1190	34	23%	98%	97%
Хороними аотације	347	200	69	42%	80%	66%
Топоними аотације	2145	1770	367	17%	83%	79%
Хидроними аотације	8145	7050	28	13%	100%	100%
Аотације БСП	28745	23304	135	19%	100%	99%
<b>ГРАНИЦЕ</b>						
Границе	0	0	0	0%	0%	0%
Гранични објекти	0	0	0	0%	0%	0%
Територије	1	1	1	0%	0%	0%
<b>ХИДРОГРАФИЈА</b>						
Извори	3320	3257	17	2%	99%	99%
Мочварно тло	19	17	3	11%	84%	82%
Острва и спрудови	8	4	1	50%	88%	75%
Приобално дно	1	1	0	0%	100%	100%
Текуће воде 2	15330	15324	654	0%	96%	96%
Текуће воде 3	18	18	11	0%	39%	39%
Стајаће воде 2	1	1	0	0%	100%	100%
Стајаће воде 3	15	15	9	0%	40%	40%
Типови обала	4	3	0	25%	100%	100%
<b>ХИДРОТЕХНИЧКИ ОБЈЕКТИ</b>						
Хидрографски објекти 1	2816	2784	12	1%	100%	100%
Хидрографски објекти 2	15	14	1	7%	93%	93%
Хидрографски објекти 3	1	1	0	0%	100%	100%
Опасност за пловидбу 1	0	0	0	0%	0%	0%
Опасност за пловидбу 3	0	0	0	0%	0%	0%
<b>КОМУНИКАЦИЈЕ</b>						
Објекти на комуникацијама 1	1865	1547	35	17%	98%	98%
Објекти на комуникацијама 2	259	246	8	5%	97%	97%
Објекти на комуникацијама 3	27	24	0	11%	100%	100%
Путеви	75245	68987	1247	8%	98%	98%
Железничке пруге	421	411	12	2%	97%	97%

НАСЕЉА						
Насеља 3	0	359	24	0%	0%	93%
ОБЈЕКТИ						
Објекти јавног значаја 1	5986	5468	35	9%	99%	99%
Објекти јавног значаја 2	1234	1059	2	14%	100%	100%
Објекти јавног значаја 3	263	206	1	22%	100%	100%
Објекти у насељу 1	62547	45977	328	26%	99%	99%
Објекти у насељу 2	214	197	4	8%	98%	98%
Објекти у насељу 3	41	38	2	7%	95%	95%
РЕЉЕФ						
Детаљи у рељефу 1	58	41	12	29%	79%	71%
Детаљи у рељефу 2	200	192	0	4%	100%	100%
Детаљи у рељефу 3	2	1	0	50%	100%	100%
Рељефни облици 1	821	804	1	2%	100%	100%
Рељефни облици 2	40768	40654	1025	0%	97%	97%
Рељефни облици 3	45	42	0	7%	100%	100%
ВАЗДУХОПЛОВНИ САДРЖАЈ						
Објекти ваздушног сао. 1	3	3	1	0%	67%	67%
Објекти ваздушног сао. 3	2	2	1	0%	50%	50%
ВЕГЕТАЦИЈА						
Вегетација 1	145625	136598	5	6%	100%	100%
Вегетација 2	29654	26874	2	9%	100%	100%
Вегетација 3	12365	11397	268	8%	98%	98%
МАСКЕ БРИСАЊА						
Маска брисања пруге	69	58	2	16%	97%	97%
Маска брисања путева	3145	2541	12	19%	100%	100%
Маска брисања стајаће воде 2	1	1	0	0%	100%	100%
Маска брисања текуће воде 2	1698	1624	5	4%	100%	100%
ВОЈНИ ОБЈЕКТИ						
Војни објекти 1	1	1	0	0%	100%	100%
Војни објекти 3	25	25	2	0%	92%	92%
Σ	450490	405486	4490	10%	99%	99%

На табели се може уочити да је укупан број елеманата који представљају ДТК25 у наведеном тест скупу 450490, укупан број објеката који репрезентују ДТК50 истог тест подручја је 405486 и на крају укупан број елемената ДТК250 је 4490.

Упрошћена представа линијским условним знаком је вид картографског генералисања појава које имају криволинијско простирање или површинско простирање са криволинијским контурама. Примењена симболија линијског условног знака сама по себи већ представља погодан начин уопштавања наведених појава. Криволинијски цртеж на изворној карти има низ детаља (флексија) који после смањивања на размер нове карте остају испод прага видљивости, односно читљивости. Упрошћавањем криволинијског цртежа постиже се једноставнији облик тог знака, прилагођен прагу читљивости нове карте. То се постиже мањим или већим елиминисањем ситних и мање битних детаља цртежа изворне карте и повећавањем оних осталих детаља који би иначе

остали испод прага читљивости карте. Увек треба одабрати такве детаље (флексије) који остају, да би се сачувао карактеристичан изглед и после извршеног упрошћавања цртежа.

Упрошћавање цртежа линијског условног знака повлаћи за собом нарушавање постојећег геометријског односа између појединих појава. Самим чином упрошћавања цртежа врше се положајна померања чиме се смањује у мањој или већој мери положајна тачност приказане појаве. Овај вид картографске генерализације, као и измештање картографских објекта директно утиче на положајну тачност ДТК.

Измештање картографских објеката представља вид картографског генералисања који настаје услед конфликта између картографских симбола истих или различитих тематских слојева. Већ је наведено да хијерархијски модел података дефинише редослед картирања и приказивања просторних података ДТК.

Утицај картографске генерализације на положајну тачност приказан је у табели 50. Наведени утицај анализиран је директним поређењем средњих вредности кружне и линеарне грешке као стандарда тачности карте (СМАС и LМАС) ДТК25, ДТК50 и ДТК250. Можемо видети да вредности СМАС у зависности од размера карте износи 0,360 mm за ДТК25, 0,355 mm за ДТК50, док је вредност СМАС за ДТК250 нешто виша и износи 0,433 mm. Све ове вредности СМАС свставају ДТК произведене у ВГИ у најбољу “А” класу карата према класификацији стандарда STANAG 2215.

**Табела 50:** Анализа утицаја генерализације на положајну тачност ДТК

Укупан број тестираних ДТК25	Укупан број тестираних ДТК25	Укупан број тестираних ДТК250	Вредности СМАС [m]			Вредности LМАС [m]		
			Средња вредност СМАС за ДТК25	Средња вредност СМАС за ДТК50	Средња вредност СМАС за ДТК250	Средња вредност LМАС за ДТК25	Средња вредност LМАС за ДТК50	Средња вредност LМАС за ДТК250
ПОЛОЖАЈНА ТАЧНОСТ								
47	10	5	9,01	17,74	108,25	1,96	3,93	17,80
Вредност у милиметрима у зависности од размера карте [mm]			0,360	0,355	0,433	0,078	0,079	0,071

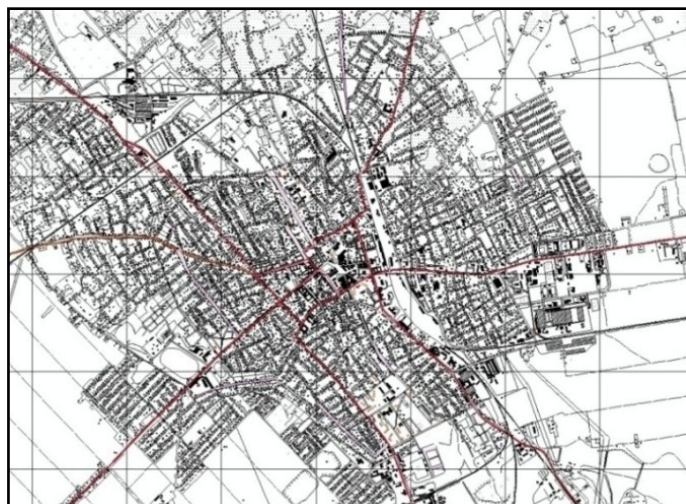
Сажимање количинских и квалитетних карактеристика географских појава приликом представљања истих на новој карти води ка смањивању регистра

условних знакова у односу на изворну карту. То се постиже смањивањем броја категорија појединих географских елемената. Пример сажимања количинских карактеристика је смањивање броја категорија насељених места по броју становника или мостова по носивости или путева према ширини коловоза. Пример сажимања квалитетних карактеристика је смањивање броја условних знакова за мочваре у односу на њихову проходност или шума у односу на њихову врсту или путева у односу на квалитет коловоза. Овај вид картографског генералисања првенствено утиче на елемент квалитета тематску тачност, јер нису све категорије просторних податка на новој карти представљене у односу на карту крупније размере. Међутим, наведена појава недостатка одређених категорија просторних података ДТК нису разматране при анализи утицаја картографске генерализације на тематску тачност.

Претварање скупова појава у појмове вишег реда чешћи је вид генералисања у тематској картографији. У топографској картографији класичан пример за овај вид картографског генералисања је прелаз условног знака за насељена места са површинског структурног на геометријски ванразмерни. Овај вид картографског генералисања се јавља код прелаза са ДТК50 (насељена места дата полигоном) на ДТК250, где су насељена места дата ванразмерним знаком у зависности од броја становника. Претварање скупова појава у појмове вишег реда не утиче посебно на неки од елемената квалитета ДТК, једино у комбинацији са још неким видом генерализације.

