

UDK 528.44:616-008.811.7:004.6(497.6)

Pregledni znanstveni članak / Review

Transformacija podataka katastarskog plana iz državnoga koordinatnog sustava u novi referentni koordinatni sustav Federacije Bosne i Hercegovine

Ivana BOŠKOVIĆ, Slobodanka KLJUČANIN – Mostar¹

SAŽETAK. Napredovanjem tehnologije, za potrebe održavanja katastra, sve više se primjenjuje prikupljanje prostornih podataka metodama satelitske geodezije. Zbog brzine i jednostavnosti korištenja ističu se kinematičke i Real-time kinematic (RTK) metode. S obzirom na to da se podaci takvih mjerenja izvode u sustavu WGS84/ETRS89, potrebno ih je transformirati u državni koordinatni sustav Bosne i Hercegovine (DKS), koji još uvijek nije usuglašen s koordinatnim sustavima Europske unije. To znači da se državni koordinatni sustav u ravnini Gauss-Krügerove projekcije, čije se koordinate odnose na elipsoid Bessel 1841 (GK, Bessel 1841) modernizira, odnosno promijeni. Federalna uprava za geodetske i imovinsko-pravne poslove svjesna je potrebe za modernizacijom i usuglašavanjem s koordinatnim sustavima EU te je objavila Pravilnik o osnovnim geodetskim radovima u veljači 2019. godine. Tim pravilnikom uvodi novi referentni koordinatni sustav u ravnini poprečne Mercatorove kartografske projekcije (TM), čije se koordinate odnose na elipsoid ETRS89 (BH_ETRS89/TM). U ovom je članku opisan postupak transformacije podataka katastarskog plana iz državnoga koordinatnog sustava (GK, Bessel 1841) u novi referentni koordinatni sustav (BH_ETRS89/TM), na primjeru katastarske općine Centar IV, Sarajevo. Transformacija katastarskih podataka obavljena je korištenjem aplikacije FME Workbench², a grafička prezentacija prevođenja prikazana je pomoću programa QGIS³.

Ključne riječi: katastar, geometrijski podaci, transformacija geometrijskih podataka, FME Workbench, QGIS, izmjera.

¹ Ivana Bošković, mag. geod., Sveučilište u Mostaru – Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Matice hrvatske b.b., BA-88000 Mostar, Bosna i Hercegovina, e-mail: ivana.marcinko@hotmail.com
izv. prof. dr. sc. Slobodanka Ključanin, Sveučilište u Mostaru – Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Matice hrvatske b.b., BA-88000 Mostar, Bosna i Hercegovina, e-mail: slobodanka63@yahoo.com

² FME Workbench je vizualni uređivač radnog procesa koji se upotrebljava za razvoj alata za transformaciju podataka (URL 1).

³ QGIS je besplatna aplikacija otvorenog koda za više platformi za desktop geografski informacijski sustav (GIS) koja podržava pregled, uređivanje, ispis i analizu geoprostornih podataka (URL 2).

1. Uvod

Posjedovanje nekretnina, a posebno zemljišnih čestica, oduvijek je bio oblik materijalnih vrijednosti i stoga su se uvijek nastojale legalizirati i evidentirati. Na teritoriju Bosne i Hercegovine, pa tako i Federacije Bosne i Hercegovine evidencije nekretnina služile su, a i danas služe, za ubiranje poreza i dokazivanje vlasništva. Prve poznate evidencije o nekretninama u BiH bile su tapije⁴. U prvoj godini vladavine Austro-Ugarske (A-U) Monarhije u Bosni i Hercegovini uspostavljena je administracija, izveden je popis stanovništva i numeriranje stambenih objekata. Potom su započeli radovi na geodetskoj osnovi, triangulaciji mreže Prvog reda i preciznog nivelmana. Nakon uspostave geodetske osnove uslijedila je izmjera zemljišta (1880–1887). Uspostavljeni su prvi katastri i zemljišne knjige (Schmidt i Ključanin 2015, von Hartenthurn 1902, 1903, 1913).

Od tog vremena do danas državni geodetski sustav čine elipsoid Bessel 1841 i poliedarska projekcija. Kraljevina Srba, Hrvata i Slovenaca (Kraljevina SHS) zadržala je DKS koji je uspostavila A-U Monarhija, s tim da je 1929. godine izvedena izmjena kartografske projekcije (umjesto poliedarske uvedena je Gauss-Krügerova projekcija) i početnog meridijana (Greenwich umjesto Pariza) (Abakumov i dr. 1928–29).

