

Marina Viličić, PhD in Technical Sciences

Marina Viličić (nee Rajaković) was born in Zagreb on 1 June 1985. She completed her primary and secondary education in Zagreb. She graduated in 2004 from the 10th Gymnasium. She graduated from University of Zagreb, Faculty of Geodesy in 2009, with a dissertation entitled *Quality Analysis of Geodetic Control for Arena Zagreb Construction*, in the Department of Geodetic Engineering. She enrolled in postgraduate doctoral studies in Geodesy and Geoinformatics at the University of Zagreb, Faculty of Geodesy in 2011. In 2013 she passed the professional examination for conducting expert geodetic work as an expert associate chartered geodetic engineer.

From 2009 to 2011 she worked on geodetic-cadastral tasks for a private company, GEODIST d.o.o. She began working in the Department of Geoinformatics at the Faculty of Geodesy, University of Zagreb, in 2011, as a junior scientific research assistant on the project *Cartography of the Adriatic*. As part of the teaching process, she was an assistant leading exercises in the following subjects: *Basics of Statistics*, *Digital Cartography*, *Geodetic Heritage*, and *Cartography and GIS*. She is currently leading exercises in *Cartographic Projections* and *Programming*.

She has published several scientific papers and presented papers at Croatian and international scientific-expert meetings. She is a member of the Croatian Cartographic Society.

In 2006 she was awarded a state scholarship. She received the Dean's Award in 2007 for her paper *Conic Projections for Croatia* and in 2008 for *The Best Conformal Conic Projection for Croatia*. During her final study year, she was awarded the Faculty Prize for the best fifth-year student.

Her doctoral thesis, *Cartographic Analysis of Stjepan Glavač's Map of 1673*, is 150 A4 pages long, with an abstract, extended abstract in Croatian and English, 53 illustrations, 28 tables, a bibliography of 124 titles, and a CV.

In the thesis, the author analyses Glavač's map in order to study the map elements which have not been researched sufficiently up to now, and to throw light on some theories by certain authors whose conclusions are contradictory.

After the introduction, in which the research issues, hypotheses and goals are set out, in the second chapter the author presents an overview of earlier work which has emphasised the importance of Glavač's map, described its spatial coverage, and given map dimensions which do not correspond to the real ones. She discusses

On 15 February 2019, Marina Viličić (a graduate engineer of geodesy) defended her doctoral thesis, *Cartographic Analysis of Stjepan Glavač's Map of 1673*. The defence commission consisted of Prof. Dr. Stanislav Frangeš, Dr. Ivka Kljajić, and Prof. Dr. Josip Faričić of the University of Zadar, Department of Geography. The supervisor was Prof. Emeritus Miljenko Lapaine.

Cartographic Analysis of Stjepan Glavač's Map of 1673

The doctoral thesis is divided into following chapters:

- 1 Introduction
- 2 Overview of Previous Research
- 3 Description of the Map by Stjepan Glavač
- 4 The Croatian Mile
- 5 The Problem of Double Longitudes on Glavač's Map
- 6 Researching Cartographic Projections of the Map
- 7 Researching the Influence of Glavač's Map
- 8 Conclusion



Marina Viličić, doktorica tehničkih znanosti

Marina Viličić (rođena Rajaković) rođena je u Zagrebu 1. lipnja 1985. Osnovnoškolsko i srednjoškolsko obrazovanje stekla je u Zagrebu. Maturirala je 2004. godine u X. (općoj) gimnaziji. Diplomirala je na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu 2009. radom *Analiza kvalitete geodetske osnove za izgradnju Arene Zagreb* na Katedri za inženjersku geodeziju. Poslijediplomski doktorski studij Geodezije i geoinformatike na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu upisala je 2011. godine. Godine 2013. položila je stručni ispit za obavljanje stručnih geodetskih poslova u svojstvu stručnog suradnika ovlaštenog inženjera geodezije.

