

UDK 528.9:930(497.5)
Stručni članak / Professional paper

100 godina Gauss-Krügerove projekcije

Miljenko LAPAINE – Zagreb¹

SAŽETAK. Gauss-Krügerova projekcija postala je službena državna projekcija u Kraljevini SHS 1924. godine. Ovaj pregled daje osnovne podatke o izboru i uvođenju te projekcije na teritorij tadašnje države u kojoj je bila i Hrvatska. Donosimo definiciju te projekcije i njezina osnovna svojstva. Objašnjavamo potrebu uvođenja negativne distorzije na srednjem meridijanu područja preslikavanja i s tim uvezi podjelu područja na sustave, odnosno zone. Na kraju podsjećamo na mogućnost interpretacije Gaus-Krügerove projekcije kao dvostrukog preslikavanja. Najprije se elipsoid preslika na sferu, a zatim sfera u ravninu. Na taj se način može opravdati upotreba naziva konformna poprečna cilindrična projekcija za tu projekciju.

Ključne riječi: Gauss-Krügerova projekcija, Hrvatska, državna projekcija.

1. Uvod

Jedno je od osnovnih pitanja službene kartografije izbor državne projekcije, odnosno izbor državno koordinatnog sustava. Takav je izbor bio aktualan početkom 20. stoljeća, zatim stvaranjem Nezavisne Države Hrvatske i ponovno početkom 21. stoljeća. Drugim riječima, o problematici uvođenja nove kartografske projekcije raspravlja se uvijek nakon političko-teritorijalnih promjena. Pitanje izbora projekcije i koordinatnih sustava bilo je pokrenuto 1921. godine. Tadašnji je direktor katastra povjerio razradu tog problema poznatom geodetskom znanstveniku, profesoru na Tehničkom fakultetu u Zagrebu, Antalu Faschingu. Koliko je to bio složen posao, vrlo dobro se može vidjeti iz literature (Savezna geodetska uprava 1953).

Čim se povede govor o kartografskim projekcijama, nehotice dolazi u sjećanje svim stručnjacima poznata Jordanova izreka: "Ni jedna ustanova ne zadire tako duboko u suštinu cjelokupne izmjere i kartiranja jedne zemlje, kao izbor projek-

¹ prof. emer. dr. sc. Miljenko Lapaine, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 26, HR-10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: miljenko.lapaine@geof.unizg.hr

cije i koordinatnog sistema. Ako se ovdje načini pogreška ta se sveti na mnogim generacijama”. Prema Abakumovu (1946), u Hrvatskoj smo te proročanske riječi osjetili u punoj mjeri baš na svojoj koži. Od bivše Austro-Ugarske Monarhije naslijeđeno je nekoliko koordinatnih sustava. Svaki stručnjak koji radi na polju geodezije dobro zna kakve brige i poteškoće još i danas zadaju koordinate osnovnih točaka na području Hrvatske. O pitanju izbora najprikladnije projekcije za Nezavisnu Državu Hrvatsku pisao je Abakumov (1942) i razmatrao dvije varijante Gauß-Krügerove projekcije, njihove prednosti i nedostatke.

Lapaine (2000) je sa suradnicima predložio nove službene kartografske projekcije Republike Hrvatske. Jedna od njih je poprečna Mercatorova projekcija elipsoida, a to je zapravo opet jedna varijanta Gauß-Krügerove projekcije.

2. O uvođenju Gauss-Krügerove projekcije prije 100 godina

Posebnu grupu projekcija čine tzv. “geodetske projekcije”, tj. projekcije za potrebe državne izmjere. Projekcija za potrebe državne izmjere je projekcija koja će poslužiti za preračunavanje koordinata trigonometrijskih točaka u ravninu. U toj će projekciji, prema tome, biti određene definitivne pravokutne koordinate trigonometrijskih točaka u ravnini. Ta projekcija treba poslužiti kao matematička osnova za sva računanja u ravnini i za izradu planova i karata najkrupnijih mjerila.