Posljednjih godina radi usklađivanja s europskim i svjetskim propisima te primjene novih tehnologija u praksi, dolazi do znatnih promjena u zakonskoj i podzakonskoj regulativi vezanoj za prikupljanje i prezentaciju prostornih podataka. Tako, na primjer, analogni katastarski planovi prelaze u digitalne, formiraju se različite topografske baze podataka, promijenjeni su načini distribucije podataka itd. Jedna je od važnijih promjena definiranje novog referentnoga koordinatnog sustava, odnosno definiranje geodetskog datuma i kartografske projekcije za područje Federacije BiH.

Federalna geodetska uprava je 2019. godine Pravilnikom o osnovnim geodetskim radovima definirala novi referentni koordinatni sustav i kartografsku projekciju. Implementacijom tog pravilnika u praksi podrazumijeva se izvođenje transformacije digitalnih katastarskih podataka iz staroga državnoga koordinatnog sustava u novi geodetski datum. Proces transformacije podataka dugotrajan je i opsežan posao, te je nužno da se prije primjene provedu istraživanja u svrhu odabira najoptimalnije metode koja će dati najbolje rezultate. U tu se svrhu istražuje brojnost točaka (istovrsne točke u DKS i BH_ETRS89/TM) koje trebaju biti uključene u transformaciju, njihova gustoća i geometrijski raspored u prostoru.

2. Transformacije katastarskih podataka

Transformacija prostornih podataka znači povezivanje istovrsnih točaka u različitim koordinatnim sustavima. Prema definiciji koju su dali (Frančula i

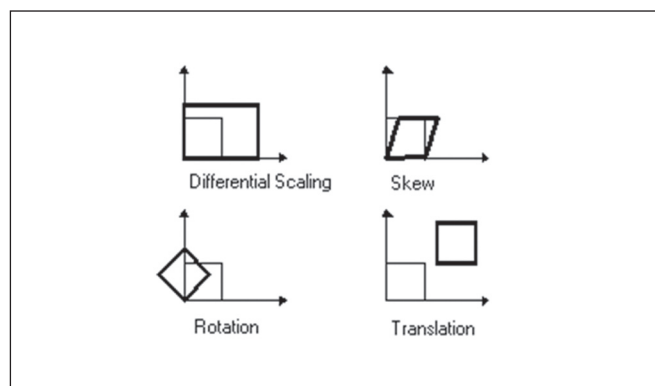
⁴ Evidencija vlasništva nad nekretninama u vrijeme vladavine Osmanskog carstva. Tapije su ovjerene isprave o vlasničkom pravu na nekretninama izdane prije uvođenja zemljišnih knjiga (URL 3).

Lapaine 2008) transformacija prostornih podataka, pa tako i transformacija katastarskih podataka, preračunavanje je koordinata točaka iz jednoga koordinatnog sustava u drugi. To se izvodi pomoću transformacijskih parametara. Parametri koji se upotrebljavaju pri transformaciji mogu biti unaprijed poznati ili se moraju odrediti. Kad su transformacijski parametri unaprijed poznati riječ je o konverziji podataka. Kada parametri nisu unaprijed poznati tada se oni empirijski određuju te je riječ o transformaciji podataka. U velikom broju slučajeva parametri se određuju radi rješavanja konkretnog problema. Ako su poznate koordinate identičnih točaka u dva sustava, odnosno izvornom i ciljanom, tada se lako mogu odrediti transformacijski parametri. Parametri se mogu određivati za veća područja – globalno, te za neka manja područja – lokalno (Državna geodetska uprava 2001). Ovaj rad prezentira rezultate transformacije podataka digitalnih katastarskih planova (DKP) iz DKS u novi sustav BH_ETRS89/TM pomoću dvije metode transformacije podataka: afine i RubberSheeter transformacije.

2.1. Aфина transformacija

Jedna od najjednostavnijih i najčešće primjenjivanih transformacija u geodeziji i kartografiji je afina transformacija ravnine na ravninu (Lapaine i Frančula 1994). Primjenjuje se pri uklapanju lokalnih mreža (Mihailović 1981, Lapaine i Frančula 1994), gradskih trigonometrijskih mreža, osi prometnica, mostova, tunela i sl. u državni koordinatni sustav, kao i pri transformaciji nivelmanskih mreža (Mihailović i Vračarić 1985, Lapaine i Frančula 1994), pri transformaciji starih koordinatnih sustava u sustave Gauss-Krügerove projekcije (Borčić i Frančula 1969), te za transformaciju digitaliziranih podataka (Štefanović 1981, Lapaine i Frančula 1994).

