

АНАЛИЗА АУТОМАТСКЕ КАРТОГРАФСKE ГЕНАРАЛИЗАЦИЈЕ У ДИГИТАЛНОМ КАРТИРАЊУ

Драгољуб Секуловић¹ и Синиша Дробњак²

¹Универзитет одбране – Војна академија, Београд, Република Србија

²Војногеографски институт, Београд, Република Србија

Сажетак: Картографско генералисање је стваралачки процес уопштавања, који се примењује при пројектовању и састављању садржаја географских карата. Обухвата проучавање географске средине, систематизацију географских података, процену с обзиром на врсту (тип), намену и размер карте, одабирање или обједињавање и њихово графичко приказивање, уз већи или мањи степен упрошћавања. У ери дигиталне картографије све више се посвећује пажња развоју алата за аутоматску генерализацију картографског садржаја. У овом раду урађена је анализа аутоматске картографске генерализације при преласку са дигиталне топографске карте размера 1:25 000 (ДТК25) у дигиталну топографску карту размера 1:50 000 (ДТК50).

Кључне речи: Аутоматска картографска генерализација, ГИС

Original scientific paper

ANALYSIS OF AUTOMATIC CARTOGRAPHIC GENERALIZATION IN DIGITAL MAPPING

Dragoljub Sekulović¹ and Siniša Drobnjak²

¹University of Defence – Military Academy, Belgrade, Republic of Serbia

²Military-geographical Institute Belgrade, Republic of Serbia

Abstract: Cartographic generalization is a creative process of abstraction, which is used in the design and preparation content of geographic maps. It includes the study of the geographic environment, processing of geographic data, and an evaluation with regard to type, purpose and scale of the map, or selecting and merging their graphical presentation, with greater or lesser degree of abstraction. In the era of digital cartography more attention is paid to developing tools for automatic generalization of cartographic content. In this paper we analyzed automatic cartographic generalization in production digital topographic map scale 1:50 000 (DTM50) from digital topographic map scale 1:25 000 (DTM25).

Key words: Automatic cartographic generalization, GIS

УВОД

Картографско генералисање се по правилу изводи на основу унапред разрађених критеријума. Они се формирају приликом пројектовања карте на основу испитивања пре почетка израде карте и у току израде се не мењају. То је услов да карта буде уједначене вредности и стандардног квалитета на

INTRODUCTION

Cartographic generalization is generally performed based on previously developed criteria. These criteria are formed upon projecting maps on the basis of tests before making the map and in the course of preparation they do not change. It is a requirement that the map has uniformed values and standard

целој територији картирања. Потреба за све ширим асортиманом географских карата, и то не само по размеру и садржају него и по облику и начину представљања, обавезује картографа да тражи и нађе посебне реалне критеријуме картографског генералисања за сваку поједину карту. Успех у томе је један од кључних фактора стварања добре и сврсисходне географске карте.

Истраживање аутоматске картографске генерализације може се прикључити на различитим платформама за развој. Аутоматизација картографског уопштавања је процес у фокусу многих истраживања. 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. Од великог броја географских података, који постоје на картираној територији, треба извући логичан број података који су од општег значаја и могу се прегледно приказати на географским картама. Избор података је резултат анализе потреба с обзиром на намену карте, могућности које пружа размер карте и резултат студије географске ситуације на земљишту. Избор садржаја карата дефинисан је усвајањем картографског модела података. Географски садржај на изворној карти, на више изворних карата или скуп географских података у комплекту картографских извора, путем картографског генералисања, трансформише се у сажетији вид географског садржаја нове карте (Lamy et al, 1999; Lee and Hardy, 2005; Regnaud, 2005; Kazemi et al, 2007; Qian et al, 2008; Burghardt et al, 2008).

Праћењем развоја стандарда у области прикупљања, организације, обраде и презентације просторних података у Војногеографском институту (ВГИ) – Београд, просторни подаци Дигиталне топографске карте у размери 1:25 000 (ДТК25) организовани су у централној Геопросторној бази података у размери 1:25 000 (ГБП25). Она представља основу за генерисање осталих карата размерног низа који се производе у

quality throughout the territory being mapped. The need for a broader range of all of the map, not only in its size and content but also the form and manner of presentation, cartographer is bound to seek and find real special cartographic generalizing criteria for each ticket. Success in this is one of the key factors to create good and meaningful maps.

