

UDK 528:235:528.915(084.3-1)
Pregledni znanstveni članak

IZBOR KARTOGRAFSKE PROJEKCIJE ZA KARTE SITNIH MJERILA

Nedjeljko FRANČULA, Miljenko LAPAINE, Nada VUČETIĆ – Zagreb*

SAŽETAK. Analizira se utjecaj geometrijskih svojstava područja preslikavanja (veličina, oblik, položaj, pružanje) te sadržaja i načina upotrebe karte na izbor projekcije karata sitnih mjerila. Daju se preporuke o izboru projekcije za karte država, kontinenta, oceana, polukugli i svijeta. Na kraju je dan kritički osvrt na sve češće izobličene prikaze Hrvatske zbog nedovoljnog kartografskog znanja autora tih karata, posebno znanja o kartografskim projekcijama i njihovu izboru za karte određenih područja.

1. UVOD

U posljednjih su nekoliko godina digitalne metode u izradi karata našle široku primjenu u praksi. Omogućile su pojedincima slobodan pristup do prostornih informacija, njihovu obradu i kartografsku vizualizaciju. U današnje vrijeme pojedinac može kartografski vizualizirati prostorne informacije prema vlastitim potrebama. Nije vezan na službene formate karata ni strogo na dana mjerila. Može oblikovati kartografske znakove, birati boje i mijenjati kartografsku projekciju. Ako nema odgovarajuće kartografsko znanje može pritom napraviti i katastrofalne pogreške. Ugledni profesor kartografije s ETH Zürich E. Spiess (1996) navodi mnoge takve pogreške. Stoga kartografi imaju važnu zadaću da povećavaju kartografsko znanje objavljivanjem različitih publikacija, članaka i održavanjem tečajeva. Tako je npr. Američko kartografsko društvo izdalo tri jeftine knjižice, bez ijedne formule, o kartografskim projekcijama i njihovu izboru. Svrha im je upoznati širi krug ljudi s osnovnim znanjima o kartografskim projekcijama (American cartographic association 1986, 1988, 1991).

U ovom se članku ograničavamo samo na izbor projekcije. Želimo čitaocu upoznati s osnovnim kriterijima izbora kartografske projekcije. *Neposredan su povod sve češći izobličeni prikazi Hrvatske zbog nedovoljnog kartografskog znanja, posebno znanja o kartografskim projekcijama i njihovu izboru za karte određenih područja.*

* Prof.dr.sc. Nedjeljko Frančula, dr.sc. Miljenko Lapaine, mr.sc. Nada Vučetić, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Zagreb, Kačićeva 26.

2. OPĆENITO O IZBORU PROJEKCIJE

Razlikujemo izbor kartografske projekcije za:

- potrebe državne izmjere
- izradu topografskih karata
- izradu karata sitnih mjerila počevši približno s mjerilom 1:1 000 000 (Frančula 1974).

U ovom se članku ograničavamo samo na treći slučaj.

Pri izradi karata sitnih mjerila Zemlju možemo smatrati sferom (kuglom). Primjenjujemo, najčešće, polumjer (R) one kugle koja ima istu površinu kao Zemljin elipsoid. Za Besselov elipsoid $R = 6\,370\,290$ m.

Za prikaz Zemlje u ravnini služimo se kartografskim projekcijama. To su načini preslikavanja točaka s plohe Zemljina elipsoida ili sfere u ravninu. Poznato ih je oko tri stotine, a u praksi se primjenjuje nekoliko desetina (Snyder 1993).

Pri preslikavanju Zemlje u ravninu nastaju deformacije duljina, površina i kutova. Postoje kartografske projekcije u kojima nema deformacija površina (ekvivalentne projekcije) ili deformacija kutova (konformne projekcije). Postoje projekcije u kojima nema deformacija duljina, ali samo u jednom smjeru (ekvidistantne projekcije). Međutim, nema kartografskih projekcija bez deformacija duljina niti projekcija u kojima istodobno nema deformacija površina i kutova. Takva su preslikavanja sfere u ravninu nemoguća (Borčić 1955).

Glavni kriterij pri izboru projekcije u vezi s navedenim deformacijama jest *da deformacije budu što manje i ako je ikako moguće prostim okom nezamjetljive*.