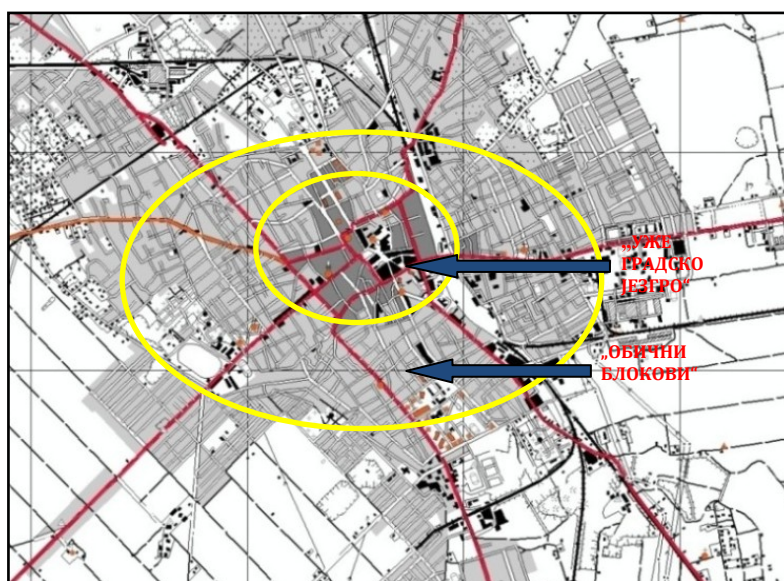
Обједињавање истородних појава мозаичког или расцепканог распореда врши се у циљу да се добије прегледнија слика где се јављају такве појаве. Пример овог вида генералисања представља обједињавање ситнијих, а блиских парцела вегетације, као и других појава које се не приказују контурним (линијским) знацима (виногради, жбуње, мочваре итд). Пример картографске генерализације при преласку са ДТК25 на ДТК50 дат је на исечцима следећих слика.

Основни картографски извор у процесу картографске генерализације била је ДТК25 (слика 81) са већ дефинисаним моделом података у Централној ГБП.



Слика 81. Приказ дела ДТК25

Применом различитих, предефинисаних алата и генерисањем нових помоћу *ModelBuilder*-а, добили смо веома моћан алат за аутоматску картографску генерализацију, који нам је омогућио креирање нове, генералисане ДТК50 (слика 82).



Слика 82. Приказ дела генерализованог садржаја ДТК50

Највећи степен генералисања дефинисан је код тематске целине насеља, где су појединачни објекти груписани у две различите целине, уже градско језгро и блокове насеља. Објекти јавног значаја су изузети из овог вида генерализације, тако да су они генералисани једноставнијом селекцијом, односно редукцијом географског садржаја. Већи део линијских елемената ДТК25 генералисан је коришћењем упрошћене представе линијских објеката.

## 7. ЗАКЉУЧЦИ И ПРЕПОРУКЕ ЗА ДАЉА ИСТРАЖИВАЊА

Просторни подаци имају велики значај у процесу доношења одлука, праћењу ситуације и планирању у привреди, државној администрацији, војсци, приликом праћења елементарних непогода, демографским анализама, управљању природним ресурсима односно у свим сегментима живота. Интезиван и брзи развој информационих технологија наметнули су потпуно нове погледе на просторне податке. То се односи на поступке прикупљања, приказа и анализе, као и на поступке ажурирања, презентације, дистрибуције и продукције података о простору. Примена информационих технологија увећала је тржиште просторним подацима до великих размера и непрекидно га увећава. У тим околностима, расте и значај познавања квалитета просторних података, као и потреба да се показатељи квалитета утврђују и саопштавају на стандардизован начин, како би корисници просторних података могли одабрати оптималне податке који ће сигурно задовољити њихове потребе.

Војногеографски институт, као произвођач дигиталних топографских карата у Републици Србији, посвећује велику пажњу менаџменту квалитета и предузима одговарајуће мере ради потпуне примене контроле квалитета својих картографских и топографских публикација.

Због тога је, основни циљ истраживања докторске дисертације била разрада оптималне методологије анализе и оцене квалитета дигиталних топографских карата издања ВГИ. Са аспекта коришћења дигиталних топографских материјала и њихове употребне вредности, истражен је оптималан модел анализе и оцене квалитета дигиталних картографских производа Војногеографског института, уважавајући како постојеће услове, тако и достигнута решења у области квалитета просторних података. Анализом и разрадом великог броја међународних стандарда који се баве тематиком оцене квалитета просторних података, дефинисана је методологија оцене квалитета ДТК која се заснива на међународном ISO 19157 стандарду „Географске информације – Квалитет података“. Предложеном методологијом оцене квалитета ДТК у експерименталном истраживању анализиран је и оцењен квалитет ДТК који је у

дисертацији представљен помоћу појединачних, предходно дефинисаних елемената квалитета.

Завршни производ производног процеса ДТК је обрађена Дигитална топографска карта која се налази у Централној SQL бази података (Централна ГБП) и представљала је подручје квалитета при оцени квалитета ДТК коју спроводи редактор карте. Експериментална анализа и оцена квалитета ДТК реализована је са становишта редактора карте, јер она садржи свеобухватну анализу на основу свих дефинисаних елемената квалитета просторних података.

При оцени потпуности тест примера Централне ГБП који репрезентују ДТК25, ДТК50 и ДТК250 у тренутку тестирања, идентификоване су три мере квалитета: број сувишних објеката, број дуплираних објеката и број недостајућих објеката. Дефинисана процедура при оцени потпуности представља директну, унутрашњу и потпуну методу оцене квалитета, која је реализована коришћењем различитих алата екстензије Data Reviewer софтверског пакета ArcGis фирме ESRI. Резултати оцене потпуности приказани су на квантитативни начин помоћу дијаграма за сваку коришћену меру квалитета и помоћу табеле, где су приказани квантитативни резултати оцене за сваки појединачни тематски слој садржаја Централне ГБП који репрезентују ДТК25, ДТК50 и ДТК250. На основу резултата оцене елемента квалитета потпуност, утврђено је да просторни подаци Централне ГБП Војногеографског института имају висок квалитет и садрже висок степен сагласности са спецификацијом производа. Потврда високог квалитета приказана је метаподацима и помоћу самосталних извештаја о резултатима оцене потпуности просторних података Централне ГБП.

Оцена логичке доследности спроведена је идентификацијом више мера квалитета за све поделементе квалитета. Концептуална доследност, доследност у домену и доследност формата представљају три поделементе квалитета логичке доследности којима се дефинише интегритет просторне базе података. Првенствено су анализирана наведена три поделемента логичке доследности, утврђени пропусти су одмах уклоњени јер нарушавају интегритет просторне базе података и могу да изазову потпуну немогућност рада са свим просторним подацима садржаја просторне базе података. Наведени пропусти су се односили на доследност у домену, где је утврђено да укупно 5 (пет) тригонометријских тачака



садржи грешку у просторном домену. Највећи број идентификованих и анализираних мера квалитета односе са на поделемант квалитета тополошка доследност. Као и код оцене потпуности, дефинисана процедура оцене логичке доследности представља директну, унутрашњу и потпуну методу оцене квалитета, која је реализована коришћењем различитих алата екстензије Data Reviewer софтверског пакета ArcGis. Резултати оцене логичке доследности приказани су помоћу табеле, где су приказани квантитативни резултати оцене за сваки појединачни тематски слој садржаја Централне ГБП и помоћу дијаграма за тополошку доследност, као најобимнијег поделемент логичке доследности. Резултатима оцене утврђено је да, и ако просторни подаци Централне ГБП садрже висок степен сагласности са спецификацијом производа, још увек постоји велики број тополошких грешака и да је потребно да се још једном уради коректура да би се испоштовала дефинисана тополошка правила. Резултати оцене документовани су у метаподацима и помоћу самосталних извештаја о утврђеном квалитету за овај елемент квалитета.

Положајна тачност представља традиционално најиспитиванији елемент квалитета просторних података, која је од фундаменталне важности како за корисника карте, тако и за произвођача. У класичној картографији, положајна тачност била је синоним за квалитет карте. Због своје важности, посебно су развијани поједини стандарди за оцену положајне тачности са различитим могућностима саопштавања добијених резултата оцене. У експерименталном истраживању дисертације коришћена су два најзаступљенија стандарда за оцену положајне тачности у свету. То су: Амерички Национални стандард за тачност података о простору, тзв. NSSDA (енг: *National Standard for Spatial Data Accuracy*) и STANAG 2215 (енг: *Standardization Agreement*) под насловом Оцена копнених и ваздухопловних карата и дигиталних топографских података (енг: *Evaluation of Land Maps, Aeronautical Charts and Digital topographic data*). Оцена положајне тачности реализована је кроз оцену хоризонталне (планиметријске) и вертикалне (висинске) положајне тачности. Мере квалитета хоризонталне положајне тачности које су коришћене у експерименталном истраживању дисертације су: корен средње квадратне грешке планиметрије (RMSEr) која се користила у ВГИ за оцену хоризонталне положајне тачности у ранијим истраживањима, мера хоризонталне положајне тачности описане стандардом NSSDA ( $Accuracy_T$ ) за 95%-

тни ниво поверења и круг грешке као стандард тачности карте (CMAS) предвиђене стандардом STANAG 2215, за 90%-тни ниво поверења, док су за оцену вертикалне положајне тачности коришћене: корен средње квадратне грешке (RMSE), мера вертикалне положајне тачности описане стандардом NSSDA (Accuracy<sub>z</sub>) за 95%-тни ниво поверења и линеарна грешка као стандард тачности карте (LMAS) предвиђене стандардом STANAG 2215, за 90%-тни ниво поверења.