Kod afine transformacije dolazi do promjene mjerila, nagiba, rotacije i translacije podataka. Slika 1 ilustrira četiri moguće promjene (URL 4).



Slika 1. Aфина transformacija.

Funkcija afine transformacije dana je na način:

$$x' = Ax + By + C$$

$$y' = Dx + Ey + F$$

gdje su x i y početne koordinate, a x' i y' su transformirane koordinate. A , B , C , D , E i F određuju se usporedbom položaja izvorne i odredišne kontrolne točke.

2.2. Transformacija RubberSheeter

Metode konačnih elemenata upotrebljavaju se za procjenu pouzdanosti geodetskih mreža. Pouzdanost znači da izjednačenje mreže rezultira malim pomacima točaka. Drugi pristupi koji su izravno primjenjivi na geometriju parcela temelje se na *RubberSheeting* konceptima za triangulaciju i transformaciju parcela (Čeh i dr. 2019).

Algoritam *RubberSheeting* temelji se na četverokutima, gdje se poštuju linearni omjeri projekcija unutarnjih točaka na stranice četverokuta. Transformacija *RubberSheeting* prikladna je metoda za prilagodbu deformirane karte referentnim točkama raspoređenim u pravilnoj mreži četverokuta, karte generirane aerofotogrametrijskim snimanjem, kao perspektivna projekcija terena (Rossi 2012, Čeh i dr. 2019). Također se može primijeniti i na transformaciju katastarskih planova nove izmjere⁵ u Federaciji Bosni i Hercegovini.

Transformacija *RubberSheeter* postiže se prostornim preoblikovanjem svake komponente četverokuta i trokuta u njihov ciljani položaj. Ciljani položaj svake komponente definiran je zamjenom ruba koji leži na liniji spoja (ili) s odgovarajućim segmentom ciljane linije spoja. U ovom slučaju korekcija čvorova četverokuta koja se upotrebljava za transformaciju četverokuta od njegova izvora do ciljane pozicije izračunava se kako je opisano u sljedećim jednadžbama i prikazano na slici 2.

Ispravak za svaki od četverokutnih čvorova koji leže na liniji spoja definiran je korekcijom čvora koji bi ga transformirao u odgovarajući vrh ciljane linije spoja. Ispravak ΔP_i je trodimenzionalni entitet koji izražava zahtjeve topologije i kontinuiteta.

$$S_i = L_i + \Delta L_i \Rightarrow \Delta L_i = S_i - L_i$$

$$S_i = R_i + \Delta R_i \Rightarrow \Delta R_i = S_i - R_i$$

U slučaju neponderirane konstrukcije linije čvora, ovo postaje:

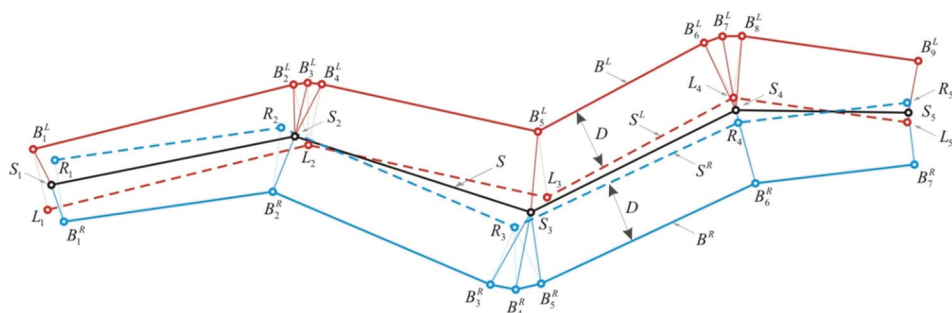
$$\Delta L_i = \frac{R_i - L_i}{2} \quad \Delta R_i = \frac{L_i - R_i}{2}$$

⁵ 1953. započeli su radovi na novoj izmjeri zemljišta i izradi novih geodetskih planova na teritoriju tadašnje Republike Bosne i Hercegovine.

Na primjer, ispravak ΔP_i , za svaku od četverokutnih komponenata koje čine lijevu stranu ruba, gdje se P_3, P_4 nalaze na liniji spoja i P_1, P_2 na paralelnoj poliliniiji, jest kako slijedi:

$$\Delta P_2 \equiv 0 \quad \Delta P_3 = \Delta L_i$$

$$\Delta P_1 \equiv 0 \quad \Delta P_4 = \Delta L_{i+1}$$



Slika 2. Rubbersheet konstrukcija (Doytsher 2013).

