

КАРТОГРАФСКА ОБРАДА УРБАНИХ ПОДРУЧЈА КОРИШЋЕЊЕМ САТЕЛИТСКОГ СНИМКА КАО ОСНОВЕ ЗА ПРИКУПЉАЊЕ ПОДАТАКА

ВЛАДАН ТАДИЋ^{*1}, ДРАГОЉУБ СЕКУЛОВИЋ¹ СЛАВИША ТАТОМИРОВИЋ²

¹ Министарство одбране РС, Београд, Србија

² Војна академија, Павла Јуришића Штурма 33, Београд, Србија

³ Војногеографски институт, Мије Ковачевића 5, Београд, Србија

Сажетак: Рад приказује могућности коришћења снимака сателита WORLDVIEW-1 као подлоге за креирање и ажурирање картографских материјала. Такође је описана комплетна примењена процедура за обраду сателитских снимака ради довођења у стање погодно за картографске примене.

Кључне речи: сателитски снимци, WORLDVIEW-1, обрада сателитских снимака.

Увод

С обзиром на значај поседовања тачних и правовремених информација о простору, неопходних за успешно урбано планирање и развој, као и успешно коришћење простора у војне сврхе, у потпуности су оправдани захтеви за сталним усавршавањем метода прикупљања и обраде просторних података. Природно најзахтевнији и најкомплекснији делови територије једне земље, у погледу картографске обраде и приказа стања на терену јесу високоразвијене урбане, густо насељене градске целине. Брз раст и развој појединих градова условљава да се усклађивање промена стања на терену и њиховог картографског приказа мора вршити у временским размацима који постају све краћи (Гиговић Љ., 2010; Гиговић Љ., Секуловић Д., 2008).

Концепција и флексибилност савремених система за снимање и извиђање, као и достигнути ниво развоја рачунарске опреме и метода обраде снимљених материјала, с оправдањем упућује на претпоставку да би се они могли успешно користити у пракси код поступка израде и ажурирања крупноразмерних топографских карата (ТК) и планова урбаних подручја као најзаступљенијих извора просторних података.

На бази те претпоставке у раду је разрађен модел картографске обраде урбаних подручја у размери 1:25 000 коришћењем снимка сателита WorldView-1, као основе за прикупљање података у програмском пакету ArcGis 9.3, на бази технолошких решења примењених за моделовање и обраду података у поступку израде Дигиталне топографске карте 1:25 000 (ДТК25) у Војногеографском институту

* E-mail: tadicvladan@yahoo.com

– ВГИ (Тадић В., 2010; Тагомировић С. и остали, 2009; Sekulović D. и остали, 2008; Тагомировић С. и остали, 2007; Stojanović M., 2005).

Упоредивање садржаја и анализа промена

За потребе рада изабран је експериментални радни простор који покрива шире градско језгро Београда на коме се налазе насеља: Баново брдо, Жарково, Чукарничка падина, Церак, Видиковац, делови Раковице и Железника. Према типу урбанизације ова насеља спадају у градске конгломерације које се карактеришу израженом структуром, уређеним улицама, трговима и парковима и изузетно разгранатом мрежом везних комуникација. С обзиром на политички, економски и административни значај Београда као највећег и главног града Републике Србије, може се уочити постојање већег броја привредних, административних и других значајних појединачних објеката, чије је представљање на ДТК25 обавезно (Војногеографски институт, Министарство одбране). Од значајнијих комуникација, односно објеката који служе за обављање саобраћаја, на дефинисаном експерименталном радном простору налазе се део аутопута према Обреновцу, магистрални пут М22 (Ибарска магистрала), део теретне железничке станице у Макишу и саобраћајнице које чине део такозваног београдског унутрашњег кружног прстена.

Након преузимања расположивих података о елементима садржаја из базе података ДТК25 ВГИ-а, који се односе на дефинисани експериментални радни простор, приступило се визуелној анализи садржаја, у циљу сагледавања обима и типа насталих промена (Војногеографски институт; ESRI, 2002). Упоредивањем садржаја приказаног на скенираној ТК25 и сателитског снимка уочене су значајне разлике, и то најпре по ободу густо насељеног дела који се од последње обнове ТК25 до данас значајно проширио и изменио (Слика 1).



Слика 1. Насеље Филмски град приказано на ТК25 и снимљено из сателита WorldView-1 14. јула 2009. године

Такође, уочене су и бројне промене на објектима инфраструктуре, пословним и индустријским комплексима. Регистровани су поједини објекти који су приказани на ТК25, али су у међувремену порушени или је земљиште променило намену, па на сателитском снимку изгледају другачије или их уопште нема. На слици 2 приказан је део насеља Чукарничка падина који је, од последњег ажурирања ТК25, у потпуности изменио свој изглед изградњом нових модерних саобраћајница, стамбених и пословних објеката на местима некадашњих објеката који су срушени.



