

Džanina Omićević *UDK 528.236
Stručni rad**KOMPARACIJA MATEMATIČKIH OSNOVA KARATA RAZMJERE
1 : 50 000 U IZDANJE NATO-a I KARTE 1 : 25 000 IZDANJE VGI**

Matematički elementi definiraju matematičku osnovu karte koja određuje geometrijske zakone i svojstva kartografskog predstavljanja. Tim zakonima se utvrđuje međusobni odnos i položajna veza između tačaka, linija i površina na fizičkoj površini Zemlje i istih objekata na geografskoj karti.

Matematičku osnovu sačinjavaju sljedeći matematički elementi:

- Geodetska osnova određuje prijelaz od fizičke površine Zemlje ka uvjetnoj površini i obezbjeđuje pravilan položaj geografskih elemenata karte u odnosu na neku koordinatnu mrežu na površini elipsoida
- Kartografska projekcija određuje prijelaz od površine elipsoida na ravan, dajući istovremeno zakon rasporeda pri tom nastalih deformacija. Ona izražava analitičku zavisnost između koordinata tačaka na Zemljinom elipsoidu i ravni i time predodređuje obavezan redoslijed radova u računanju i konstrukciji matematičke osnove karte, izražene odgovarajućim sistemom koordinatnih linija. Takva koordinatna mreža je obavezna osnova svake karte
- Razmjera određuje smanjivanja projektiranih dijelova Zemljine površine u ravni geografske karte

GEODETSKA OSNOVA

Jedan od najvažnijih zadataka geodetske djelatnosti je predstavljanje cijele ili dijelova Zemljine površine na kartama i planovima različitih razmjera i namjena.

Da bi se dio Zemljine površine mogao predstaviti na planovima i kartama prethodno je potrebno odrediti oblik i veličinu Zemlje. Pri rješavanju različitih zadataka u geodeziji, daljinskom istraživanju navigaciji i kartografiji smatra se da je oblik Zemlje rotacijski elipsoid ili sfera.

Kada bi Zemljina površina pripadala grupi geometrijskih tijela koja se mogu razviti u ravan kao što je cilindar, konus i sl. onda bi predstava zemljine površine na ravan bila jednostavna.

Matematički zakoni izrade karata predviđaju dvije faze za prijelaz sa fizičke površine zemlje na njen grafički prikaz na ravnini.

U prvoj fazi se prelazi sa fizičke površine Zemlje na uvjetnu (matematički definiranu) površinu elipsoida ili sfere.

* Asis. Džanina Omićević, dipl.inž.geod., Građevinski fakultet Sarajevo

U drugoj fazi ostvaruje se prijelaz sa površine elipsoida ili sfere na ravan, po određenim matematičkim zakonima.

Na karti razmjere R 1 : 25 000 u izdanju VGI- a, sva računanja izvršena na Bessel-ovom elipsoidu, dok kod karte R 1 : 50 000 računanja su izvršena na geodetskom sistemu WGS- 84 (Word Geodetic System).

Između ova dva elipsoida postoje izvjesne razlike što u načinu (metodama) određivanja, načinu orijentacije, dimenzijama, odnosno parametrima.

Bessel-ov elipsoid

Parametri ovog elipsoda su određeni gradusnim mjerenjima. Ovaj elipsoid ima sljedeće parametre:

$$a = 6\,377\,397,165 \text{ m}$$

$$b = 6\,356\,078,963 \text{ m}$$

$$f = 1 : 299,1528$$

$$e^2 = 0,006\,674\,312\,231$$

$$e'^2 = 0,006\,719\,218\,798$$

Pravilna orijentacija elipsoida predstavlja, u stvari, pravilnu orijentaciju triangulacije. Suština orijentacije sastoji se u određivanju geografskih koordinata jedne tačke i azimuta strane koja iz nje polazi. Ta tačka se naziva fundamentalna tačka, a njene koordinate i azimut strane su početni podaci triangulacije.

Trigonometrijska mreža I reda SFRJ naslonjena je na mrežu I reda bivšeg Bečkog vojno-geografskog instituta, čime je određen položaj na elipsoidu Bessel-a. Mreža ima istu orijentaciju kao i austrougarska sa svim nedostacima. Fundamentalna tačka je Herrmanskogel kraj Beča.

WGS-84

Word Geodetic System 1984 (WGS – 84) razvijen je u SAD. Razvoj WGS – 84 bio je potaknut u svrhu pružanja preciznijih geodetskih gravimetrijskih podataka sistemima navigacije i naoružanja američkog Ministarstva odbrane. Novi sistem prikazuje određivanje oblika i dimenzija Zemlje iz geometrijskih, geodetskih i gravimetrijskih stajališta koristeći podatke, tehnike i tehnologiju kojom je raspolagala Defense Mapping Agency početkom 1984.