The research of automatic map generalization can be connected to different platforms for development. Automatic cartographic generalization is the process on which many studies are focused. The main task of mapping and generalizing process is to solve the problem of expressing the core, typical and characteristic features of the mapping territory and the occurrence of it in accordance with the purpose and scale of the map. From a large number of geographic data that exist on the mapping territory a logical amount of data should be drawn, which are of general interest and can be clearly shown on maps. Data selection is the result of a need for analysis with regard to the purpose of the map, the opportunities provided by map scale and geographic result of a study of the situation on the ground. Travel plan maps defined by the adoption of the cartographic data model. Geographic map of the original content, the more expensive the original maps or geographic data supplied cartographic sources, by mapping generalizing, is transformed into a more concise form of geographical importance that a new map contains. (Lamy et al, 1999; Lee and Hardy, 2005; Regnaud, 2005; Kazemi et al, 2007; Qian et al, 2008; Burghardt et al, 2008).

Tracking the development of standards in the field of collection, organization, processing and presentation of spatial data in the Military Geographical Institute (MGI) - Belgrade, spatial data digital topographic maps in scale 1:25 000 (DTM25) are organized in the central Geospatial database in the ratio of 1 : 25 000 (GSD25). It is used to generate other scale-based series maps produced in MGI, digital topographic maps in the scale

ВГИ-у, а првенствено топографских карата у размери 1:50 000 (ТК50), 1:100 000 (ТК100) и 1:250 000 (ТК250) (Татомировић et al, 2007; Sekulović et al, 2008; Тадић, 2010; Секуловић и Дробњак, 2011).

У технолошком процесу израде ГБП25 у раду је примењено превођење растерског садржаја листова Топографске карте 1:25 000 (ТК25) у векторски облик са референтним алфанумеричким подацима и директно картирање са савремених фотограметријских подлога као што је ортофото.

ГЕОПРОСТОРНА БАЗА ПОДАТАКА У РАЗМЕРИ 1:25 000 (ГБП25)

У технолошки процес допуне података ГБП25 у ВГИ-у уведена је технологија дигиталне фотограметријске реституције, као и технологија глобалног позиционирања (ГПС) као подршка допуни ГБП25 на терену. Применљивост овако израђене ГБП25 нарочито је значајна са аспеката производње целог размерног низа топографских карата помоћу алата картографске генерализације, картографско -репродукцијске подршке тиражној штампи листова ТК, као и са аспекта стварања основе за развој једног комплексног геоинформационог система (инфраструктуре просторних података) на националном нивоу чија је примењивост веома широка.

Технолошки процес израде ГБП25 заснива се на картирању садржаја карте методама дигиталне фотограметријске реституције и картографској обради истог у ГИС окружењу, коришћењем референтних алфанумеричких података. Процес векторизације се реализује уз строго поштовање логичког модела података респектујући могућности, односно начин рада у изабраном софтверском окружењу. Предвиђена технолошка решења израде ГБП25 подразумевају да ће се и допуна садржаја вршити такође методама дигиталне фотограметријске реституције. Целокупан технолошки поступак израде ГБП25 са могућностима дистрибуције података дат је на слици 1.

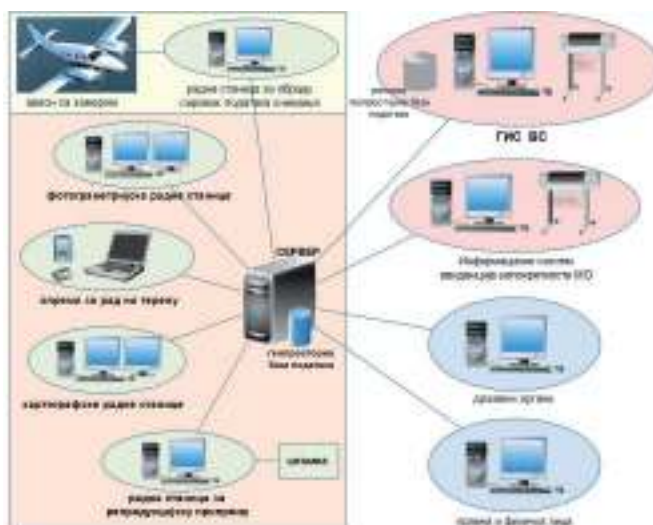
of 1:50 000 (DTM50), 1:100 000 (DTM100) and 1:250 000 (DTM250) (Татомировић et al, 2007; Sekulović et al, 2008; Тадић, 2010; Секуловић и Дробњак, 2011).