Izbor projekcije za karte sitnih mjerila ovisi o mnogo čimbenika koje možemo svrstati u dvije glavne skupine:

- geometrijska svojstva područja preslikavanja (veličina, oblik, položaj, pružanje)
- sadržaj i način upotrebe karte.

3. UTJECAJ GEOMETRIJSKIH SVOJSTAVA PODRUČJA PRESLIKAVANJA NA IZBOR PROJEKCIJE

3.1. Veličina područja

Po veličini razlikujemo mala, srednja i velika područja.

Područje koje u većini korištenih projekcija možemo prikazati na kartama s deformacijama duljina do 0,5% nazivat ćemo malima. To su područja veličine 5-6 milijuna km^2 . Toj skupini pripada većina država svijeta. Samo Rusija, Kanada, Kina, Sjedinjene Američke Države i Brazil imaju veću površinu. Srednjima ćemo nazivati ona područja u kojima deformacije duljina na pojedinim dijelovima imaju veličine 2–3%. To su područja veličine približno do 30 milijuna km^2 , poput npr. Afrike. Ako deformacije nekog područja, u svakom slučaju, prelaze 3%, onda ta područja treba smatrati velikima (Ginzburg, Salmanova 1957).

Pri izboru projekcije za karte malih i srednjih područja nužno je prvenstveno uzeti u obzir geometrijska svojstva područja preslikavanja, a ne način upotrebe i sadržaj karte. Za karte malih područja često nije potrebno uzimati u obzir ni oblik područja već samo njegov položaj na Zemljinoj kugli (vidi 6.1).

U prijelazu na karte velikih područja na izbor projekcije mnogo više utječu sadržaj karte i način upotrebe nego geometrijska svojstva područja. Izbor projekcije mnogo je složeniji u usporedbi s malim i srednjim područjima.

3.2. Oblik, položaj i pružanje područja

Pri izboru projekcije za karte malih područja nepotrebno je, kako je već rečeno, razmatrati oblik područja. Odlučujući je samo položaj na Zemljinoj kugli. To znači da se za područja na polu mogu preporučiti uspravne azimutalne projekcije, za područja srednjih širina uspravne konusne projekcije i za područja na ekvatoru uspravne cilindrične projekcije.

Za karte srednjih i velikih područja treba uzeti u obzir oblik i položaj područja i izabrati takvu projekciju da izokole (linije jednakih deformacija) slijede shematizirani oblik područja. Na taj način smanjuju se deformacije (Ginzburg, Salmanova 1957). Stoga treba karte približno okrugla oblika raditi u azimutalnim projekcijama, a karte izdužene u smjeru paralela u uspravnim konusnim projekcijama. Za područja izdužena u smjeru meridijana preporučuju se poprečne cilindrične projekcije, a za područja izdužena uzduž bilo koje velike kružnice kose cilindrične projekcije.

Na izbor projekcije utječe položaj područja ovisno o geografskoj širini, a za područja koja su izdužena i pravac u kojem su izdužena. Budući da npr. Antarktiki, Afrika i Australija imaju približno okrugao oblik, njihove karte treba raditi u azimutalnim projekcijama. Uzevši u obzir i njihov položaj, kartu Antarktika treba raditi u uspravnoj, kartu Afrike u poprečnoj, a kartu Australije u kosoj azimutalnoj projekciji.

4. UTJECAJ SADRŽAJA I NAČINA UPOTREBE KARTE NA IZBOR PROJEKCIJE

4.1. Sadržaj karte

Počnimo razmatranje utjecaja sadržaja karte na izbor projekcije s vrlo velikom grupom karata, za koju je osobito važno što vjernije prikazivanje površina. U zavisnosti o tome trebaju li karte služiti i za kartometrijske radove, biramo ekvivalentne projekcije ili projekcije s malim deformacijama površina. Zahtjev za malim deformacijama površina tipičan je, npr., za tematske karte na kojima se stanja i pojave prikazuju na što je moguće točnije ograničenim površinama. To su geološke i pedološke karte, biogeografske karte itd. Od karata stanovništva spomenimo karte naseljenosti i sastava stanovništva.