Od 2009. do 2011. radila je u privatnoj tvrtci GEODIST d.o.o. na geodetsko-katastarskim poslovima. Na Katedri za geoinformacije Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu počela je raditi 2011. kao znanstvena novakinja i asistentica na projektu *Kartografija Jadrana*. U sklopu nastavnog procesa sudjelovala je kao asistentica u izvođenju vježbi iz predmeta *Osnove statistike*, *Digitalna kartografija*, *Geodetska baština* te *Kartografija i GIS*. Trenutačno izvodi vježbe iz predmeta *Kartografske projekcije* i *Programiranje*.

Objavila je nekoliko znanstvenih radova te je izlagala radove na domaćim i međunarodnim znanstvenostručnim skupovima. Članica je Hrvatskoga kartografskog društva.

Godine 2006. dobila je državnu stipendiju. Nagrađena je Nagradom dekana 2007. za rad *Konusne projekcije za Hrvatsku* i 2008. za rad *Najbolja konformna konusna projekcija za Hrvatsku*. Na posljednjoj godini studiranja, 2009., dobila je Nagradu fakulteta kao najbolja studentica V. godine.

Doktorski rad *Kartografska analiza karte Stjepana Glavača iz 1673. godine* sadrži 150 stranica formata A4, sažetak, prošireni sažetak na hrvatskom i engleskom jeziku, 53 slike, 28 tablica, popis literature sa 124 naslova i životopis.

U doktorskom radu autorica je analizirala kartu Stjepana Glavača kako bi proučila elemente karte koji u dosadašnjim radovima nisu dovoljno istraženi i razjasnila teze pojedinih autora čiji zaključci se međusobno razilaze.

Nakon uvodnog dijela rada, u kojem su navedeni problemi istraživanja, hipoteze i ciljevi, u drugom je poglavlju dala pregled radova koji naglašavaju važnost Glavačeve karte, pojašnjavaju njezin prostorni obuhvat i navode dimenzije karte koje ne odgovaraju njezinim stvarnim vrijednostima. Zatim je obradila radove koji pišu o točnosti Glavačeve karte i opisuju njezine likov-

Marina Viličić, dipl. ing. geod. obranila je 15. veljače 2019. doktorski rad *Kartografska analiza karte Stjepana Glavača iz 1673. godine* (*Cartographic Analysis of Stjepan Glavač's Map from 1673*). U Povjerenstvu za obranu bili su prof. dr. sc. Stanislav Frangeš, doc. dr. sc. Ivka Kljajić i prof. dr. sc. Josip Faričić s Odjela za geografiju Sveučilišta u Zadru. Mentor je bio prof. emer. Miljenko Lapaine.

Kartografska analiza karte Stjepana Glavača iz 1673. godine

Doktorski rad podijeljen je na sljedeća poglavlja:

1. Uvod
2. Pregled dosadašnjih istraživanja
3. Opis karte Stjepana Glavača
4. Hrvatska milja
5. Problem dvostrukih geografskih dužina na Glavačevoj karti
6. Istraživanje kartografske projekcije karte
7. Istraživanje utjecaja Glavačeve karte
8. Zaključak

works which include opinions on the accuracy of Glavač's map and describe its illustrative elements. In her review, she found only two works which offered conclusions about the cartographic projection of the map. Since Glavač's map, as an integral part of the Valvasor graphic collection, has been kept since its production in various institutions, the author provides an overview of the places where the collection has been housed during the past. The conditions in which the collection was housed may have caused damage to Glavač's map. In this part of the chapter, Viličić describes the map's basic elements and summarises what previous authors discovered. She then turns to an overview of works and encyclopaedia entries where descriptions of the Croatian mile appear contradictory. In order to determine the length of the Croatian mile in comparison with other miles and leagues at that time, she presents the relevant information. She researched the literature to determine the shape and dimensions of the Earth known prior to the Glavač's map. Her review of previous work concludes with an overview of works in which the prime meridians on Glavač's map are discussed.