Koordinatni sistem WGS – 84 je konvencionalan sistem dobiven modificiranjem sistema nazvanog Navy Navigation Satellite Doppler Reference Frame (NSWC9Z – 2) u ishodištu i mjerilu, te rotaciji koja njegov referentni meridijan dovodi do poklapanja s nul – meridijanom Bureau International de L'Heure (BIH).

Ishodište koordinatnog sistema WGS – 84 nalazi se u središtu Zemljine mase; WGS – 84 Z – os paralelna je smjeru Conventional Terrestrial Pole (CTP) za kretanje masa, kako je definirao BIH, X – os je presjek WGS – 84 ravnine referentnog meridijana i ravnine CTP ekvatora, referentni meridijan je paralelan nul - meridijanu definiranom od BIH – a; Y – os upotpunjuje nadesno orijentirani ortogonalni sistem čvrsto vezan sa Zemljom.

Ishodište i osi koordinatnog sistema WGS – 84 služe također kao geometrijsko središte i X, Y i Z osi elipsoida WGS – 84. Z – os koordinatnog sistema je os rotacije elipsoida WGS – 84.

Velika poluosa elipsoida WGS – 84 iznosi $a = 6\,378\,137 \pm 2$ m.

Vrijednost velike poluosi elipsoida WGS – 84 temelji se na procjeni iz podataka dobivenih u razdoblju 1976 – 79. iz laserskih Dopplerskih, radarsko – altimetrijskih i kombiniranih mjerenja.

KARTOGRAFSKA PROJEKCIJA

1924. god. u bivšoj Jugoslaviji za državni premjer, posebna komisija je donijela odluku o usvajanju Gauss – Krüger – ove projekcije meridijanskih zona. Prema ovome, odmah se nameće zaključak da je karta R 1 : 25 000 u izdanju VGI urađena u ovoj projekciji.

Međutim, karta Bosne i Hercegovine R 1 : 50 000 u izdanju NATO – a urađena je u Mercator – ovoj projekciji (koja je, u stvari, Gauss – Krüger – ova modificirana projekcija sa linearnim modulom $m_0 = 0,9996$).

Svojstva usvojenih projekcija

Kako je naprijed navedeno, vidimo da između Mercator –ove i Gauss – Krüger – ove projekcije ne postoji nikakva razlika u matematičkoj osnovi ovih projekcija. Obje projekcije su poprečne, konformne i cilindrične.

Poprečna Mercator – ova projekcija, nije ništa drugo do modificirana Gauss – Krüger – ova projekcija, sa šestostepenim meridijanskim zonama i konstantnim linearnim modulom 0,9996.

Naime, i kod nas je korišten modificirani oblik Gauss – Krüger – ove projekcije, sa trostepenim meridijanskim zonama i konstantnim linearnim modulom 0,9999.

Jedno od posebno važnih svojstava ove projekcije je da njezina jedna meridijanska zona od 3^0 ili 6^0 se proteže od južnog do sjevernog pola.

Komisija koja je razmatrala usvajanje Gauss – Krüger – ove projekcije dala je posebne uslove za njenu primjenu:

- da linearna deformacija ne smije preći iznos od 1 dm / 1 km
- usvojena zona širine od 3^0 omogućuje povezivanje u kontinuitetu sa susjednim Zemljama

U narednom tekstu i grafikonu (slika br.1) može se uočiti da vrijednosti linearne deformacije rastu udaljavanjem od srednjeg meridijana. Linearne deformacije imaju svojstvo sistematskih grešaka, a to znači da njihove apsolutne vrijednosti možemo odrediti i uvrstiti u geodetska računanja i na taj način ostati u granicama željene tačnosti.

Jedan od načina da ostanemo u granicama odabrane tačnosti, a uz to da imamo veće područje preslikavanja (šire zone) je uvođenjem linearne deformacije na srednjem meridijanu. Udaljenost od srednjeg meridijana, odnosno od X osi ili veličina zone preslikavanja, zavisi od tačnosti koja se traži od projekcije. Tačnost projekcije mora biti daleko veća od grešaka mjerenja koja se izvode za izradu svih vrsta planova i krupno razmjernih karata. Kao neko pravilo o tačnosti projekcije obično se uzima tačnost mjerenja dužine strane u poligonskoj mreži, odnosno triangulacije IV reda.

$M_r = 1 : 3\,000$, a tačnost projekcije uslovljavamo da treba da bude $1 : 10\,000$, odnosno $1\text{ dm} / 1\text{ km}$.