Дефинисана процедура за оцену положајне тачности дигиталних топографских карата представља директну, спољашњу методу оцене која се заснива на методи узорковања. Због различитих поступака и реализације картирања садржаја Централне ГБП, тест подручја при оцени положајне тачности подељена у пет целина, према години реализације картирања просторних података садржаја Централне ГБП. У оквиру појединачних целина случајним узорком дефинисана су тест подручја која реперезентују појединачни лист дигиталне топографске карте. Овакав начин избора тест подручја био је условљен временом за који је потребно извршити оцену положајне тачности појединачног листа ДТК25, али и могућношћу да остварене резултате квалитета положајне тачности вежемо за појединачне листове ДТК, као финалног производа ВГИ.

Остварени резултати оцене апсолутне и релативне положајне тачности дигиталних топографских карата приказани су на квантитативни начин у различитим табелама. За сваку од пет тест целина, изабрани су појединачни листови ДТК, за које су приказани делови Excel табела са оцењеним вредностима мера положајне тачности и стандардизовани извештаји о оствареним резултатима оцене положајне тачности са класификацијом ДТК према стандарду STANAG 2215. За наведене узорке листова ДТК приказана је и могућност визуализације остварених резултата оцене положајне тачности, што је илустровано помоћу карата заснованих на методи интерполације вредности корена средњег хоризонталног положаја.

На основу добијених резултата оцене положајне тачности може се закључити да свих 40 тест подручја анализираних у експерименталном истраживању хоризонталне положајне тачности ДТК25 имају вредност круга грешке као стандарда тачности карте мањи од 12,5 метара (CMAS < 12,5 m) и према класификацији STANAG 2215 стандарда припадају најбољој „А“ класи карата.

Такође, може се закључити да при оцени вертикалне положајне тачности, од 40 анализираних тест подручја, 35 тест подручја имају вредност линеарне грешке као стандарда тачности карте мању од 2,5 метара ( $LMAS < 2,5 \text{ m}$ ) и да припадају најбољој „0“ класи карата према класификацији стандарда STANAG 2215, док 5 тест подручја имају вредност  $LMAS$  између 2,5 и 5 метара ( $2,5 \text{ m} < LMAS < 5 \text{ m}$ ) и припадају класи „1“ према наведеној класификацији.

На крају, урађена је параметарска и напараметарска анализа варијанси вредности линеарне и круга грешке као стандарда тачности карте са 90%-тим нивоом поверења ( $LMAS$  и  $CMAS$ ) помоћу једнофакторске анализе варијанси - ANOVA, ради анализе хомогености резултата оцене положајне тачности. Тест је показао да добијене резултате оцене положајне тачности можемо сматрати резултатима исте тачности.

Оцена положајне тачности ДТК50 реализована је за 10 тест подручја који репрезентују ДТК50 и може се закључити да свих 10 тест подручја анализираних у експерименталном истраживању хоризонталне положајне тачности ДТК50 имају вредност круга грешке као стандарда тачности карте мањи од 25 метара ( $CMAS < 25 \text{ m}$ ) и према класификацији STANAG 2215 стандарда припадају најбољој „А“ класи карата. Такође, може се закључити да при оцени вертикалне положајне тачности, од 10 анализираних тест подручја, 9 тест подручја имају вредност линеарне грешке као стандарда тачности карте мању од 5 метара ( $LMAS < 5 \text{ m}$ ) и да припадају најбољој „0“ класи карата према класификацији стандарда STANAG 2215, док једно тест подручје има вредност  $LMAS$  између 5 и 10 метара ( $5 \text{ m} < LMAS < 10 \text{ m}$ ) и припада класи „1“ према класификацији стандарда STANAG 2215.

Оцена положајне тачности ДТК250 реализована је за 5 тест подручја који репрезентују ДТК250 и може се закључити да свих 5 тест подручја анализираних у експерименталном истраживању хоризонталне положајне тачности ДТК250 имају вредност круга грешке као стандарда тачности карте мањи од 125 метара ( $CMAS < 125 \text{ m}$ ) и према класификацији STANAG 2215 стандарда припадају најбољој „А“ класи карата. Такође, може се закључити да при оцени вертикалне положајне тачности, свих 5 анализираних тест подручја имају вредност линеарне грешке као стандарда тачности карте мању од 25 метара ( $LMAS < 25 \text{ m}$ ) и да припадају најбољој „0“ класи карата према класификацији стандарда STANAG 2215. Оцена

положајне тачности утврдила је и потврдила да анализиране дигиталне топографске карте издања ВГИ задовољавају највиши степен картографских производа у погледу геометријске, положајне тачности.

Резултати оцене документовани су у метаподацима и помоћу, већ наведених, самосталних извештаја о оствареним резултатима оцене положајне тачности са класификацијом ДТК према стандарду STANAG 2215.

Оцена тематске тачности тест примера Централне ГБП у тренутку тестирања започета је идентификацијом мера квалитета. Коришћене мере квалитета при оцени тематске тачности су: број погрешно класификованих објеката, степен погрешно класификованих објеката, матрица погрешне класификације, капа коефицијент, број нетачних вредности атрибута објекта, несигурност вредности атрибута са 90% нивоом значајности и несигурност вредности атрибута са 95% нивоом значајности. Дефинисане су две различите процедуре при оцени тематске тачности. Једна представља директну, унутрашњу и потпуну методу оцене квалитета, док друга представља директну, спољашњу и потпуну методу оцене квалитета на основу референтних података пописа. Обе процедуре реализоване су коришћењем различитих алата екстензије Data Reviewer софтверског пакета ArcGis фирме ESRI. Резултати оцене тематске тачности приказани су на квантитативни начин помоћу дијаграма за мере квалитета број погрешно класификованих објеката и број нетачних вредности атрибута. Помоћу различитих табела, приказани су квантитативни резултати оцене за сваки појединачни тематски слој садржаја Централне ГБП и у облику матрице погрешне класификације. На основу резултата оцене елемента квалитета тематске тачности, утврђено је да просторни подаци Централне ГБП Војногеографског института имају висок квалитет и садрже висок степен сагласности са спецификацијом производа. Потврда високог квалитета приказана је метаподацима и помоћу вредности капа коефицијента ( $\kappa = 0,9466$ ) који потврђује да је метода класификације добра и веома ефикасна.

При оцени временске тачности идентификоване су следеће мере квалитета: временска тачност са 90% нивоом значајности, временска тачност са 95% нивоом значајности, хронолошка грешка и број објеката ван временског домена. Анализом метаподатака свих тематских слојева Централне ГБП дефинисана је

процедура оцене временске тачности и она представља директну, унутрашњу и потпуну методу оцене. Остварени резултати оцене временске тачности представљени су као резултат сагласности и утврђено је да су све вредности временског датума у сагласности, односно да нема грешака временске тачности. Наведени резултати оцене временске тачности документовани су помоћу метаподатака просторних података Централне ГБП.

Експерименталним истраживањем је утврђено да предложена методологија, у великој мери, унапређује процес израде дигиталних топографских производа у Војногеографском институту, утврђене су појединачне слабости и пропусти, који су одмах отклоњени и успостављен је систем контроле и побољшања квалитета целокупног геотопографског материјала. Резултати су показали да се спроведеном анализом и оценом квалитета, као и предложеним решењем методологије оцене квалитета може доћи до потпуно нове концепције у раду везано за разматрану проблематику, квалитета дигиталних топографских карата. Такође, усвојеном методологијом омогућено је да корисник дигиталних топографских података располаже егзактном, веродостојном и приступачном оценом о њиховом квалитету ради примене у различитим апликацијама.

Као основне препоруке за даљи рад и истраживање предлажу се:

- извршити оцену положајне тачности за све урађене листове дигиталних топографских карата издања Војногеографског института према предложеној методологији,
- приликом теренских радова на провери и допуни садржаја Централне ГБП посветити већу пажњу прикупљању референтних тачака за оцену положајне тачности. Референтне податке треба одабрати да недвосмислено представљају одређен објекат или лако уочљиву тачку на листу дигиталне топографске карте,
- обезбедити што више референтних података кроз сардњу државних институција у оквиру пројекта Националне инфраструктуре геопросторних података (НИГП), који би се користили за бољу реализацију оцене потпуности, положајне и тематске тачности,
- отклонити све пропусте и грешке тополошке доследности, због тога што се просторни подаци Централне ГБП користе за израду целокупног размерног

низа дигиталних топографских карата у Војногеографском институту. Приликом коришћења поступака картографске генерализације, користити алате и поступке који не нарушавају тополошку доследност.