Za potrebe državne izmjere u većini zemalja upotrebljava se upravo Gauss-Krügerova projekcija. To je konformna poprečna cilindrična projekcija elipsoida na ravninu. Osnovni podaci o povijesti Gauss-Krügerove projekcije mogu se saznati iz predgovora knjige *Konforme Abbildung des Erdellipsoids in der Ebene* (Krüger 1912).

Austrija je bila prva država koja je uvela Gauss-Krügerovu projekciju za potrebe državne izmjere. Bilo je to 1917. godine. Njemačka je to isto učinila 1923. godine. Jugoslavija (u to doba Kraljevina Srba, Hrvata i Slovenaca) uvela je Gauss-Krügerovu projekciju 1924. godine. Projekciju je odabrala komisija u kojoj su bili najpoznatiji geodetski stručnjaci toga vremena (Borčić 1976): general Stevan Bošković, načelnik Vojnogeografskog instituta u Beogradu, inž. Stanoje Nedeljković, generalni direktor Direkcije za katastar i državna dobra, Nikolaj Abakumov, tada službenik Vojnogeografskog instituta, a kasnije profesor Tehničkog fakulteta u Zagrebu, inž. Nikola Svečnikov, tada službenik Direkcije za katastar, a kasnije profesor na Geodetskom odsjeku Građevinskog fakulteta u Beogradu, general Vitomir Terzić, pomoćnik načelnika Vojnogeografskog instituta u Beogradu i inž. Milan Dražić, tada docent, a kasnije profesor Geodetskog odsjeka Tehničkog fakulteta u Beogradu, koji je bio i tajnik komisije. U rad na odabiru najpovoljnije kartografske projekcije bio je uključen i prof. dr. Antal Fasching profesor Tehničkog fakulteta u Zagrebu. Njegov zadatak bio je provjera mogućnosti prikazivanja cijelog državnog teritorija u jednom koordinatnom sustavu. Komisija je nakon detaljne analize u opsežnom pismenom izvještaju kao najpogodniju predložila Gauss-Krügerovu projekciju. Projekcija je dobila ime po velikom njemačkom znanstveniku Carlu Friedrichu Gaussu (1777–1855) koji je i geodeziju zadužio mnogim otkrićima. Između

1821. i 1825. godine Gauss je pri izračunavanju hanoverske triangulacije za preslikavanje s elipsoida u ravninu primjenio način preslikavanja koji danas nosi naziv *Gauss-Krügerova* projekcija. Gauss prije 200 godina nije mogao ni slutiti kakvo će značenje imati njegov način preslikavanja Zemljina elipsoida u ravninu, za koji on nije dospio dati objašnjenja i izvode formula. Stvarnost je pokazala da je to njegovo djelo našlo široku primjenu u geodetskoj praksi i da je Gauss po tome postao najpoznatija i najzaslužnija osoba kad je riječ o primjeni kartografskih projekcija u izmjeri većih dijelova Zemljine površine (Borčić 1976).

Prof. dr. L. Krüger objavio je 1912. knjigu o toj projekciji, a 1919. zbirku formula za praktičnu primjenu. Od tada se ta projekcija naziva Gauss-Krügerovom. U literaturi engleskog jezičnog područja ta se projekcija susreće pod nazivom *poprečna Mercatorova*, odnosno *Transverse Mercator*, uobičajena kratica *TM*.

Budući da se geodetske projekcije osim za izradu karata krupnih mjerila koriste kao osnova za sva računanja u ravnini, to je u njihovom proučavanju osim računanja pravokutnih koordinata u ravnini iz geodetskih (elipsoidnih) koordinata potrebno riješiti i niz ostalih zadataka:

1. računanje geodetskih (elipsoidnih) koordinata iz pravokutnih koordinata u ravnini projekcije,
2. računanje konvergencije meridijana iz geodetskih i pravokutnih koordinata,
3. računanje linearnog mjerila iz geodetskih i pravokutnih koordinata,
4. računanje redukcije pravaca i dužina,
5. računanje pravokutnih koordinata točke, kad su zadane pravokutne koordinate jedne točke i dužina i azimut geodetske linije,
6. računanje dužina i azimuta geodetske linije iz pravokutnih koordinata dviju točaka,
7. transformacija koordinata između susjednih koordinatnih sustava.