Слика 2. Комплекс пословних и стамбених објеката на Чукаричкој падини приказан на ТК25 и снимљен из сателита WorldView-1 14. јула 2009. године

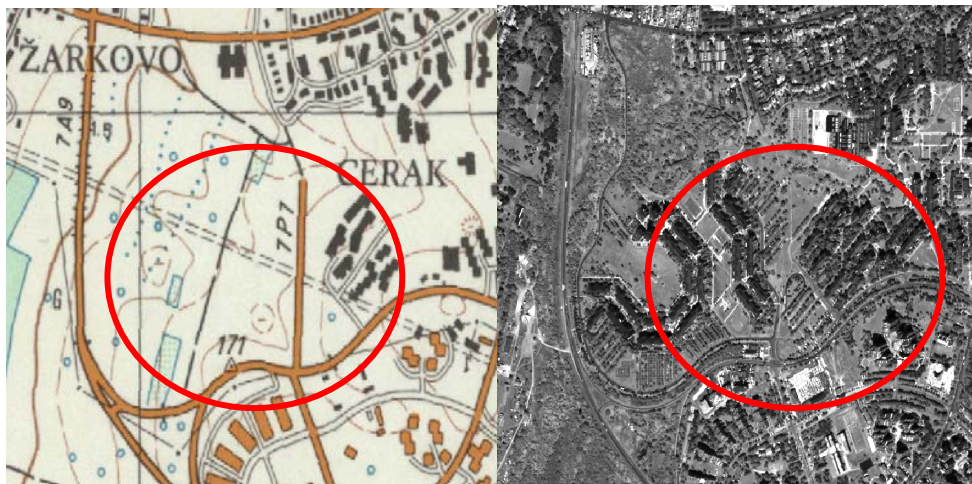
Векторизација промена садржаја насеља, комуникација и објеката

Векторизација новог садржаја извршена је моноплотирањем садржаја дигиталног ортофотоа добијеног орторектификацијом и геореференцирањем панхроматског сателитског снимка WorldView-1, чија је просторна резолуција 0,5 m (Тао С., Ну У., 2001; Grodecki, J., Dial, G. 2001. и 2003). Векторизација је извршена на стандардној рачунарској конфигурацији, имајући у виду да не постоји потреба за поседовањем било које врсте скупих фотограметријских инструмената. Приликом овог поступка садржај ТК25/III је коришћен само као помоћно средство за препознавање и идентификацију појединих објеката (Тадић В., 2010; Регодић М., 2010).

Векторизација је извршена тако што су нови елементи садржаја дигитализовани директно на монитору у програмском пакету ArcGis 9.3, активирањем одређене класе објеката из базе података. За комплетан процес векторизације и картографске обраде коришћен је стандардан логички модел базе података и симбологија израђена у ВГИ-у за потребе израде ДТК25. Избором и исцртавањем геометријског облика (тачка, линија, полигон) преко објеката видљивих на ортофотоу, дефинисани су геометријски и локацијски параметри, да би им се потом, према претходно дефинисаној логичкој структури и симбологији, доделили одговарајући параметри за приказ и похрањивање у базу података.

Прво се приступило контроли векторизованог садржаја класе објеката „улице и путеви“, где је поред уочених промена садржаја, констатован значајан број одступања по положају. С обзиром да радни простор захвата спој два листа ТК25, у овом случају је најпре требало урадити повезивање садржаја два листа где су ова одступања и најочљивија. Поред тога што се положај улица које прелазе са једног листа на други не подудара, неке од њих су и различито категорисане на једном у односу на други лист. Ове грешке не могу се приписати лоше урађеној претходној векторизацији, с обзиром да векторски садржај и по положају и по атрибутима у потпуности одговара садржају скениране ТК25/III, већ су последица неуратне везе листова. Ова операција остављена је у ВГИ-у за фазу повезивања свих листова у јединствену геопросторну базу података ДТК25 (Регодић М., 2010).

Након корекције постојећег векторизованог садржаја комуникација, приступило се векторизацији новоизграђених комуникација и објеката у насељима. На слици 3 приказан је део насеља Церак који је изграђен након последње допуне садржаја ТК25. На дигиталном ортофотоу уочавају се вишеспратнице у низу, повезане већим бројем саобраћајница. У новом насељу налазе се школа и обданиште, као и други објекти од јавног значаја.



Слика 3. Део насеља Церак изграђен након последње допуне садржаја ТК25

Најпре је извршена векторизација новоизграђених путева и прилазних стаза до насеља, а потом и стамбених зграда и других објеката високоградње. Избором и едитовањем одговарајуће класе објеката, у овом случају „објекти у насељу_III“, извршена је векторизација. Након исцртавања затвореног полигона, поентирањем преломних тачака по крајњим ивицама предметног објекта, у одговарајућим колонама креиране табеле атрибута, унете су ознака за ниво (у овом случају 748) и шифра (7481) у складу са унапред утврђеном логичком структуром и симбологијом.