Druga je grupa karata za koju je važno točno prikazivanje površina, ali treba voditi računa i o deformaciji oblika. To su npr. tektonske karte.

Sljedeća je grupa karata za koje su što točniji prikaz površina, ali i što točnije prikazivanje oblika jednako važni. Za te karte treba upotrijebiti ekvidistantne projekcije ili uvjetne projekcije u kojima su deformacije površina i kutova približno jednake. U tu grupu pripadaju prvenstveno opće geografske karte i od tematskih karata političke karte.

Posebna je grupa karata za koje se, bez obzira na velike deformacije površina, primjenjuju konformne projekcije. Ta je grupa karata razmjerno manja od ostalih. Od pomorskih i zrakoplovnih karta u tu grupu pripadaju navigacijske karte.

4.2. Način upotrebe karte

Pod načinom upotrebe karte razlikujemo dobivanje informacija s karte:

- mjerenjem
- vizualnom interpretacijom (neposrednim promatranjem i uspoređivanjem).

Pri mjerenju dužina i površina na kartama sitnih mjerila treba, zbog generaliziranog sadržaja, u većini slučajeva računati s relativnom pogreškom 3–5%, a pri mjerenju kutova s pogreškom 2–3°. Prema skali točnosti kartometrijskih radova (tablica 1) mjerenja dužina i površina s pogreškom od 3% do 5% ubrajaju se u grupu "približno točnih" mjerenja, a mjerenja kutova s pogreškom od 2° do 3° u grupe "srednje točnih" i "približno točnih" mjerenja (Ginzburg 1958).

Tablica 1. Točnost mjerenja dužina, površina i kutova

Točnost	pogreška dužina i površina u %	pogreška kutova u stupnjevima
vrlo točno	0,2–0,4	0,25–0,5
srednje točno	1–2	1–2
približno	3–4	3–5
grubo približno	6–8	5–7

Prisjetimo li se sada podataka iz odjeljka 3.1. o deformacijama projekcije na kartama malih i srednjih područja, možemo zaključiti da se pri mjerenju na kartama i tako velikih područja kao što su Europa, Kina i Australija deformacije projekcije mogu zanemariti. Prema tome u izboru projekcije treba voditi računa o tome da se mjerilo na čitavom području karte mijenja u što je moguće manjim granicama kako bi se, mjereći na karti i ne uzimajući u obzir deformacije, što manje pogriješilo. Taj je zahtjev najbolje ispunjen u ekvidistantnim i njima po vrstama deformacija bliskim projekcijama.

Budući da su općegeografski atlas i većina raznih priručnih karata namijenjeni širokom krugu korisnika, koji većinom ne znaju metodiku mjerenja na kartama, to mnogo veću važnost ima vizualna interpretacija kartografskog sadržaja. Stoga je potrebno da kartograf poznaje mogućnosti vizualne interpretacije da bi ih u izradi matematičke osnove karata mogao primijeniti. (Ginzburg, 1940) je objavio rezultate eksperimentalnih istraživanja kojima je te podatke utvrdio:

- a) Kod krivudavih linija kakvima su na karti prikazane rijeke, obalne linije i različite granice, razlike u duljini do 5% ne mogu se uočiti. Tek je razlike od 10% i veće lako uočiti.
- b) Kod površina likova ograničenih krivudavim linijama uočljive postaju razlike tek od 5%. Razlike od 10% i veće lako su uočljive.
- c) Deformacije oblika nastaju već kod deformacija kutova od 2° do 3°. Deformacije kutova 4–5° izazivaju lako uočljive deformacije oblika.

5. OPĆE PREPORUKE O IZBORU PROJEKCIJE

Na temelju podataka iznesenih u prethodnim odjeljcima mogu se dati neke opće preporuke o izboru projekcije.