Problem određivanja širina zona preslikavanja svodi se na računanje l ili y za određene geografske širine, polazeći od unaprijed zadane granične vrijednosti linearne deformacije $(dc)_{\max} = 0,0001$, koju treba obezbjediti.

Polazeći od ovog uslova i primjenom formule za linearnu deformaciju, možemo sračunati širinu zone na čijim krajevima se javljaju ovakvi iznosi linearne deformacije.

$$0,0001 = \frac{l^2}{2\rho} (1 + \tau^2) \cos^2 \varphi \quad (1.1)$$

odakle je :

$$l'' = \frac{\rho'' \sqrt{0,0002}}{\cos \varphi \sqrt{1 + \tau^2}} \quad (1.2)$$

Na osnovu date formule, zadajući željene širine (φ) možemo izračunati koordinatu l (geografsku dužinu u odnosu na srednji meridijan) tačaka, u kojima će linearna deformacija biti $0,0001$ ili $1\text{ dm} / 1\text{ km}$. Pri tome je, po uslovima projekcije, linearna deformacija na srednjem meridijanu jednaka jedinici.

φ	42	43	44	45	46
l	1 05,3	1 06,4	1 07,5	1 08,6	1 09,9

Tabela 1. vrijednosti l za širine φ karakteristične za položaj naše zemlje kada nema linearne deformacije na srednjem meridijanu

$$\eta = e' \cos \varphi \quad e'^2 = 0.006\,719218798$$

Međutim, uzmemo li, da je linearna deformacija na srednjem meridijanu negativna i da iznosi $-0,0001$, te da se na krajevima područja preslikavanja zadovoljavamo sa linearnom deformacijom od $+0,0001$ onda će biti:

$$2 \cdot 0,0001 = \frac{l^2}{\rho^2} (1 + \tau^2) \cos \varphi \quad (1.3)$$

$$l'' = \frac{2\rho'' \sqrt{0,0001}}{\cos \varphi \sqrt{1 + \tau^2}} \quad (1.4)$$

Na osnovu ove formule može se izračunati širina zone preslikavanja, odnosno geografsku dužinu l tačaka na graničnoj liniji zone u kojima deformacija dostiže iznos od $+0,0001$, dok je u isto vrijeme na srednjem meridijanu jednaka $-0,0001$.

φ	42	43	44	45	46
l	1 32,3	1 33,8	1 35,4	1 37,1	1 38,8

Tabela 2. vrijednosti l za širine φ karakteristične za položaj naše zemlje kada je linearna deformacija na srednjem meridijanu – 0,0001

Kako vidimo, širine meridijanskih zona za područje naše zemlje izračunate na ovaj način (tabela 2.) bile bi u granicama 3' 4" i 3' 17" tako da se mogu koristiti meridijanske zone od 3°, odnosno 1' 30" istočno i zapadno od srednjeg meridijana, a da pritom iznosi linearnih deformacija ne prelaze graničnu vrijednost deformacije (dc) $\max \leq \pm 0,0001$. Dakle, uvođenjem negativnih linearnih deformacija modifikovali smo uslove koje je postavio Gauss za svoju projekciju.

Ako posmatramo krivulje linearnih deformacija (slika br. 1) može se da kada cilindar dodiruje srednji meridijan možemo ići na istok i zapad od ose x po 90 km ili ukupno 180 km. U slučaju kada cilindar siječe Zemljin elipsoid na rastojanju od 90 km vrijednost linearna deformacija je jednaka 0. Maksimalna deformacija se pojavljuje na srednjem meridijanu i na 127 km od srednjeg meridijana, tj. zonu preslikavanja proširujemo za vrijednost $\sqrt{2}$. Takođe je moguće uočiti da dužine čije su srednje ordinate manje od 90 km uvijek u kraće su projekciji od dužine na elipsoidu, a preko 90 km dužine u projekciji su duže.

Uvođenjem linearne deformacije 4 dm / 1 km dobit ćemo sljedeće rezultate (tabela 3.)

Prilikom računanja korišteni su podaci za WGS – 84.

$$0,0004 = \frac{l^2}{2\rho} (1 + \tau^2) \cos^2 \varphi \quad (1.5)$$

$$l'' = \frac{\rho'' \sqrt{0,0008}}{\cos \varphi \sqrt{1 + \tau^2}} \quad (1.6)$$

φ	42	43	44	45	46
l	2 10,8	2 12,9	2 15,2	2 17,5	2 19,9

Tabela 3. vrijednosti l za širine φ karakteristične za položaj naše zemlje kada nema linearne deformacije na srednjem meridijanu, Mercator – ova projekcija.

Kako vidimo širine meridijanskih zona za područje naše zemlje izračunate na ovaj način bile bi u granicama 4' 21" do 4' 40", tj. ne bi se mogle primijeniti šestostepene zone.