На слици 4 може се видети изглед векторизованог недостајућег садржаја на ТК25 без елемената вегетације, што је следећа фаза векторизације садржаја.

Након извршене комплетне векторизације свих класа објеката које припадају тематском слоју „герип“ (коминикације и објекти – ситуација на терену) у бази података је садржано 8 240 објеката у односу на 1 810 објеката, колико је база садржала у моменту преузимања.



Слика 4. Део насеља Церак приказан на ТК25 и након векторизације недостајућег садржаја

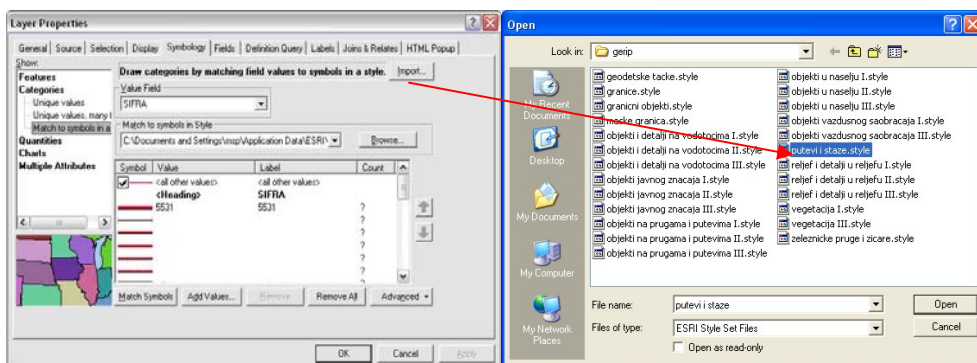
Обрада и обједињавање векторизованог садржаја

Након спроведене векторизације недостајућег садржаја географских елемената извршено је њихово повезивање у функционалну целину, у складу са усвојеним картографским начелима. Истовремено са прегледом векторизованог садржаја извршена је и прва коректура садржаја, при чему је посебна пажња посвећена међусобном односу и утицају приказа једног елемента садржаја у односу на друге.

За разлику од класичне картографске обраде, где су оригинали топографског садржаја прво исцртавани у оловци, а затим картографски обрађивани, код обликовања дигиталне графике процес картографског моделовања тече паралелно са прикупљањем дигиталних података. Сваки просторни ентитет (дефинисан као објекат), поред једнозначне просторне дефиниције, обавезно поседује и свој графички атрибут – картографски симбол или тип графичког приказа, који мора бити претходно дефинисан у неком дигиталном симболошком систему (дигиталном картографском кључу). За потребе овог рада коришћен је дигитални картографски кључ креиран за потребе израде ДТК25 у ВГИ-у „style“ формату софтвера ArcGis 9.3 (Секуловић Д., Банковић Р., Татомировић С., 2008). Најприроднији начин додељивања графичких атрибута јесте управо у тренутку настајања неког ентитета у процесу векторизације. Из тог разлога се пре процеса векторизације ентитета у пројекат фајл базе података (mxd формат) преко Layer Properties-а учитава и повезује симбологија по појединачним класама елемената (слика 5). Преостали картографски садржај, као што су називи и бројчано-словни подаци (исписи) инкорпорирају се у садржај накнадно, када се топографском садржају даје и коначни естетски изглед (ESRI, 2002).

Коначно картографско обликовање и обједињавање векторизованог топографског садржаја подразумева подешавања у организацији унутрашње структуре основних елемената симбола као делова који појединачно утичу на коначан изглед карте. Прецизније речено унутрашњом структуром симбологије одређује се „тежина“ сваког графичког примитива (који је део симбола) у односу на друге графичке примитиве (делове симбола), односно дефинише се „шта иде преко чега“ и „шта се са чим укршта“ (Dowman I., Dolloff J., 2000; Татомировић С. и остали, 2009).

С обзиром да је редослед приказа елемената, односно симбола, већ дефинисан хијерархијским моделом података, унутрашња структура симбола најчешће се дефинише само за класу објеката „путеви и стазе“, док се за остале теме дефинише по потреби. Дефинисање унутрашње структуре симбологије за класу објеката „путеви и стазе“ врши се коришћењем опције Advanced – Symbol levels, где се одређују тежине за сваки појединачни елемент симбола од којих су у класи објеката „путеви и стазе“ готово сви сложени, односно састоје се од више геометријских елемената.