In the third chapter, referring to the basic map elements, new details and insights about the map are presented. These include the title and map type. According to Gregorius' classification at the time, the map was a *Carta Specialis*, but according to Homman, it was a *Mappa Particularis*. Given the area which it covers, it would be classified today as a country map, and in terms of its contents and scale, as an overview topographic map. If we consider its intention, it could be considered as an informative map for a wider circle of users, or even a military-topographic map. Viličić goes on to explain the actual area covered by the map and its orientation, the map contents and cartographic elements, and a summary of the details mentioned (date of production, author's name, production method and publisher). She describes the legend and gives a short account of the sources Glavač used when compiling his map. By inspecting an original example of the map, she was able to measure its actual dimensions and the dimensions acquired by scanning a digital copy. She established that the copy was in the original size, and that the dimensions given by earlier authors were incorrect.

In the fourth chapter, the author compares Glavač's map with Valvasor's 1689 map, Cantelli da Vignole's 1690 map, Belavić's 1739 map, and the map of the *Kingdom of Dalmatia, Croatia and Slavonia...* dated 1746, in order to determine the length of the Croatian mile. On all these maps, the German mile is drawn alongside the Croatian mile, apart from on Cantelli's map, where the German league is shown. Cantelli also gives the French league and the Italian mile. Using this information, Viličić calculates the relationship between the Croatian and German miles, then between the Croatian mile and the French league. She also provides comparisons

between the Croatian mile and other miles. She establishes that the length of the Croatian mile was equal to one-tenth of the length of one degree of the Equator and that its length on the Earth's radius ($R=6,371$ km) was 11,120 m, or approximately 11 km.

In the fifth chapter, she tackles the problem of the double longitudes on Glavač's map by applying linear regression to examine how far Glavač's longitudes relate to today's values. She then compares Glavač's predecessors and later authors who used approximately the same prime meridians as shown on Glavač's map. The maps analysed and values of longitudes marked for particular settlements show that there were no objective mathematical or geographical criteria for selecting prime meridians, and cartographers used different ones. If a map does not show the prime meridian (because it is located off the map), it is not always easy to tell which one was selected. An additional problem was a lack of knowledge of the actual positions of the geo-

Cartographic Analysis of Stjepan Glavač's Map of 1673

graphic objects (Atlantic islands, for example) chosen to set prime meridians. The author's research led her to conclude that the sources of Glavač's double longitude were Palma in the Canary Islands (40° and 41° longitude on Glavač's map) and the Azores islands of Corvo and Flores (51° and 52° longitude on Glavač's map).

The sixth chapter opens with an analysis of the quality of the joins on Glavač's map, the pieces of which are glued onto a canvas base. The author notes that frequent use has damaged the map and that sheets two and four overlap by between one and three millimetres. She then approaches the issue of the map projection. On the map, the illustrations of the meridians are mutually parallel straight lines perpendicular to the parallels, which are also straight parallel lines. By examining the appearance of the meridian network and parallels, the author concludes that Glavač's map was made in some sort of cylindrical projection. From the relations between the noted rectangular and geographic coordinates, she concludes that Glavač used an equidistant cylindrical projection, selecting the equator as the standard parallel. Next she calculates that the ratio of the radius of the Earth's sphere and the map scale R/M is 2229.7. She calculated the map scale in two

ne elemente. Pregledom dosadašnjih radova pronašla je svega dva rada u kojima su navedeni zaključci o kartografskoj projekciji karte. Budući da je Glavačeva karta, kao sastavni dio Valvasorove grafičke zbirke, od svog nastanka do danas čuvana u raznim institucijama, dala je pregled mjesta na kojima je tijekom prošlosti zbirka bila pohranjena. Uvjeti u kojima je zbirka bila čuvana mogli su dovesti do oštećenja Glavačeve karte. U tom dijelu poglavlja kroz opise osnovnih elemenata karte sabrala je saznanja dosadašnjih autora. Zatim je dala pregled dosadašnjih radova i enciklopedija čiji stavovi o duljini hrvatske milje nisu usuglašeni. Radi određivanja duljine hrvatske milje i njezina odnosa prema drugim miljama i ligama navela je pojedinosti o drugim miljama i ligama u to doba. Istražila je literaturu kako bi saznala što je o obliku i dimenziji Zemlje bilo poznato prije izrade Glavačeve karte. Pregled dosadašnjih radova završila je pregledom onih radova u kojima je pisano o početnim meridijanima na Glavačevoj karti.