Međutim, uzmemo li, da je linearna deformacija na srednjem meridijanu negativna i da iznosi – 0,0004, te da su na krajevima područja preslikavanja zadovoljavamo sa linearnom deformacijom + 0,0004 imat ćemo sljedeću situaciju.

$$2 \cdot 0,0004 = \frac{l^2}{\rho^2} (1 + \tau^2) \cos \varphi \quad (1.7)$$

$$l'' = \frac{2\rho^4 \sqrt{0,0004}}{\cos \varphi \sqrt{1 + \tau^2}} = \frac{0,04\rho^4}{\cos \varphi \sqrt{1 + \tau^2}} \quad (1.8)$$

φ	42	43	44	45	46
l	3 05,0	3 08,0	3 11,1	3 14,5	3 17,9

Tabela 4. vrijednosti l za širine φ karakteristične za položaj naše zemlje kada je linearna deformacija na srednjem meridijanu – 0,0004, Mercator – ova projekcija

Prema ovome, vidimo da širine zona izračunate na ovaj način bile u granicama $6^{\circ} 10'$ do $6^{\circ} 35'$, tako da se mogu koristiti zone od $6'$, odnosno po tri istočno i zapadno od srednjeg meridijana, a da pri tome iznosi linearnih deformacija ne prelaze graničnu vrijednost deformacija (dc) $\max \leq \pm 0,0004$.

Dakle, poprečna Mercator – ova projekcija je modificirana Gauss – Krüger – ova projekcija. Na srednjem meridijanu razmjera je za 0,0004 manja od jedinice i iznosi $m_0 = 0,9996$.

Sa slike.1 može se vidjeti i zaključiti da se uvođenjem negativne deformacije na srednjem meridijanu zona preslikavanja od po 180 km na istok i zapad proširila na 254 km odnosno za $\sqrt{2}$ puta zona preslikavanja se proširila.

Izvršena su računanja linearnih deformacija i izvršen njihov prikaz u tabelama (tabela 5. i tabela 6.) i na slici br.1. Prilikom računanja korištena je formula (1.10) za određivanje linearne deformacije.

Računanje linearne deformacije za Gauss – Krüger – ovu trostepenu projekciju urađeno je korištenjem parametara Bessel – ovog elipsoida. Zatim su i za poprečnu Mercator – orovu projekciju određene linearne deformacije pri čemu su korišteni parametri WGS – 84 sistema.

Teritorija Bosne i Hercegovine se prostire između 42° i 46° sjeverne geografske širine, tako da je usvojena srednja geografska širina $\varphi=44^{\circ}$ prostiranja teritorije B i H. Prilikom računanja usvojeno je da Zemlja lopta radijusa R.

Radijus R izračunat je na osnovu formule:

$$R = \sqrt{M \cdot N} \quad (1.9)$$

gdje je:

M poluprečnik meridijana

N poluprečnik prvog vertikala

ELIPSOID	M [m]	N [m]	R [m]
Bessel	6 365 559, 905	6 382 366, 668	6 373 957, 737
WGS - 84	6 366 262, 521	6 388 463, 913	6 377 353, 556

Tabela 5. Parametri elipsoida

Formula za računanje linearne deformacije:

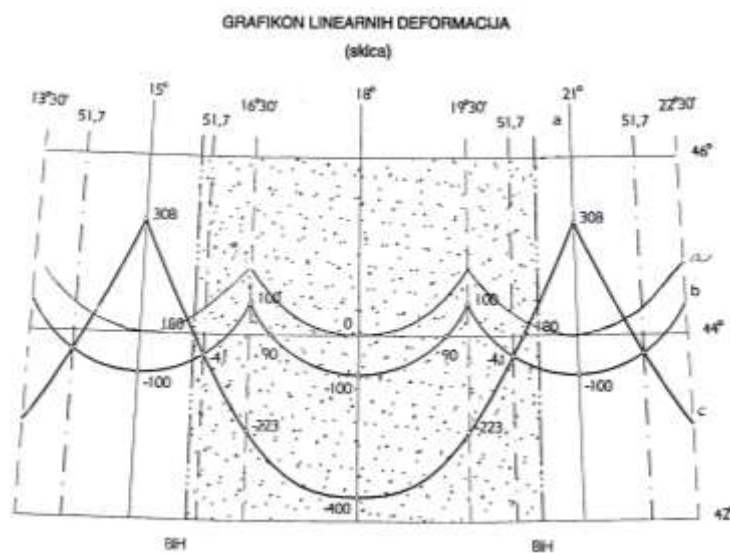
$$c = 1 + \frac{Y^2}{2R^2} + \frac{Y^4}{24R^4} \quad d = c - 1 \quad (1.10)$$

y[m]	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	127	130
d	0	1	5	11	20	31	44	60	79	100	123	149	177	200	208
d-100	100	-100	-99	-89	-80	-69	-56	-40	-21	0	23	49	77	100	108