The technological process of GSD25 paper applied to translate raster content pages Topographic maps 1:25 000 (TM25) in vector form with reference to alphanumeric data directly and photogrammetric mapping with modern substrates such as orthophotos.

ГЕОСПАЦИЈАЛНА БАЗА ПОДАТАКА У РАЗМЕРИ 1:25 000 (ГБП25)

The technological process of updating data in MGI GSD25 is introduced into the technology of digital photogrammetric restitution, as well as global positioning technology (GPS) to support the amendment to GSD25 on the ground. Applicability of GSD25 made this particularly important aspect of the whole production of different scale series topographic maps with cartographic generalization tools, cartographic reviewer, support press sheets topographic maps, as well as in terms of creating the basis for the development of a complex geographic information system (Spatial Data Infrastructure) at the national level, which has very broad applicability.

The technological process of GSD25 is based on mapping methods, map content and digital photogrammetric restitution cartographic, processing it into a GIS environment, using reference alphanumeric data. Vectorization process is implemented in strict compliance with the logical data model respecting the possibility, or mode of the selected software environment. Anticipated technological solutions making GSD25 imply that the content and update methods also perform digital photogrammetric restitution. The whole technological process of developing the capabilities of GSD25 data distribution is shown in Figure 1.



Сл. 1. Технолошки процес израде ГБП25

Fig. 1: The technological process of GSD25

За израду ГБП25 одабрана је софтверска платформа америчке фирме ESRI, ArcGIS, која у себи садржи потпуно нови приступ у процесу креирања геопросторних база података. Избор наведене софтверске платформе условио је потпуно нову технологију у свим фазама рада, али су задржана постојећа картографска решења. С обзиром на те потребе процес израде ГБП25 обухвата следеће фазе рада (Секуловић и Дробњак, 2011):

1. израда логичког модела података;
2. израда модела генералисања;
3. израда физичког модела података;
4. креирање симболије;
5. израда логичког модела процеса;
6. израда физичког модела процеса;
7. креирање процедура за генералисање и
8. обука.

У процесу израде логичког модела података ДТК25, конкретни географски елементи карте су раслојени по тематским целинама. Појединачни случајеви сваког од елемената садржаја дефинисани су системом лејера и шифара као јединственим индикатором припадности одговарајућој тематској целини, односно као ближе

To create GSD25 software, U.S. firm ESRI, ArcGIS platform was chosen, which contains a completely new approach to the formulation of geospatial databases. The software platform selection has caused the brand new technology in all phases of the work, but they retained the existing mapping solution. Given these requirements, the development process includes the following phases GSD25 work (Sekulović and Drobnyak, 2011):

1. Making logical data model;
2. Creating model for generalization
3. Making physical data model;
4. Creating symbology;
5. Making a logical model of the process;
6. Making a physical model of the process;
7. Creation of procedures for generalizing and
8. Training.

The process of developing the logical data model DTM25, the geographical map elements are differentiated by the thematic units. Individual cases of each of the elements of the system are defined by the content layer and the codes as a unique indicator of belonging to the appropriate thematic whole, or as close to defining specific individual object class (Markovic, 2009).

одређење специфичности појединачне класе објекта (Марковић, 2009).

На слици 2, дат је пример дела логичке структуре и симбологије за тему објекти. У процесу израде логичке структуре и симбологије примењени су принципи геометријског моделовања и извршена декомпозиција садржаја ГБП25 на основне геометријске примитиве: тачке, линије и полигоне.

Figure 2 provides an example of part of the logical structure and symbolism for the topic areas. In the process of creating a logical structure and symbolism, we applied the principles of geometric modeling and decomposition made GSD25 content to basic geometric primitives: points, lines and polygons.