2.3. Afina i RubberSheeter transformacije u programu FME Workbench

Transformacije korištene za potrebe prevođenja podataka preuzetih iz Općine Centar – Sarajevo dostupne su u programu *FME Workbench*. Podaci katastarskog plana transformirani su dvama transformatorima *AffineWarper* i *RubberSheeter*, te su rezultati dobiveni dvjema transformacijama uspoređeni.

2.3.1. Transformator AffineWarper

Upotrebljava se za podešavanje skupa promatranih ulaznih značajki u skladu s prostornom transformacijom definiranom skupom kontrolnih vektora. Taj transformator izračunava afinu transformaciju (translacija, rotacija i promjena mjerila) na temelju značajki kontrolnog vektora i primjenjuje ju na promatrane značajke za stvaranje rezultata, te stvara dobre korekcije kada cijeli skup promatranih podataka zahtijeva jednu transformaciju. Kontrolna značajka kontrolni je vektor kojemu je početna točka na nekom mjestu u izvornom promatranom prostoru podataka, a krajnja točka na odgovarajućem mjestu u željenom izlaznom prostoru podataka. Kontrolni je vektor korekcija potrebna za prelazak iz trenutnog položaja u željeni položaj (Safe Software 2020).

Transformator *AffineWarper* primjenjuje se za slučajeve kada su odstupanja u podacima konstantna, te upotrebljava istu transformaciju na svakoj promatranjoj točki (Safe Software 2020).

2.3.2. Transformator RubberSheeter

Korištenjem inverzne udaljenosti *RubberSheeter* prilagođava promatrane značajke tako da se podudaraju što je moguće bliže sa skupom referentnih značajki. Taj transformator primjenjuje različitu transformaciju na svakoj promatranoj točki, ovisno o udaljenosti do obližnjih kontrolnih vektora. Daje dobre korekcije kada izobličenja u promatranim podacima nisu stalna (Safe Software 2020).

Svaka kontrolna odlika kontrolni je vektor početna točka kojega je na nekom mjestu u izvornom promatranom prostoru podataka, a krajnja točka na odgovarajućem mjestu u željenom izlaznom prostoru podataka. Kontrolni je vektor korekcija potrebna za prelazak iz promatrane točke u željenu točku (Safe Software 2020).

Po izboru, linije mogu biti uvedene kao prinudne u taj transformator. Te će se linije tretirati kao granice preko kojih kontrolni vektori neće imati utjecaja na točke u promatranom ulazu. Ako "vidna linija" od točke na promatranom prostoru do početne točke kontrolnog vektora prelazi liniju ograničenja, taj kontrolni vektor neće utjecati na dobiveni iskrivljeni položaj dotične točke. Ako vidna linija dodiruje kraj ograničenja, ili je kontrolni vektor ili promatrana točka zapravo smještena na liniji ograničenja, tada će kontrolni vektor i dalje utjecati na promatranu točku. Taj transformator trenutačno ne podržava geometriju rastera (Safe Software 2020).

Transformator *RubberSheeter* primjenjuje različitu transformaciju na svakoj promatranoj točki, ovisno o udaljenosti do obližnjih kontrolnih vektora. Zbog toga je *RubberSheeter* prikladniji za slučajeve kada odstupanja u podacima nisu stalna (Safe Software 2020).

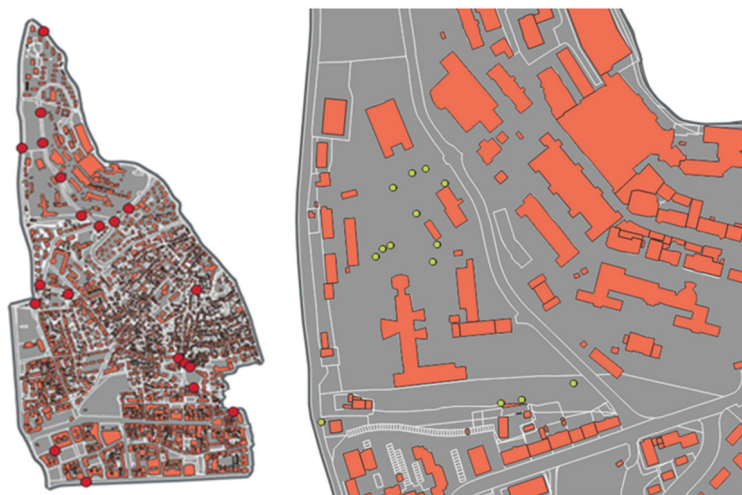
3. Transformacija podataka digitalnoga katastarskog plana u novi sustav BH_ETRS89/TM

Za potrebe prevođenja podatka katastarskog plana preuzeta su ukupno 4 skupa podataka (administrativna jedinica, tj. općina centar_IV, način korištenja zemljišta, granice parcela i zgrade) digitalnoga katastarskog plana katastarske općine Centar IV (tablica 1). Svi podaci DKP-a transformirani su, bez obzira na njihovu kvalitetu, stanje i dr., u novi sustav.