## ЛИТЕРАТУРА

1.	Afonso, A.J.G, Dias, R.A.F.C, Teodoro, R.F.S., (2006), <i>IGeoE: Positional quality control in the 1/25000 cartography</i> , 7th International Symposium on Spatial Accuracy Assesment in Natural Resources and Environmental Sciences, Lisbon, Portugal, <a href="http://spatial-accuracy.org/2006/pdf/afonso2006accuracy.pdf">http://spatial-accuracy.org/2006/pdf/afonso2006accuracy.pdf</a>
2.	Beard, M. K. and Buttenfield, B. P., (1999), <i>Detecting and evaluating errors by graphical methods</i> , in Geographical Information Systems edited by P. A. Longley, M. F. Goodchild, D. J. Maguire, and D. W. Rhind, John Wiley & Sons, New York, pp. 219–233, ISBN: 0471–33132–5.
3.	Bedard Y. and Valliere D., (1995), <i>Qualité des données à référence spatiale dans un contexte gouvernemental</i> , technical report, Quebec City, Laval University.
4.	Божић, Б., (2006), <i>Технике геодетских мерења 1</i> , Грађевински факултет – Одсек за геодезију и геоинформатику, Универзитет у Београду.
5.	Божић, Б. и Томић, С., (2007), <i>Технике геодетских мерења 2</i> , Грађевински факултет – Одсек за геодезију и геоинформатику, Универзитет у Београду.
6.	Божић, Б., (2008), <i>Теорија грешака геодетских мерења</i> , Грађевински факултет – Одсек за геодезију и геоинформатику, Универзитет у Београду.
7.	Vožić, V., Radojčić, S., (2011), <i>Horizontal accuracy of 1:50 000 digital topographic maps</i> , Survey Review, 43, (94-104), Bristol (United Kingdom).
8.	Борисов, М., (2004), <i>Модел и организација геопросторних података за размеру 1:50.000</i> , Докторска дисертација, Грађевински факултет, Институт за геодезију, Београд.
9.	Brassel, K., Bucher, F., Stephan, E. and Vckovski, A., (1995), <i>Completeness</i> , in Elements of Spatial Data Quality, edited by Guptill, S. C. And Morrison J.L., Oxford, Elsevier, p. 81-108.
10.	Chapman, A. D., (2005), <i>Principles of Data Quality</i> , version 1.0. Report for the Global Biodiversity Information Facility, Copenhagen.
11.	Clarke, D.G. and Clark, D.M., (1995), <i>Lineage</i> , in Elements of Spatial Data Quality, edited by Guptill, S. C. And Morrison J.L., Oxford, Elsevier, p. 13-30.
12.	Collins, F. C. and Smith, J. L., (1994), <i>Taxonomy for error in GIS</i> , Proceedings of the International Symposium on the Spatial Accuracy of Natural Resource Data Bases, 16–20 May 1994, Williamsburg, USA, ASPRS, p 1–7.
13.	Cvijetinović, Ž.,(2005), <i>Razvoj metodologije i tehnoloških postupaka za formiranje digitalnog modela terena za teritoriju države</i> , doktorska disertacija, Građevinski fakultet, Univerzitet u Beogradu.
14.	Devillers, R., and Jeansoulin, R., (2006), <i>Spatial Data Quality: Concepts</i> , In Fundamentals of Spatial Data Quality, edited by R. Devillers and R. Jeansoulin. London: ISTE, pp. 31-42 <sup>nd</sup>
15.	Drummond, J., (1995), <i>Positional accuracy</i> , in Elements of Spatial Data Quality, edited by Guptill, S. C. And Morrison J.L., Oxford, Elsevier, pp. 31-58.
16.	Esri ArcGIS 10.2 (2014), <i>Positional Accuracy Assessment Tool Help</i> , 380 New York Street, Redlands, CA 92373-8100, USA
17.	Eurogeographics (2011), Use of the ISO 19100 Quality standards at the NMCAs

	- Results from questionnaires taken in 2004 and 2011, Eurogeographics Quality Knowledge Exchange Network
18.	European Spatial Data Research, (2004), <i>Positional accuracy improvement: Impacts of improving the positional accuracy of GI databases</i> . Publication No. 48. <a href="http://www.eurosdrr.net/km_pub/no48/html/positional/positional_index.htm">http://www.eurosdrr.net/km_pub/no48/html/positional/positional_index.htm</a>
19.	Federal Geographic Data Committee/Subcommittee for Base Cartographic Data (1998), <i>Geospatial Positioning Accuracy Standards: Part 3: National Standard for Spatial Data Accuracy</i> , FGDC-STD-007.3-1998, Federal Geographic Data Committee, c/o U.S. Geological Survey, Reston, Virginia, USA <a href="http://fgdc.er.usgs.gov/fgdc.html">http://fgdc.er.usgs.gov/fgdc.html</a> .
20.	Fisher, P.F., (1999), <i>Models of uncertainty in spatial data</i> , in Geographical Information Systems edited by P. A. Longley, M. F. Goodchild, D. J. Maguire, and D. W. Rhind, John Wiley & Sons, New York, pp. 191–205, ISBN: 0471–33132–5.
21.	Fisher, P.F., Comber, A.J. and Wadsworth, R.A., (2006), <i>Approaches to uncertainty in spatial data</i> , In Fundamentals of Spatial Data Quality, edited by R.Devillers and R. Jeansoulin. London: ISTE, pp. 43-59.
22.	Guptill, S. C. and J. L. Morrison, eds. (1995), <i>Elements of Spatial Data Quality</i> . International Cartographic Association, Oxford: Elsevier, 202 p
23.	Goodchild, M. F., (1993), <i>Data Models and Data Quality: Problems and Prospects</i> , In: MF Goodchild, BO Parks, LT Steyaert (eds.) Environmental Modeling with GIS, Oxford, New York, pp. 94-103
24.	Goodchild, M. F., (1995), <i>Attribute accuracy</i> , in Elements of Spatial Data Quality, edited by Guptill, S. C. And Morrison J.L., Oxford, Elsevier, p. 59-80.
25.	Harding, J., (2006), <i>Vector Data Quality: A Data Provider's Perspective</i> , In Fundamentals of Spatial Data Quality, edited by R. Devillers and R. Jeansoulin. London: ISTE, pp. 141-158.
26.	Hauert, J. H., (2009), <i>Aggregation in Map Generalization by Combinatorial Optimization</i> . Dissertation, Leibniz Universität Hannover, Germany.
27.	Hengl, T., (2007), <i>A practical guide to geostatistical mapping of environmental variables</i> , Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, ISBN:978-92-79-06904-8.
28.	Heuvelink, G. B. M., (1998), <i>Error Propagation in Environmental Modelling with GIS</i> . London:Taylor & Francis. 127 p.
29.	Heuvelink, G. B. M., (1999), <i>Propagation of error in spatial modelling with GIS</i> , in Geographical Information Systems edited by P. A. Longley, M. F. Goodchild, D. J. Maguire, and D. W. Rhind, John Wiley & Sons, New York, pp. 207–217, ISBN: 0471–33132–5.
30.	Isaaks, E., Srivastava, M., (1989), <i>Applied Geostatistics</i> , New York, Oxford University Press.
31.	ISO 9000, (2005), Quality management systems - Fundamentals and vocabulary, International Standardization Organization, Geneva, ISO.
32.	ISO 19108, (2006), Geographic information — Temporal schema, International Standardization Organization, Geneva, ISO.
33.	ISO 19115, (2014), Geographic information – Metadata – Part 1: Fundamentals, International Standardization Organization, Geneva, ISO.
34.	ISO 19115-2, (2009), Geographic information – Metadata – Part 2: Extensions for imagery and gridded data, International Standardization Organization, Geneva, ISO.
35.	ISO 19135, (2005), Geographic information - Procedures for item registration,