LAYER	TIP	ŠIFRA	ŠIMBOL	NAZIV
748	P	7481		Zgrada u razmeri
750	P	7501		Soliter u razmeri
763	P	7631		Poligon u zgradi
761	P	7611		Hram (crkva) u razmeri
779	P	7791		Stadion prikazan u razmeri
762	P	7621		Ulica u razmeri
765	P	7651		Nepoznat sadrzaj na stranoj teritoriji

Сл. 2. Приказ дела логичке структуре и симбологије ГБП25
Fig. 2. Part of the logical structure and symbology GSD25

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. Дефинисање изгледа ГБП25 је вид физичког моделовања података у коме се у самом интерфејсу коришћеног софтвера одређује редослед приказа тема односно, додатно дефинише визуелни приказ ГБП25, на нивоу који није могуће остварити путем симбологије. Ова фаза представља последњи корак у изради ГБП25 у смислу практичне израде. Изглед комплетно урађеног и визуализованог дела ГБП25 приказан је на слици 3.

Physical data model is defined by the appearance of a database or “space” to store the elements defined by the logical model of the tasks. Data types, method of data storage as well as all the columns that are used for input attributes of object classes and individual objects are also defined in the design of the physical data model. Defining the vision looks GSD25 physical data modeling in which will be used in the interface software determines the order of topics and, further defines the visual display of GSD25, a level that cannot be achieved through symbolism. This phase is the last step in the development of GSD25 in terms of practical preparation. Visualization of complete produced part of GSD25 shown in Figure 3.



Сл. 3. Изглед урађеног и визуелизованог дела геопросторне базе података ДТК25
Fig. 3. Visualization of complete produced part of GSD25

Целокупан процес израде ГБП25 реализован је ослонцем како на наведено софтверско окружење, тако и на расположиве хардверске ресурсе који су у ВГИ-у умрежени. То је имало за последицу поделу надлежности у раду са просторним подацима, успостављање система одговорности у процесу дељења и протока података у мрежи, као и архивирања података. Током целог поступка израде ГБП25 нарочита пажња посвећена је бекапирању података и праћењу реализације комплетног задатка по листовима и извршиоцима (Секуловић и Дробњак, 2011).

The entire process of making GSD25 was realized by relying on the above software environment, and the available hardware resources in the MGI-networked. This resulted in the division of responsibilities in working with spatial data, establishing a system of accountability in the process of sharing and flow of information in the network, and data archiving. During the whole process of making GSD25, special attention was paid to the backup data and monitoring the implementation of the entire task in magazines and perpetrators (Sekulović and Drobnjak, 2011).

АУТОМАТСКА КАРТОГРАФСКА ДИГИТАЛИЗАЦИЈА

AUTOMATED MAP GENERALIZATION

Истраживања на пољу аутоматске картографске генерализације у последње време дали су обећавајуће резултате, али у исто време појавили су се потешкоће имплементације решења аутоматске генерализације у комерцијалним софтверима из неколико разлога (Stoter et al, 2008; Stoter et al, 2009):

Research in the field of automated map generalization recently have given promising results, but at the same time there have been problems implementing automated generalization solutions in commercial software for several reasons (Stoter et al, 2008; Stoter et al, 2009):

- Прво, веома је тешко дефинисати захтеве у односу на формат и ниво детаљности података употребљених у процесу аутоматске генерализације.
- Друго, произвођачима софтвера потребни су заједнички захтеви више

- First, it is very difficult to define requirements in relation to the format and level of detail of the data used in the process of automatic generalization.
- Second, software vendors need common requirements more national mapping agen-

националних картографских агенција који задовољавају њихове потребе. Такве заједничке захтеве за генерализацију је тешко дефинисати због разлика у моделу података, нивоа детаљности улазних података, територије која се картира и различитих размерних низова.

- На крају, последњи разлог тешкоћа имплементације аутоматске генерализације је то што генерализација садржи субјективни део у којем често постоји више идеалних резултата генерализације.

Процес аутоматског картографског генерализације анализиран је коришћењем софтверског пакета ArcGis америчке фирме ESRI који у овој области има следеће предности и ограничења:

Предности (Stoter et al, 2010):

- Прихватљиви резултати код генерализације објеката, поједностављивање приказа линија, спајања површина, дељења двоструких линија централном линијом и мозаичка генерализација;
- Алата генерализације су комплетно у ГИС платформи;
- Креирање поступка рада помоћу алата (Model Builder);
- Могућност подешавања постојећих алгоритама и додавања нових алгоритама;
- Рад са 2.5 Д подацима;
- Доступна је добра документација;
- Лака инсталација.