U izradi raznovrsnih karata područja koja u smjeru sjever-jug nemaju veće pružanje od 3500 km ($\Delta\varphi = 32^\circ$) deformacije duljina u uspravnim konformnim konusnim i cilindričnim projekcijama neće biti veće od $\pm 2\%$, a deformacije površina od $\pm 4\%$. Vizualno to nisu uočljive veličine. Budući da se u konformnim projekcijama ograničeni okoliš dane točke preslikava i po obliku vjerno i da su nadalje pri pružanju područja do $\Delta\varphi = 32^\circ$ deformacije duljina i površina vizualno neuočljive, može se smatrati da se u konformnim projekcijama čitavo područje preslikalo i po obliku vjerno. To je razlog zbog kojeg se uspravne konformne konusne projekcije mogu preporučiti za izradu raznovrsnih karata područja između paralela $\varphi = 10^\circ$ – 80° , a koja u smjeru sjever-jug nemaju veće pružanje od $\Delta\varphi = 32^\circ$ ili 3500 km. Za područja navedene veličine u okolici ekvatora iz istog se razloga preporučuje uspravna konformna cilindrična (Mercatorova) projekcija (Ginzburg, Salmanova 1957).

Za područja veća od navedenog ne mogu se više preporučiti konformne projekcije jer su u njima deformacije duljina i površina već zamjetljive.

6. IZBOR PROJEKCIJE ZA KARTE RAZLIČITIH PODRUČJA

6.1. Karte država i grupa država

Većina država svijeta ubraja se po veličini u mala područja, a samo one najveće (Rusija, Kanada, SAD, Kina, Brazil) u srednja područja. Spomenimo da ni jedna država Europe, osim europskog dijela Rusije, nema u pravcu sjever-jug veće pružanje od 1500 km. Nadalje, pružanje Kine od sjevera na jug iznosi, izuzimajući neke manje dijelove 32° . To znači da se, prema prethodno danim preporukama, karte većina država i grupa država mogu izrađivati u uspravnim konformnim konusnim projekcijama. Karte država ekvatorskog područja u širinskom pojasu $\pm 10^\circ$ treba izrađivati u uspravnoj konformnoj cilindričnoj (Mercatorovoj) projekciji. Budući da su u navedenim uspravnim konformnim projekcijama sve deformacije praktički nezamjetljive, nije potrebno upotrijebiti kose projekcije u kojima bi se deformacije mogle još nešto smanjiti.

Za države koje po geografskoj širini nemaju pružanje veće od 6 – 7° primjenjuje se konformna konusna projekcija s jednom standardnom paralelom. U tom slučaju deformacija nema u sredini područja, a najveće su na graničnim paralelama. Za područja većeg pružanja u smjeru sjever-jug treba, da bi se smanjile deformacije, upotrijebiti dvije standardne paralele, a njihove širine izabrati tako da deformacije na krajnjim paralelama i na srednjoj paraleli budu jednake po apsolutnoj vrijednosti.

Za izradu karata područja koja po geografskoj duljini nemaju pružanje veće od 9° može se preporučiti i Gauss-Krügerova projekcija.

6.2. Karte kontinenata

Na kartama Europe i Australije deformacije su razmjerno male čak i u projekcijama s različitim oblikom izokola. S druge strane na kartama europsko-azijskog kontinenta deformacije su vrlo velike. Zbog toga je nužno da izokole slijede oblik kontinenta. Budući da europsko-azijski kontinent ima približno okrugao oblik, navedeni zahtjev najbolje ispunjavaju kose azimutalne projekcije. Shematsko ocrtavanje sljedećih po veličini kontinenata – Sjeverne Amerike i Afrike – još je manje okruglo, ali su još uvijek kosa i poprečna azimutalna projekcija bolje od ostalih.

U posljednjim se desetljećima većina karata kontinenata izrađuje u ekvivalentnoj azimutalnoj (Lambertovoj) projekciji. Među ekvivalentnim projekcijama Lambertova se projekcija ističe posebnim svojstvom da su u njoj maksimalne deformacije duljina i kutova svedene na minimum (Tissot 1887). Deformacije kutova od 15° na karti Azije izazivaju primjetne deformacije oblika toga kontinenta. Nešto su manje primjetne deformacije oblika na kartama Sjeverne Amerike i Afrike pri deformacijama kutova od 7° i 8° .