	International Standardization Organization, Geneva, ISO.
36.	ISO 19157, (2013), Geographic information — Data quality, International Standardization Organization, Geneva, ISO.
37.	ISO 19158, (2012), Geographic information — Quality assurance of data supply, International Standardization Organization, Geneva, ISO.
38.	Jakobsson, A. (2002), <i>Data Quality and Quality Management – Examples of Quality Evaluation Procedures and Quality Management in European National Mapping Agencies</i> , <a href="http://lib.tkk.fi/Diss/2006/isbn9512282062/article3.pdf">http://lib.tkk.fi/Diss/2006/isbn9512282062/article3.pdf</a> .
39.	João, Elsa M., (1998), <i>Causes and consequences of map generalisation</i> , Taylor & Francis, London.
40.	Jovanović, V., Đurđev, B., Srdić, Z. i Stankov, U., (2012), <i>Geografski informacioni sistemi, knjiga</i> , Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, štampa Univerzitet Singidunum, Beograd, ISBN 978-86-7912-408-1.
41.	Krivoruchko, K., (2012), <i>Empirical bayesian kriging</i> . Esri: Redlands, CA, USA.
42.	Longley, P.A., Goodchild, M.F., Maguire, D.J. and Rhind, D.W., (2001), <i>Geographical Information Systems and Science</i> , New York, John Wiley and Sons.
43.	NATO (2001), Standardization Agreement (STANAG) 2211: Geodetic datums, projections grids and grid references, NATO Standardization Agency, NATO Standardization Agency, Brussels.
44.	NATO (2002), Standardization Agreement (STANAG) 2215: Evaluation of Land Maps, Aeronautical Charts and Digital Topographic Data, Edition 6, NATO Standardization Agency, Brussels.
45.	Perović, G. (1989), <i>Račun izravnjanja, Knjiga I: Teorija grešaka merenja</i> , Građevinski fakultet, Beograd.
46.	Peterca, M., Radošević, N., Milisavljević, S., Racetin, F., (1974), <i>Kartografija</i> , Vojnogeografski institut, Beograd.
47.	Petrovič, D. (2006), <i>Quality Evaluation of the National Topographic map 1:50,000 (Ocena kakovosti državne topografske karte v merilu 1:50 000)</i> , Geodetski vestnik 50/3, Sveza geodetov Slovenije, Ljubljana.
48.	Радојчић, С. (2008), <i>Анализа хоризонталне положајне тачности Дигиталне топографске карте 1: 50.000 издања ВГИ</i> , докторска дисертација, Војна академија, Београд.
49.	Sadiq, Z. (2008), <i>Modeling Spatial Variation of Data Quality in Databases</i> , PhD Thesis, Department of Geomatics, The University of Melbourne, Australia.
50.	Salgé, F., (1995), <i>Semantic accuracy</i> , in Elements of Spatial Data Quality, edited by Guptill, S. C. And Morrison J.L., Oxford, Elsevier, p. 139-151.
51.	Секуловић, Д., и Дробњак, С., (2013), <i>Састављање и репродукција карата</i> , уџбеник, Архитектонско-грађевински факултет, Универзитет у Бањој Луци, Република Српска.
52.	Servigne, S., Lesage, N., and Libourel, T., (2006), <i>Quality Components, Standards, and Metadata</i> , In Fundamentals of Spatial Data Quality, edited by R. Devillers and R. Jeansoulin. London: ISTE, pp. 179-208.
53.	Stoter, J., Burghardt, D., Duchêne, C., Bealla, B., Bakker, N., Blok, C., Pla, M., Regnauld, N., Touya, G., Schmid, S., (2009), <i>Methodology for evaluating automated map generalisation in commercial software</i> , Computers, Environment and Urban Systems, doi:10.1016/j.compenvsys.2009.06.002
54.	Stoter, J., (2010), <i>State-of-the-Art of Automated Generalisation in Commercial Software</i> , European Spatial Data Research, EuroSDR, Official Publication N° 58, Gropher, Amsterdam, The Netherlands.

55.	Томић, С., (2010), <i>Стандардизација геоинформаџа добијених фотограметријом и даљинском детекцијом</i> , докторска дисертација, Грађевински факултет, Универзитет у Београду.
56.	Van Oort, P. (2006), <i>Spatial data quality: From description to application</i> , PhD Thesis, WageningenUniversity, The Netherlands.
57.	Војногеографски институт (2009): <i>Привремено Упутство за извођење радова на ДТК25</i> , Београд.
58.	Војногеографски институт (2013): <i>Упутство за извођење радова на ДТК25</i> , Београд.
59.	Војногеографски институт (2014): <i>Правило Геотопографског обезбеђења Војске Србије (ГТОБ)</i> , Београд.
60.	Zhang, X., (2012), <i>Automated evaluation of generalized topographic maps — supported by formalization and data enrichment techniques</i> , PhD dissertation, Faculty of Geoinformation Science and Earth observation - ITC, University of Twente, The Netherlands, ISBN: 978-90-6164-338-8.
61.	Љешевић, М., Живковић, Д., (2001), <i>Картографија</i> , Географски факултет, Београд.

## СПИСАК СКРАЋЕНИЦА

Accuracy	International symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources & Environmental Sciences - Међународни симпозијум о оцени просторне тачности у областима управљања природним ресурсима и науци о животној средини
АФС	Аерофотограметријско снимање
АК ДТК	Анализа Квалитета Дигиталних Топографских Карата
API	Application Programming Interface
AJAX	Asynchronous JavaScript and XML
ASPRS	Asociated Symposium of Photogrametry and Remote Sensing
CMAS	Circular Map Accuracy Standard
DBMS	Database Management System
DGIWG	Digital Geographic Information Working Group
ДКК	Дигитални картографски кључ
ДМВ	Дигитални модел висина
ДМВ25	Дигиталног модела висина 1:25000
ДОФ	Дигитални ортофото
ДОФ5	Дигитални ортофото у размери 1:5000
ДТК25	Дигитална топографска карта у размери 1:25 000
ДТК50	Дигитална топографска карта у размери 1:50 000
ДТК100	Дигитална топографска карта у размери 1:100 000
ДТК250	Дигитална топографска карта у размери 1:250 000
DQ	Data Quality (Квалитет података)
EGM96	Earth Gravitational Model 1996
ESRI	Enviromental System Research Institute
EUREF	European Reference Frame
FGDC	Federal Geographic Data Committee – Федерални комитет за географске податке
GML	Geography Markup Language
GSDI	Global Spatial Data Infrastruktura
GSD	Ground Simple Distance
ГБП	Геопросторна база података
ГИС	Географски информациони систем
ГИС ВС	Географски информациони систем Војске Србије
ГПС	Систем глобалног позиционирања
ГТМ	Геотопографски материјали
ГТОб	Геотопографско обезбеђење
HTML	HyperText Markup Language
HTTP	Hyper Text Transfer Protocol

INSPIRE	Infrastructure for Spatial Information in Europe initiative – Инфраструктура за просторне информације у Европи
ISO	The International Organization for Standardization
ISSDQ	International Symposium of Spatial Data Quality - Међународни симпозијум о квалитету просторних података
ИТ	Информационе технологије
КО	Картографско одељење ВГИ
LAN	Local Area Network
LMAS	Linear Map Accuracy Standard
LPS	Leica Photogrammetry Suite
ЛСП	Логичка структура података
MGRS	Military Grid Reference System
NATO	North Atlantic Treaty Organization
НИГП	Национална инфраструктура геопросторних података
NSSDA	National Standard for Spatial Data Accuracy
OGC	OpenGIS Consortium
ОФ	Одељење за фотограметрију ВГИ
ОИК	Отисак за издавачку коректуру
ОПо	Одељење за подршку ВГИ
ОПр	Одељење за премер ВГИ
ОТ	Оријентационих тачака
REST	Representational State Transfer
RM-ODP	Reference Model – Open Distributed Processing
RMSE	Root Mean Squared Error
ПП	Руководилац пројекта
РО	Репродукцијски оригинал
SCI	Scientific Citation Index
SDI	Spatial Data Infrastructures
SDQ	Spatial Data Quality
SDT	Spatial Data Type
Shp	Shapefile
SOAP	Simple Object Access Protocol
SOA	Service-Oriented Architecture (Сервисно оријентисана архитектура)
SREF	Serbian Reference Frame
STANAG	Standardization Agreement
TE	Terrain Editor
UML	Unified Modeling Language
UNGEGN	United Nations Group of Experts on Geographical Names
URL	Uniform Resource Locator
УТМ	Универзална Трансферзална Меркаторова пројекција
ВГИ	Војногеографски институт

BC	Војска Србије
W3C	World Wide Web Consortium
WAS	Web Authorization Service
WCS	Web Coverage Service
WGS84	World Geodetic System 1984
WFS	Web Feature Service
WMS	Web Map Service
WSS	Web Security Service
XML	Extensible Markup Language
YUREF	Yugoslav Reference Frame