Ограничења:

- Топологија је делимично укључена. Поједностављивање и углачавање линија, сажимање и поједностављивање полигона могу проузроковати тополошке грешке;
- Дељење двоструких линија централном линијом и сажимање полигона не садрже атрибуте улазних података;

cijs that meet their needs. These common requirements for generalization is difficult to define because of differences in the data model, the level of detail of input data, map the territory of scaling and different sequences.

- Finally, the last reason for the difficulties of implementation of automatic generalization is that generalization involves a subjective part where there is often more ideal results generalization.

Generalizing the automatic cartographic analyzed using ArcGis software package in this field has the following advantages and disadvantages:

Advantages (Stoter et al, 2010):

- Acceptable results for building generalization, line simplification, area aggregation, collapse dual lines and mosaic generalization;
- Generalization tools inside a complete GIS platform;
- Creating a workflow creation tool (Model Builder);
- Possibility to customize existing algorithms and add new algorithms;
- Working with 2.5 D data;
- Good documentation available;
- Easy installation.

Limitations:

- Topology is partially managed. Simplify line. Smooth line. Aggregate polygons, simplify building and simplify polygons can introduce topological errors.
- A collapse dual line to centerline and aggregate polygons does not carry the attributes from the input lines.

- Објекти се процесирају класа по класу, у секвенцијалном моду, без узимања у обзир садржај и релације међу објектима;
- Више детаљнијих информација о процесу генерализације није омогућено.
- Objects are processed class by class and in sequential mode, without taking into account the context and the relationships between them.
- More detailed information about the generalization process should be provided.

Дефинисани процес аутоматског картографског генералисања дао нам је могућност добијања нове ДТК50 на основу дефинисаних еламаната садржаја ДТК25. Задатак који смо желели постићи је проналазак оптималног начина и метода аутоматске генерализације. Процес генералисања обухватио је основне видове генерализације:

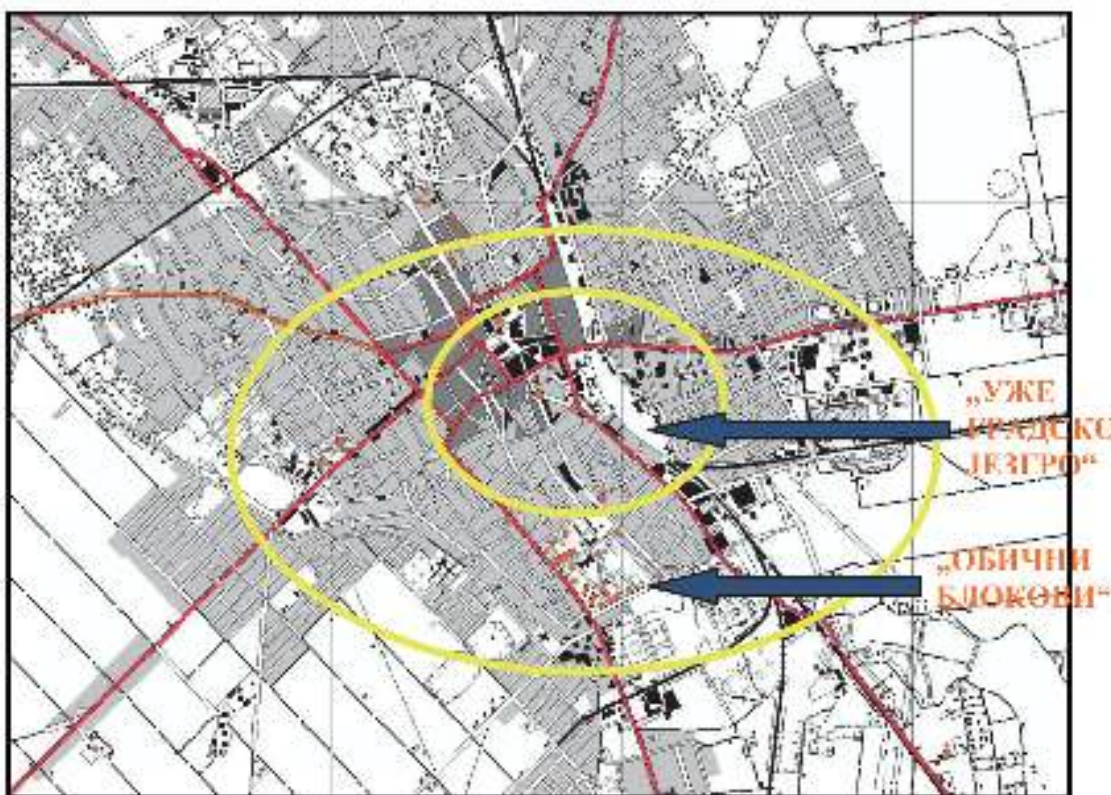
- селекцију, односно редуkcију географских података;
- упрошћену представу линијским условним знацима, сажимање количинских и квалитетних карактеристика;
- претварање скупова појава у појмове вишег реда;
- измештање картографских објеката;
- обједињавање истородних појава.
- With the selection, and the reduction in geographic data;
- Simplified to represent the linear conditional signs, compression routine service quantity and quality to characterize;
- Converting sets of phenomena in terms of a higher order;
- Displacement of map objects;
- Merging of similar phenomena.



