

PREVOĐENJE KATASTARSKIH PODATAKA U NOVI DRŽAVNI KOORDINATNI SUSTAV HTRS96/TM

TRANSFER OF CADASTRAL DATA INTO THE NEW
STATE COORDINATE SYSTEM HTRS96/TM

Vlado CETL¹, Bojan BARIŠIĆ², Ivica ŠARUŠIĆ³

SAŽETAK: Ovaj rad bavi se ispitivanjem metoda transformacije katastarskih podataka, kao i izborom najbolje gustoće identičnih točaka potrebnih za naknadni proces homogenizacije katastarskog plana nastalog grafičkom metodom izmjere. Kao pilot područje odabrana je K.o. Brckovljani. Transformacija katastarskih podataka obavljena je korištenjem Jedinstvenog transformacijskog modela i 7-parametarske transformacije. Rezultati usporedbe dviju transformacija upućuju na Jedinstveni transformacijski model kao bolje rješenje, budući da za razliku od 7-parametarske transformacije izbjegava dodatne radove potrebne za određivanje lokalnih parametara te daje zadovoljavajuću točnost. U postupku homogenizacije, glede gustoće, određena su tri uzorka identičnih točaka uspoređujući katastarski plan s digitalnim ortofoto planom mjerila 1:5000. Najveća postignuta gustoća od 0,16 IT/ha, iako ekonomski najnepovoljnija, pokazala se kao jedina opravdana opcija u tehničkom smislu, budući da su manje gustoće na kontrolnim točkama upućivale na degradaciju točnosti katastarskog plana, što ni u kom slučaju nije dopustivo.

Ključne riječi: katastar, transformacija, homogenizacija, HTRS96/TM, digitalni katastarski plan

1. UVOD – Introduction

Katastarski podaci imaju važnu ulogu u mnogim područjima ljudske djelatnosti koje su izravno ili neizravno vezane uz njihovo korištenje (geodezija, arhitektura i urbanizam, građevinarstvo, agronomija, šumarstvo, promet, turizam i dr.). U šumarstvu se primjerice katastarski podaci koriste za upravljanje šumama i šumskim zemljištem kroz planiranje, zaštitu, očuvanje i održivi razvoj šumskih resursa.

U posljednjih 10-ak godina došlo je do značajne promjene zakonske regulative po pitanju službenih evidencija prostornih podataka, a što se odražava i na katastarske podatke. Zsigurno jedna od najvažnijih novina je uvođenje novog geodetskog datuma i nove kartografske projekcije.

Zakonom o državnoj izmjeri i katastru nekretnina (NN 1999) katastar zemljišta “prestaje postojati” i zamjenjuje ga katastar nekretnina. Ipak, katastar zemljišta ostaje na snazi u trenutnom obliku, sve dok ga za pojedinu katastarsku općinu ne zamjeni katastar nekretnina.

Odlukom Vlade Republike Hrvatske (NN 2004), a na prijedlog Državne geodetske uprave (DGU), uvedeni su novi službeni geodetski datumi i kartografske projekcije. Koordinatni sustav poprečne Mercatorove (Gauss-Krügerove) projekcije – skraćeno HTRS96/TM, sa srednjim meridijanom 16°30' i linearnim mjerilom na srednjem meridijanu 0,9999 određuje se projekcijskim koordinatnim sustavom Republike Hrvatske za područje katastra i detaljne državne topografske kartografije.

Donošenjem ove odluke potrebno je sve listove katastarskog plana koji se nalaze u povijesnim geodetskim datumima i projekcijama, transformirati u novi datum i projekciju. Dalekosežne posljedice ovoga procesa, za široki krug korisnika, bit će i nužna ulaganja u

¹ Doc. dr. sc. Vlado Cetl, dipl. ing. geod. Geodetski fakultet, Kačićeva 26, 10000 Zagreb, vcetl@geof.hr

² Mr. sc. Bojan Barišić, dipl. ing. geod. Hrvatski geodetski institut, Savska c. 41/VII, 10000 Zagreb, bojan.barisic@cgi.hr

³ Ivica Šarušić, mag. ing. geod. i geoinf. Geodetska tehnička škola, Avenija Većeslava Holjevca 15, 10000 Zagreb

transformaciju ili nabavu potrebnih podloga u novom sustavu, ukoliko ih se želi koristiti za preklop s katastarskim planom.

Na temelju Odluke (DGU 2005), DGU donosi program uvođenja novih geodetskih datuma za razdoblje od 2005. godine do 2009. godine. Zadatkom C definira se prelazak katastarskih podataka u novi sustav.

Prelazak iz katastra zemljišta u katastar nekretnina omogućen je i pojedinačnim prevođenjem katastarskih čestica u katastar nekretnina, ali da bi to toga došlo potrebno je ispuniti neke preduvjete od kojih je najvažniji homogenizacija katastarskog plana.

Ovaj rad upravo se bavi pitanjem homogenizacije katastarskog plana te nužnom transformacijom njegovog sadržaja u novi sustav HTRS96/TM. Ispitani su različiti načini transformacije podataka katastarskog plana u HTRS96/TM te utjecaj gustoće identičnih točaka potrebnih za homogenizaciju katastarskog plana. Za područje ispitivanja odabrana je K.o. Brckovljani (slika 1) za koju postoje i podaci nove

izmjerne koji su korišteni pri kontroli uspješnosti postupka transformacije i homogenizacije.



Slika 1. K.o. Brckovljani (preklop DKP i DOF5)

Figure 1 Cadastral district Brckovljani (DCM and DOP5 overlay)

2. METODE RADA – Work methods

Glavni preduvjet za početak prevođenja u novi sustav je posjedovanje katastarskog plana u digitalnom

obliku (DKP) što je ostvareno za gotovo cijeli teritorij Republike Hrvatske.

2.1. Transformacija katastarskog plana u HTRS96/TM

Transformation of the cadastral plan in HTRS96/TM

Prevođenje podataka digitalnog katastarskog plana u novi sustav obavlja se transformacijom. Prema preporuci OpenGIS®, a koja je u skladu s dokumentom *ISO 19111 Geographic Information – Spatial referencing by coordinates* (ISO 2007), transformacije se razlikuju ovisno o tome jesu li transformacijski parametri unaprijed definirani i poznati, ili se oni empirijski određuju. U prvom slučaju govorimo o konverziji (transformacija s unaprijed poznatim parametrima), a u drugom o transformaciji (parametri se empirijski određuju odnosno računaju) (Roić i Cetl 2002).