U trećem se poglavlju kroz osnovne elemente karte usredotočila na nove detalje i spoznaje o Glavačevoj karti. Time je obuhvatila naslov i vrstu karte. Prema tadašnjim okvirima podjele karta bi prema Gregoriusovoj podjeli pripadala grupi *Cartae Speciales*, a prema Homannovoj podjeli bila bi *Mappa Particularis*. Prema današnjoj bi podjeli, s obzirom na obilježje prostora koji prikazuje, pripadala kartama država, a prema sadržaju i mjerilu karte preglednim topografskim kartama. Ako se uzme u obzir namjena karte, tada se može svrstati u grupu informativnih karata za širi krug korisnika i u vojno-topografske karte. U nastavku je pojasnila područje prikaza i orijentaciju karte, opisala sadržaj karte i kartografiku, sažela podatke koji su na karti navedeni, a odnose se na datum izrade, ime autora, način izrade i ime izdavača. Zatim je opisala tumač znakova i ukratko napisala kojim se izvorima podataka Glavač služio za izradu karte. Uvidom u originalni primjerak Glavačeve karte izmjerila je njezine stvarne dimenzije i dimenzije skeniranjem dobivene digitalne kopije. Ustanovila je da je dobivena kopija u originalnoj veličini i da nisu ispravne dimenzije koje su o Glavačevoj karti naveli dosadašnji autori.

U četvrtom je poglavlju, pored Glavačeve karte, za određivanje duljine hrvatske milje upotrijebila Valvasorovu kartu iz 1689., kartu Cantellija da Vignole iz 1690., Belavićevu kartu iz 1739. i kartu *Kraljevinâ Dalmacije, Hrvatske i Slavonije...* iz 1746. Na svim je kartama pored hrvatske milje ucrtana i njemačka milja, osim na Cantellijevoj karti gdje je pored hrvatske milje ucrtana njemačka liga. Na Cantellijevoj su karti iz 1690. nacrtane još i francuska liga i talijanska milja. S pomoću ucrtanih milja i liga izračunala je najprije odnos hrvatske i njemačke milje, odnosno njemačke lige. Zatim je izračunala odnos hrvatske i talijanske milje te potom hrvatske milje i francuske lige. Pored tih odnosa dala je pregled odnosa hrvatske milje i drugih milja. Utvrdila je da je duljina hrvatske milje jednaka 1/10 duljine ekvatorskog