6.3. Karte oceana

Pri zajedničkom prikazu Tihog i Indijskog oceana opće pružanje po duljini iznosi 280° , a po uključenju Atlantskog oceana $380\text{--}400^\circ$, dakle više nego na običnim kartama svijeta. Za te karte najbolje odgovaraju uspravne cilindrične i pseudocilindrične projekcije. Najveći nedostatak cilindričnih projekcija u primjeni za karte oceana je nezadovoljavajući prikaz krajnjih sjevernih i južnih dijelova Tihog i Atlantskog oceana te krajnjeg južnog dijela Indijskog oceana. Taj je nedostatak nešto je umanjen u pseudocilindričnim projekcijama.

Za oblik Indijskog oceana, Indijskog oceana s Antarktikom i Tihog oceana s Antarktikom može se reći da je približno okrugao. Prema tome za karte tih oceana prikladne su azimutalne projekcije.

6.4. Karte polukugli

Od karata polukugli uobičajene su karte zapadne, istočne, sjeverne i južne polukugle te karte kopnene i vodene polukugle. Prikaz zapadne i istočne polukugle čini tzv. kartu svijeta na polukuglama. Na većini karata polukugli najveću važnost ima prikaz kopna.

Bez obzira na velike razlike u kompoziciji karata polukugli, oblik područja što se na tim kartama prikazuje je takav da predodređuje za njihovu izradu azimutalne projekcije. Na kartama polukugli u tim projekcijama deformacije su manje nego u drugim projekcijama.

U geografskim atlasima karte polukugli, npr. fizičko-geografske, često su jedine karte prikladne da se na njima uspoređuju veličine pojedinih kontinenata i oceana. U tim slučajevima za karte polukugli treba primijeniti azimutalne projekcije s malim deformacijama površina ili ekvivalentnu Lambertovu projekciju.

6.5. Karte svijeta

Na kartama svijeta sastavljenim u uspravnim cilindričnim projekcijama dobro se prikazuju vremenske zone. Mercatorova je konformna cilindrična projekcija pogodna za prikaz vjetrova i morskih struja. U većini drugih slučajeva treba izbjegavati primjenu uspravnih cilindričnih projekcija za karte svijeta jer su polarna područja u njima vrlo deformirana i jer je potpuno izgubljen sferni oblik Zemlje. O tome nije vodio računa dr. Arno Peters, koji je 1973. predložio za karte svijeta uspravnu cilindričnu ekvivalentnu projekciju sa standardnim paralelama $\varphi_0 = \pm 47^\circ$. Peters je tu projekciju tako uspješno propagirao širom svijeta da se iako neprikladna za opće geografske karte svijeta, počela u praksi sve više primjenjivati. Mnogi su kartografi pokušavali spriječiti sve češću primjenu te projekcije (Radošević 1974), a sedam je američkih i kanadskih kartografskih i geografskih udruženja uputilo apel izdavačima i masmedijima da prestanu upotrebljavati uspravne cilindrične projekcije za opće geografske karte svijeta (American cartographic association et al. 1989).

Od pseudocilindričnih projekcija za karte svijeta više se upotrebljavaju projekcije u kojima se pol preslikava kao linija od projekcija u kojima je pol točka. Ako je iz opravdanih razloga potrebno da pol bude točka, tada se može preporučiti ekvivalentna Molweideova projekcija. Od pseudocilindričnih ekvivalentnih projekcija s polom linijom mogu se preporučiti dvije Eckertove projekcije, tzv. Eckertova IV. (eliptična) i Eckertova VI. (sinusoidalna). Od pseudocilindričnih uvjetnih projekcija treba preporučiti Eckertovu V. (sinusoidalnu) projekciju. U SAD se mnogo upotrebljava Robinsonova projekcija, pogotovo od 1988. kada ju je Nacionalno geografsko društvo izabralo kao projekciju za fizičke i političke karte svijeta u svim njihovim izdanjima (Snyder 1993).

Od projekcija s polom točkom i krivolinijskim paralelama za karte svijeta mogu se preporučiti ekvivalentna Hammerova i uvjetna Aitovljeva projekcija.