3. Definicija i svojstva Gauss-Krügerove projekcije

Gauss-Krügerova projekcija određena je ovim uvjetima:

1. projekcija je konformna,
2. srednji meridijan preslikava se u pravoj veličini ili je mjerilo uzduž njega konstantno,
3. os x pravokutnog koordinatnog sustava poklapa se sa slikom srednjeg meridijana.

Ishodište se može postaviti u bilo koju točku slike srednjeg meridijana, a obično se uzima u presjeku slike srednjeg meridijana i slike ekvatora.

Napomena: Sve formule u Gauss-Krügerovoj projekciji obično su izvedene uz pretpostavku da je mjerilo na srednjem meridijanu jednako jedinici ($m_0 = 1$). Koordinate izvedene uz taj uvjet nazivaju se nereduciranima i označavaju \bar{x} , \bar{y} .

3.1. Računanje pravokutnih koordinata y , x iz geodetskih (elipsoidnih) koordinata φ i λ

Zadane su geodetske koordinate φ i λ neke točke na elipsoidu, a potrebno je izračunati pravokutne koordinate y i x u Gauss-Krügerovoj projekciji. Za pravokutne koordinate y i x u Gauss-Krügerovoj projekciji često upotrebjavamo termin Gauss-Krügerove koordinate. Neka je λ_0 geodetska dužina srednjeg meridijana područja preslikavanja. Označimo

$$l = \lambda - \lambda_0 .$$

Širina područja preslikavanja obično iznosi 3° ili 6° pa je $l \leq 1,5^\circ$ ili $l \leq 3^\circ$. Zbog toga se l može smatrati malom veličinom. Konačne formule za računanje nereduciranih koordinata su

$$\bar{x} = B + (x_1)l^2 + (x_2)l^4 + (x_3)l^6 ,$$

$$\bar{y} = (y_1)l + (y_2)l^3 + (y_3)l^5 ,$$

gdje se značenja pojedinih oznaka mogu naći u knjizi B. Borčića (1976) i skriptima N. Frančule (2004).

3.2. Uvođenje linearne deformacije na srednjem meridijanu

Govoreći o osnovnim svojstvima Gauss-Krügerove projekcije naveli smo da u toj projekciji nema deformacija na srednjem meridijanu, tj. srednji meridijan se preslikava u pravu veličini. Postavlja se pitanje kolike se maksimalne deformacije mogu dozvoliti u jednom koordinatnom sustavu. Kad je početkom 20. st. uvedena Gauss-Krügerova projekcija, od projekcije se tražilo da njezine deformacije moraju biti manje od pogrešaka mjerenja u poligonskoj mreži, odnosno triangulaciji IV. reda ili drugim riječima da točnost projekcije mora biti veća od točnosti mjerenja u triangulacijskoj mreži IV. reda ili poligonskoj mreži. Obično se uzima da je relativna linearna pogreška poligonske mreže 1:3000. Ako uzmemo da je točnost projekcije 1:10 000, onda je očito točnost projekcije tri puta veća od točnosti poligonske mreže i takva se deformacija projekcije može prihvatiti, a da o njoj ne moramo voditi računa u računanju poligonske mreže.

Iz krivulje linearnih deformacija (Borčić 1976, Frančula 2004) vidimo da od srednjeg meridijana možemo ići na istok ili zapad do 90 km, a da linearne deformacije ne budu veće od 0,0001 (1:10 000). Dakle širina koordinatnog sustava uz tu točnost može iznositi 180 km.

Postavlja se pitanje ne bi li se uz istu točnost 1:10 000 moglo povećati područje preslikavanja tako da se sa što manje sustava obuhvati zadano područje. Zadatak je riješen uvođenjem negativnih deformacija na srednjem meridijanu. Na

srednjem meridijanu uvedena je maksimalna negativna deformacija. Očito da je u tom slučaju kad su deformacije u intervalu od $-0,0001$ do $+0,0001$ područje preslikavanja veće nego u slučaju kad se deformacije kreću u intervalu od 0 do $+0,0001$. Uvođenjem negativne deformacije na srednjem meridijanu područje preslikavanja je prošireno i iznosi 127 km istočno i zapadno od srednjeg meridijana, što znači ukupno 254 km.

