

guidelines for a quality improvement of data collection and maintaining in areas of their coherence, spatial accuracy, updating and completeness, based on the performed survey.

The conclusions of this master's thesis are based on the performed survey and the experiences of advanced systems. Modern facility management is supported by geoinformation system on enterprise level, where every department uses and maintains data from one unique and non-redundant spatial database. The author stresses, that the Croatian electric distribution utilities, as an

important resource and user of data, need to use implemented international standards and be involved in spatial data infrastructure. The conclusion is that a modernization of facility management plays an important role in the procedure of restructuring and deregulation of electric distribution activities, because the aim of these procedures is improving the efficiency and reducing costs, taking into consideration trends on the market.

The last chapter contains a list of references, URL addresses, a list figures and tables presented in the thesis.

*Prepared by Tomislav Ciceli*

## *Višnja Miloš, MSc in Technical Sciences*

66

Višnja Miloš finished postgraduate scientific studies at the Faculty of Geodesy in Zagreb on November 25, 2005 by defending her master thesis titled *Digital Orthophoto in the Republic of Croatia and in the World: Rules and Situation in Praxis*. Prof. Dr Teodor Fiedler was her mentor, and Prof. Dr. Stanislav Frangeš and Assist. Prof. Dr. Siniša Mastelić Ivčić were the members of the Commission for the Evaluation and Defence of the Thesis.

Višnja Miloš was born on 26th January 1966 in Nova Gradiška, where she attended and finished the primary school. She graduated from the Mathematical Information School in Nova Gradiška in 1985 with excellent results. During the studies she participated in the *First International Symposium Gravity Field Determination and GPS-Positioning in the Alps-Adria Area* held in Dubrovnik and in the *XX General Assembly of IUGG* in Vienna, with published articles made as a co-author. She defended excellently a diploma thesis from the field of mathematical physical geodesy *The Nature of Relationships of the Geoid, Earth Surface, Mohorovičić Discontinuity and Gravity Anomalies on the Territory of Yugoslavia*.

In the middle of 1990, she started to work at the Institute for Photogrammetry at the Faculty of Geodesy, University of Zagreb, in the field of restitution, programming and automatical processing of data. From 1993 to 1998, she worked in Germany in a private photogrammetric company Bildmesstechnik Schwaben GmbH near Stuttgart. From 1998 to 2001, she worked in private geodetic companies Geoprojekt and Dagor in Zagreb, and since 2001 she has been working in the Croatian Geodetic Institute, Department for Topographic Survey and Supervising as a higher professional advisor taking a part in jobs like inspection of digital orthophotos, inspection of aerotriangulation, making of flight plans and projects for cyclical aerosurveying, inspection of finished photographs

from the air, inspection of cyclical photographs, densitometric measurements of films and so on. At the same time, she enrolled the postgraduate study, field Photogrammetry and Cartography.

Her Master's thesis *Digital Orthophoto in the Republic of Croatia and in the World: Rules and Situation in Praxis* contains 121 pages of A4 format, an appendix of 5 pages, a reference list, an abstract in Croatian and English, a list of 64 illustrations and 22 tables, and a short curriculum vitae of the author. The thesis is divided into twelve chapters, as follows:

1. Introduction
2. Photogrammetry in general
3. History and theory of orthophotos
4. Digital orthophotos
5. Valid rules considering the production of digital orthophotos in the Republic of Croatia
6. Processes and regulated reliability of the production of the digital orthophotos in the Republic of Croatia
7. Software and hardware for making digital orthophotos in the Republic of Croatia
8. Examples of making digital orthophotos in the world
9. Use of digital orthophotos
10. Investigation of quality and reliability of digital orthophotos in the praxis in the Republic of Croatia
11. News and the future of photogrammetry
12. References

A digital orthophoto map becomes a sought-offer product because it can be done relatively quickly and represents the situation of the terrain at the time of taking photograph from the air. Production of digital orthophotos needs experts, quality software and speed computers. In 2001, in the Republic of Croatia the production of the great

Deveto poglavlje donosi zaključak izveden na osnovi istraživanja i iskustva naprednih sustava. Moderni pogonski katastri podržani su geoinformacijskim sustavom na razini cijelog poduzeća, u kojem svaki odjel koristi i održava podatke iz jedinstvene i neredundantne prostorne baze podataka. Autor ističe da se hrvatskim elektrodistribucijskim poduzećima kao važnom izvoru i korisniku podataka nameće obaveza korištenja uspostavljenih međunarodnih normi i standarda, te uključivanje u razvoj nacionalne infrastrukture prostornih

podataka. Zaključuje se da modernizacija pogonskih katastara igra važnu ulogu u procesu restrukturiranja i deregulacije elektrodistribucijske djelatnosti, jer je upravo cilj tih procesa povećanje učinkovitosti i smanjenje troškova uz uvažavanje tržišnih trendova.