Tablica 1. Slojevi DKP-a.

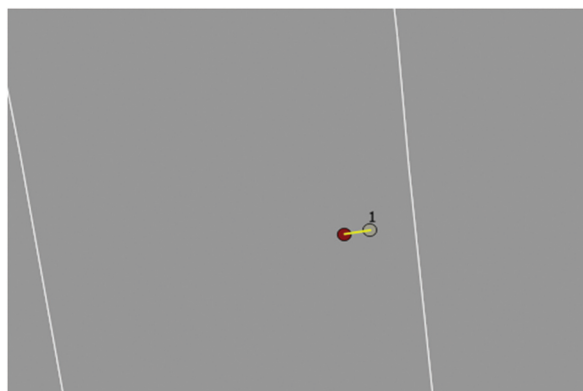
Preuzeti skupovi podataka	Format preuzimanja skupova podataka
Kat_opcina_centar_IV	Cpg, shp, prj, qpj
Kat_nacin_centar_IV	Cpg, shp, prj, qpj
Kat_parcela_centar_IV	Cpg, shp, prj, qpj
Kat_zgrada_centar_IV	Cpg, shp, prj, qpj

Projektnim zadatkom dani su podaci za oko 300 točaka koje su trebale poslužiti kao identične točke, izgradnjom prometnica, ljudskim nemarom u potpunosti je uništen veći broj točaka (slika 3). Stoga je izbor sužen na točke koje su na terenu postojale, te je na njima bilo moguće izvesti mjerenje. Na slici se vidi da točke nisu ravnomjerno raspoređene po katastarskoj općini što će i utjecati na dalje rezultate pri radu. Kontrolne točke izabrane su na užem području katastarske općine.



Slika 3. Raspored točaka na terenu (desno identične i lijevo kontrolne).

Točke geodetske osnove u svrhu određivanja transformacijskih parametara i transformacije koordinata u DKS potrebno je mjeriti u jednom ponavljanju s tri mjerenja (jedno ponavljanje ima 3 uzastopna mjerenja – svako mjerenje u trajanju od 30 sekundi nakon inicijalizacije prijemnika tzv. *Fixed solution*) (Federalna geodetska uprava 2012).



Slika 4. Grafički prikaz kontrolnog vektora na točki br. 1.

Kako bi se podaci DKP-a prikazali pomoću QGIS-a potrebno je na početku definirati koordinatni sustav u kojem se DKP nalazi, te koordinatni sustav u koji je potrebno transformirati DKP. Nakon definiranja sustava dobiveni su kontrolni vektori na svakoj točki (slika 4).

Kako bi se transformirali podaci DKP-a pomoću FME *Workbench* potrebno je definirati koordinatni sustav BH_ETRS89/TM. Definiraju se također ulazni podaci DKP-a, te se obavlja transformacija pomoću transformatora *AffineWarper* i *RubberSheeter*. Podaci dobiveni transformacijom spremaju se automatski u izlazne datoteke.

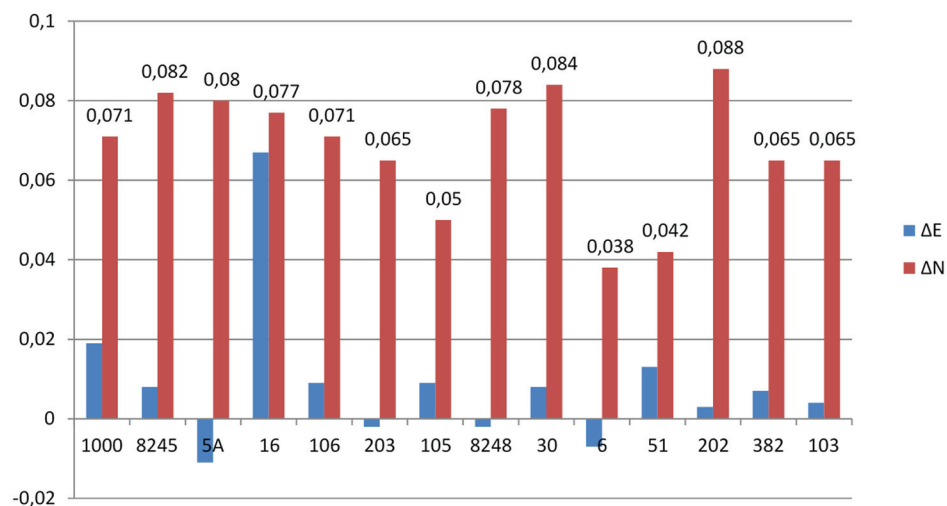


Slika 5. *Primjeri pomaka pojedinih slojeva (lijevo AffineWarper i desno RubberSheeter).*