Сл. 4. Приказ дела ДТК25 (Марковић, 2009)
Fig. 4. Part GSD25 (Marković, 2009)

Основни картографски извор у процесу генерализације била је ДТК25 (слика 4) са већ дефинисаним моделом података у централној бази података. 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, генерализане ДТК50. Све тематске целине ДТК25, сем назива су генерализани и приказ дела генерализане ДТК50 можемо видети на слици 5.

The main source for the cartographic generalization was DTM25 (Figure 4) with pre-defined model data in a central database. The use of different, pre-defined tools and generating new and using Model Builder, we have a very powerful tool for automated map generalization, which has enabled us to create a new, generalized DTM50. DTM25 All thematic areas, other than the names of the partial and generalized DTM50 we can see the Figure 5.



Сл. 5. Приказ дела генерализованог садржаја ДТК50 (Марковић, 2009)
Fig. 5. Part of a generalized content DTM 50 (Марковић, 2009)

Највећи степен генерализања дефинисали смо 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 генерализани једноставнијом селекцијом, односно редукцијом географског садржаја.

The highest degree of generalization was defined by using thematic areas of the village, where the individual objects are grouped into two different sections, the city property and the settlement blocks. Objects of public interest are exempt from this kind of generalization, so that they are a simple generalization of selection and reduction of geographic content.

ЗАКЉУЧАК

Аутоматска картографска генерализација је интеграција многих теорија, метода и техника. У односу на ГИС, генерализација систем мора да задовољи строге захтеве квалитета. Генерализација квалитета процена је главни проблем у савременој картографији. Поред евалуације уопштавање резултата, подржава истраживања за аутоматизацију уопштавања. У технолошком процесу израде ГБП25 у раду је примењено превођење растерског садржаја листова Топографске карте 1:25 000 издања Војногеографског института у векторски облик с референтним алфанумеричким подацима и директно картирање са савремених фотограметријских подлога као што је ортофото. Ово се може постићи коришћењем мешавине техника генерализације (као што су селекција, спајање, пресељење, симболија, поједностављивање). Резултати анализе тест подручја на ТК су показали да ефикасност аутоматске генерализације може бити побољшана, а губитак података или изобличења смањена.

Упркос тренутним ограничењима, тестирани софтвер се може применити у производном току при аутоматизацији значајаног дела процеса генерализације. Изналажење потпуних решења у комерцијалним софтверима захтева огромну инвестицију, с обзиром на мали број потенцијалних купаца и велики напор у прилагођавању парцијалних комерцијалних решења у испуњавању специфичних захтева.