Posljednje deseto poglavlje sadrži prikaz korištene literature i popis URL-adresa, te popis slika i tablica u radu.

*Pripremio Tomislav Ciceli*

## *Višnja Miloš, magistrica tehničkih znanosti*

Višnja Miloš završila je poslijediplomski znanstveni studij na Geodetskom fakultetu u Zagrebu 25. studenoga 2005. obranom magistarskog rada pod naslovom *Digitalni ortofoto u Republici Hrvatskoj i u svijetu: norme i stanje u praksi*. Rad je izrađen pod mentorstvom prof. dr. sc. Teodora Fiedlera, a u povjerenstvu za ocjenu i obranu rada bili su još prof. dr. sc. Stanislav Frangeš i doc. dr. sc. Siniša Mastelić Ivić.



Višnja Miloš rođena je 26. siječnja 1966. u Novoj Gradiški, gdje je pohađala osnovnu školu. Srednjoškolski obrazovni centar matematičko-informatičkog smjera u Novoj Gradiški završava 1985. godine s odličnim uspjehom. Iste se godine upisuje na dodiplomski studij na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Za vrijeme studija sudjelovala je na međunarodnim simpozijima *First International Symposium Gravity Field Determination and GPS-Positioning in the Alps-Adria area* u Dubrovniku i *XX General Assembly IUGG* u Beču, s objavljenim člancima napravljenim u koautorstvu. Diplomski rad iz matematičko fizikalne geodezije pod naslovom *Priroda povezanosti geoida, zemljine površine, Mohorovičićevog diskontinuiteta i anomalija sile teže na teritoriju Jugoslavije*, obranila je 1990. godine s odličnim uspjehom, te stekla zvanje diplomirane inženjerke.

Sredinom 1990. godine zaposlila se u Zavodu za fotogrametriju Geodetskog fakulteta na poslovima restitucije, programiranja i automatske obrade podataka. Od 1993. do 1998. godine radi u Njemačkoj, u privatnoj fotogrametrijskoj tvrtki Bildmesstechnik Schwaben GmbH, u Affalterbachu, pokraj Stuttgarta. U razdoblju 1998-2001. zaposlena je u privatnim geodetskim tvrtkama

Geoprojekt i Dagor u Zagrebu, te od 2001. u Hrvatskom geodetskom institutu, u Odjelu za topografsku izmjeru i nadzor kao viša stručna savjetnica na poslovima kontrole digitalnih ortofotokarata, kontrole aerotriangulacije, izrade plana leta i projekta snimanja za ciklička snimanja, kontrole izvedenog snimanja iz zraka, kontrole cikličkih snimanja, densitometrijskih mjerenja filmova i dr. Iste godine upisuje poslijediplomski studij, usmjerenje Fotogrametrija i kartografija.

Magistarski rad *Digitalni ortofoto u Republici Hrvatskoj i u svijetu: norme i stanje u praksi* sadrži 121 stranicu formata A4, 5 stranica priloga, popis literature od 59 radova, sažetak na hrvatskom i engleskom jeziku, popis 64 slike i 22 tablice, te kratak životopis autorice. Rad je podijeljen u dvanaest poglavlja:

1. Uvod
2. Općenito o fotogrametriji
3. Povijest i teorija ortofota
4. Digitalni ortofoto
5. Važeći pravilnici vezani uz izradu digitalnog ortofota u Republici Hrvatskoj
6. Procesi i propisane pouzdanosti izrade digitalnog ortofota u Republici Hrvatskoj
7. Softver i hardver za izradu digitalnog ortofota u Republici Hrvatskoj
8. Primjeri izrade digitalnog ortofota u svijetu
9. Primjena digitalnog ortofota
10. Ispitivanje kvalitete i pouzdanosti digitalnog ortofota u praksi u Republici Hrvatskoj
11. Novosti i budućnost fotogrametrije
12. Literatura

number of the digital orthophotos at the scale 1:5000 started, done from the photographs from the air of cyclical recording done at the photo scale of 1:20 000. More than 1500 sheets have been produced so far, and a great number of new sheets have already been agreed on.

The process of making digital orthophotos is made of a few steps such as determination of the ground control points, photography, block adjustment, collecting the data and production of the digital terrain model, calculation and the final production of digital orthophotos. Because it consists of a few special steps, it is essential that well-trained experts are leading and controlling each of the steps so that the final product, digital orthophoto, can be more reliable and of high-quality.