Tabela 5. Vrijednosti linearnih deformacija Gauss – Krüger – ova trostepena projekcija

y[mm]	D	d-400
0	0	-400
10	1	-399
20	5	-395
30	11	-389
40	20	-380
50	31	-369
60	44	-356
70	60	-340
80	79	-321
90	100	-300
100	123	-277
110	149	-251
120	177	-223
130	208	-192
140	241	-159
150	277	-123
160	315	-85
170	355	-45
180	399	-1
190	444	44
200	492	92
210	542	142
220	595	195
230	650	250
240	708	308
250	768	368
255	800	400
260	831	431

Tabela 6. Vrijednosti linearnih deformacija Mercator – ova šeststepena projekcija



Slika br. 1 krivulje linearnih deformacija

- a cilindar dodiruje srednji meridijan $dc = 0$
- b na srednjem meridijanu max iznos linearne deformacije $dc = - 0,0001$
- c na srednjem meridijanu max iznos linearne deformacije $dc = - 0,0004$

Teritorija Bosne i Hercegovine se prostire od $15^{\circ}20'$ do $19^{\circ}40'$ istočne geografske dužine, pa zaključujemo da kod trostepenih meridijanskih zona obuhvata tri koordinatna sistema (5, 6, 7), a kod šestostepenih meridijanskih zona cjelokupna teritorija bi bila obuhvaćena jednim koordinatnim sistemom.

Šesti koordinatni sistem sa srednjim meridijanom (projekcija meridijana 18° istočne geografske dužine) poklapa se sa srednjim meridijanom koordinatnog sistema UTM mreže.

Najveći dio teritorije Bosne i Hercegovine preslikava se u šesti koordinatni sistem. Linearne deformacije u šestom koordinatnom sistemu, što se tiče Gauss – Krüger – ove projekcije u skladu sa zahtjevima projekcije $dc \leq \pm 0,0001$.

Što se tiče linearnih deformacija u poprečnoj Mercator – ovoj projekciji već samom projekcijom je postavljen uslov da su deformacije $4 \text{ dm} / 1 \text{ km}$, mora e reći da su to velike deformacije, odnosno $1 : 2\,500$, i dolazimo do zaključka da je tačnije mjerenje nego preslikavanje.

U području koje zahvata šesti koordinatni sistem trostepene Gauss – Krüger – ove meridijanske zone, vrijednosti linearne deformacije u poprečnoj Mercator – ovoj projekciji kreću se od $4 \text{ dm} / 1 \text{ km}$ do $2 \text{ dm} / 1 \text{ km}$, deformacije su negativne, tj. projekcije dužine kraće su nego na elipsoidu.

Zbog simetričnosti imamo identičnu situaciju u petom i sedmom koordinatnom sistemu. Ona je sljedeća: linearne deformacije u Gauss – Krüger – ovoj i poprečnoj Mercator – ovoj projekciji na $51,7$ od projekcije 15° na zapadu, odnosno 21° na istoku poprimaju jednaku vrijednost linearne deformacije $4 \text{ cm} / 1 \text{ km}$. Ponašanje linearnih deformacija u ovim koordinatni sistemima su sljedeća: kod poprečne Mercator – ove projekcije idu od $-2,2 \text{ dm} / \text{km}$ (projekcija dužine kraća nego na elipsoidu) do područja gdje je preslikavanje bez deformacija, a to je na udaljenosti 180 km od srednjeg meridijana.

Granični meridijan prostiranja Bosne i Hercegovine na zapadu je $19^{\circ}40'$ a tu su vrijednosti linearne deformacije $7 \text{ cm} / 1 \text{ km}$ u Gauss – Krüger – ovoj, a $3 \text{ cm} / 1 \text{ km}$ Mercator – ovoj projekciji.

Istočna granica teritorije Bi H je $15^{\circ}20'$ i vrijednosti linearne deformacije se kreću od $14 \text{ cm} / 1 \text{ km}$ u Mercator – ovoj projekciji, a Gauss – Krüger – ovoj projekciji $7 \text{ cm} / 1 \text{ km}$.

Kako se s grafikona da uočiti najveći dio teritorija B i H, kod preslikavanja šestostepenim meridijanskim zonama, bila bi preslikana sa jako velikim deformacijama. U slučaju primjene Mercator - ove projekcije i UTM mreže ovo bio trebalo imati u vidu, ispitati moguće posljedice, i predložiti neka moguća rješenja, jer deformacije koje se pojavljuju su nepoгодne za geodetske radove visoke tačnosti.