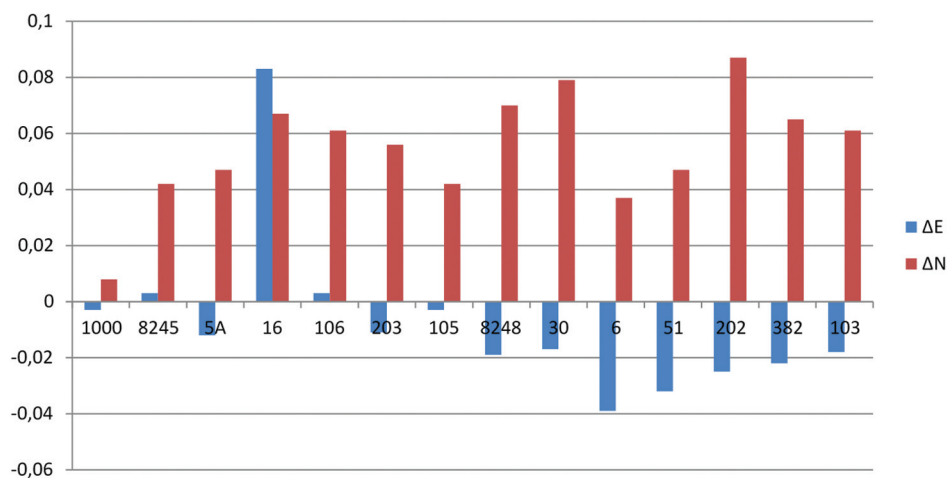
4. Rezultati transformacije podataka

Uspješnost prevođenja podataka u tehničkom smislu provjerava se analizom pomaka na kontrolnim točkama. Prije procesa transformacije odabrane su određene točke kao kontrolne. Na terenu je izmjereno 14 točaka metodom RTK pomoću BiHPOS-a (mreža permanentnih GNSS-stanica na teritoriju Bosne i Hercegovine), te je na tim točkama provedena kontrola nakon transformacije. Kontrolne točke nisu korištene pri transformaciji već su poslužile za procjenu njezine kvalitete. Na kontrolnim točkama odabrane su njihove koordinate u polaznom koordinatnom sustavu transformirane u ciljni koordinatni sustav pomoću kontrolnih vektora, te koordinate mjerene na terenu. Nakon provedenog postupka transformacije promatrano je koliko se kontrolna točka u polaznom sustavu dobro primakla svome pravom položaju u ciljnom sustavu.

Na slikama 6 i 7 prikazane su i uspoređene koordinate dobivene mjerenjem pomoću BiHPOS-a s koordinatama dobivenim transformacijom pomoću *AffineWarper* i *RubberSheeter*.



Slika 6. Razlika između koordinata dobivenih mjerenjem BiHPOS-om i transformacijom AffineWarper.



Slika 7. Razlika između koordinata dobivenih mjerenjem BiHPOS-om i transformacijom RubberSheeter.

Nakon provedene transformacije pomoću dvaju transformatora izrađene su statistike kontrolnih točaka i prikazane u tablici 2.

Tablica 2. Odstupanja na kontrolnim točkama nakon provedenih transformacija.

Uzorak	14						
	Kontrolne točke I				Kontrolne točke II		
[m]	ΔE	ΔN	d	[m]	ΔE	ΔN	d
Min.	−0,002	0,038	0,039	Min.	−0,003	0,008	0,009
Max.	0,067	0,088	0,102	Max.	0,083	0,087	0,107
Raspon	0,069	0,050	0,063	Raspon	0,086	0,079	0,098
Sredina	0,009	0,068	0,071	Sredina	−0,008	0,055	0,061
Standardno odstupanje	0,018	0,015	0,018	Standardno odstupanje	0,029	0,020	0,024

Sama transformacija iz starog sustava u novi nije bitno utjecala na geometriju podataka; primjetno je da podaci koji se nalaze bliže identičnim točkama imaju manje pomake u odnosu na one koji se nalaze mnogo dalje. Srednja vrijednost odstupanja po osi „E“ prema dobivenim rezultatima obiju transformacija iznosi približno 1 cm, dok je za os „N“ srednja vrijednost oko 6 cm. Raspon vrijednosti dviju transformacija po osima manji je od jednog decimetra, s tim da se vidi manji raspon za vrijednosti dobivene transformacijom *AffineWarper* po osi „E“ (1,7 cm), a po osi „N“ (2,9 cm).