CONCLUSION

Automatic cartographic generalization is the integration of many theories, methods and techniques. The generalization quality and estimation is the main problem in contemporary cartography. Additional evaluation generalization results support the research of automatic generalizations. In this article, during technological process GSD25, we translate the content of the raster topographic map sheet 1:25 000 publication of the Military Geographical Institute in vector form with referential alphanumeric data and the direct photogrammetric mapping with modern substrates such as orthophotos. That can be achieved by using mixture of generalization technique (such as selection, merging, simplifying, symbology and displacement). The results of the analysis of the tested areas on the topographic map showed that the efficiency of automatic generalization can be improved, and the loss of information or distortion reduced.

Despite the current limitations, the tested software can be applied in the production with automatic generalization. Finding complete solutions in commercial software requires a huge investment, given the small number of potential customers and a lot of efforts in adapting commercial solutions in partial fulfillment of a specific request.

ЛИТЕРАТУРА/ BIBLIOGRAPHY

1. Burghardt, D., Schmid, S., Duchêne, C., Stoter, J.E. (2008). *Methodologies for the evaluation of generalised data derived with commercial available generalisation systems*. In: Proceedings of the 11th ICA workshop on generalisation and multiple representation, Montpellier, стр. 16 -18.
2. Kazemi, S., Lim, S., Ge, L. (2007). *An International Research Survey: Cartographic generalisation practices at mapping agencies*. Proceedings of the Spatial Science Institute Biennial International Conference (SSC2007), Hobart, Tasmania, Australia.

3. Lee, D., Hardy, P. (2005). *Automating Generalization – Tools and models*, XXII International Cartographic Conference (ICC2005), A Coruña, Spain.
4. Lamy, S., Ruas, A., Demazeau, Y., Jackson, M., Mackaness, W., Weibel, R. (1999). *The application of agents in automated map generalisation*. Presented at the 19th ICA Meeting Ottawa.
5. Марковић, В. (2009). Општи принципи логичког моделовања структуре података за потребе израде дигиталне топографске карте размере 1:25 000. *Зборник радова Војногеографског института 13*. Београд, стр. 23-33.
6. Regnaud, N. (2005). *Spatial Structures to Support Automatic Generalisation*, XXII International Cartographic Conference (ICC2005), A Coruña, Spain.
7. Qian, Z. H., Xu, Y., Meng, Q.L., Song, Y.Q. (2008). *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Vol. XXXVII, Part B2. Beijing.
8. Секуловић, Д., Дробњак, С. (2011). Примена савремених технологија у процесу израде геопросторне базе података у резолуцији 1:25 000 (ГБП25). Међународно – научно стручни скуп: „Архитектура и урбанизам, Грађевинарство, Геодезија – Јуче, Данас, Сутра“, *Зборник радова (електронски извор)*, Бања Лука, 2011., стр. 755-766.
9. Sekulović, D., Banković, R., Tatomirović, S. (2008). *Digital cartographic key production for the digital topographic map at the scale 1:25.000*, Zborniku radova „INTERGEO EAST”, Belgrade: Conference for Landmanagement, Geoinformation, Building Industry, Environment
10. Stoter, J. E., Baella, B., Blok, C., Burghardt, D., Duchêne, C., Pla, M., Regnaud, R., Touya, G. (2010). *State-of-the-art of automated generalisation in commercial software*. EuroSDR Official Publication N°58. Published by Gopher, Amsterdam, The Netherlands.
11. Stoter, J. E., Burghardt, D., Schmid, S., Duchêne, C., M. Pla, N. Regnaud, B. Baella (2008). *A Study on the state of the art automated map generalisation implemented in commercial out of the box software*. In: Proceedings of the 11th ICA workshop on generalisation and multiple representation, 20-21 June 2008, Montpellier, pp. 15 -19.
12. Stoter, J. E., Burghardt, D., Duchene, C., Baella, B., Bakker, N., Blok, C., Pla, M., Regnaud, N., Touya, G. (2009). *Methodology for evaluating automated map generalization in commercial software*. Computers, Environment and Urban Systems, accepted.
13. Тадић, В. (2010). *Ажурирање топографских карата помоћу сателитских снимака и гис технологије*. Београд: Војна академија, магистарски рад.
14. Татомировић, С., Чворовић, Л., Станковић, С., Костић, М. (2007). *Примена савремених технологија у процесу допуне ДТК25*, Зборник радова „ОДБРАМБЕНЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ – ОТЕХ 2007”, Београд: Министарство одбране