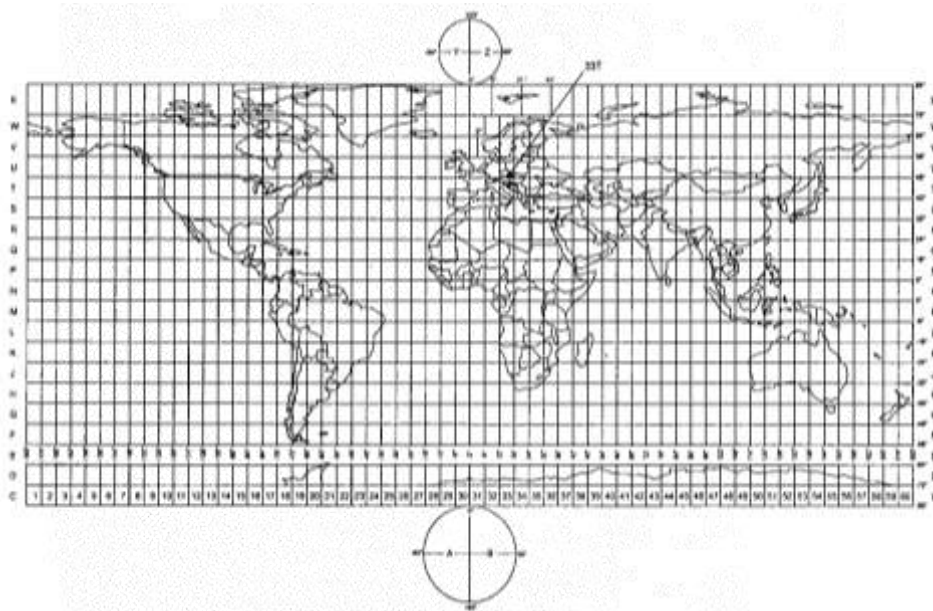
Ovdje je važno napomenuti da se kod ovih projekcija veoma lako i udobno nanosi pravouglu koordinatna mreža, tako da se na svim našim vojno- topografskim kartama nalazi ova mreža, odnosno državni pravougli koordinatni sistem, a kod karata koje izrađuje NATO nalazi se UTM mreža.

UTM mreža

Sistem obilježavanja površina i tačaka

Cilj sistema obilježavanja površina i tačaka je da omogući jednoznačna obilježavanje ma koje površine ili tačke na cijeloj Zemlji, isključujući bilo kakvo opisno objašnjenje gdje se tačka nalazi.

Ovaj sistem identifikacije mreže predstavlja standard koji se primjenjuje na svim kartama članica NATO- pakta.



Slika br.2 Prvi stepen UTM obilježavanja – podjela na zone i njihovo obilježavanje

Sistem sadrži tri stepena obilježavanja. Prvi i drugi stepen označavaju površine, a treći položaj tačaka unutar tih površina. U prvom stepenu obilježavanja, Zemljina površina između 84 N i 80 S (slika br. 2) je meridijanima i paralelama podijeljena na redove i kolone.

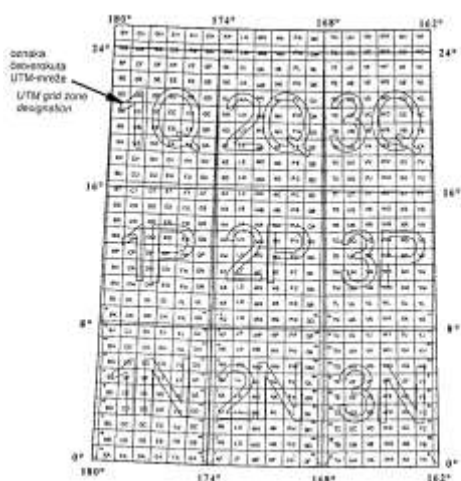
Uzastopna rastojanja meridijana i paralela iznose 6° , a uzastopna rastojanja paralela iznose $8'$. Kolone se obilježavaju arapskim brojevima od 1 do 60, a redovi velikim slčovima abecede, počev od C do zaključno X pri čemu su slova I i O izostavljena. Slova A, B, Y, Z su rezervirana za obilježavanje sjevernog i južnog polarnog prostora. Svaka tako ograničena površina naziva se zonom (Grid Zone Designation). Svaka zona se obilježava oznakom kolone i reda. Tako zone koje obuhvataju teritoriju Bosne i Hercegovine nose oznaku 33T i 34T. Ovaj stepen podjele obilježavanja se koristi samo kada se želi definisati prostor u okviru svjetskih relacija, u lokalnom obilježavanju on se obično izostavlja.



