



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU - GEODETSKI FAKULTET  
UNIVERSITY OF ZAGREB - FACULTY OF GEODESY

Zavod za primijenjenu geodeziju; Katedra za upravljanje prostornim informacijama  
Institute of Applied Geodesy; Chair of Spatial Information Management  
Kačićeva 26; HR-10000 Zagreb, CROATIA  
Web: [www.upi.geof.hr](http://www.upi.geof.hr); Tel.: (+385 1) 46 39 222; Fax.: (+385 1) 48 28 081

***Usmjerenje: Geoinformatika***

DIPLOMSKI RAD

**Prevođenje katastarskih podataka u HTRS96/TM**

**Izradio:**

*Ivica Šarušić*

*0007168089*

*Palit 36*

*Rab*

[isarusic@geof.hr](mailto:isarusic@geof.hr)

Mentor: doc. dr. sc. Vlado Ceti

Zagreb, lipanj 2010.

**Zahvala:**

*Zahvaljujem svom mentoru doc. dr. sc. Vladi Cetlu na trudu, pomoći i svim savjetima i komentarima danim prilikom izrade ovog diplomskog rada.*

*Zahvaljujem se zaposlenicima Hrvatskog geodetskog instituta, Bojanu Barišiću, Siniši Hoferu, Mihajli Liker, Ankici Hazdovac i Branki Vorel, na pruženoj pomoći te brojnim savjetima, komentarima i objašnjenjima danima prilikom izrade ovog diplomskog rada.*

*Hvala i svima onima koji su moje studiranje učinili ljepšim, ugodnijim i sretnijim.*

*I naravno onima koji su ga omogućili, mojim roditeljima.*

### ***I. Autor***

Ime i prezime: Ivica Šarušić

JMBAG: 0007168089

Datum i mjesto rođenja: 18.09.1986., Rab

### ***II. Diplomski rad***

Predmet:

Naslov: Prevođenje katastarskih podataka u HTRS96/TM

Mentor: doc. dr. sc. Vlado Cetl

Voditelj: doc. dr. sc. Vlado Cetl:

### ***III. Ocjena i obrana***

Datum zadavanja zadatka: 01. 02. 2010.

Datum obrane: 18. 06. 2010.

Sastav povjerenstva pred kojim je branjen diplomski rad:

1. doc. dr. sc. Vlado Cetl
2. prof. dr. sc. Marko Džapo
3. doc. dr. sc. Dražen Tutić

## Prevođenje katastarskih podataka u HTRS96/TM

Ivica Šarušić

**Sažetak:** Zakon o državnoj izmjeri i katastru nekretnina propisuje održavanje Katastra zemljišta i njegovo postupno prilagođivanje Katastru nekretnina i putem pojedinačnog prevođenja katastarskih čestica u Katastar nekretnina. Jedan od ključnih preduvjeta za početak pojedinačnog prevođenja je homogenizacija katastarskog plana za katastarske općine za koje je katastarski plan izvorno izrađen grafičkom izmjerom i njegova transformacija u novi službeni referentni koordinatni sustav HTRS96/TM. Za katastarske općine koje su izvorno izrađene numeričkim izmjerama u sustavu Gauss-Krügerove projekcije predviđa se konverzija u HTRS96/TM. Ovaj diplomski rad se bavi ispitivanjem metoda transformacije katastarskih podataka kao i izborom najbolje gustoće identičnih točaka potrebnih za proces homogenizacije katastarskog plana. Transformacija katastarskih podataka obavljena je korištenjem jedinstvenog transformacijskog modela i 7 – parametarske transformacije. S obzirom na gustoću određena su tri uzorka identičnih točaka uspoređujući vektorizirani digitalni plan sa digitalnim ortofotom mjerila 1:5000 katastarske općine Brckovljani.

**Ključne riječi:** katastar, transformacije, homogenizacija, HTRS96/TM

### **Transition of cadastral data to HTRS96/TM**

**Abstract:** Law on State Survey and Real Estate Cadastre provides maintenance of land cadastre and its gradual adaptation to real estate cadastre through individual interpretation of cadastral parcels in the cadastre of real estate. One of the key prerequisites for the start of the individual interpretation is homogenization of the cadastral plan of cadastral municipalities for which the cadastral plan was originally created with graphic survey and its transformation into the new official reference coordinate system HTRS96/TM. For cadastral municipalities which were originally developed with numerical survey in system of Gauss-Krüger projection, it predicts the conversion into HTRS96/TM. This master thesis deals with the study of methods of transformation of cadastral data and the best selection of identical density of points required for the process of homogenization of the cadastral plan. The transformation of cadastral data was performed using a single model transformational and 7 - parametric transformation. Given the density three samples of identical points were determined by comparing vectorized digital plan with a digital orthophoto scale 1:5000 of cadastral municipality Brckovljani.