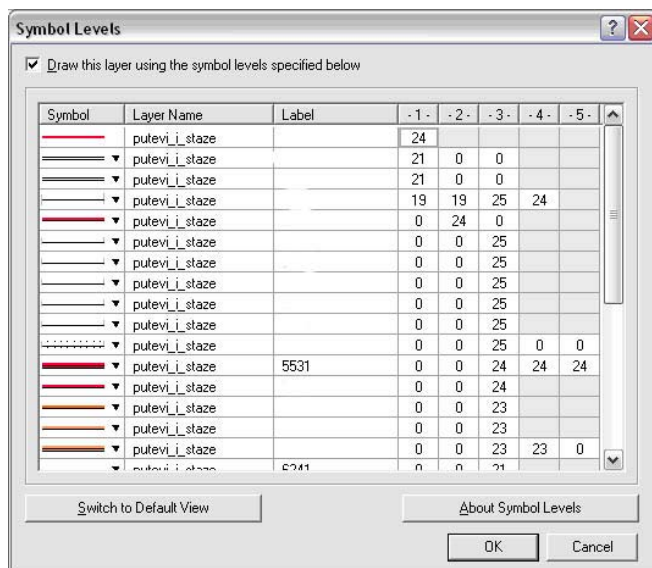
Слика 5. Дефинисање симбологије за одређену класу објеката

Сваки од саставних елемената симбола поседује одговарајућу вредност у односу на комплетну симбологију класе објеката „путеви и стазе“ и та вредност одређује „тежину“ елемента симбола. Већа вредност елемента симбола значи и већу „тежину“, односно приказ овог елемента симбола имаће приоритет у односу на оне са мањом „тежином“, односно мањим бројем. Како би се добио одговарајући приказ симбологије на карти, неопходно је повећати вредност свих маски (обојених површина унутар симбола), тако да имају „тежину“ већу од осталих елемената. То значи да црвене, наранџасте, жуте и беле маске имају већу вредност од највеће понуђене вредности по „default“-у. У конкретном случају, највећа понуђена вредност износи 24.

Највећа понуђена вредност варира у зависности од броја самих симбола заступљених у класи објеката „путеви и стазе“ и различита је за сваки пројекат. Она увек се налази у горњем делу прозора под називом „Symbol levels“.

Подешавања тежине елемената, маски, симбола врши се по следећем принципу (Слика 6):

- беле маске путева – највећа понуђена вредност +1, у конкретном случају $24+1=25$;
- жуте маске путева – највећа понуђена вредност +2, у конкретном случају $24+2=26$;
- наранџасте маске путева – највећа понуђена вредност +3, у конкретном случају $24+3=27$;
- црвене маске путева – највећа понуђена вредност +4, у конкретном случају $24+4=28$;
- беле маске објеката (мостова, тунела, галерија) – највећа понуђена вредност +5, у конкретном случају $24+5=29$.



Слика 6. Подешавање приказа унутрашње структуре симбологије

Након обједињавања векторизованог садржаја и урађене прве коректуре, урађене су промене географских назива, успостављена веза са садржајем суседних листова карте и израђен ваноквирни садржај.

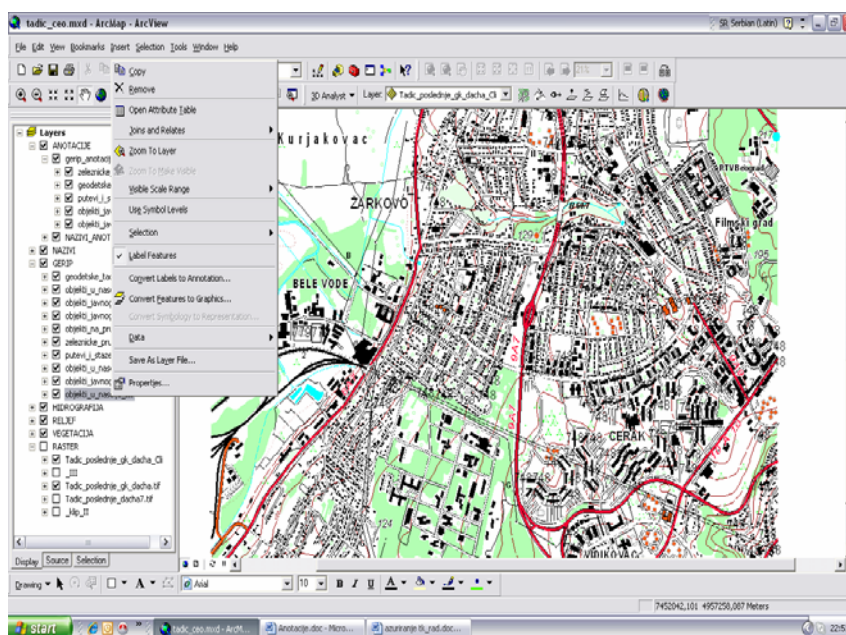
За ажурирање географских назива формирана је група класа објеката „Називи“ у коју су разврстане класе објеката „Топоними“, „Хороними“ и „Ороними“ који су, геометријски посматрано, тачке које се локацијски односе на испис конкретног назива на карти, али се симболошки не представљају на карти. Сами географски називи уносе се као атрибуту у базу података. Да би се обезбедио њихов квалитетан испис на самој карти они из базе података ДТК25 – из табела наведених класа објеката за географске називе прелазе сложен пут. Најпре се врши њихово лабелирање према унапред задатим и подешеним параметрима, а потом и превођење тако добијених лабела у графички едитабилнији елемент анотације.