Slika broj. 3 označavanje mreže 100 x 100 km UTM mreže na području Bosne i Hercegovine i Hrvatske

U drugom stepenu obilježavanja (slika br.4), svaka zona se dijeli na kvadratne površine sa stranama od 100 km (100 000 meter square identifikacion). Kvadrati se baziraju na UTM pravouglnoj mreži. Početak kvadriranja se poklapa sa početkom svake UTM zone. Počev od 180° meridijana, idući istočno duž ekvatora u intervalima od po 18°, kolone kvadrata obilježavamo slovima A do V (slova I i O su izostavljena).

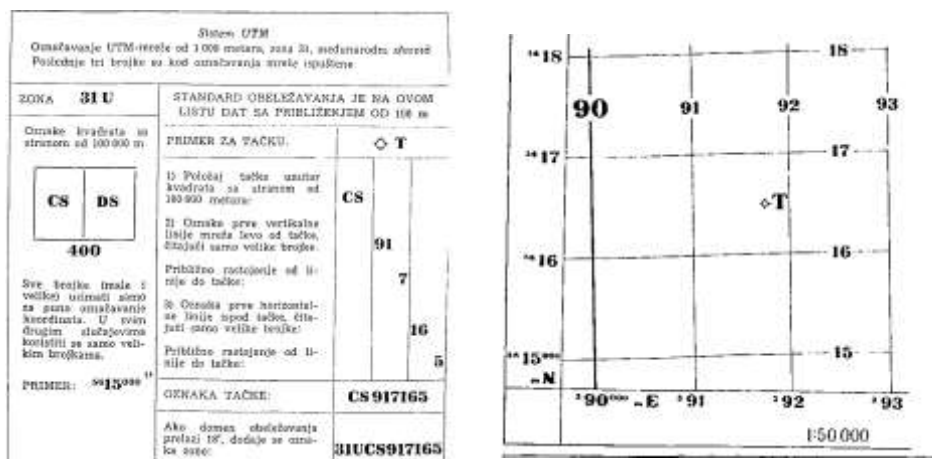
Abeceda se ponavlja svakih 2 000 000 metara. U parno obilježenim zonama, redovi se počinju obilježavati abecednim redom počev od apscisne linije mreže sa vrijednošću 500 000 metara, i isto tako od juga prema sjeveru.



Slika br.4 drugi stupanj obilježavanja. Podjela na kvadrate na površine sa stranama od 100 km i njihovo označavanje

Broj kvadrata sa stranama od 100 km nije isti u svim zonama. Dok je broj redova isti na svim širinama, broj kolona se smanjuje sa povećanjem širine. Tako na 80 paraleli ostaju samo dvije kolone. S obzirom na to što UTM obuhvata cijelu Zemljinu površinu, ovakvo obilježavanje ne može se smatrati savršenim. Dok je kod obilježavanja zona identifikovanje jednostavno, to nije slučaj sa obilježavanjem kvadrata. Iz ovog razloga izdaju se posebni registri u vidu skica pojedinih geografskih regiona.

Treći stepen obilježavanja (slika br.5) određuje položaj tačke sa pravouglim koordinatama sa željenom tačnošću. Sistem se sastoji iz uzastopnog redanja slova i brojki, bez tačaka, zarezova, crtica ili decimala. Način obilježavanja se može sagledati na karti 1 : 50 000 sa objašnjenjem u vanokvirnom sadržaju lista. Vidi se da numerička oznaka tačke uvijek sadrži paran broj cifara, bez obzira na to sa kojom tačnošću će se tačka obilježiti. Prva polovina cifara predstavlja veličinu ordinate, a druga apscise. Pri tome se, zavisno od razmjere karte, neka početna slova i brojke mogu izostavljati radi kraćeg pisanja.



Slika br. 5 treći stupanj podjele i način obilježavanja pravougule koordinate

Na krupnorazmjernim kartama, sva izdanja u sistemu UTM u vanokvirnom sadržaju sadrže standard tumačenja podataka. Ovo je primjer mreže na karti 1 : 50 000, sa objašnjenjem u vanokvirnom sadržaju istog lista.

Podjela na listove karte 1 : 50 000 u UTM sistemu

Podjela na listove karte 1 : 50 000 UTM sistemu zasnovana je na listovima karte 1 : 250 000 čije dimenzije u lučnoj mjeri iznose $3' \times 2'$. List karte 1 : 100 000 dobijemo podjelom lista 1 : 250 000 na pet kolona i četiri reda, tako da su isti dimenzija $36' \times 30'$.

Podjelom lista karte 1 : 100 000 na četiri dijela dobijemo listove karte 1 : 50 000, dimenzija $18' \times 15'$.