Postavlja se pitanje kako doći do koordinata kod kojih je na srednjem meridijanu uvedena negativna deformacija. Do koordinata kod kojih je na srednjem meridijanu uvedena negativna deformacija, tzv. reducirane koordinate, doći ćemo množenjem nereduciranih koordinata \bar{y} i \bar{x} s modulom m_0 koji treba biti jednak mjerilu na srednjem meridijanu, tj.:

$$y = \bar{y} \cdot m_0 ,$$

$$x = \bar{x} \cdot m_0 .$$

Deformacija na srednjem meridijanu iznosi:

$$d = -0,0001,$$

a kako je

$$d = m - 1,$$

to je

$$m_0 = 0,9999.$$

Za sve praktične radove u nižoj geodeziji i za sva kartiranja upotrebljavale su se reducirane koordinate (y, x) , jer su te koordinate omogućile da se s tri koordinatna sustava pokrije područje bivše Jugoslavije. Nereducirane koordinate (\bar{y}, \bar{x}) upotrebljavale su se samo u onim računanjima kad se radilo o preslikavanju između elipsoida i ravnine Gauss-Krügerove projekcije, jer su sve formule izvedene uz uvjet da nema deformacija uzduž srednjeg meridijanu.

Razlika između reduciranih i nereduciranih koordinata je samo u rasporedu deformacija. Kod nereduciranih koordinata na srednjem meridijanu nema deformacija, udaljavanjem od srednjeg meridijana deformacije rastu i maksimalne su na granici sustava. Kod reduciranih koordinata na srednjem meridijanu su maksimalne negativne deformacije, udaljavanjem od srednjeg meridijana deformacije se smanjuju i na 90 km jednake su nuli. Nastavkom udaljavanja deformacije rastu. Takav raspored deformacija omogućio je veće područje preslikavanja kod reduciranih koordinata.

3.3. Sustavi Gauss-Krügerove projekcije u Hrvatskoj

Primjenom reduciranih koordinata širina područja preslikavanja iznosi 127 km istočno i zapadno od srednjeg meridijana, što u stupanjskoj mjeri iznosi $1,5^\circ$ ili čitava širina jednog sustava 3° . Budući da projekciju ekvatora predstavlja os y , to apscise x računamo od ekvatora. Prednost takvog računanja za područja sjeverno od ekvatora jest u tome što su apscise uvijek pozitivne i što prema veličini apscise možemo približno zaključivati o položaju točke na Zemljinoj površini.

Da bi se izbjegle negativne ordinate dodaje se svim ordinatama 500 000 metara odnosno os y ima koordinatu $y = 500\,000$ metara. Tako točke koje leže istočno od apscisne osi, odnosno od srednjeg meridijana, imaju ordinate veće od 500 000 m, a točke koje se nalaze zapadno od srednjeg meridijana imaju ordinate manje od 500 000 m, ali uvijek pozitivne.

Broj koordinatnog sustava u kojem se dotična točka nalazi stavlja se ispred iznosa ordinate. Tako se npr. točka s koordinatama

$$y = 5\,550\,635,17$$

$$x = 5\,050\,127,18$$

nalazi u 5. sustavu i to 50 635,17 m istočno od srednjeg meridijana. Točka s koordinatama