Najveću primjenu pri izradi karata svijeta imaju projekcije s krivolinijskim meridijanima i paralelama te polom linijom. Ispitivanja su pokazala da su u tim projekcijama srednje kvadratne deformacije na čitavom području preslikavanja manje nego u cilindričnim i pseudocilindričnim projekcijama te projekcijama s polom točkom i krivolinijskim paralelama. Duljina linije pola prema duljini ekvatora treba se odnositi kao 1:2–3,5. Ispitivanja su nadalje pokazala da su srednje kvadratne deformacije manje u uvjetnim projekcijama nego u ekvivalentnim i konformnim projekcijama (Frančula 1971).

Od projekcija iz te grupe široku je primjenu našla Winkelova (trostruka) projekcija. Paralele su u toj projekciji blago zakrivljene linije, a raspored deformacija površina i kutova između ekvatora i polarnih područja vrlo je povoljan. Prema tome, može se reći da je Winkelova projekcija s pravom našla široku primjenu u izradi karata svijeta.

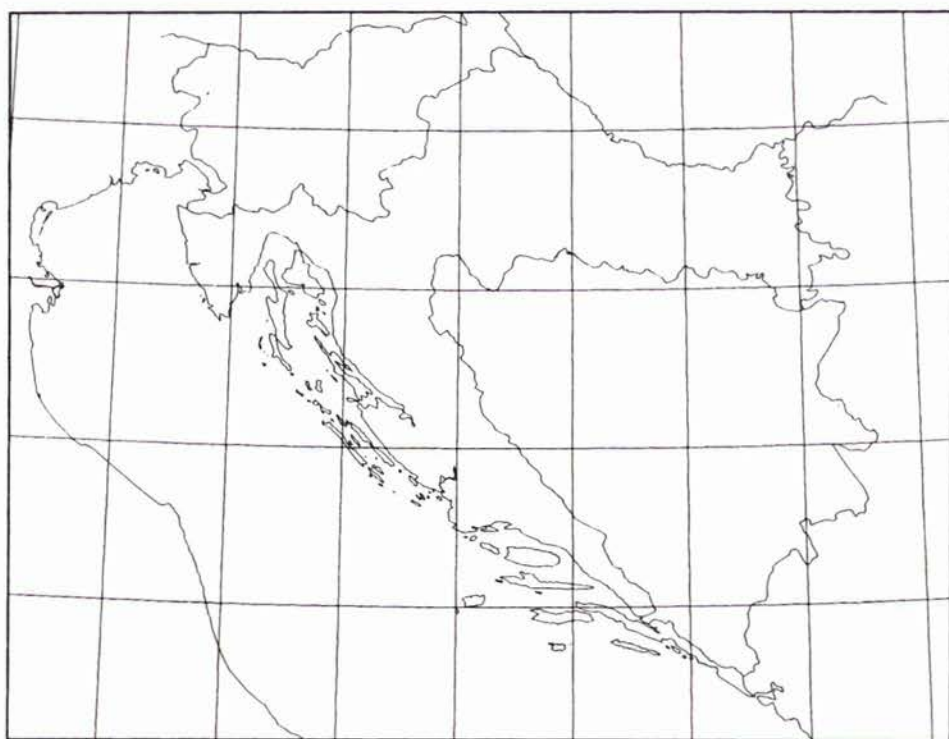
To se, međutim, ne može reći i za Van der Grintenovu projekciju, koja se također mnogo upotrebljava za izradu karata svijeta. Vrlo velike deformacije površina u područjima sjeverno i južno od paralela sa širinama $\varphi_0 = 50^\circ$ čine tu projekciju neprikladnom za izradu većine karata svijeta.

Za karte svijeta na kojima želimo posebno naglasiti sferni oblik Zemlje, npr. želimo da korisnik karte stekne utisak da se neka pojava odnosi na čitavu zemaljsku kuglu, može se preporučiti modificirana Gilbertova projekcija (Lapaine, Frančula 1992).

7. IZBOR PROJEKCIJE ZA KARTE HRVATSKE

Pružanje Hrvatske u smjeru sjever-jug iznosi približno 4° , a pružanje u smjeru zapad-istok 6° pa se Hrvatska po veličini ubraja u mala područja. Prema zaključcima iz odjeljka 6.1. mogu se za izradu karata Hrvatske preporučiti konformna konusna projekcija i Gauss-Krügerova projekcija. Frančula (1973) preporuča Gauss-Krügerovu projekciju sa srednjim meridijanom $16^\circ 30'$ i linearnim mjerilom na tom meridijanu 0,9997. Obje su navedene projekcije podjednako pogodne za karte Hrvatske i prostim okom nije moguće utvrditi nikakve razlike.