5. Zaključak

Prevođenje geometrijskih podataka digitalnoga katastarskog plana u globalni referentni sustav ima mnoge prednosti, od povećanja položajne kvalitete i međusobne podudarnosti podataka do upotrebe GNSS metoda bez ograničenja. Međutim, to je posao koji u našoj državi još praktično nije započeo. Stoga je u ovom radu provedena metoda transformacije katastarskih podataka u novi službeni referentni sustav. Transformirana je katastarska općina Centar IV, Sarajevo, te su upotrijebljene dvije vrste transformacija: *AffineWarper* i *RubberSheeter*. Provedenim analizama nakon transformacije utvrđena je nešto veća kvaliteta transformacije *RubberSheeter*, te se može zaključiti da je ostvarena zadovoljavajuća kvaliteta.

Prema Pravilniku o primjeni satelitskih mjerenja u geodeziji u mrežama čiji datum definiraju točke gradske trigonometrijske mreže popravke po osima moraju biti manje od 8 cm (Federalna uprava za geodetske i imovinsko-pravne poslove 2019). Veličine vektora po pojedinim osima pri transformaciji *RubberSheeter* imaju srednju vrijednost od 7 cm, dok po transformaciji *AffineWarper* veličine vektora iznose 6 cm, pojedine točke izlaze iz okvira zadane točnosti, stoga se smatra da bi se takve točke trebale odbaciti ako postoji mogućnost za tim. Izbor točaka na terenu mnogo utječe na rezultate mjerenja, pa treba imati u vidu da na izbor utječe mnogo čimbenika od rasporeda točaka na terenu, njihova postojanja, uništenosti ili smaknutosti.

Povezivanje geometrijskih podataka katastarskog plana u različitim koordinatnim sustavima zahtijeva određeni broj identičnih točaka u oba koordinatna

sustava. Radi ostvarivanja boljih rezultata nužno je osigurati dovoljan broj identičnih točaka. S obzirom na stanje na terenu, većina je točaka uništena, pa bi se postigli bolji rezultati da je omogućen veći broj identičnih točaka, koje bi bile ravnomjerno raspoređene na području cijele katastarske općine. Vektori identičnih točaka između dvaju koordinatnih sustava jesu konstantni.

Jedan od najučinkovitijih geoprostornih ETL-alata⁶ je *FMEWorkbench*, koji u ovom slučaju nudi sve potrebne aplikacije za brzu transformaciju katastarskih podataka. FME nudi potrebne alate za učinkovito učitavanje, transformaciju i na kraju prikaz i kompatibilnost migracije čineći te podatke dostupnima širom zajednice.

Literatura

- Abakumov, N., Dražić, M. P., Svečnikov, N., Svišćev, I. (1928, 1929): Projekcija novog katastarskog premera u Kraljevini SHS, *Geometarski glasnik*, 1928, 3, 53–61; 4, 101–109; 5, 165–170; 1929, 1, 16–25; 2, 80–87; 3, 130–135.
- Bakšić, M. (1994): Premjer u programskim zadacima, *Geodetski glasnik*, 30, 24–32.
- Čeh, M., Gielsdorf, F., Trobec, B., Krivic, M., Lisec, A. (2019): Improving the positional accuracy of traditional cadastral index maps with membrane adjustment in Slovenia, *ISPRS Int. J. Geo-Inf.*, 8, 338.
- Doytsher, Y. (2013): Continuous and Updated 3D Geospatial Terrain Modelling: Issues and Challengers, The 5th Int. Conference on Advanced Geographic Information Systems, Applications, and Services, Nice, France, https://www.iaria.org/conferences2013/filesGEOProcessing13/Yerach%20Doytsher_Continuous%20and%20Updated%20DTMs_GEOProcessing%202013%20-%20Final.pdf.
- Državna geodetska uprava Republike Hrvatske (2001): Poboljšanje katastarskog plana – smjernice, [https://demlas.geof.unizg.hr/pluginfile.php/262/mod_book/chapter/59/ PKPsmjernice.pdf](https://demlas.geof.unizg.hr/pluginfile.php/262/mod_book/chapter/59/PKPsmjernice.pdf).
- Federalna geodetska uprava (2012): Pravilnik o primjeni satelitskih mjerenja u geodeziji, *Službene novine Federacije BiH*, br. 18/12.
- Federalna geodetska uprava (2019): Pravilnik o osnovnim geodetskim radovima, *Službeni list SR BiH*, br. 22/84, 12/87, 26/90, 36/90, *Službeni list RBiH*, br. 4/93, 13/94.
- Frančula, N., Lapaine, M. (2008): *Geodetsko-geoinformatički rječnik*, Državna geodetska uprava Republike Hrvatske, Zagreb.
- Lapaine, M., Frančula, N. (1994): Osvrt na afinu transformaciju, *Geodetski list*, 2, 159–168.
- Mihailović, K. (1981): *Geodezija II*, I deo, Građevinski fakultet i Naučna knjiga, Beograd.
- Mihailović, K., Vračarić, K. (1985): *Geodezija III*, Građevinski fakultet i Naučna