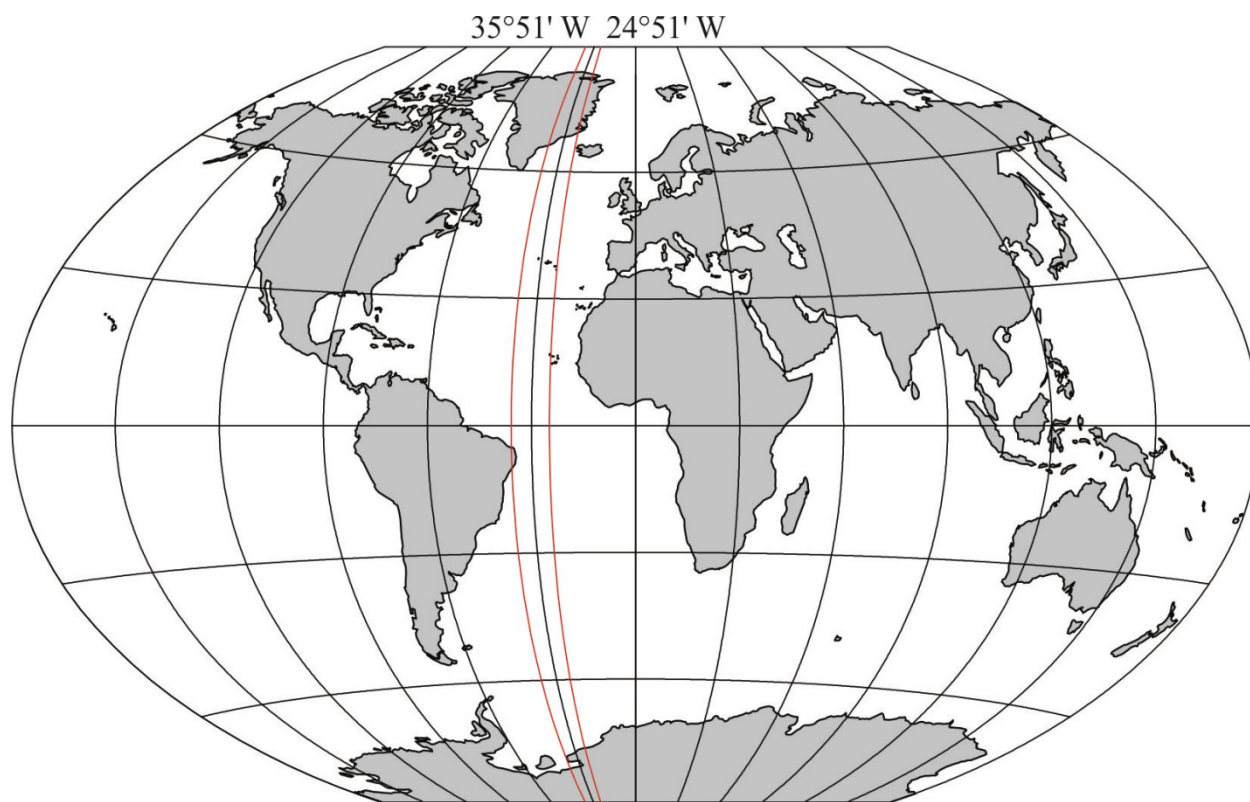
stupnja i da duljina hrvatske milje za Zemljin radijus $R=6371$ km iznosi 11 120 m, odnosno približno 11 km.

U petom poglavlju rješavanje problema dvostrukih geografskih dužina na Glavačevoj karti započela je primjenom linearne regresije čime je željela ispitati ovisnost Glavačevih geografskih dužina o današnjim vrijednostima. Zatim je usporedila karte Glavačevih prethodnika i kasnijih autora s približno jednakim početnim meridijanima kakvi su prikazani i na Glavačevoj karti. Analizirane karte i napisane vrijednosti geografskih dužina pojedinih naselja ukazale su da pri odabiru početnog meridijana nije postojao neki objektivni matematički ili geografski kriterij pa su se zbog toga kartografi koristili različitim početnim meridijanima. Kada na kartama početni meridijan nije prikazan (jer se nalazi izvan područja prikazanog na karti), nije uvijek lako odrediti koji je početni meridijan bio odabran. Dodatni problem činilo je (ne)znanje o položaju geografskog objekta (često pojedinih atlantskih otoka)

Kartografska analiza karte Stjepana Glavača iz 1673. godine

koji je odabran za ishodište geografskih dužina. Nakon provedenih istraživanja autorica je zaključila da su ishodišta Glavačevih dvostrukih geografskih dužina kanarski otok Palma, za 40° i 41° geografske dužine na Glavačevoj karti, te azorski otoci Corvo i Flores, za 51° i 52° geografske dužine na Glavačevoj karti.

Na početku šestog poglavlja analizirana je kvaliteta spojeva listova Glavačeve karte koji su slijepljeni na platnenu podlogu. Autorica je primijetila da je karta zbog učestalog prelamanja izrazito oštećena te da su 2. i 4. list karte preklapljeni za približno 1 do 3 mm. Zatim je pristupila rješavanju problema kartografske projekcije. Na karti su slike meridijana međusobno paralelne ravne crte okomite na slike paralela koje su također ravne paralelne crte. Na temelju izgleda mreže meridijana i paralela autorica je zaključila da je Glavačeva karta izrađena u nekoj cilindričnoj projekciji. Iz odnosa očitanih pravokutnih i geografskih koordinata s karte zaključila je da je Glavač primijenio ekvidistantnu cilindričnu projekciju, gdje je za standardnu paralelu odabrao ekvator. Nakon toga autorica je izračunala da omjer radijusa Zemljine sfere i mjerila karte R/M iznosi 2292,7. Mjerilo karte izračunala je na dva načina te dobila da se brojčano mjerilo karte može nalaziti u intervalu