## СПИСАК СЛИКА

Слика 1. Концепт унутрашњег и спољашњег квалитета [Devilleers & Jeansoulin, 2006] .....	21
Слика 2. Концепт унутрашњег квалитета .....	23
Слика 3. Концептуални модел несигурности у просторним подацима .....	35
Слика 4. Оквир концепата квалитета података .....	40
Слика 5. Концептуални модел квалитета просторних података [ISO 19157, 2013] .....	43
Слика 6. Методологија оцене квалитета података [ISO 19157, 2013] .....	46
Слика 7. UML дијаграм јединице квалитета података [ISO 19157, 2013] .....	47
Слика 8. Преглед елемената квалитета просторних података .....	49
Слика 9. Методе за оцену квалитета података о простору [ISO 19157, 2013] .....	56
Слика 10. Лоше дефинисан просторни узорак за оцену квалитета ДТК .....	59
Слика 11. Везе стратегија узорковања .....	59
Слика 12. Нивои апстракције реалног света за приказ у дигиталној картографији и ГИС-у .....	67
Слика 13. Изглед урађеног и визуелизованог дела Централне ГБП .....	73
Слика 14. Производни процес израде Централне ГБП у радном окружењу ArcGis softvera и могућности дистрибуције података .....	75
Слика 15. Технолошка линија за АФС ВГИ .....	77
Слика 16. Рад у ArcGIS-у са два монитора (фотограметријско 3Д картирање) .....	78
Слика 17. Терен приказан у 3Д и 2Д прозору .....	79
Слика 18. Блок шема фазе 3Д реституције .....	80
Слика 19. Блок шема фазе 2Д реституције .....	82
Слика 20. Теренска провера и допуна садржаја Централне ГБП .....	85
Слика 21. Блок шема фазе теренске провере и допуне садржаја Централне ГБП .....	85
Слика 22. Блок шема фазе картографске обраде .....	86
Слика 23. Правила исписа назива на топографској карти .....	87
Слика 24. Блок шема фазе репродукције карата .....	89
Слика 25. Динамика картирања садржаја просторних података Централне ГБП .....	90
Слика 26. Различите врсте потпуности [Brassel, Bucher, Stephan & Vckovski, 1995] .....	95
Слика 27. Примери потпуности података: 1. – недостатак и вишак просторних података, 2. – недостатак атрибута просторних података и 3. – недостатак релација просторних података .....	96
Слика 28. Алат за анализу броја сувишних објеката .....	98
Слика 29. Дијаграм број сувишних објеката .....	99
Слика 30. Дијаграм број дуплираних објеката .....	100
Слика 31. Дијаграм број недостајућих објеката .....	101
Слика 32. Тест пример за оцену квалитета ДТК50 .....	105
Слика 33. Дијаграм број сувишних објеката ДТК50 .....	106
Слика 34. Дијаграм број дуплираних објеката ДТК50 .....	107
Слика 35. Дијаграм број недостајућих објеката ДТК50 .....	108
Слика 36. Дијаграм број сувишних објеката ДТК250 .....	110
Слика 37. Дијаграм број дуплираних објеката ДТК250 .....	111
Слика 38. Дијаграм број недостајућих објеката ДТК250 .....	112
Слика 39. Пример логичке доследности: Верификација тополошких односа .....	115
Слика 40. Тополошка правила .....	118
Слика 41. Дијаграм оцене тополошке доследности ДТК25 .....	121
Слика 42. Дијаграм оцене тополошке доследности ДТК50 .....	126
Слика 43. Дијаграм оцене тополошке доследности ДТК250 .....	128
Слика 44. Пример полагајне нетачности .....	131
Слика 45. Идеалан распоред и растојање тест-тачака .....	136
Слика 46. Алат за анализу полагајне тачности – РААТ .....	147
Слика 47. Приказ симулираних полуваријограма код ЕБК .....	152
Слика 48. Приказ оцене полагајне тачности за лист ДТК25 НЛ34-11/7-4-1 Рудник .....	154

Слика 49. Визуални приказ оцене хоризонталне положајне тачности листа ДТК25 НЛЗ4-11/7-4-1 Рудник.....	155
Слика 50. Приказ оцене положајне тачности за лист ДТК25 НЛЗ4-11/9-2-3 Жагубица.....	156
Слика 51. Визуални приказ оцене хоризонталне положајне тачности листа ДТК25 НЛЗ4-11/9-2-3 Жагубица.....	158
Слика 52. Приказ оцене положајне тачности за лист ДТК25 НКЗ4-5/6-2-4 Врање.....	159
Слика 53. Визуални приказ оцене хоризонталне положајне тачности листа ДТК25 НКЗ4-5/6-2-4 Врање.....	160
Слика 54. Приказ оцене положајне тачности за лист ДТК25 НКЗ4-5/3-2-2 Лесковац.....	161
Слика 55. Визуални приказ оцене хоризонталне положајне тачности листа ДТК25 НКЗ4-5/3-2-2 Лесковац.....	163
Слика 56. Приказ оцене положајне тачности за лист НЛЗ4-11/4-2-2 Рипањ.....	164
Слика 57. Визуални приказ оцене хоризонталне положајне тачности листа ДТК25 НЛЗ4-11/4-2-2 Рипањ.....	165
Слика 58. Графички приказ вредности СМАС за ДТК25.....	167
Слика 59. Графички приказ вредности LMAS за ДТК25.....	168
Слика 60. Приказ оцене положајне тачности за лист НКЗ4-6/4-1 Крива Феја.....	177
Слика 61. Визуални приказ оцене хоризонталне положајне тачности листа ДТК50 НКЗ4-6/4-1 Крива Феја.....	179
Слика 62. Графички приказ вредности СМАС за ДТК50.....	180
Слика 63. Графички приказ вредности LMAS за ДТК50.....	180
Слика 64. Тест пример за оцену положајне тачности ДТК250.....	182
Слика 65. Приказ оцене положајне тачности за лист НКЗ4-02 Ниш.....	183
Слика 66. Визуални приказ оцене хоризонталне положајне тачности листа ДТК250 НКЗ4-2 Ниш.....	184
Слика 67. Графички приказ вредности СМАС за ДТК250.....	185
Слика 68. Графички приказ вредности LMAS за ДТК250.....	186
Слика 69. Пример тематске нетачности.....	189
Слика 70. Оцена тематске тачности помоћу ArcGis Data Reviewer-а.....	191
Слика 71. Дијаграм броја погрешно класификованих објеката.....	195
Слика 72. Дијаграм броја нетачних вредности атрибута.....	195
Слика 73. Дијаграм броја погрешно класификованих објеката ДТК50.....	198
Слика 74. Дијаграм степена погрешно класификованих објеката ДТК50.....	198
Слика 75. Дијаграм броја нетачних вредности атрибута ДТК50.....	199
Слика 76. Дијаграм броја погрешно класификованих објеката ДТК250.....	201
Слика 77. Дијаграм степена погрешно класификованих објеката ДТК250.....	202
Слика 78. Дијаграм броја нетачних вредности атрибута ДТК250.....	202
Слика 79. Омогућавање прањања временских промена просторних података Централне ГБП.....	207
Слика 80. Пример алата за картографску генерализацију изохипси.....	216
Слика 81. Приказ дела ДТК25.....	222
Слика 82. Приказ дела генерализованог садржаја ДТК50.....	222

## СПИСАК ТАБЕЛА

Табела 1: Елементи и поделелементи унутрашњег квалитета података према стандарду ISO 19157 који су представљени на квантитативни начин [ISO 19157, 2013] .....	24
Табела 2: Степен коришћења ISO стандарда серије 19100 у ЕУ .....	39
Табела 3: Процесни кораци у поступку анализе квалитета .....	47
Табела 4: Различите карактеристике ентитета за дефинисање популације.....	58
Табела 5: Реализовано картирање садржаја Централне ГБП.....	92
Табела 6: Резултати оцене квалитета за елемент квалитета потпуност .....	101
Табела 7: Самостални извештај о резултатима оцене квалитета за елемент квалитета потпуност коришћењем мере квалитета број дуплираних објеката .....	103
Табела 8: Резултати оцене квалитета за елемент квалитета потпуност ДТК50.....	108
Табела 9: Резултати оцене потпуности ДТК250.....	112
Табела 10: Дефинисана тополошка правила за тематске слојеве ДТК.....	119
Табела 11: Резултати оцене квалитета за елемент квалитета логичка доследност.....	119
Табела 12: Самостални извештај о резултатима оцене логичке доследности .....	122
Табела 13: Резултати оцене тополошке доследност ДТК50.....	124
Табела 14: Резултати оцене тополошке доследност ДТК250 .....	127
Табела 15: Резултати оцене положајне тачности ДТК25 IgeoE Португала [Afonso et al., 2006] .....	132
Табела 16: Хоризонтална положајна грешка у природи у зависности од размере карте.....	134
Табела 17: Хоризонтална тачност (CMAS) према STANAG-у 2215 (при $\alpha=0,10$ ) [STANAG 2215, 2002].....	141
Табела 18: Кругови грешака чије коришћење STANAG 2215 дозвољава [STANAG 2215, 2002]..	141
Табела 19: Вертикална тачност (LMAS) према STANAG-у 2215 (при $\alpha=0,10$ ) [STANAG 2215, 2002] .....	144
Табела 20: Линеарне грешке чије коришћење STANAG 2215 дозвољава [STANAG 2215, 2002] ..	144
Табела 21: Оцена положајне тачности на основу стандарда STANAG 2215 за лист ДТК25 НЛ34-11/7-4-1 Рудник.....	154
Табела 22: Оцена положајне тачности на основу стандарда STANAG 2215 за лист ДТК25 НЛ34-11/9-2-3 Жагубица .....	156
Табела 23: Оцена положајне тачности на основу стандарда STANAG 2215 за лист ДТК25 НК34-5/6-2-4 Врање.....	159
Табела 24: Оцена положајне тачности на основу стандарда STANAG 2215 за лист ДТК25 НК34-5/3-2-2 Лесковац.....	161
Табела 25: Оцена положајне тачности на основу стандарда STANAG 2215 за лист ДТК25 НЛ34-11/4-2-2 Рипањ.....	164
Табела 26: Резултати анализе апсолутне положајне тачности.....	166
Табела 27: Анализа оцењених и теоријских вредности CMAS и LMAS.....	168
Табела 28: Вредности CMAS за појединачна тест подручја.....	171
Табела 29: Анализа варијанси вредности CMAS.....	172
Табела 30: Вредности LMAS за појединачна тест подручја.....	173
Табела 31: Анализа варијанси вредности LMAS.....	174
Табела 32: Вредности релативне вертикалне и хоризонталне положајне тачности .....	175
Табела 33: Оцена положајне тачности на основу стандарда STANAG 2215 за лист ДТК50 НК34-6/4-1 Крива Феја.....	177
Табела 34: Резултати оцене апсолутне положајне тачности ДТК50 .....	179
Табела 35: Резултати оцене апсолутне положајне тачности ДТК50 .....	181
Табела 36: Оцена положајне тачности на основу стандарда STANAG 2215 за лист ДТК250 НК34-2 Ниш .....	183
Табела 37: Резултати оцене апсолутне положајне тачности ДТК250.....	185
Табела 38: Резултати оцене апсолутне положајне тачности ДТК50 .....	186
Табела 39: Резултати оцене квалитета за елемент квалитета тематска тачност.....	191
Табела 40: Део матрице погрешне класификације просторних објеката .....	193
Табела 41: Резултати оцене тематске тачности ДТК50.....	196
Табела 42: Резултати оцене тематске тачности ДТК250.....	200