За разлику од осталих класа објеката, за које се подешавање лабела врши након векторизације, за групу класа објеката „Називи“ подешавање лабела врши се пре уношења садржаја.

Како би се скратило време израде и подешавања лабела за географске називе, најпре је детаљно проучен садржај карте и извршено подешавање лабела само за елементе присутне на карти.

Након извршених подешавања лабела за све класе објеката, укључујући и географске називе, израђене су анотације, које омогућавају већу слободу у манипулацији бројчано- словним подацима и географским називима.

Анотације се од лабела добијају конвертовањем након провере исписа лабела на карти, за све елементе за које је то потребно (Слика 7). У случају да поједине лабеле нису приказане, иако је конвертовње лабела у анотације већ обављено, могуће је извршити додавање анотација у већ постојећу класу „Anno“ типа. Постоји и могућност конвертовања више пропуштених лабела истовремено, уз услов да све пропуштене лабеле морају бити селектоване и морају припадати истој класи објеката (Hanley H. B., Fraser C. S., 2001; Татомировић С. и остали, 2007).



Слика 7. Конверзија лабела у анотације

Након завршетка дигиталне картографске обраде групе класа које се односе на географске називе и комплетног обједињавања векторизованог садржаја добијен је финални производ – ажуриран исечак ДТК25 за конкретно експериментално подручје који је у својој суштини визуелизована база геопросторних података.

Закључак

Орторектификовани сателитски снимак WorldView-1 показао се као довољно тачна, ефикасна и економична подлога за употребу у креирању нових или ажурирању претходно креираних података Дигиталне топографске карте 1:25 000 (ДТК25). Примењена хардверска платформа, ГИС софтвер ArcGis 9.3, као и креирани логички модел података и симболија ДТК25, омогућили су у потпуности ажурирање и дигиталну картографску обраду података за урбане градске зоне. Тако обрађени подаци у својој суштини постају ГИС производ – визуелизована база геопросторних података, примењива за потребе урбаног управљања датим простором, али истовремено и квалитетна основа за савремену картографску продукцију листова топографске карте у размеру 1:25 000 за урбана подручја.

Литература

- Dowman, I., Dolloff, J. (2000). An evaluation of rational functions for photogrammetric restitution, *IAPRS*, 254-266.
- ESRI. *Using ArcView GIS*, (2002). User Guide, Redlands, USA.
- Gigović, Lj. (2010). Digitalni modeli visina i njihova primena u vojnoj analizi terena, *Vojnotehnički glasnik, LVIII(2)*, 165-178.
- Gigović, Lj., Sekulović, D. (2008). Vojnogeografska analiza reljefa primenom GIS tehnologije, *U Zborniku radova "Upravljanje kvalitetom i pouzdanošću, ICDQM – 2008"*. Prijedor: Istraživački centar za upravljanje kvalitetom i pouzdanošću, Čačak.
- Grodecki, J., Dial, G. (2001). Ikonos geometric accuracy, *Joint ISPRS Workshop on HRM from Space*, 77 -86.
- Grodecki, J., Dial, G. (2003). Block adjustment of high-resolution satellite images described by rational functions. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 69(1), 59-68.
- Hanley, H. B., Fraser, C. S. (2001). Geopositioning accuracy of Ikonos imagery: indications from 2D transformations. *Photogrammetric Record*, 17(98), 317-329.
- Regodić, M. (2010). Korišćenje satelitskih snimaka za vođenje radne karte, *Vojnotehnički glasnik, LVIII(1)*, 62-82. Ministarstvo odbrane / MO *Satelitski snimak snimljen iz satelita WorldView-1*, juli 2009, Beograd.
- Sekulović, D., Banković, R., Tatomirović, S. (2008). DIGITAL CARTOGRAPHIC KEY PRODUCTION FOR THE DIGITAL TOPOGRAPHIC MAP AT THE SCALE 1:25.000, *U Zborniku radova "INTERGEO EAST"*, Belgrade: Conference for Landmanagement, Geoinformation, Building Industry, Environment. Beograd.
- Stojanović, M. (2005). *Izrada digitalnog kartografskog ključa znakova za razmer 1:25 000*, Beograd: Vojnotehnička akademija, diplomski rad.
- Тодић В. (2010). *Ажурирање топографских карата помоћу сателитских снимака и ГИС технологије*. Београд: Војна академија, магистарски рад.
- Tao, C., Hu, Y. (2001). A comprehensive study of the Rational Function Model for Photogrammetric processing, *Photogrammetric engineering & Remote Sensing*, 1347-1357.
- Татомировић С., Чворовић Ј., Станковић С., Костић М. (2007). Примена савремених технологија у процесу допуне ДТК25, *У Зборнику радова "ОДБРАМБЕНЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ – ОТЕХ 2007"*, Београд: Министарство одбране, Београд.
- Татомировић С., Банковић Р., Марковић В. (2009). Технолошки процес израде дигиталне топографске карте 1:25 000 (ДТК25), *У Зборнику радова "ОДБРАМБЕНЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ – ОТЕХ 2009"*, Београд: Војнотехнички институт, Београд: МО
- Vojnogeografski institut / VGI *Topografska Karta 1:25 000/II, List Beograd*. Beograd.
- Vojnogeografski institut / VGI *Digitalno topografska karta 1:25 000, List Beograd*. Beograd.