Since the process of making digital orthophoto map is faster and simpler than the process of making vector maps, the price of digital orthophotos is also lower. All things considered, a shot from the air, containing all the details from the terrain that were visible from the projection center and reading and interpretation of contents is relatively simple. Digital orthophotos have a wide patronage (spatial data management, Croatian mine action center, forestry and so on), so today it is a very sought-offer product. Taking all this into account, it is very important to consider the way, the production reliability and the use of digital orthophoto maps in the Republic of Croatia, and also in the world.

This master thesis shows the experiences of making digital orthophoto maps in the Republic of Croatia, in some European countries and in the United States, as well as the possibilities of the modern technology which is changing very fast improving the processes of making digital orthophotos.

There is also an overview of the historical development and the theory of orthophoto methods, making the photo plan, as well as differential orthophoto methods and production of orthophotoplans.

The fourth chapter describes common characteristics of the today's way of making digital orthophoto maps in the Republic of Croatia, determination of the photographic quality of digital orthophoto maps and the concept and use of orthophoto and stereopartner.

The fifth chapter contains an overview of valid rules considering the production of digital orthophotos in the Republic of Croatia, divided into steps as photography from the air, scanning, block adjustment, digital terrain model and so on. The currently valid rules, which will be completed according to a new way of making digital orthophoto maps, are described.

In the sixth chapter, there is a detailed description of each step and the reliability of each part of production according to rules valid in the Republic of Croatia.

The next chapter contains an overview of available software applications and the hardware applied to each step of the procedure, in the Republic of Croatia.

Some examples of the production of digital orthophoto maps in the world e.g. in Slovenia, Austria, Germany and United States, the rules valid in these countries and the way of controlling these products are described in the eighth chapter.

In the ninth chapter we can find the way of using digital orthophoto maps and the functions using digital orthophoto maps the most. There is also a description of the investigation done at the Technical University in Vienna about mono/stereoscopic map revision according to several attempts to use digital orthophotos in such way.

The tenth chapter represents the practical part of this master thesis, and there are two investigations considering quality evaluation and the reliability of digital orthophotos in the Republic of Croatia.

In the first investigation, the densitometry of film values and belonging histogram values of the digital orthophoto maps are compared in order to check if there is a relation between the two mentioned values with the idea to improve radiometric quality of the digital orthophoto maps and to make the control process of the densitometric and histogram values better. Also, the basic statements about film density, the densitometric measurements and valid rules are described.

In the second investigation, the reliability of mapping certain details on the digital orthophoto is checked comparing these details with the position on the Basic State Map / Croatian Basic Map. On such a part the way and the reliability of a particular process of making digital orthophotos is also analysed, as well as the geometric accuracy of the digital orthophoto.

After these investigations, the conclusions about achieved results with the suggestions for improving the reliability and the quality of digital orthophoto maps are given.

At the end of this work, there is an overview of some basic and new methods of collecting the data important for photogrammetry, such as digital cameras, lidar and radar systems, GPS flights and the satellite images of high resolution, as well as possibilities of new systems and the quality of such data.

*Prepared by Tomislav Ciceli*

Digitalna ortofotokarta sve je traženiji proizvod zbog toga što se može relativno brzo izraditi, a prikazuje stanje na terenu u trenutku aerosnimanja. Izrada digitalnih ortofotokarata zahtjeva obrazovane stručnjake, provjerene programe i brza računala. U Republici Hrvatskoj 2001. godine počela je proizvodnja velikog broja digitalnih ortofotokarata u mjerilu 1:5000, izrađenih iz aerosnimki aerofotogrametrijskog cikličkog snimanja u mjerilu snimanja 1:20 000. Dosad je napravljeno više od 1500 listova, a ugovara se izrada velikog broja novih listova.

Postupak izrade digitalnih ortofotokarata sastoji se od nekoliko procesa: određivanje osnovnih zadanih točaka bloka, snimanje iz zraka, računanje aerotriangulacije, prikupljanje podataka i izrada digitalnog modela terena, računanje i izrada digitalne ortofotokarte. Kako se radi o više specijaliziranih postupaka, neophodno je da obrazovani stručnjaci vode i kontroliraju svaki od navedenih postupaka kako bi konačni proizvod, digitalna ortofotokarta, bio što pouzdaniji i kvalitetniji.