Jedan od izazova prelaska na novi referentni koordinatni sustav kartografske projekcije HTRS96/TM je i

pružanje učinkovitih metoda međudatumskih transformacija glede zahtjeva korisnika za točnošću transformiranih podataka. Metode koje se danas razvijaju s obzirom na različite zahtjeve točnosti transformacije na državnoj razini su predočene u tablici 1.

Tablica 1. Metode transformacije (Bašić 2009)

Table 1 Transformation methods (Bašić 2009)

	Metoda transformacije <i>Transformation method</i>	~točnost ~accuracy	Napomena <i>Note</i>
1	GRID metoda <i>GRID method</i>	0,1-0,3 m	Povećana točnost <i>High accuracy</i>
2	7-parametarska transformacija <i>7-parameters transformation</i>	1 m	Srednja točnost <i>Medium accuracy</i>
3	Transformacija Molodenskog <i>Molodensky transformation</i>	5 m	Smanjena točnost <i>Reduced accuracy</i>
4	Simple Block Shift metoda <i>Simple Block Shift method</i>	10 m	Smanjena točnost <i>Reduced accuracy</i>

Pri obradi katastarskog plana K.o. Brckovljani, važno je naglasiti da je transformacija napravljena prije procesa homogenizacije, iz razloga što su već postojale podloge (digitalni ortofoto plan u mjerilu 1:5000 – DOF5) koje se nalaze u novoj projekciji.

Ispitana su dva modela transformacije: prvi je uključivao transformaciju katastarskog plana pomoću *Jedinstvenog transformacijskog modela* (GRID metoda) implementiranog u programu T7D (L i k e r i dr. 2010), a drugi 7-parametarsku transformaciju uporabom AutoCAD Map 3D softvera.

T7D nalazi se u testnoj fazi te njegova GRID transformacija još nema službenu težinu. Budući da je *Jedinstveni transformacijski model* implementiran jedino u specijalizirani programski paket T7D koji ima mogućnost učitavanja listi koordinata, ali ne i složenijih grafičkih formata u kojima je većinom pohranjena geometrija prostornih podataka, trebalo je obaviti potrebne prilagodbe. Katastarski plan K.o. Brckovljani preuzet je u izvornom digitalnom AutoCAD formatu (*.dwg). Kako ne postoji mogućnost da se izravno izvuku podaci o položaju grafičkih objekata u ovom formatu, odlučeno je da se naprave potrebne prilagodbe uz pomoć LISP programskog jezika integriranog u AutoCAD, koji se u pravilu koristi za razne vrste automatizacija u postupku nastanka i održavanja digitalnog crteža. Osnovna ideja bila je da se struktura digitalnog katastarskog plana u potpunosti očuva, te da se jedina promjena obavi na koordinatama sadržanih objekata.

2.2. Homogenizacija katastarskog plana

Cadastral plan Homogenization

Kao jedan od glavnih preduvjeta za pojedinačno prevođenje katastarskih čestica katastra zemljišta u katastarske čestice katastra nekretnina javlja se homogenizacija katastarskog plana. Homogenizacijom se katastarski plan katastra zemljišta dovodi u službeni referentni sustav i ispravljaju se unutrašnje nehomogenosti, kako bi se daljnje održavanje moglo provoditi po propisima o katastru nekretnina, ponajprije neposrednim mjerenjima oslonjenim na geodetsku osnovu (R o i ć i dr. 2009). Homogenizacija je u pravilu nužna za katastarske planove nastale grafičkom izmjerom upravo zbog tehničkih ograničenja ove metode u pogledu točnosti (B a r i š i ć i dr. 2010).

Homogenizacija katastarskog plana obavlja se uspoređivanjem sadržaja katastarskog plana i digitalnog ortofoto plana. Uspoređivanjem se određuju točke koje se mogu smatrati identičnima na katastarskom planu i na terenu (DGU 2009). Očekivana položajna točnost digitalnog ortofoto plana u mjerilu 1:5000 okvirno iznosi oko 1 metar, što ga uz činjenicu da je njime prekriveno cijelo područje Republike Hrvatske čini glavnom podlogom za izvođenje postupka homogenizacije.

Sukladno specifikacijama (DGU 2007), digitalni katastarski plan sadrži samo 3 vrste grafičkih objekata: tekst, blok i liniju. Za svaki od njih priređena je datoteka koordinata karakterističnih točaka svih sadržanih objekata u formatu prilagođenom za učitavanje u T7D. Nakon transformacije koordinata u novi sustav uslijedila je automatizirana rekonstrukcija katastarskog plana, pri kojoj je ispunjen osnovni uvjet – u potpunosti je očuvana njegova struktura. Nakon provedenog postupka katastarski plan K.o. Brckovljani uspješno je transformiran u novi sustav upotrebom *Jedinstvenog transformacijskog modela*.