$$y = 6\,451\,832,54$$

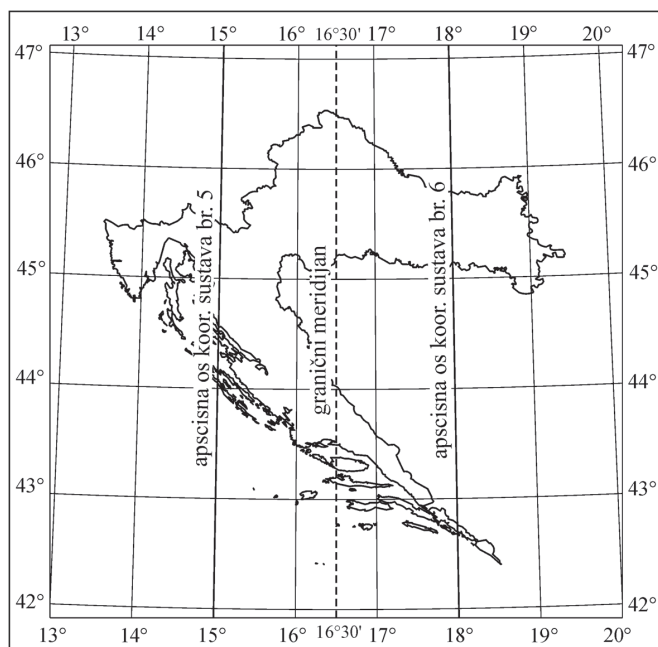
$$x = 5\,060\,382,44$$

nalazi se u 6. sustavu i to 48 167,46 m zapadno od srednjeg meridijana.

Prema tome, da bismo dobili stvarnu udaljenost točke od srednjeg meridijana, odnosno od osi x moramo od ordinata y oduzeti za

$$5. \text{ sustav: } K = 5\,500\,000$$

$$6. \text{ sustav: } K = 6\,500\,000.$$



Slika 1. Koordinatni sustavi Gauss-Krügerove projekcije na području Hrvatske (prikaz u uspravnoj konusnoj projekciji) (Frančula 2004).

Prema tome kod prijelaza s \bar{y} , \bar{x} na y , x bit će

$$y = \bar{y} \cdot m_0 + K,$$

$$x = \bar{x} \cdot m_0,$$

a

$$\bar{y} = \frac{y - K}{m_0},$$

$$\bar{x} = \frac{x}{m_0}.$$

Geodetski referentni koordinatni sustav je sustav za određivanje točaka na Zemlji, uključujući datum, opis koordinata, koordinatni sustav i kartografsku projekciju. U sljedećoj tablici prikazan je geodetski referentni koordinatni sustav koji uključuje Gauss-Krügerovu projekciju, a koji je Hrvatska naslijedila od prethodnih država u čijem je sastavu bila tijekom 19. i 20. st. (Kraljevina SHS i nekoliko Jugoslavija).

Tablica 1. *Prikaz referentnog koordinatnog sustava za Gauss-Krügerovu projekciju u Hrvatskoj za potrebe katastra i topografske kartografije do mjerila 1:500 000, od 1924. do 2004. godine (Lapaine i Tutić 2007).*

Opis koordinatnog referentnog sustava za Gauss-Krügerovu projekciju u Hrvatskoj (u službenoj upotrebi najdulje do 2010. godine)	
Država	Hrvatska
Kratica države	HR
Kratica referentnog koordinatnog sustava	HDKS (neslužbeno)
Alias referentnog koordinatnog sustava	HR1901 (neslužbeno)
Područje referentnog koordinatnog sustava	Hrvatska
Svrha koordinatnog referentnog sustava	Katastar i topografska kartografija do mjerila 1:500 000
Kratica datuma	
Alias datuma	Hermannskogel
Tip datuma	geodetski, lokalni
Fundamentalna točka datuma	Austrija, Hermannskogel, $\varphi_0=48^{\circ}16'15,29''$ sjeverno, $\lambda_0=16^{\circ}17'55,04''$ istočno od Greenwicha
Područje datuma	Hrvatska
Napomene o datumu	Naslijeđeni datum od bivših država kojima je pripadala Hrvatska
Identifikator početnog meridijana	Ferro, Pariz, Greenwich
Geografska dužina početnog meridijana u odnosu na Greenwich	za Ferro $17^{\circ}39'46,02''$ zapadno
Napomene o početnom meridijanu	Za potrebe topografske kartografije u bivšoj državi upotrebljavan je početkom 20. st. pariški meridijan kao početni, a na topografskim kartama nastalih na temelju topografske izmjere u razdoblju 1947.–1976., početni meridijan je greenwichki.
Identifikator elipsoida	Bessel 1841
Alias elipsoida	Besselov elipsoid
Velika poluos elipsoida	6 377 397,155 m
Oblik elipsoida	pravi
Recipročna vrijednost spoljoštenosti elipsoida	299,152 812 85
Napomene o elipsoidu	
Identifikator koordinatnog sustava	HR_GK (neslužbeno)
Tip koordinatnog sustava	koordinatni sustav u ravnini kartografske projekcije
Dimenzija koordinatnog sustava	2
Napomene o koordinatnom sustavu	
Naziv koordinatne osi	x
Smjer koordinatne osi	sjever