ways, and arrived at a numerical scale in a range from 1:265,000 to 1:300,000. At the end of the chapter, she compares the geographical coordinates of individual places on Glavač's map with their corresponding modern values. If the map is considered as a whole, with a map scale of 1:300,000, the positional divergence of places identified on the map is about 15 km. If individual sheets are considered, there is a large divergence on sheet two, for the same map scale, of around 18 km.

In the seventh chapter, the author compares Glavač's map with those of his predecessors. Thus, she confirms the opinions of other authors that Glavač's map differs in relation to previously produced/published maps. She next compares the content (settlements, water courses and other water phenomena, the relief and corresponding toponyms) on Glavač's map with similar content on later maps. She concludes that the authors probably adopted the contents of Glavač's map. Since the comparison reveals great similarities with Belavić's map and the map of the *Kingdom of Dal-*

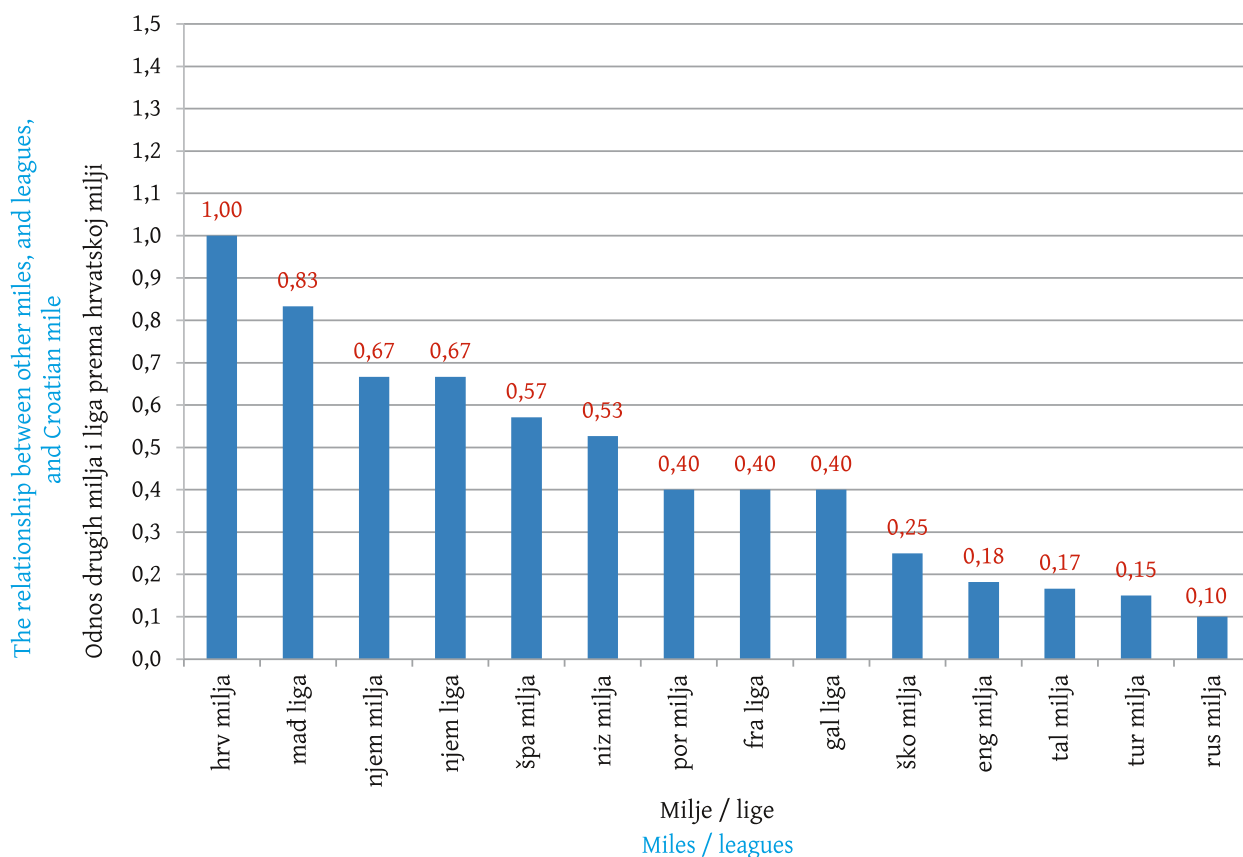
matia, Croatia and Slavonia... the author calculated the parameters of the affine and Helmert transformations for the other two maps. The transformation parameters indicated changes in the dimension and orientation of the sheets in Glavač's map.