Budući da je postupak izrade digitalne ortofotokarte brži i jednostavniji od izrade klasične vektorske karte istog mjera i cijena je pristupačnija. Budući da je to u osnovi snimka dobivena snimanjem iz zraka, sadrži sve detalje na zemljištu koji su bili vidljivi iz snimališta, a čitanje i interpretacija sadržaja je relativno jednostavna. Stoga digitalne ortofotokarte imaju široki krug korisnika (prostorni planeri, Hrvatski centar za razminiranje, šumari i dr.), pa se danas sve više traže. S obzirom na to potrebno je detaljnije razmotriti način, pouzdanosti izrade i primjenu digitalnih ortofotokarata kako u Republici Hrvatskoj, tako i u svijetu.

U radu su prikazana dosadašnja iskustava izrade digitalnih ortofotokarata u Republici Hrvatskoj, nekim državama Europe i Sjedinjenim Američkim Državama, kao i mogućnosti suvremene tehnologije koja se brzo mijenja i unaprijeđuje procese izrade digitalnih ortofotokarata.

Dan je i pregled povijesnog razvoja i teoretskih postavki postupka redresiranja, izrade fotoplana, te diferencijalnog redresiranja i izrade ortofotoplana.

U četvrtom poglavlju opisan je općenito današnji postupak izrade digitalnih ortofotokarata pomoću aerofotogrametrijskih snimki u Republici Hrvatskoj, određivanje fotografske kvalitete digitalnih ortofotokarata, te pojam i primjena ortofota i stereopartnera.

U petom poglavlju dan je pregled važećih pravilnika vezanih uz izradu digitalnih ortofotokarata u Republici Hrvatskoj, s obzirom na pojedine procese izrade kao što su snimanje iz zraka, skeniranje, aerotriangulacija, digitalni model terena i dr. Navedeni su trenutno važeći pravilnici koji se dopunjuju novima, sukladno razvoju procesa izrade digitalnih ortofotokarata.

U šestom poglavlju detaljnije su opisani pojedini procesi izrade digitalnih ortofotokarata u Republici Hrvatskoj i dan je pregled pouzdanosti svakog pojedinog procesa prema važećim propisima.

U sedmom poglavlju opisan je pregled raspoloživih programskih paketa te prateće tehničke podrške, koji se trenutno koriste za izradu digitalnih ortofotokarata u Republici Hrvatskoj, za svaki pojedini proces izrade.

U osmom poglavlju opisano je nekoliko primjera izrade digitalnih ortofotokarata u svijetu: Sloveniji, Austriji, Njemačkoj, Velikoj Britaniji i u Sjedinjenim Američkim Državama, važeći pravilnici u tim zemljama, kontrola proizvoda i način prezentiranja digitalnih ortofotokarata.

U devetom poglavlju opisana je primjena digitalnih ortofotokarata i dan je popis djelatnosti koje najčešće koriste digitalne ortofotokarte, te je opisano ispitivanje kvalitete mono/stereoskopske revizije karata provedeno u Tehničkom sveučilištu u Beču.

Provedena ispitivanja kvalitete i pouzdanosti digitalnog ortofota u Republici Hrvatskoj opisana su u desetom poglavlju.

Prvim ispitivanjem uspoređuju se densitometrijske vrijednosti filma i pripadne vrijednosti zacrnjenja digitalnih ortofotokarata, čime se trebalo ustanoviti postoji li veza navedenih vrijednosti zacrnjenja u svrhu poboljšanja radiometrijske kvalitete digitalnih ortofotokarata te unaprijeđenje kontrole vrijednosti zacrnjenja digitalnih ortofotokarata i densitometrijskih vrijednosti filma. Također su dane osnovne postavke o zacrnjenju filma, densitometrijskim mjerenjima te važećim pravilnicima.

Drugim ispitivanjem uspoređuje se pouzdanost preslikavanja detalja digitalne ortofotokarte usporedbom identičnih detalja na izabranom listu digitalne ortofotokarte i pripadnom listu Osnovne državne karte / Hrvatske osnovne karte, te se na tako izabranom području analizira način i pouzdanost pojedinih procesa izrade digitalne ortofotokarte kao i geometrijska pouzdanost same digitalne ortofotokarte.

Nakon ispitivanja dani su zaključci o postignutim rezultatima, te prijedlozi za poboljšanje pouzdanosti i kvalitete digitalnih ortofotokarata.

Na kraju rada, dan je pregled nekih osnovnih i za fotogrametriju važnih novosti u načinu prikupljanja podataka, kao što su digitalne kamere za snimanje iz zraka, lidarski i radarski sustavi, prednosti GPS-om podržanog snimanja iz zraka, kao i satelitske snimke visoke rezolucije, te mogućnosti rada novih sustava i kvaliteta dobivenih podataka.

*Pripremio Tomislav Ciceli*