Табела 43: Метаподаци резултата оцене потпуности.....	209
Табела 44: Метаподаци резултата оцене логичке доследности .....	210
Табела 45: Метаподаци резултата оцене положајне тачности.....	211
Табела 46: Метаподаци резултата оцене тематске тачности.....	212
Табела 47: Метаподаци резултата оцене временске тачности.....	213
Табела 48: Део модела картографске генерализације за темаски ниво Стајаће воде 3.....	216
Табела 49: Анализа утицаја генерализације на потпуност ДТК.....	218
Табела 50: Анализа утицаја генерализације на положајну тачност ДТК.....	220

## 8. АНЕКС 1: ОСНОВНЕ МЕРЕ КВАЛИТЕТА ПОДАТАКА

### 8.1. СВРХА ОСНОВНИХ МЕРА КВАЛИТЕТА ПОДАТАКА

Концепт основних мера квалитета података уведен је да би се избегло понављање дефиниција основних мера квалитета. Постоје мере квалитета података које имају одређене сличности. На пример, квантитативне мере квалитета података баве се концептом бројања грешака. Број грешака може се користити за дефинисање различитих мера квалитета података. Концепт изградње ових мера квалитета података дефинисан је за генеричке основне мере квалитета података и оне се користе за стварање мера квалитета података које деле наведене сличности.

Разликујемо два типа основних мера квалитета података [ISO 19157, 2013]:

- квантитативне основне мере квалитета
- основне мере квалитета засноване на несигурности

Квантитативне основне мере квалитета базирају се на концепту бројања грешака или тачних објеката. Основне мере квалитета засноване на несигурности имају основу у концепту моделовања несигурности мерења статистичким методама. Измерена величина може бити у различитим димензијама. У зависности од димензије измерене величине, користимо различите врсте основних мера квалитета података за изградњу мера квалитета података [ISO 19157, 2013].

### 8.2. КВАНТИТАТИВНЕ ОСНОВНЕ МЕРЕ КВАЛИТЕТА ПОДАТАКА

Основне мере квалитета података базиране на различитим методама бројања грешке или бројање исправних вредности наведене су у Табели А1 – 1 [ISO 19157, 2013].

Табела А1 - 1: Квантитативне основне мере квалитета података

Назив основне мере квалитета података	Дефиниција основне мере квалитета података	Пример	Тип вредности квалитета података
Индикатор грешке	Показатељ да је објекат погрешан	Нетачно	Булов оператор (ако је вредност тачно објекат је опеређен грешком)

Индикатор тачности	Показатељ да је објекат тачан	Тачно	Булов оператор (ако је вредност тачно објекат јеисправан)
Број грешака	Укупан број објеката који подлежу грешкама одређеног типа	11	Цео број
Број тачних објеката	Укупан број објеката који су без грешке одређеног типа	571	Цео број
Степен грешака	Број погрешних објеката у односу на укупан број објеката које би требало да су присутни	0,0189	Реалан број
Степен тачних објеката	Број тачних објеката у односу на укупан број објеката које би требало да су присутни	0,9811	Реалан број
НАПОМЕНА 1: Степен грешака може бити изражен у процентима, или као однос.			
НАПОМЕНА 2: Степен тачних објеката може такође бити изражен у процентима, или као однос.			

НАПОМЕНА Број објеката дефинисан је коришћењем броја објеката у подручју од интереса за скуп података утврђен подручјом квалитета података.

### 8.3. ОСНОВНЕ МЕРЕ КВАЛИТЕТА ПОДАТАКА ЗАСНОВАНЕ НА НЕСИГУРНОСТИ

Нумеричке вредности које се добијају мерењем могу се посматрати само са одређеном тачношћу. Третирајући измерене вредности као случајне променљиве, можемо квантификовати несигурност. Различите начине описивања несигурности статистичким методама користимо за дефинисање основних мера квалитета података заснованих на несигурности.

Статистичке методе које користимо за дефинисање основних мера квалитета података заснованих на несигурности базиране су на одређеним претпоставкама [ISO 19157, 2013]:

- Да је несигурност хомогена за све посматране вредности;
- Да посматране вредности нису корелисане и
- Да посматране вредности имају нормалну расподелу.

#### 8.3.1. Једнодимензионална случајна променљива, $Z$

За измерене вредности, немогуће је дати вероватноћу једној вредности да је права вредност, али је могуће дати вероватноћу праве вредности да буде у одређеном интервалу. Овај интервал се назива интервал поверења. Он је дат помоћу вероватноће  $P$  где је стварна вредност између доње и горње границе. Ова вероватноћа  $P$  се назива ниво значајности [ISO 19157, 2013].

$P$  (доња граница <истинска вредност <горња граница) =  $P$

Ако је стандардна девијација  $\sigma$  позната, границе су одређене квантилима  $u$  нормалне (Гаусове) расподеле  $P(z_t - u \times \sigma \leq \text{истинска вредност} \leq z_t + u \times \sigma) = P$ .

**Табела А1 - 2: Однос између квантила нормалне расподеле и ниво значајности**

Вероватноћа $P$	Квантил	Основна мера квалитета података	Име	Квалитет података valueType
$P = 50\%$	$u_{50\%} = 0,6745$	$u_{50\%} \cdot \sigma_z$	LE50	Мера
$P = 68,3\%$	$u_{68,3\%} = 1$	$U_{68,3\%} \cdot \sigma_z$	LE68,3	Мера
$P = 90\%$	$u_{90\%} = 1,645$	$U_{90\%} \cdot \sigma_z$	LE90	Мера
$P = 95\%$	$u_{95\%} = 1,960$	$U_{95\%} \cdot \sigma_z$	LE95	Мера
$P = 99\%$	$u_{99\%} = 2,576$	$U_{99\%} \cdot \sigma_z$	LE99	Мера
$P = 99,8\%$	$u_{99,8\%} = 3$	$U_{99,8\%} \cdot \sigma_z$	LE99,8	Мера

Уколико је стандардна девијација  $\sigma$  непозната, а једнодимензионалне случајне променљиве  $Z$  мере редундантно помоћу  $N$  независних опажања, могуће је оценити стандардну девијацију из опажања (види табелу А1 - 3).

$z_{mi}$  представља  $i^{me}$  мерених величина. Ако је права вредност  $z_t$  за  $Z$  позната, стандардна девијација може се оценити

$$s_z = \sqrt{\frac{1}{r} \sum_{i=1}^N (z_{mi} - z_t)^2}$$

са  $r$  степеном слободe једнаком броју опажања  $r = N$ . Ако права вредност није позната, вредност  $z_t$  може се оценити као аритметичка средина опажања

$$z_t = \sum_{i=1}^N z_{mi}$$

Стандардна девијација тада се може оценити користећи исту формулу, са  $r = -1$ .