Jedna je od značajki prostornog pružanja Hrvatske da je najkraća udaljenost između najzapadnije i najistočnije točke približno jednaka udaljenosti, mjerenoj uzduž meridijana, između najsjevernije i najjužnije točke. Budući da se područja i mnogo veća od Hrvatske mogu preslikati bez vidljivih deformacija, to i navedeno obilježje prostornog pružanja Hrvatske mora biti sačuvano na svim kartama. Na karti Hrvatske u Gauss-Krügerovoj projekciji sa srednjim meridijanom $\lambda_0 = 16^\circ 30'$ to je svojstvo pružanja Hrvatske vjerno prikazano (sl.1). Mjerenjem na karti to je lako provjeriti.



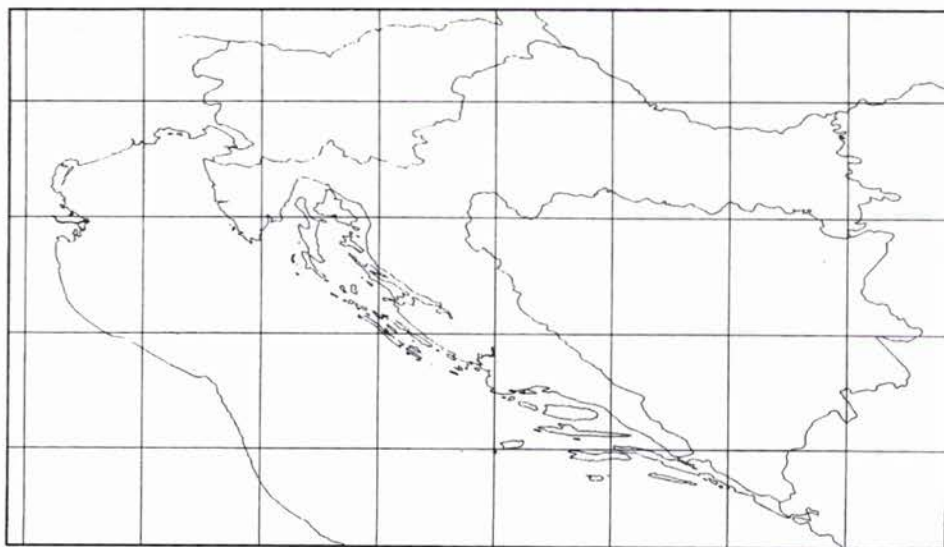
Slika 1. Prikaz Hrvatske u Gauß-Krügerovoj projekciji sa srednjim meridijanom $\lambda_0 = 16^\circ 30'$

U posljednje vrijeme, međutim, pojavljuju se karte Hrvatske na kojima su prostim okom vidljiva izobličenja. Jedna se od takvih karata svakodnevno pojavljuje na stranicama *Večernjeg lista* u sklopu vremenske prognoze. Na toj je karti pružanje Hrvatske u smjeru sjever-jug približno za 20% kraće od pružanja u smjeru zapad-istok.

U izvornom znanstvenom članku (Tikvić i dr. 1995) u uglednom časopisu *Šumarski list* objavljene su četiri tematske karte na kojima je pružanje Hrvatske u smjeru sjever-jug za približno 40% kraće od pružanja u smjeru zapad-istok.

Po svemu sudeći spomenuta izobličenja autori rade svjesno da bi "optimalno" iskoristili prostor koji imaju na raspolaganju. Tako su, najvjerojatnije, Tikvić i dr. (1995) da bi dvije karte Hrvatske smjestili na stranicu formata A4 promijenili mjerilo samo u smjeru sjever-jug skrativši time prikaz po visini za približno 40%. Pritom su zaboravili da je to naprosto nedozvoljeno jer je u suprotnosti s temeljnim zahtjevom kartografskih preslikavanja da deformacije na karti, ako je ikako moguće, budu prostim okom nezamjetljive.