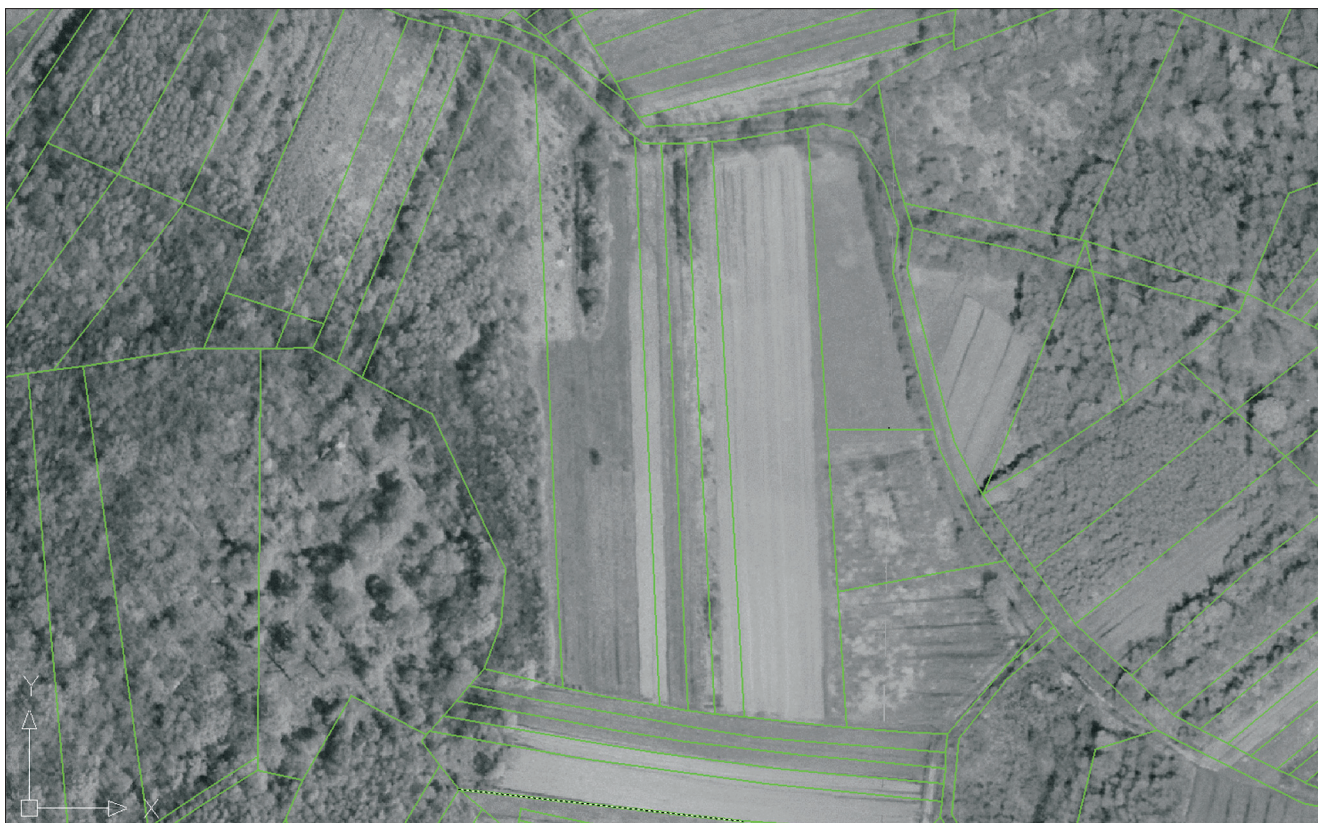
Drugi način transformacije katastarskog plana K.o. Brckovljani bio je 7-parametarska transformacija provedena uz pomoć softvera AutoCAD Map 3D, pri čemu su korišteni najkvalitetniji parametri na državnoj razini određeni iz skupa od 5200 identičnih točaka novog i starog sustava (B a š i ć 2009). Opravdanost ovakvog izbora temelji se na činjenici da je po pitanju parametara ovo trenutno najbolje službeno rješenje i najjednostavnije obzirom na tehničku zahtjevnost postupka.

Za kontrolu kvalitete obavljenih transformacija poslužila je izmjera uzorka trigonometrijskih točaka s područja K.o. Brckovljani, odrađena pomoću “Visoko preciznog pozicijskog servisa” (VPPS) CROPOS sustava. Tijekom terenskih radova obavljena su mjerenja na 4 trigonometra, čiji je položaj poznat u starom sustavu, dok je u novom određen iz ovih mjerenja, ali i transformacijama koordinata iz starog sustava.

Za K.o. Brckovljani dostupan je digitalni ortofoto plan u mjerilu 1:5000 (DOF5) izrađen iz cikličkog snimanja Republike Hrvatske. DOF5, kao podloga za homogenizaciju, preuzet je u novom – HTRS96/TM sustavu, pa je iz tog razloga i napravljena prvo transformacija katastarskog plana u novi sustav, a tek zatim sama homogenizacija.

Bitno je naglasiti da su bili dostupni i podaci nove katastarske izmjere, te također i digitalni ortofoto plan u mjerilu 1:2000 (DOF2) izrađen za potrebe njene provedbe. Ti podaci poslužili su za kontrolu izvedene homogenizacije, ali ne i za proces same homogenizacije katastarskog plana, iz razloga što ostala područja neće imati ovakvih podataka.

Prije početka procesa homogenizacije provedena je vizualna usporedba katastarskog plana i DOF5 koji će poslužiti kao podloga za homogenizaciju. Njihovom vizualnom usporedbom grubo je procijenjena stvarna potreba za homogenizacijom.



Slika 2. Nesklad DKP i DOF5

Figure 2 Disharmony of DCM and DOP5

Vizualnom usporedbom (slika 2) uočen je velik nesklad i nehomogenost katastarskog plana, što jasno navodi da je za K.o. Brckovljani neophodno izvršiti proces homogenizacije.

Izbor identičnih točaka je najzahtjevniji dio procesa homogenizacije katastarskog plana iz razloga što o njemu izravno ovise rezultati homogenizacije. Pod pojmom identične točke podrazumijeva se točka čije su koordinate poznate u polaznom i ciljnom sustavu. U ovom slučaju su to koordinate međnih točaka prije i nakon homogenizacije. Polazne koordinate identične točke su one na katastarskom planu, a koordinate u ciljnom sustavu su one koordinate na koje se identična točka preslika nakon homogenizacije. Koordinate točke u ciljnom sustavu dobiju se ili digitalizacijom s neke od dostupnih prostornih podloga (DOF5, HOK5...) ili terenskim mjerenjima. Odabirom identičnih točaka određuje se skup parametara na temelju kojih se obavlja homogenizacija. Na osnovi vektora pomaka identičnih točaka određuju se vektori pomaka svih ostalih lomnih točaka katastarskog plana.

Temeljni kriterij za izbor identične točke, je njena nepromijenjenost u odnosu na vrijeme izmjere. S obzirom da je većina listova katastarskog plana (oko 75 %) pa tako i ovi, nastala grafičkom metodom izmjere prije više od 100 godina, ovaj kriterij je teško zadovoljiti.