**Keywords:** cadastre, transformation, homogenization, HTRS96/TM



# Prevođenje katastarskih podataka u HTRS96/TM

Ivica Šarušić

## S A D R Ž A J

<b>1. UVOD</b> .....	<b>7</b>
<b>2. KATASTAR</b> .....	<b>9</b>
2.1. KATASTAR ZEMLJIŠTA.....	10
2.2. KATASTAR NEKRETNINA.....	12
<b>3. PREVOĐENJE PODATAKA DIGITALNOG KATASTARSKOG PLANA U NOVI SUSTAV HTRS96/TM</b> .....	<b>14</b>
3.1. REFERENTNI SUSTAVI KATASTRA REPUBLIKE HRVATSKE .....	15
3.1.1. <i>Koordinatni sustavi Austrijskog katastra</i> .....	16
3.1.2. <i>Koordinatni sustavi Mađarskog katastra</i> .....	17
3.1.3. <i>Koordinatni sustavi Jugoslavenskog katastra</i> .....	18
3.1.4. <i>Novi referentni koordinatni sustav i projekcija</i> .....	19
3.2. METODE TRANSFORMACIJE KOORDINATA .....	22
3.2.1. <i>Simple Block Shift metoda</i> .....	23
3.2.2. <i>Transformacija Molodenskog</i> .....	23
3.2.3. <i>3D slična 7-parametarska transformacija</i> .....	24
3.2.4. <i>GRID metoda</i> .....	25
3.2.5. <i>Globalna transformacija</i> .....	27
3.2.6. <i>Lokalna transformacija</i> .....	29
3.2.7. <i>Konverzija</i> .....	31
<b>4. PROGRAMSKA PODRŠKA</b> .....	<b>32</b>
4.1. AUTOCAD MAP 3D .....	32
4.2. T7D .....	34
<b>5. TRANSFORMACIJA PODATAKA VEKTORIZIRANOG DIGITALNOG KATASTARSKOG PLANA K.O. BRCKOVLJANI U HTRS96/TM</b> .....	<b>37</b>
5.1. KATASTARSKA OPĆINA K.O. BRCKOVLJANI.....	37
5.2. TRANSFORMACIJA PODATAKA VDKP-A K.O. BRCKOVLJANI .....	38
5.3. PREUZETI PODACI .....	39
5.4. TRANSFORMACIJA PODATAKA VDKP-A K.O. BRCKOVLJANI POMOĆU JEDINSTVENOG TRANSFORMACIJSKOG MODELA.....	39
5.5. TRANSFORMACIJA PODATAKA VDKP-A POMOĆU PROGRAMA AUTOCAD MAP .....	41
5.6. TERENSKA MJERENJA POMOĆU CROPOS SUSTAVA .....	46
5.7. ANALIZA REZULTATA TRANSFORMACIJE .....	48
5.7.1. <i>Analiza koordinata trigonometara</i> .....	48
5.7.2. <i>Analiza površina katastarskih čestica nakon transformacije</i> .....	50
<b>6. HOMOGENIZACIJA VDKP-A K.O. BRCKOVLJANI</b> .....	<b>52</b>
6.1. PREUZETI PODACI .....	52
6.2. VIZUALNA USPOREDBA POLAZNIH PODATAKA .....	55



---

6.3.	PROCES HOMOGENIZACIJE VDKP-A.....	56
6.3.1.	<i>Standardiziranje VDKP-a k.o. Brckovljani</i> .....	57
6.3.2.	<i>Izbor identičnih točaka</i> .....	58
6.3.3.	<i>Transformacija podataka katastarskog plana</i> .....	61
6.4.	TERENSKA MJERENJA KONTROLNIH TOČAKA CROPOS SUSTAVOM .....	62
6.5.	ANALIZA REZULTATA PROVEDENE HOMOGENIZACIJE .....	64
6.5.1.	<i>Identične točke</i> .....	64
6.5.2.	<i>Kontrolne točke</i> .....	66
6.5.3.	<i>Površine</i> .....	68
6.6.	SADRŽAJ PRILOŽENOG MEDIJA (CD-A, DVD-A).....	69
	<b>ZAKLJUČAK</b> .....	<b>71</b>

Literatura

Popis slika

Popis tablica

Životopis

## 1. Uvod

1817. godine Republika Hrvatska se nalazila u sastavu Austro-Ugarske monarhije. Proglašenjem Carskog patenta počelo je osnivanje katastra zemljišta na području Austro-Ugarske monarhije a samim time i na području RH. Ta izmjera trajala je sve do 1884. godine. Njenim završetkom RH je imala uspostavljen katastar na cijelom svom području ali u četiri različita sustava. Katastarska izmjera se u to doba vršila grafičkom metodom koja se još naziva i metoda geodetskog stola. Njom je katastarski plan nastajao na terenu.