⁶ ETL – extract, transform, load (izdvoji, transformiraj, umetni).

knjiga, Beograd.

Rossi, G. (2012): Geo-Referencing of Cadastral Maps, International Surveying Course, Madrid, Spain.

Safe Software (2020): FME TransformerReference Guide, <https://cdn.safe.com/resources/fme/FME-Transformer-Reference-Guide.pdf>, (24. 3. 2020.).

Schmidt, V., Ključanin, S. (2015): Sustavna geodetska izmjera Austrijske/ Austro-Ugarske monarhije sa naglaskom na katastarsku izmjeru u Bosni i Hercegovini, Zbornik radova, III Kongres o katastru u BiH, Geodetsko društvo Herceg-Bosne, Mostar, Bosna i Hercegovina.

Štefanović, P. (1981): Digitalno kartiranje, Zbornik Instituta za geodeziju, Beograd, 20.

von Hartenthurn, V. H. (1902): Die Kartographie des Balkans im XIX Jahrhundert I., Mittheilungen desk. k. Militär-Geographischen Instituts, XXI Band, Wien.

von Hartenthurn, V. H. (1903): Die Kartographie des Balkans im XIX Jahrhundert II., Mittheilungen desk. k. Militär-Geographischen Instituts, XXII Band, Wien.

von Hartenthurn, V. H. (1913): Die Kartographie des Balkans im XX Jahrhundert, Mittheilungen desk. k. Militär-Geographischen Instituts, XXXII Band, Wien.

Mrežne adrese

URL 1: FME Workbench essentials,

<https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/extensions/data-interoperability/fme-workbench-essentials.htm>, (23. 8. 2022.).

URL 2: QGIS, <https://www.qgis.org/en/site/>, (23. 8. 2022.).

URL 3: Jezikoslovac, <https://jezikoslovac.com/word/idy2>, (25. 8. 2022.).

URL 4: Affine transformation,

<https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/manage-data/editing-existing-features/about-spatial-adjustment-transformations.htm>, (29. 8. 2022.).

Transformation of Cadastral Plan Data from the State Coordinate System into the New Reference Coordinate System of the Federation of Bosnia and Herzegovina

ABSTRACT. With the advancement of technology, the collection of spatial data using satellite geodesy methods is increasingly used for cadastre maintenance. Kinematic and RTK methods stand out due to their speed and ease of use. Given that the data of such measurements are performed in the WGS84/ETRS89 system, it is necessary to transform them into the state coordinate system of Bosnia and Herzegovina. However, harmonization with the coordinate systems of the European Union requires that the mentioned state coordinate system in the plane of the Gauss-Krüger projection, whose coordinates refer to the ellipsoid Bessel 1841 (GK, Bessel 1841), be modernized, that is, changed. Therefore, the Federal Administration for Geodetic and Property Legal Affairs published the Rulebook on basic geodetic works in February 2019. This ordinance introduces a new reference coordinate system in the plane of the transverse Mercator map projection (TM), whose coordinates refer to the ellipsoid ETRS89 (BH_ETRS89/TM). This article describes in detail the process of translating the geometric data of the cadastral plan from the state coordinate system (GK, Bessel) into the new reference coordinate system of the cartographic projection (BH_ETRS89/TM) for the cadastral municipality of Centar IV, Sarajevo. The transformation of the cadastral data was done using the FME Workbench application, and the graphical presentation of the translation was shown using the QGIS program.

Keywords: cadastre, geometric data, translation of geometric data, FME Workbench, QGIS, surveying.

Primljeno / Received: 2022-09-24

Prihvaćeno / Accepted: 2022-10-26