Tijekom izbora identičnih točaka (IT) za ovaj rad konstruirana je pomoćna mreža kvadrata dimenzija

200 x 200 metara radi lakšeg odabira i pravilnijeg rasporeda identičnih točaka. Izbor identičnih točaka obavio se u 3 različite gustoće (I. 0,16 IT/ha, II. 0,07 IT/ha i III. 0,02 IT/ha). Preporučeni broj IT iznosi 0,2 točka/hektar, odnosno 1 točka na 5 hektara. Vidljivo je da niti jedna gustoća ne zadovoljava preporučeni uvjet od 0,2 točka/hektar. Razlog tomu je brojnost poljoprivrednih katastarskih čestica koje imaju veliku površinu, što je onemogućilo zadovoljenje ovog uvjeta.

Nakon određivanja identičnih točaka ostaje provesti transformaciju podataka. Prema (Ročić i dr. 2009) potrebno je provesti dvije transformacije: globalnu i lokalnu. Globalnom transformacijom obavlja se provjera izabranih identičnih točaka i u pravilu se za ove potrebe koristi afina transformacija. Ona se iterativno primjenjuje sve dok se iz daljnjeg postupka ne izbace sve nepouzdana točke. Lokalna transformacija primjenjuje se nad identičnim točkama čija je kvaliteta provjerena globalnom transformacijom. Ona također može ukazati na eventualno preostale nepouzdana identične točke, a ponavlja se do zadovoljenja postavljenih uvjeta. Rezultat lokalne transformacije u tri gustoće identičnih točaka bio je konačan rezultat homogenizacije.

Osim mjerenja na trigonometrima, provedena su i mjerenja kontrolnih točaka CROPOS sustavom. Iz skupa od 214 identičnih točaka izabrano je 19 točaka koje su izmjerene RTK metodom VPPS servisa CROPOS sustava i određene kao kontrolne točke za pro-

cjenu kvalitete homogenizacije. Terenska identifikacija međnih točaka koje su uzete kao kontrolne, bila je olakšana time što je nedavno provedena izmjera K.o. Br-

ckovljani, te su međne oznake u većini slučajeva i dalje bile vidljive.

3. REZULTATI RADA I DISKUSIJA – Results of work and discussion

Analiza kvalitete provedenih postupaka transformacije i homogenizacije može se promatrati kroz promjenu površina katastarskih čestica kao osnovnih objekata katastarskog plana, te kroz pomake određenih točaka s

poznatim koordinatama. U slučaju transformacije to su koordinate trigonometara, a u slučaju homogenizacije to su koordinate kontrolnih točaka.

3.1. Analiza rezultata transformacije – Analysis of the transformation results

Analiza rezultata transformacije odnosi se na usporedbu transformiranih koordinata trigonometara, čiji je položaj bio unaprijed poznat u starom sustavu te je također određen i iz mjerenja na terenu odrađenih CROPOS-om koji daje koordinate izravno u novom sustavu. Dodatno je određen i utjecaj dviju korištenih transformacija na promjenu površine katastarske općine.

Usporedba rezultata na četiri trigonometrijske točke odabrane za uzorak dana je u tablici 2. Osim razlika po koordinatnim osima i položajno (2d) dana je i statistika uzorka s vrijednostima sredine i standardnog odstupanja.

nja. U lijevom dijelu prikazane su za svaku pojedinu točku razlike koordinata dobivene iz mjerenja, te transformacijom iz starog sustava upotrebom *Jedinstvenog transformacijskog modela* (JTM). Uočljivo je da maksimalno položajno odstupanje iznosi 12 cm (T34) sa sredinom od 8 cm i standardnim odstupanjem od 4 cm, što zadovoljava predviđenu točnost korištene transformacije (Tablica 1 – GRID). Vrijednosti sredina za koordinatne komponente koje ne prelaze 3 cm upućuju na dobru apsolutnu orijentiranost korištenog modela transformacije.

Tablica 2. Usporedba koordinata dobivenih mjerenjem CROPOS sustavom s JTM i 7P transformacijama

Table 2 Comparison of the coordinates obtained by CROPOS with the national GRID model and 7P transformations

JTM	$\Delta N[m]$	$\Delta E[m]$	2d[m]	7P	$\Delta N[m]$	$\Delta E[m]$	2d[m]
T34	-0,11	0,05	0,12	T34	-0,26	0,53	0,59
T35	0,00	-0,06	0,06	T35	-0,21	0,48	0,52
T38	-0,03	0,09	0,09	T38	-0,28	0,52	0,59
T32	0,00	-0,03	0,03	T32	-0,26	0,41	0,48
sredina/mean	-0,03	0,01	0,08	sredina/mean	-0,25	0,48	0,55
st.ods./st.dev.	0,05	0,07	0,04	st.ods./st.dev.	0,03	0,05	0,05

JTM – national GRID method transformation, ΔN and ΔE – coordinate differences, 2d – positional deviation, 7P – 7 parameter transformation

U desnom dijelu tablice 2 prikazane su za svaku pojedinu točku razlike koordinata dobivene iz mjerenja te transformacijom iz starog sustava upotrebom 7-parametarske transformacije (7P). Primjetna su velika položajna odstupanja koja iznose i do 59 cm (T34 i T38), ali isto tako i vrlo male vrijednosti standardnih odstupanja što upućuje na lošu apsolutnu orijentiranost korištenih 7 parametara. Nešto veće vrijednosti standardnih odstupanja dobivenih pomoću JTM-a teško je interpretirati, budući da je specificirana 2d točnost VPPS CROPOS servisa na razini od 2 cm.

Za pretpostaviti je da bi uporaba lokalno određenih 7 parametara dala mnogo bolje rezultate, ali ovakav pristup donosi brojne probleme vezane uz određivanje parametara za svaku katastarsku općinu ili šire podru-

čje te nastavne komplikacije s diskontinuitetom na njihovim granicama. JTM se opravdano nameće kao najbolje rješenje, budući da zadovoljavajućom točnošću prekriva cijeli teritorij Republike Hrvatske.