CARTOGRAPHIC ANALYSIS OF URBAN AREAS USING SATELLITE IMAGE AS A BASE FOR DATA COLLECTING

VLADAN TADIĆ^{*1}, DRAGOLJUB SEKULOVIĆ², SLAVIŠA TATOMIROVIĆ³

¹*Ministry of Defence, Belgrade, Serbia*

²*Military Academy, Pavla Jurišića Šturma 33, Belgrade, Serbia*

³*Military Geographical institute, Mije Kovačevića 5, Belgrade, Serbia*

Abstract: This paper shows possibilities of using the WORLDVIEW-1 satellite images as a base for creating and updating cartographic materials. It also describes the entire applied procedure for satellite images processing so that they could be used in cartography.

Key words: Satellite images, WORLVIEW-1, satellite images processing.

Introduction

In view of importance of having precise and timely information about space, needed for successful urban planning and development, as well as for successful use of space for the military purpose, the requests for a constant upgrading of methods for collecting and processing spatial data are fully justified. Naturally the most demanding and complex parts of one country's territory, concerning cartographic analysis and illustration of the situation on the ground, are highly developed urban, densely populated city unities. Rapid growth and development of some cities condition that coordination between changes of situation on the ground and their cartographic illustration must be done in periods of time which become shorter and shorter. (Gigović LJ, 2010; Gigović LJ, Sekulović D, 2008).

Conception and flexibility of modern systems for recording and reconnaissance, as well as reached level of development of IT equipment and methods of recorded material processing refer with justification to the assumption that they could be successfully used in practice in procedures of making and updating large-scale topographic maps (TK) and plans of urban areas as the most represented sources of spatial data.

On the basis of that assumption, the model of cartographic analysis of urban areas in the scale 1:25 000 was developed in this paper by using WorldView-1 satellite images, as a base for collecting data in the programme package ArcGis 9.3, based on the technological solutions applied for modeling and processing data in the procedure of making Digital topographic map 1:25 000 (DTK25) in the Military Geographical Institute – VGI (Tadić V, 2010; Tatomirović S. and others, 2009; Sekulović D. and others, 2008; Tatomirović S. and others, 2007; Stojanović M, 2005).

Comparison of contents and analysis of changes

The experimental working area which covers a wider city core of Belgrade, where are located housing estates: Banovo brdo, Zarkovo, Cukaricka padina, Cerak, Vidikovac, parts of Rakovica and Zeleznik, was chosen for the needs of the paper. According to the

* tadicvladan@yahoo.com

urbanization type, these housing estates are part of the city conglomerations which are characterized by marked structure, systematized streets, squares and parks and very wide-spread line communications network. In view of political, economic and administrative importance of Belgrade, as the biggest city and capital of the Republic of Serbia, the existence of many economic, administrative and other important individual facilities can be noticed as well, whose presentation in DTK25 is obligatory (Military Geographical Institute, Ministry of Defence). Of the important communications, that is transportation facilities, in the defined experimental working area there are part of the Obrenovac motorway, major road M22 (the Ibar Highway), part of the freight railway station in Makis and roads which are part of so-called Belgrade interior circular ring.

Upon taking disposable data about contents' elements from the data base DTK25 VGI, which refer to the defined experimental working area, the visual analysis of contents was carried out for the purpose of analyzing volume and type of emerged changes (Military Geographical Institute; ESRI, 2002). By comparing contents in the scanned TK25 and satellite image, significant changes were noticed, especially in the peripheral densely populated part, which, from the last updating of TK25 until today, has been considerably extended and changed (Picture 1).