Jedinica na koordinatnoj osi	metar
Naziv koordinatne osi	y
Smjer koordinatne osi	istočno
Jedinica na koordinatnoj osi	metar
Identifikator projekcije (operacije)	HR_GK (neslužbeno)
Područje projekcije	Hrvatska
Naziv projekcije	Gauss-Krügerova projekcija
Alias projekcije	Poprečna Mercatorova projekcija
Formule za projekciju	Borčić, B.: Gauss-Krügerova projekcija meridijanskih zona, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, 1976.
Broj parametara projekcije	6
Napomene o projekciji	Konformna poprečna cilindrična projekcija meridijanskih zona, svaka zona širine 3 stupnja s vlastitim srednjim meridijanom
Naziv parametra projekcije	geodetska (elipsoidna) širina ishodišta
Vrijednost parametra projekcije	0°
Napomene o parametru projekcije	0°, ekvator
Naziv parametra projekcije	geodetska (elipsoidna) dužina ishodišta
Vrijednost parametra projekcije	srednji meridijani 15° i 18° u odnosu na Greenwich
Napomene o parametru projekcije	srednji meridijani svake zone
Naziv parametra projekcije	pomak u smjeru sjevera (<i>fals northing</i>)
Vrijednost parametra projekcije	0 m
Napomene o parametru projekcije	
Naziv parametra projekcije	pomak u smjeru istoka (<i>fals easting</i>)
Vrijednost parametra projekcije	5 500 000 m za 5. zonu, 6 500 000 m za 6. zonu
Napomene o parametru projekcije	vrijednost parametra ovisi o položaju, odnosno broju zone
Naziv parametra projekcije	linearno mjerilo uzduž srednjeg meridijana
Vrijednost parametra projekcije	0,9999
Napomene o parametru projekcije	
Naziv parametra projekcije	širina zone
Vrijednost parametra projekcije	3°
Napomene o parametru projekcije	

4. Gauss-Krügerova projekcija kao dvostruko preslikavanje

Na temelju opsežne izvorne literature možemo zaključiti da se C. F. Gauss u znatnoj mjeri bavio kartografskim projekcijama. Ne samo projekcijom koja je u današnje vrijeme poznata kao Gauss-Krügerova, nego i drugim varijantama kon-

formnih preslikavanja rotacijskog elipsoida na sferu te sferu i elipsoida u ravninu. Pri klasičnoj Gauss-Krügerovoj projekciji rotacijski elipsoid se izravno preslikava u ravninu. Lapaine (2021) je pokazao da se i ta projekcija može interpretirati kao dvostruko preslikavanje rotacijskog elipsoida najprije na sferu, a onda sa sferu u ravninu.

Najprije se konformno preslika elipsoid na sferu i zatim konformno preslika sfera u ravninu pri čemu se odabrani meridijan preslika bez distorzija. Na taj se način može opravdati naziv Gauss-Krügerova projekcije kao poprečne projekcije, budući da je aspekt projekcije definiran za projekcije sferu, a ne elipsoida (Lapaine i Frančula 2016).

Uz to, Lapaine (2021) je pokazao da je Gauss-Krügerova projekcija poopćenje poprečne Mercatorove projekcije sferu, ali nije jedino. Stoga je Gauss-Krügerovu projekciju bolje nazivati njezinim imenom, umjesto poprečna Mercatorova projekcija. Naime, poprečna Mercatorova projekcija može biti preslikavanje sferu ili elipsoida. Osim toga, poprečna Mercatorova projekcija elipsoida nije jednoznačno definirana. Ona može biti identična Gauss-Krügerovoj, ali se od nje može razlikovati.