Jedna od bitnih pretpostavki za transformaciju podataka digitalnog katastarskog plana je ta da transformacija ne utječe bitno kako na relativni odnos točaka, tako i na površine katastarskih čestica. Usporedbom površine prije i nakon transformacije, dobiveni relativni iznosi razlika od 0,03 % od ukupne površine K.o. Brekovljani glavniom su uzrokovani promjenom koordinatnog sustava (projekcije), koja kroz različit odabir dodirnog meridijana uvodi drukčiji raspored deformacija površina u starom i novom sustavu (Barišić i dr. 2009).

3.2. Analiza rezultata homogenizacije – Analysis of the homogenization results

Uspješnost provedene homogenizacije u tehničkom smislu provjerava se analizom pomaka na kontrolnim točkama. Postupkom homogenizacije potrebno je za-

dovoljiti i zakonski propisane uvjete (NN 2007) koji nalažu da promjena površine katastarske čestice nakon homogenizacije ne smije biti veća od 20 % ili 1000 m².

U tu svrhu potrebno je izraditi izvješće o površinama katastarskih čestica.

Identične točke su točke čije su koordinate poznate u polaznom i ciljnom sustavu. Za potrebe homogenizacije K.o. Brckovljani odabrano je 195 identičnih točaka. Na slici 3 prikazan je raspored IT, te odstupanja na njima, odnosno njihov pomak iz polaznog u ciljni sustav.

Budući da je pri odabiru identičnih točaka korištena podloga visoke položajne kvalitete (DOF5), odstupanja na slici 3 mogu se interpretirati kao položajna nehomogenost katastarskog plana uzrokovana primarno kvalitetom metode korištene pri katastarskoj izmjeri iz 1862. godine (grafička metoda) te načinom održavanja katastarskog plana kroz desetljeća od njegova nastanka.

Lijevi dio tablice 3 prikazuje statistiku na IT iz koje je vidljivo da je plan nakon transformacije uz pomoć *Jedinstvenog transformacijskog modela* relativno dobro smješten u novi sustav – vrijednosti sredina odstupanja po osima kreću se ispod 2 metra.

Maksimalna vrijednost položajnog 2d odstupanja je 15,4 metara sa srednjom vrijednosti od 5,6 metara, što dovoljno govori o položajnoj kvaliteti katastarskog plana.

Za procjenu uspješnosti provedene homogenizacije odabran je skup od 44 kontrolne točke. 19 točaka izmjereno je na terenu pomoću VPPS servisa CROPOS sustava, a dodatnih 25 točaka određeno je na temelju podataka nove katastarske izmjere. Kontrolne točke

nisu korištene pri homogenizaciji, već je nakon provedenog postupka promatrano koliko se kontrolna točka u polaznom sustavu dobro primakla svome pravom položaju u ciljnom sustavu.

U desnom dijelu tablice 3 prikazani su statistički podaci na kontrolnim točkama prije procesa homogenizacije koji će poslužiti kao referentni pri procjeni uspješnosti provedenog postupka.

Tablica 3. Statistika na identičnim (uzorak 195 IT) i kontrolnim točkama (uzorak 44 KT)
Table 3. Statistic on identical (sample of 195 IP) and control points (sample of 44 CP)

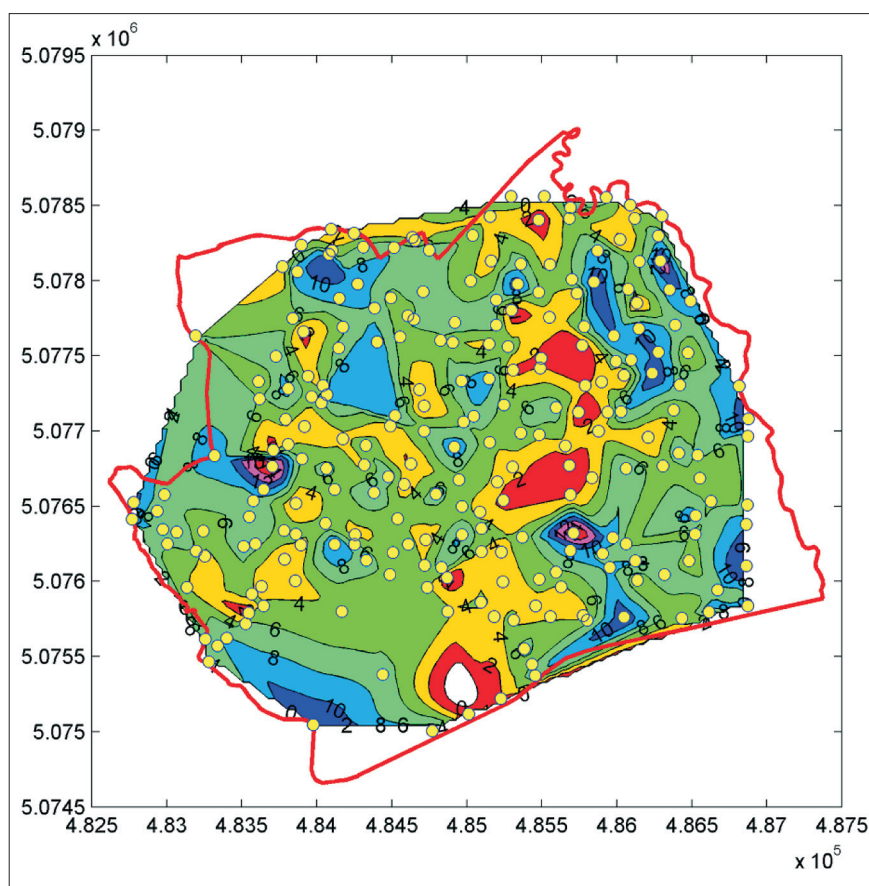
IT/IP	ΔE [m]	ΔN [m]	2d [m]	KT/CP	ΔE [m]	ΔN [m]	2d [m]
min./min	-11,8	-10,7	0,5	min./min	-9,5	-11,3	2,1
maks./max	13,0	15,0	15,4	maks./max	7,0	9,5	12,4
raspon/range	24,8	25,7	14,9	raspon/range	16,5	20,8	10,3
sredina/mean	-1,7	-1,4	5,6	sredina/mean	-1,9	-3,2	6,2
st.odst./st.dev	4,4	3,9	2,8	st.odst./st.dev	3,8	3,8	2,3

IP – identical point, CP – control point, ΔN and ΔE – coordinate differences, 2d – positional deviation

Nakon provedenih homogenizacija u sve tri gustoće izračunate su statistike preostalih odstupanja na kontrolnim točkama koje su prikazane u tablici 4.