Picture 1. Housing estate Filmski grad presented in TK25 and the WorldView-1 satellite shot from the 14th July 2009

Many changes on the infrastructure facilities, office buildings and industrial complexes were noticed as well. Some facilities presented in TK25 were registered, but meanwhile they were leveled or the land has changed its purpose, so that in the satellite image they look different or even cannot be seen. In the Picture 2 there is presented part of the housing estate Cukaricka padina, which, from the last updating of TK25, has fully changed its appearance by building new modern roads, housing and office buildings on the places where former facilities had been leveled.

Picture 2. Complex of office and housing facilities in Cukaricka padina presented in TK25 and the WorldView-1 satellite shot from 14th July 2009

Vectorization of contents' changes of housing estates, communications and facilities

Vectorization of new contents was carried out by monoplotted contents of digital orthophoto obtained by orthorectification and georeferencing panchrome satellite image WorldView-1, whose space resolution is 0,5 m (Tao C, Hu Y, 2001; Grodecki, J, Dial, G. 2001 and 2003). The vectorization was carried out on the standard computer configuration, having in mind that there is no need for possessing any type of expensive photogrammetry instruments. During this procedure, the contents TK25/III were used only as a support instrument for recognition and identification of some facilities (Tadić V, 2010; Regodić M, 2010).

The vectorization was carried out in the way that new elements of contents were digitalized directly on monitor in the programme package ArcGis 9.3, by activating a certain class of facilities from data base. The standard logical model of data base and symbology made in VGI for the needs of DTK25 making, were used for the full process of vectorization and cartographic analysis. By selecting and lining geometric shape (dots, lines, polygon) over facilities visible on orthophoto, geometric and location parameters were defined, whereupon, according to the previously defined logical structure and symbology, they were assigned adequate parameters for illustrating and storing them in data base.

Firstly, the vectorized contents of the “streets and roads” facilities class were controlled, where apart from the changes of contents, considerable number of distortions by position were noticed as well. Since the working area requires merging two sheets TK25, in this case the first thing to do was to unite the contents of two sheets, where these distortions were the most noticeable. Apart from the fact that the position of streets which go from one sheet to other does not fit, some of them were differently categorized in these two sheets. These mistakes cannot be pinned on poorly made previous vectorization, since the vector contents, both by position and attributes, fully correspond to the contents of the scanned TK25/III, but they are consequences of non made sheets connection. VGI is responsible for the operation concerning connection of all sheets in unique geospatial data base DTK25 (Regodić M, 2010).

When adjustment of existing vectorized communication contents was done, the vectorization of newly built communications and facilities in housing estates was carried out. Part of the housing estate Cerak, which was built after the last updating of TK25 contents, is presented in Picture 3. Multi-floored buildings in line, connected by numerous roads are noticeable in the digital orthophoto. In the new housing estate there are school and child-care centre, as well as other facilities of public importance.

Picture 3. Part of the housing estate Cerak, built after the last updating of TK25 contents

Firstly the vectorization of newly built roads and access footways to the housing estate was done, and then the vectorization of tenement houses and other high-rise facilities was carried out. By selecting and editing adequate facilities class, in his case “facilities in the housing estate_III”, the vectorization was done. After lining closed polygon, by pointing turning dots over edges of the facility, the level mark (in this case 748) and code (7481), in accordance with the predetermined logical structure and symbology, were included in the adequate columns of the created attributes table.

The appearance of the vectorized missing contents in TK25 without vegetation elements, which is the next stage of contents vectorization, can be seen in picture 4.

When complete vectorization of all classes of facilities, which are part of the thematic class “gerip” (communication and facilities – situation on the ground), was done, in the data base there were 8 240 facilities comparing to 1 810 facilities data base contained in the moment of taking over.

Picture 4: Part of the housing estate Cerak showed in TK 25 and after vectorization of the missing contents

Analysis and merging of vectorized contents

After the vectorization of the missing contents of geographic elements, they were merged into functional unity, in accordance with adopted cartographic principles. Synchronously with the review of the vectorized contents, the first correction of contents was carried out, in which process the special attention was given to mutual relation and influence of illustration of one contents’ element as compared to others.

In contrast to the classic cartographic analysis, where originals of topographic contents were firstly lined in pencil, and then cartographically processed, in making digital graphics the process of cartographic modeling runs parallelly with digital data collecting. Each spatial entity (defined as facility), apart from unambiguous spatial definition, must also possess its graphical attribute – cartographic symbol or type of graphic illustration, which previously must be defined in a digital symbological system (digital cartographic key). The digital cartographic key created for the needs of making DTK25 in VGI “style” format of the Software ArcGis 9.3, was used in this paper. (Sekulović D, Banković R, Tatomirović S, 2008). The most natural way of assigning graphical attributes is precisely at the moment of

developing an entity in the process of vectorization. For that reason, before the process of vectorization of entities in data base's project file (mxd format) through Layer Properties, the symbology by individual classes of elements is input and merged (Picture 5). Remaining cartographic contents, such as names and numerical-letter data (names) are incorporated later on into the contents, when the topographic contents gets it final aesthetic form (ESRI, 2002).