The best results were achieved with affine transformation on the map of the *Kingdom of Dalmatia, Croatia and Slavonia...*, per sheet of Glavač's map. The calculated parameters indicate that Glavač's map should be increased horizontally by a factor of between 1.04 and 1.06, and reduced vertically by a factor of 0.98.

In the last chapter, the author presents her conclusion on her research, and confirms or refutes theories by other authors, while accepting all three of her own set hypotheses.

The defence commission examining the doctoral thesis *Cartographic Analysis of Stjepan Glavač's Map of 1673* concluded that Marina Viličić had made a valuable scientific contribution to modern cartography, particularly the analysis of old maps, among which Stjepan Glavač's map holds a special place.

Prepared by Miljenko Lapaine ■



od 1:265 000 do 1:300 000. Na kraju poglavlja usporedila je geografske koordinate pojedinih mjesta na Glavačevoj karti s odgovarajućim suvremenim vrijednostima. Ako se promatra karta kao cjelina, za mjerilo karte 1:300 000, položajno odstupanje identificiranih mjesta na Glavačevoj karti iznosi približno 15 km. Ako se promatraju pojedinačni listovi, velika se odstupanja nalaze na 2. listu koja, za isto mjerilo karte, iznose približno 18 km.

U sedmom poglavlju autorica je najprije usporedila Glavačevu kartu s kartama njegovih prethodnika. Na taj je način potvrdila mišljenje drugih autora da se Glavačeva karta razlikuje u odnosu na ranije izrađene/objavljene karte. Potom je usporedila sadržaj (naselja, tekućice i druge pojave voda, reljef i pripadajuće toponime) na Glavačevoj karti s istovrsnim sadržajem na nekim kasnije izdanim kartama. Zaključila je da su autori karata preuzeli sadržaj Glavačeve karte. Budući da je nakon provedene usporedbe primijećena velika sličnost Glavačeve karte s Belavićevom kartom i kartom *Kraljevinâ Dalmacije, Hrvatske i Slavonije...* za te dvije karte

autorica je izračunala parametre affine i Helmertove transformacije. Parametri transformacija ukazali su na promjenu dimenzija i orijentaciju listova Glavačeve karte. Najpovoljniji rezultati dobiveni su afinom transformacijom za kartu *Kraljevinâ Dalmacije, Hrvatske i Slavonije...* po pojedinim listovima Glavačeve karte. Izračunati parametri ukazuju da bi Glavačevu kartu trebalo u horizontalnom smjeru povećati za faktor koji je otprilike 1,04 do 1,06, a smanjiti u vertikalnom smjeru za faktor 0,98.

U posljednjem poglavlju autorica izvodi zaključke o provedenom istraživanju, potvrđuje, odnosno opovrgava teze drugih autora i prihvaća sve svoje tri postavljene hipoteze.

Povjerenstvo za obranu doktorskog rada *Kartografska analiza karte Stjepana Glavača iz 1673. godine* zaključilo je da je Marina Viličić, dipl. ing. geod. dala vrijedan znanstveni doprinos suvremenoj kartografiji, posebno analizi starih karata, među kojima ona S. Glavača iz 1673. godine zauzima posebno mjesto.

Pripremio Miljenko Lapaine ■