Usporedbom je vidljivo da prva gustoća (0,16 IT/ha) popravljiva stanje u odnosu na ulaznu statistiku, dok to s druge dvije gustoće nije postignuto. Evidentna je i degradacija statističkih pokazatelja sa smanjivanjem gustoće identičnih točaka. Ukoliko se kao uvjet za odabir gustoće

identičnih točaka postavi da kvaliteta statistike na kontrolnim točkama prije i nakon homogenizacije mora u najmanju ruku ostati ista, onda se može prihvatiti predloženi kriterij od 0,2 IT/ha (Roić i dr. 2010). U preostale dvije gustoće (II-0,07 IT/ha i III-0,02IT/ha) primijećuje se utjecaj nedovoljne gustoće identičnih točaka, budući da kod njih dolazi do degradacije položajne kvalitete katastarskog plana, što u svakom slučaju treba izbjeći.



Slika 3. Odstupanja na istovjetnim točkama [m]

Figure 3. Deviations at identical points in meters

Tablica 4. Statistika na KT nakon homogenizacije (uzorak 44 KT)

Table 4. Statistic on control points after homogenization (sample of 44 CP)

	gustoća I./density I			gustoća II./density II			gustoća III./density III		
	ΔE [m]	ΔN [m]	2d [m]	ΔE [m]	ΔN [m]	2d [m]	ΔE [m]	ΔN [m]	2d [m]
min./min	-6,0	-9,9	0,1	-8,2	-10,8	2,4	-12,5	-17,9	1,4
maks./max	8,0	9,9	10,5	10,9	9,5	14,4	9,3	11,0	18,1
raspon/range	14,0	19,7	10,4	19,1	20,3	12,0	21,8	28,9	16,7
sredina/mean	0,2	-1,6	4,1	-1,9	-4,4	7,1	-2,5	-3,5	7,1
st.odst./st.dev	3,0	3,5	2,6	4,5	3,7	2,5	4,4	5,0	3,5

ΔE – coordinate differences, 2d – positional deviation

Najvažniji i najzahtjevniji dio postupka homogenizacije je odabir identičnih točaka te odluka o gustoći identičnih točaka, što ima odlučujući utjecaj na kvalitetu i na cijenu cjelokupnog postupka. Gotovo je nemoguće unaprijed definirati parametre na osnovi kojih bi se za određenu katastarsku općinu odlučilo kojom gustoćom krenuti u njenu homogenizaciju. Predloženi kriterij od 0,2 IT/ha, u područjima gdje je to moguće zadovoljiti, potvrđen je kao dobro rješenje. Korištenje kontrolnih točaka zajedno s izlaznim analizama moglo bi biti korisno u odluci koliko je kvalitetno za pojedinu katastarsku općinu odrađena homogenizacija, te bi se na temelju njih mogla detektirati i područja katastarske općine kod kojih homogenizacija nije polučila zadovoljavajuće rezultate.

Površine svih katastarskih čestica moraju zadovoljiti uvjet da je razlika površina prije i nakon homogenizacije manja od dozvoljenog odstupanja. Prema usvojenom zakonskom kriteriju, promjena površine katastarske čestice do 20 %, ali najviše 1000 m² predstavlja tehnički uvjet koji mora biti zadovoljen.

U tablici 5 dane su katastarske čestice koje ne zadovoljavaju kriterij propisan zakonom nakon provedene homogenizacije. Pt označava tehničku površinu čestice prije homogenizacije, Ph površinu čestice nakon homogenizacije i Fz zakonski maksimum.

Tablica 5. Katastarske čestice koje ne zadovoljavaju kriterije

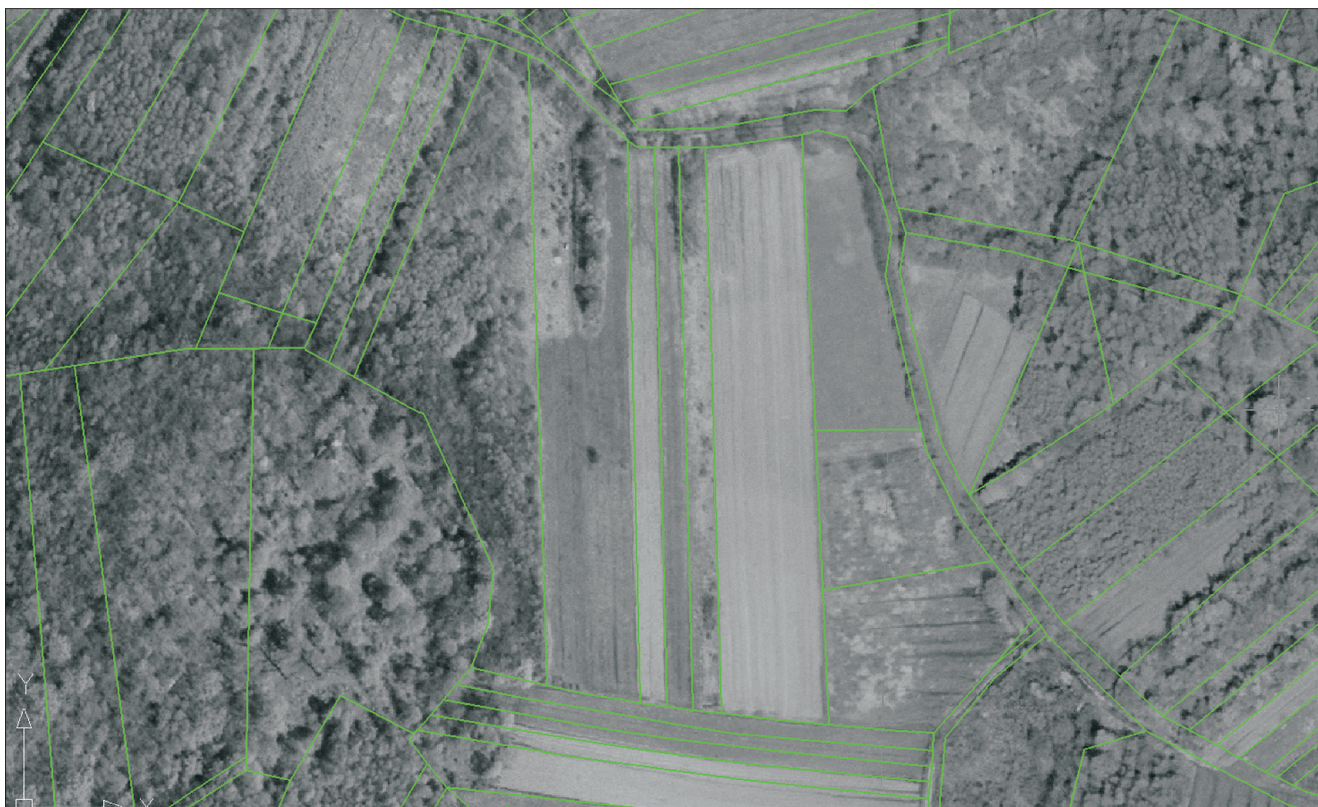
Table 5. Cadastral parcels that do not meet the requirements