Ако се стандардна девијација оцењује помоћу вишка мерења, интервал поверења може се извести из Студентов  $t$ -распореда са параметром  $r$  [ISO 19157, 2013]:

$$P(-t \times s_z \leq Z - z_t \leq t \times s_z) = P$$

са

$$\frac{(Z - z_t)}{s_z} \sim t(r)$$

**Табела А1 - 3: Однос између квантила Студентовет-расподеле и нивоа значајности за различите вредности степени слободе r**

Вероватноћа P	Квантил за r= 10	Квантил за r= 5	Квантил за r= 4	Квантил за r= 3	Квантил за r= 2	Квантил за r= 1
P = 50%	t= 1,221	t= 1,301	t= 1,344	t= 1,423	t= 1,604	t= 2,414
P = 68,3%	t= 1,524	t= 1,657	t= 1,731	t= 1,868	t= 2,203	t= 3,933
P = 90%	t= 2,228	t= 2,571	t= 2,776	t= 3,182	t= 4,303	t= 12,706
P = 95%	t= 2,634	t= 3,163	t= 3,495	t= 4,177	t= 6,205	t= 25,452
P = 99%	t= 3,581	t= 4,773	t= 5,598	t= 7,453	t= 14,089	t= 127,321
P = 99,8%	t= 4,587	t= 6,869	t= 8,610	t= 12,924	t= 31,599	t= 636,619

**Табела А1 - 4: Основне мере квалитета података за различите вероватноће P за једнодимензионалне величине, где се стандардна девијација оцењује из сувишних мерења**

Вероватноћа P	Подаци основна мера квалитета	Име	Квалитет података вредност типа
P = 50,0%	$t_{50\%}(r) \cdot s_z$	LE50 (r)	Мера
P = 68,3%	$t_{68,3\%}(r) \cdot s_z$	LE68,3 (r)	Мера
P = 90,0%	$t_{90\%}(r) \cdot s_z$	LE90 (r)	Мера
P = 95,0%	$t_{95\%}(r) \cdot s_z$	LE95 (r)	Мера
P = 99,0%	$t_{99\%}(r) \cdot s_z$	LE99 (r)	Мера
P = 99,8%	$t_{99,8\%}(r) \cdot s_z$	LE99,8 (r)	Мера

НАПОМЕНА: вредности t за број степени слободер могу се добити из табеле А1 - 3,

Основне мере квалитета података за несигурност једнодимензионалних величина су дати у табелама А1 -2 и А1 -4. Обе табеле имају за циљ да се прикажу несигурност дајући горњу и доњу границу интервала поверења. Разлика је у томе како се стандардна девијација добија. Ако се зна *a priori* онда користимо табелу А1 - 2. Ако је стандардна девијација оцењена из сувишних мерења, користимо табелу А1 - 4 заједно са тебелом А1 - 3.

### 8.3.2. Дводимензионална случајна променљива X и Y

Случај једнодимензионалне случајне променљиве Z можемо проширити на две димензије, где се мерена величина увек посматра кроз две вредности. Резултат се приказује као уређена n-торка X и Y. Оне имају исте претпоставке као у случају једнодимензионалне случајне променљиве.

Опажања су  $x_{mi}$  и  $y_{mi}$ . Еквиваленцију интервалу поверења у једној димензији представља област поверења, која се обично описује као круг око најбољих оцена праве вредности. Вероватноћа да права вредност лежи у овој области

израчунава се помоћу подручја интеграције дводимензионалне густине функције нормалне расподеле. Кружну област карактерише полупречника. Овај полупречник,  $R$ , користимо као меру тачности дводимензионалне случајне променљиве (види табела А1 – 5) [ISO 19157, 2013]:

$$P(R, \sigma_X, \sigma_Y) = \frac{1}{2\pi\sigma_X\sigma_Y} \iint_{(x-x_t)^2+(y-y_t)^2} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{(x-x_t)^2}{\sigma_X^2} + \frac{(y-y_t)^2}{\sigma_Y^2}\right)} dx dy$$

За одређене вероватноће, полупречник се може израчунати у зависности од стандардних девијација  $\sigma_x$  и  $\sigma_y$ .

**Табела А1 - 5: Однос вероватноће  $P$  и одговарајућег полупречника кружног подручја**

Вероватноћа $P$	Основна мера квалитета података	Назив	Тип вредности квалитета података
$P = 39,4\%$	$\frac{1}{\sqrt{2}}\sqrt{(\sigma_x^2 + \sigma_y^2)}$	Стандардни круг одступања $CE_{39,4}$	Мера
$P = 50\%$	$\frac{1,1774}{\sqrt{2}}\sqrt{(\sigma_x^2 + \sigma_y^2)}$	Вероватни круг грешке $CE_{50}$	Мера
$P = 90\%$	$\frac{2,146}{\sqrt{2}}\sqrt{(\sigma_x^2 + \sigma_y^2)}$	Средња квадратна кружна грешка $CE_{90}$	Мера
$P = 95\%$	$\frac{2,4477}{\sqrt{2}}\sqrt{(\sigma_x^2 + \sigma_y^2)}$	Кружна грешка као стандард тачности $CE_{95}$	Мера
$P = 99,8\%$	$\frac{3,5}{\sqrt{2}}\sqrt{(\sigma_x^2 + \sigma_y^2)}$	Кружна скоро сигурна грешка $CE_{99,8}$	Мера

### 8.3.3. Тродимензионална случајна променљива $X, Y, Z$

Случај једnodимензионалне случајне променљиве  $Z$  можемо проширити и на три димензије, где се мерена величина увек посматра кроз три вредности. Резултат се приказује као уређена  $n$ -торка  $X, Y$  и  $Z$  које имају исте претпоставке као у случају једnodимензионалне случајне променљиве [ISO 19157, 2013].

Опажања су  $x_{mi}$ ,  $y_{mi}$  и  $z_{mi}$ . Интервалу поверења у једној димензији еквиваленцију представља запремина поверења, која се обично описује као сфера око најбоље оцене праве вредности. Вероватноћа да права вредност лежи у овој простору израчунава се помоћу подручја интеграције тродимензионалне густине функције нормалне расподеле. Сферно подручје карактерише полупречник. Овај полупречник,  $R$ , користимо као меру

тачности тродимензионалне случајне променљиве (види табела А1 – 6) [ISO 19157, 2013]:

**Табела А1 - 6: Однос између вероватноће P и одговарајућег полупречника сферне запремине**

Вероватноћа P	Основна мера квалитета податата	Назив	Тип вредности квалитета података
P = 50%	$0,51 \cdot (\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z)$	Вероватна сфера грешке (SEP)	Мера
P = 61%	$\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2}$	Средња квадратна сферна грешка (MRSE)	Мера
P = 90%	$0,833 \cdot (\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z)$	90% Сферна грешка као стандард тачности	Мера
P = 99%	$1,122 \cdot (\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z)$	99% Сферна скоро сигурна грешка	Мера

## БИОГРАФИЈА

Синиша Дробњак је рођен 16.10.1981. године у Пријепољу, Република Србија, од мајке Веселинке и оца Миланка. Завршио је основну школу 1996. године, а Војну гимназију 2000. године. У току основног и средњешколског образовања био је одличан ученик. На Војну академију у Београду, Смер геодетске службе, уписао се 2000. године, а дипломирао је као најбољи студент на смеру 2005. године са просечном оценом 9.00, чиме је стекао звање дипломирани инжењер геодезије. Одбранио је дипломски рад оценом 10. Докторске студије је уписао 2007. године на Грађевинском факултету, Универзитета у Београду, студијски програм Геодезија и геоинформатика. Положио је свих 8 испита уз просечну оцену 9.75.

У периоду од 2005. до 2010. године био је запослен у Војногеографском институту на месту – референт у одељењу за Географске информационе системе. Од 2010. године запослен је на месту Виши истраживач у Одељењу за премер Војногеографског института где се и сада налази.

Такође, тренутно ради као асистент на смеру Војногеодетског инжењерства Војне академије у Београду. Изводи наставу из предмета Картографија 1, Картографија 2, Фотограметрија и даљинска детекција 1 и Фотограметрија и даљинска детекција 2. Активно учествује у припреми и реализацији наставног процеса и стручне праксе.

Објављени радови, научна активност као и област интересовања, усмерени су на проблеме из области дигиталне картографије и географских информационих система. До сада је објавио преко 30 стручних и научноистраживачких радова и коаутор је једног универзитетског уџбеника. Учествовао је на више националних и међународних научних конференција и на једном пројекту технолошког развоја.

Ожењен је супругом Соњом, са којом има ћерку Теу.



---

## Изјава о ауторству

Име и презиме аутора Синиша Дробњак

Број индекса 935/07

### Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

ОЦЕНА КВАЛИТЕТА ДИГИТАЛНИХ ТОПОГРАФСКИХ КАРТА

---

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да дисертација у целини ни у деловима није била предложена за стицање друге дипломе према студијским програмима других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

Потпис аутора

У Београду, 05.07.2016.



---

---

## Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора Синиша Дробњак  
Број индекса 935/07  
Студијски програм Геодезија и геоинформатика  
Наслов рада ОЦЕНА КВАЛИТЕТА ДИГИТАЛНИХ ТОПОГРАФСКИХ КАРТА  
Ментор ред. проф. др Бранко Божић

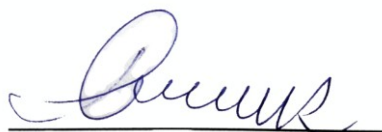
Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради похрањена у **Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског назива доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

**Потпис аутора**

У Београду, 05.07.2016.



---

## Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

---

### ОЦЕНА КВАЛИТЕТА ДИГИТАЛНИХ ТОПОГРАФСКИХ КАРТА

---

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)
2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)
3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)
5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)
6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци.

Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве).

**Потпис аутора**

У Београду, 05.07.2016.



---

1. **Ауторство.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. **Ауторство – некомерцијално.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. **Ауторство – некомерцијално – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. **Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. **Ауторство – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. **Ауторство – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.