Do nedavno se Gaussova sfera spominjala i koristila u geodetskim proračunima i geodetskoj kartografiji. To je sfera koja se na određeni način dobro prilagođava elipsoidu u određenom području. Gauss-Krügerova projekcija je konformno preslikavanje elipsoida u ravninu koja preslikava odabrani meridijan bez distorzija. Lapaine (2022) je pokazao da postoji sfera na koju se elipsoid može konformno preslikati tako da se jedan od meridijana preslika bez distorzija. To je učinjeno analitičkim proširenjem preslikavanja odabranog meridijana na cijeli elipsoid. Posljedica toga je da se Gauss-Krügerova projekcija može interpretirati kao dvostruko preslikavanje: konformno preslikavanje elipsoida u sferu i konformno preslikavanje sferu u ravninu. Istodobno je sačuvano važno svojstvo – odabrani meridijan preslikan je bez distorzija. Točnost koordinata točaka u ravnini Gauss-Krügerove projekcije jednaka je točnosti računanja duljine meridijanskog luka.

5. Zaključak

Za potrebe državne izmjere u velikom broju država upotrebljava se Gauss-Krügerova projekcija, poznata i pod imenom poprečna Mercatorova projekcija. Na području Kraljevine SHS uvedena je kao službena projekcija 1924. godine. Skoro 100 godina bila je to službena projekcija u Jugoslaviji, dakle i u Hrvatskoj. Tako dugo razdoblje potvrđuje kvalitetu te projekcije, koja i danas, uz manje modifikacije i promjenu imena, aktualna i u službenoj upotrebi u Hrvatskoj.

Literatura

- Abakumov, N. (1942): Gauss-Krügerova projekcija u primjeni na područje Nezavisne Države Hrvatske, Hrvatska državna izmjera, br. 5, 70–74.
- Abakumov, N. (1946): Koordinacija svjetskih geodetsko-kartografskih radova, Geodetski glasnik, br. 2, 36–38.

- Borčić, B. (1976): Gauss-Krügerova projekcija meridijanskih zona, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Zagreb.
- Frančula, N. (2004): Kartografske projekcije, skripta, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Zagreb.
- Krüger, L. (1912): Konforme Abbildung des Erdellipsoids in der Ebene: Potsdam, Königlich Preußisches Geodätisches Institut, Veröffentlichung, new series, no. 52, 172 str.
- Lapaine, M. (2000): Prijedlog službenih kartografskih projekcija Republike Hrvatske, Državna geodetska uprava, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Zagreb.
- Lapaine, M. (2021): Gauss-Krügerova projekcija kao dvostruko preslikavanje, Geodetski list, 2, 85–102.
- Lapaine, M. (2022): Conformal Mapping of a Rotational Ellipsoid to a Sphere. On the occasion of the proclamation of C. F. Gauss as the global surveyor in 2021. *ZfV – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement*, Heft 3, 154–162, doi 10.12902/zfv-0387-2022.
- Lapaine, M., Frančula, N. (2016): Map projection aspects, *International Journal of Cartography*, Vol. 2, Issue 1, 38–51, doi:10.1080/23729333.2016.1184554.
- Lapaine, M., Tutić, D. (2007): New Official Map Projection of Croatia – HTRS96/TM / O novoj službenoj kartografskoj projekciji Hrvatske – HTRS96/TM, *Kartografija i Geoinformacije*, special issue, 34–53.
- Savezna geodetska uprava (1953): Osnovni geodetski radovi u F.N.R. Jugoslaviji, Beograd.

100 Years of the Gauss-Krüger Projection

ABSTRACT. The Gauß-Krüger projection became the official state projection in the Kingdom of SHS in 1924. This review provides basic information on the selection and introduction of this projection on the territory of the then state, which included Croatia. We provide a definition of this projection and its basic properties. We explain the need to introduce negative distortion on the central meridian of the mapping area, and with that, the division of the territory into systems, i.e. zones. Finally, we remind of the possibility of interpreting the Gauß-Krüger projection as a double mapping. First, the ellipsoid is mapped to the sphere, and then the sphere to the plane. In this way, the use of the name conformal transverse cylindrical projection for this projection can be justified.

Keywords: Gauß-Krüger projection, Croatia, state projection.

Primljeno / Received: 2024-03-11

Prihvaćeno / Accepted: 2024-03-25