k.č./parcel	Pt [m ²]	Ph [m ²]	Ph - Pt [m ²]	ΔP [%]	Fz [m ²]
gustoća I. / density I					
1560	185706,57	187329,29	1622,72	0,90	1000
1564	93180,76	94699,93	1519,17	1,63	1000
1573	48489,60	49846,95	1357,35	2,80	1000
1575	78265,32	79606,74	1341,42	1,71	1000
1778	15830,41	14786,54	1043,87	6,60	1000
1963/4	1001,30	1230,55	229,25	22,90	200,26
gustoća II. / density II					
127/1	99183,77	100186,52	1002,75	1,01	1000
137/1	151330,11	153782,38	2452,27	1,62	1000
1549/1	170666,73	171819,81	1153,08	0,68	1000
1560	185706,57	184446,47	1260,10	0,68	1000
1564	93180,76	91780,17	1400,59	1,50	1000
1575	78265,32	77017,52	1247,80	1,59	1000
1580	195950,52	194538,83	1411,69	0,72	1000
gustoća III. / density III					
88	190022,96	188988,43	1034,53	0,54	1000
1564	93180,76	94609,19	1428,43	1,53	1000
1568	99973,21	98551,26	1421,96	1,42	1000
1734	151266,82	154131,97	2865,15	1,89	1000

Pt – area before homogenization, Ph – area after homogenization, ΔP area difference, Fz – maximum area difference defined by the Law

Iz tablice 5 vidljivo je da su katastarske čestice koje ne zadovoljavaju uvjet homogenizacije propisan zakonom uglavnom čestice velikih površina, izuzev k.č. 1963/4 u I. gustoći, za koje vrijedi da im se površina ne smije promi-

jeniti za više od 1000 m². Gledajući postotak promjene površine on je uglavnom ispod 3 %, izuzev k.č. 1778 u I. gustoći. Uočava se i to da je u III. gustoći najmanje katastarskih čestica kojima je površina izvan granica dozvo-



Slika 4. Preklop DKP i DOF5 nakon homogenizacije
 Figure 4 DCM and DOP5 overlay after the homogenization

ljenog odstupanja, što je uzrokovano malim brojem IT u ovoj gustoći, a što izravno utječe na manje zadiranje u samu geometriju izvornog katastarskog plana.

Na područjima s katastarskim česticama velikih površina (poljoprivredno i šumsko zemljište) biti će teško zadovoljiti zakonom propisane uvjete.

Većini korisnika katastarskih podataka bitan je vizualni rezultat homogenizacije (slika 4).

Sa slike je jasno vidljiv rezultat homogenizacije u odnosu na nesklad katastarskog plana i stanja u naravi prije provedene homogenizacije. Ovako dobiveni podaci pružaju dobru osnovu za daljnje korištenje i održavanje.

4. ZAKLJUČAK – Conclusion

Prevođenje katastarskih podataka u novi službeni referentni sustav ima mnoge prednosti, od povećanja položajne kvalitete i međusobne podudarnosti podataka do uporabe GNSS metoda bez potrebe za dodatnim međudatumskim transformacijama. Međutim, to je posao koji još praktički nije niti započeo. Iz tog razloga je u ovom radu obavljeno ispitivanje metoda transformacije katastarskih podataka u novi službeni referentni sustav. Transformirana je katastarska općina, čiji su listovi katastarskog plana nastali grafičkom metodom izmjere, a upotrijebljene su dvije vrste transformacija: 7-parametarska transformacija i *Jedinstveni transformacijski model*. Provedenim analizama nakon transformacije utvrđeno je da JTM, osim što funkcionira za cijelo područje Republike Hrvatske bez potrebe dodatnog utvrđivanja parametara, pruža i zadovoljavajuću točnost potrebnu za transformaciju katastarskih planova u novi sustav. Za K.o. Brckovljani transformacija nije utjecala na geometriju podataka te je homogenost podataka ostala na istoj razini kao i prije homogenizacije. Iz tog je

razloga nakon postupka transformacije bilo potrebno provesti i postupak homogenizacije katastarskog plana.

Pristup po kojemu se katastarski plan transformira, pa tek onda naknadno homogenizira, mogao bi poslužiti kao osnova u slučajevima gdje postoje podloge potrebne za izvođenje homogenizacije u novom sustavu. U tom bi se slučaju identične točke, ali i kontrolne točke, potrebne za proces homogenizacije mogle izravno mjeriti CROPOS-om u novom sustavu, što bi pridonijelo još većoj kvaliteti same homogenizacije katastarskog plana.

Transformacija katastarskih podataka u novi referentni sustav neće riješiti unutarnju nehomogenost podataka. Iz tog razloga, a i iz zakonskih razloga, potrebno je provesti homogenizaciju katastarskog plana da bi se mogao postupno osnivati katastar nekretnina. Homogenizaciju je potrebno provesti nad svim listovima katastarskog plana nastalim grafičkom metodom izmjere. Analizom podataka nakon homogenizacije utvrđeno je da je predviđeni broj identičnih točaka koji

iznosi 0,2 točke/hektaru (1 točka na 5 hektara) zadovoljavajući za katastarski plan K.o. Brckovljani, te da

predstavlja dobru osnovu za izbor i količinu potrebnih identičnih točaka prilikom budućih homogenizacija.