The final cartographic forming and merging of vectorized topographic contents imply adjustments in the organization of internal structure of basic symbols' elements as parts which individually influence on the final map appearance. To put it more precisely, internal structure of symbology defines "weight" of each graphic primitive (which is part of symbol) comparing to other graphic primitives (parts of symbol), that is defines "what goes over what" and "what crosses what" (Dowman I, Dolloff J, 2000; Tatomirović S. and others, 2009).

Since the order of elements, that is symbols' illustration is already defined by the hierarchical data model, the internal structure of symbols is usually defined only for the class of facilities „roads and footways“, while for the other topics it is defined if needed.

Defining internal structure of symbology for the class of facilities „roads and footways“ is carried out using the option Advanced – Symbol levels, where are defined weights for each individual element of a symbol, almost all of which in the class of facilities „roads and footways“ are complex, in other words they consist of several geometric elements.

Picture5: Defining symbology for a certain class of facilities

Each component element of a symbol possesses a certain value in regard to a total symbology of facilities class "roads and footways" and that value defines "weight" of symbol's elements. Higher value of a symbol's element implies a bigger "weight", that means that the illustration of this element would have priority in relation to those with smaller "weight", that is smaller number. In order to get an appropriate illustration of symbology in a map, the values of all masks (colored areas within symbols) must be increased, so that they have bigger "weight" than other elements. That means that red, orange, yellow and white masks have bigger values than the highest offered value by "default". In the concrete case, the highest offered value is 24.

The highest offered value varies depending on a number of symbols represented in the class of facilities "roads and footways" and it is different for each project. It is always placed in a higher part of a window under the name of „Symbol levels“.

Adjusting weight of elements, masks, symbols is carried out according to the following principle (Picture 6):

- white masks of roads – the highest offered value +1, in the concrete case $24+1=25$;
- yellow masks of roads – the highest offered value +2, in the concrete case $24+2=26$;
- orange masks of roads – the highest offered value +3, in the concrete case $24+3=27$;
- red masks of roads – the highest offered value +4, in the concrete case $24+4=28$;
- white masks of facilities (bridges, tunnels, galleries) – the highest offered value +5, in the concrete case $24+5=29$.

Picture 6: Adjusting illustration of symbology's interior structure

After merging vectorized contents and carrying out the first correction, changes of geographic names are made, contact between sheets is established and out frame contents is made.

For updating geographic names, the group of classes of facilities “Names” was formed, where the classes of facilities “Toponyms”, “Horonyms” and “Oronyms” are sorted. Geometrically observed, those are dots which locationally refer to the name of concrete name in map, but simbologically they are not presented in map. Geographic names are put as attributes in data base. For their quality name in a map itself, they have to cross a complex way from data base DTK25 – from the tables of the mentioned classes of facilities for geographic names. Firstly, they are labeled according to the predetermined and adjusted parameters, and than, in that way obtained labels are converted into the graphical, more editable element of annotation.

As opposed to other classes of facilities, for which the adjustment of labels is carried out after vectorization, for the group of “Names “ classes of facilities adjustment of labels is carried out before contents input.

In order to shorten the time used for making and adjusting labels for geographic names, firstly the map’s contents are studied in details and adjusting of labels, only for the elements present in the map, is carried out.

When adjustment of labels for all classes of facilities, including geographic names, is done, annotations, which provide more freedom in manipulation of numerical-letter data and geographic names, are made.

Annotations are obtained of labels by converting after checking names of labels in a map, for all elements it is needed for (Picture 7). In case that some labels are not presented, although converting of labels in annotations is already carried out, it is possible to add annotations in already existing “Anno” type class. There is a possibility of converting a few omitted labels at the same time, on condition that all omitted labels are selected and part of the same class of facilities (Hanley H. B, Fraser C. S, 2001; Tatomirović S. and others, 2007).

Picture 7: Conversion of labels into annotations

When digital cartographic analysis of group of classes concerning geographic names is done and vectorized contents is completely merged, the final product is obtained – updated fragment DTK25 for concrete experimental area which is in its essence a visualized base of geospatial data.

Conclusion

Orthorectified WorldViw-1 satellite image showed itself to be sufficiently precise, efficacious and economical base for use in creating new or updating previously created data of a Digital topographic map 1:25 000 (DTK25). The applied hardware platform, GIS software ArcGis 9.3, as well as the created logical model of data and simbology DTK25 have fully provided updating and digital cartographic analysis of data for urban city zones. Data processed in that way, in their essence, become GIS product – visualized geospatial data base, applicable for the needs of urban management of a given area, but at the same time it is quality base for a modern cartographic production of topographic map sheets in the scale 1:25 000 for urban areas.

References

See references on page 232