Listovi imaju brojčanu i slovnu oznaku. Brojčana oznaka je izvedenica brojčane oznake 1 : 100 000, sa rimskom oznakom za podijeljeni list. Brojčana oznaka je npr. 2783 – III, a slovna Kakanj.

ZAKLJUČAK

Nakon izvršene komparacije matematičke osnove karte razmjera 1 : 25 000 u izdanju VGI i karte razmjere 1 : 50 000 izdanje NATO – a došlo se do sljedećih zaključaka:

- Kod karte R 1 : 25 000 izdanje VGI sva računanja su izvršena na Bessel – ovom elipsoidu, a kod karte R 1 : 50 000 izdanje NATO – a sva računanja WGS – 84
- Utvrđeno je da karte obje razmjere, preslikavanje izvršeno u konformnoj poprečnoj cilindričnoj projekciji, odnosno što se tiče matematičke interpretacije nema nikakve razlike, $a = b = c = m = n$, $w = 0$, $A = a$
- Projekcija primjenjena za preslikavanje Zemljine površine na ravan je modifikovana Gauss – Krüger – ova projekcija meridijanskih zona
- Karta R 1 : 25 000 izrađena je preslikavanjem trostepenih meridijanskih zona sa linearnim deformacijama koje se kreću u granicama od -1 dm / 1 km na srednjem meridijanu do $+1$ dm / 1 km na krajevima zone preslikavanja
- Karta R 1 : 50 000 izrađena je preslikavanjem šestostepenih meridijanskih zona linearne deformacije se kreću od -4 dm / 1 km na srednjem meridijanu do $+4$ dm / 1 km na krajevima zone preslikavanja
- Primjenom trostepenih meridijanskih zona područje teritorija Bosne i Hercegovine se preslikava u tri koordinatna sistema, kod kojih se srednji dodirni meridijani, X os koordinatnog sistema za 5 – ti je 15° , 6 – ti je 18° , i za 7 – dmi 21° istočne geografske dužine.
- Primjenom šestostepene meridijanske zone teritorij Bosne i Hercegovine bila bi obuhvaćena jednim koordinatnim sistemom, srednji dodirni meridijan, X osa u ovom slučaju je 18° istočne geografske dužine
- Gauss – Krüger – ova, odnosno Mercator – ova projekcija omogućavaju udobno i lako nanošenje pravouglo koordinatne mreže, odnosno državni pravougli koordinatni sistem, a kod karata koje izrađuje NATO nalazi se UTM sistem
- Izvršeno je grafičko predstavljanje linearnih deformacija, da bi dobili vizuelnu predstavu njihovog ponašanja u jednoj i drugoj projekciji
- S grafikona se uočava da najveći dio Bosne i Hercegovine, kada se preslikava šestostepenim meridijanskim zonama, preslikavanje bi bilo s velikim linearnim deformacijama. Prilikom primjene Mercator – ove projekcije i UTM mreže ovo bi trebalo imati u vidu, ispitati moguće posljedice, predložiti neka rješenja, jer deformacije koje se pojavljuju su nepogodne za geodetske radove visoke tačnosti

LITERATURA

1. Borčić B.: Matematička kartografija, Zagreb 1965.
2. Jovanović V.: Matematička kartografija, Beograd VGI 1981.
3. Lapaine M.: Disertacija, 3. Zemljin elipsoid i sfera, Topografsko znakovlje, Zagreb 1993.
4. Lovrić P.: Opća kartografija, Zagreb 1988.
5. Muminagić A.: Viša geodezija II, Sarajevo 1981.
6. Omićević Dž.: Diplomski rad, Analiza topografske karte, Sarajevo 1999.

Sažetak

U ovom članku je analizirano ponašanje linearnih deformacija preslikavanja teritorije Bosne i Hercegovine trostepnim meridijanskim zonama - Gauss – Krüger – ova projekcija i linearnih deformacija kod preslikavanja šestostepenim meridijanskim zonama – Mercator – ova projekcija, izvršen prikaz tabelarno i grafički. Na našim kartama uobičajeno je korištenje i nanošenje pravougla koordinatne mreže (državni koordinatni sistem), ovdje je iskorištena prilika da se opiše UTM mreža.

COMPARISON OF THE MATHEMATICAL FUNDAMENTALS FOR THE MAPS IN SCALE 1:50000 (NATO MAP EDITION) AND 1:25000 (VGI EDITION)***Abstract:***

This article treats linear behaviour of linear distortions for linear scale of projections by 3⁰ meridional sections (Gauss Kruger's projection) and linear distortions by 6⁰ meridional sections (Mercator's projection) for the territory of Bosnia and Herzegovina. These behaviours are arranged in tables and graphic representations. It is conventional to use grid (state system of rectangular coordinates).