5. LITERATURA – References

- Barišić, B., M. Liker, S. Lemajić, 2009: Prelazak na novi geodetski datum i kartografsku projekciju – utjecaj na površine prostornih jedinica, D. Markovinović (ur.), Zbornik radova II. simpozija ovlaštenih inženjera geodezije, HKOIG, str. 56–66, Zagreb.
- Barišić, B., M. Liker, S. Hofer, A. Hazdovac, B. Vorel, 2010: Transformacija i homogenizacija digitalnog katastarskog plana – pripremni radovi, Tehničko izvješće, Hrvatski geodetski institut, Zagreb.
- Bašić, T., 2009: Jedinstveni transformacijski model i novi model geoida Republike Hrvatske, M. Bosiljevac (ur.), Izvješće o znanstveno-stručnim projektima, 2006.–2008. godine, Državna geodetska uprava, str. 5–22, Zagreb.
- Liker, M., B. Barišić, J. Katić, T. Bašić, 2010: Transformacija DKP-a u HTRS96/TM pomoću Jedinstvenog transformacijskog modela, D. Medak (ur.), Zbornik radova četvrtog hrvatskog kongresa o katastru s međunarodnim sudjelovanjem, Hrvatsko geodetsko društvo, str. 253–269, Zagreb.
- DGU, 2005: Program uvođenja službenih geodetskih datuma i ravninskih kartografskih projekcija Republike Hrvatske, Državna geodetska uprava, Zagreb.
- DGU, 2007: Specifikacije za vektorizaciju katastarskih planova koji se izrađuju sa CAD/GIS softverima, Državna geodetska uprava, Zagreb.
- DGU, 2009: Tehničke specifikacije za postupke računanja i podjelu na listove službenih karata i detaljne listove katastarskog plana u kartografskoj projekciji Republike Hrvatske – HTRS96/TM, Državna geodetska uprava, Zagreb.
- ISO, 2007: International Standard ISO 19111: Geographic information — Spatial referencing by coordinates, Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- Narodne novine, 1999: Zakon o državnoj izmjeri i katastru nekretnina, br. 128.
- Narodne novine, 2004: Odluka o utvrđivanju službenih geodetskih datuma i ravninskih kartografskih projekcija republike Hrvatske, br. 110.
- Narodne novine, 2007: Zakon o državnoj izmjeri i katastru nekretnina, br. 16.
- Roić, M., V. Cetl, 2002: Transformacije geometrijskih podataka u katastru, Geodetski list 3, str. 155–169, Zagreb.
- Roić, M., V. Cetl, M. Mađer, H. Tomić, B. Stančić, 2009: Homogenizacija katastarskog plana – I. faza, M. Bosiljevac (ur.), Izvješća o znanstveno stručnim projektima 2006.–2008. godina, DGU, str. 61–78, Zagreb.
- Roić, M., V. Cetl, M. Mađer, H. Tomić, B. Stančić, 2010: Homogenizacija katastarskog plana – II. faza, Završno tehničko izvješće, Geodetski fakultet u Zagrebu, Zagreb.

SUMMARY: Cadastral data play important role in many fields directly or indirectly associated with their use (land surveying, architecture and urban planning, civil engineering, agronomy, forestry, transport, tourism, etc.). In forestry cadastral data mostly are used to manage forest land through the planning, protection, conservation and sustainable development.

In past 10 years there are significant changes in legislation concerning the official spatial data which are also reflected on the cadastral data. Certainly two of the most important changes are the introduction of new geodetic datum and map projection, and also transition to real estate cadastre. These processes for a wide range of users will induce new investments in the transformation of existing, or acquisition of new related maps in the new datum and projection if they want to be overlaid with the cadastral data.

Except the transformation to new datum and projection, in the process of transition from land cadastre to real estate cadastre it is necessary to conduct homogenization. This process is needed after transformation, for cadastral municipalities with older cadastral surveys conducted with graphical method. This process is required for solving poor cadastral plan geometric accuracy

related to graphical method technical limitations. Homogenization is defined with identical points collected by the usage of Digital OrtoPhoto in scale 1:5000 (DOP5).

Since Croatia is on the beginning of this kind of works, this paper examines the transformation methods of cadastral data and the optimal selection of identical point's density on the sample of cadastral district Brckovljani (Figure 1).

The transformations of cadastral data were performed by the national GRID model transformation and 7-parameter transformation (Table 1). For transformations control purposes, coordinates of 4 trigonometric points measured with CROPOS system (directly in new datum with specified precision of 2 cm) are used. Statistical values for the GRID transformation meet the expectations (Table 2, left), and some improvements in 7-parameter transformation (Table 2, right) could be expected if locally estimated parameters will be used. However, main problems with the local parameters are extra efforts for their district level estimation and related complications with continuity of transformations on district borders. The GRID transformation model, after it become official, seems like appropriate solution.

In the process of homogenization basic principle for the selection of an identical point is its stability since the time of cadastral survey. Most of the cadastral plans (approximately 75%) are created by surveys older than 100 years, so this principle is very difficult to meet. Before the selection of identical points, 200 x 200 meters grid was constructed to support their easier selection and regular distribution. Selection is performed in 3 different densities overlaying DOP5 (density I – 0,16 IP/ha, density II – 0,07 IP/ha and density III – 0,02 IP/ha). For the control of identical point's density impact on the final results of homogenization, set of 44 control points is used. The situation with geometry of the cadastral plan before homogenization could be seen in Figure 3 and Table 3. Impact of identical point's density is evaluated comparing statistics on control points before homogenization (Table 3, right), and after this process (Table 4). Only the densest set of identical points (0,16 IP/ha) has statistical indicators better after than before homogenization. Density has crucial impact on the costs of the homogenization process but on this example it is easy to see that savings in this segment could degrade geometry of cadastral plan which is unacceptable.

Key words: cadastre, transformation, homogenization, HTRS96/TM, digital cadastral map