Izobličeni prikaz Hrvatske, poput onih koje smo upravo opisali, dobit će se i pogrešnim izborom kartografske projekcije. Izabere li se za kartu Hrvatske uspravna ekvidistantna cilindrična projekcija i za standardnu paralelu paralela koja prolazi sredinom Hrvatske ($\varphi_0 = 44^\circ$), dobit će se prikaz na kojemu nema vidljivih izobličenja. Izabere li se kao standardna paralela ekvator ($\varphi_0 = 0^\circ$), dobit će se ekvator preslikan bez deformacija, a na području Hrvatske, koja je približno 5000 km udaljena od ekvatora, deformacije će biti vrlo velike. Pružanje Hrvatske u smjeru zapad-istok povećano je u odnosu na pružanje sjever-jug za približno 40% (sl.2) pa je to izobličeni prikaz Hrvatske poput onih što smo ih prethodno spomenuli.



Slika 2. Izobličeni prikaz Hrvatske u uspravnoj ekvidistantnoj cilindričnoj projekciji sa standardnom paralelom $\varphi_0 = 0^\circ$

LITERATURA:

- American cartographic association (1986): Which map is best? Projection for world maps. American congress on surveying and mapping, Falls Church.
- American cartographic association (1988): Choosing a world map, Attributes, distortions, classes, aspects. American congress on surveying and mapping, Bethesda.
- American cartographic association (1991): Matching the map projection to the need. American congress on surveying and mapping, Bethesda.
- American cartographic association et al. (1989): The case against rectangular world maps. *The Cartographic journal* 2, 156–157.
- Borčić, B. (1955): Matematička kartografija (Kartografske projekcije). Tehnička knjiga, Zagreb.
- Frančula, N. (1971): Die vorteilhaftesten Abbildungen in der Atlaskartographie. Doktorska disertacija, Bonn.
- Frančula, N. (1973): Matematička osnova i numerički postupci u izradi karata SR Hrvatske mjerila 1: 1 000 000. Naučno tehničko savjetovanje Kartografija u prostornom planiranju, Ljubljana, sv. I, str. A4/1–9.
- Frančula, N. (1974): Izbor projekcije. Interna skripta, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Ginzburg, G. A. (1940): Zriteljnaja ocenka kartografičeskijh izobraženij. Učeni zapiski Har'kovskogo Gosudarstvennogo Universiteta No 18, 67–81.
- Ginzburg, G. A. (1958): Posobie po izmereniam na melkomasstabnyh kartah. Trudy CNIIGAiK, Bd. 119, Moskva.
- Ginzburg, G. A., Salmanova, T. D. (1957): Atlas dlja vybora kartografičeskijh projekcij. Trudy CNIIGAiK, Bd. 110, Moskva.
- Lapaine, M., Frančula, N. (1992): Modificirana Gilbertova projekcija. Cad Forum '92, Kompjutor u obnovi Hrvatske, Zbornik radova. Zagreb: CAD Sekcija SAH, 1992, 159–164.
- Radošević, N. (1974): Petersova nova karta svijeta. *Geodetski list* 7–12, 157–167.
- Snyder, J. P. (1993): Flattening the earth, Two thousand years of map projections. The University of Chicago Press. Chicago and London.
- Spiess, E. (1996): Digitale Technologie und graphische Qualität von Karten und Plänen. *Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik* 9, 467–472.
- Tikvić, I., Seletković, Z., Anić, I. (1995): Propadanje šuma kao pokazatelj promjene ekoloških uvjeta u atmosferi. *Šumarski list* 11–12, 361–371.
- Tissot, A. (1887): Netzentwürfe geographischer Karten. Autorisierte deutsche Bearbeitung mit einigen Zusätzen von E. Hammer. Stuttgart.

CHOICE OF MAP PROJECTION FOR SMALL-SCALE MAPS

The influence of geometric properties of the area to be portrayed (size, shape, position, spreading), as well as the map contents and usage, onto the choice of projection for small-scale maps is analyzed. The recommendations are given with respect to the projection of states, continents, oceans, hemispheres and the world maps. At the end, the critical comments is given to a more and more often distorted presentation of Croatia caused by insufficient knowledge of map designers about the choice of map projection.

Primljeno: 1997-03-23