Nakon prvog svjetskog rata RH ulazi u sastav Kraljevine Jugoslavije. 1924. godine uvodi se Gauss-Krügerova projekcija meridijanskih zona za područje cijele Kraljevine Jugoslavije. U to doba započinju i prve numeričke izmjere koje su se oslanjale na državnu trigonometrijsku mrežu.

1990. godine Republika Hrvatska se osamostaljuje i postaje neovisna. Negdje u to doba počinje i razvoj GNSS metoda izmjere za civilne svrhe. Katastarski planovi se počinju izrađivati na osnovu izmjera koje se oslanjaju na homogena polja razvijena GNSS metodama.

Pregledom kroz povijest utvrđuje se današnje stanje katastra u RH. 75 % listova katastarskog plana koji su u službenoj uporabi i dalje su listovi nastali grafičkom metodom izmjere. 20 % službenih listova katastarskog plana je izrađeno numeričkom izmjerom na temelju stare državne trigonometrijske mreže dok se za tek 5 % područja RH izrađuju listovi katastarskog plana nastali oslanjanjem na homogena polja razvijena GNSS metodama. Sve to dovodi do nesklada i nehomogenosti katastarskog operata te do jednog konfuznog stanja koje se u novije vrijeme pokušava riješiti.

1999. godine sabor RH donosi Zakon o državnoj izmjeri i katastru nekretnina. To je prvi korak ka uspostavi jednog uređenog katastarskog sustava u RH. Njime katastar zemljišta ostaje na snazi u trenutnom obliku sve dok ga za pojedinu katastarsku općinu ne zamjeni katastar nekretnina. 2004. odlukom Vlade RH uvode se novi referentni koordinatni sustav kartografske projekcije HTRS96/TM. Donošenjem ove odluke potrebno je sve katastarske planove koji se nalaze u povijesnim geodetskim datumima i ravninskoj kartografskoj projekciji transformirati u novi datum i novu kartografsku projekciju. Iz tog razloga Državna geodetska uprava donosi program uvođenja novih geodetskih datuma za razdoblje od 2005. godine do 2009. godine. Zadatom C definira se prelazak katastarskih podataka u novi sustav.

Dio analognih listova katastarskog plana počinje se digitalizirati već 2001. godine u okviru programa državne izmjere i katastra nekretnina te se taj posao nastavlja programom uvođenja novih geodetskih datuma. Danas za područje čitave RH postoji vektorizirani digitalni katastarski plan (VDKP). Listovi analognog katastarskog plana nastali grafičkom metodom izmjere su prilikom vektorizacije transformirani u Hrvatski Državni koordinatni sustav (HDKS) upotrebom affine transformacije prema parametrima danima u Borčić i Frančula 1969.



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 preuvjete od kojih je najvažniji homogenizacija katastarskog plana.

Ovaj rad se upravo bavi pitanjem homogenizacije katastarskog plana te transformacijom njegovog sadržaja u HTRS96/TM, koja bi trebala biti sastavni dio homogenizacije katastarskog plana. U radu su ispitani različiti načini transformacije podataka katastarskog plana u HTRS96/TM te je ispitan utjecaj gustoće identičnih točaka potrebnih za homogenizaciju katastarskog plana.



## 2. Katastar

Katastar je na česticama zasnovani zemljišni informacijski servis s aktualnim podacima o nekretninama/zemljištu i interesima (Roić 2006).

Nastanak riječi katastar ima više povijesnih objašnjenja. Prema nekima riječ katastar dolazi od latinske riječi "capitastrum" koja je u doba Rimskog Carstva bila naziv za knjigu rasporeda poreza i drugih davanja od zemljišta dok drugi smatraju da ona dolazi od grčke riječi "katastichon", što je bio izraz za popis poreznih obveznika.

Praćenje podataka o zemljištu seže u daleku prošlost. Jedan od prvih zapisa je onaj grčkog povjesničara Herodota koji spominje perzijskog kralja Darija i njegovo uvođenje plaćanja poreza na prihod od zemljišta u osvojenim zemljama Male Azije zbog čega je naredio utvrđivanje prostorne veličine posjeda i dohodak. Stari Egipćani su zemljište uz rijeku Nil grafički i opisno prikazivali da bi mogli ponovno uspostaviti međe koje su nakon izlivanja rijeke i plavljenja zemljišta bile izgubljene.

Prvi zapisi o izmjeri zemljišta na našem prostoru sežu u 1756. godinu. Te je godine po nalogu mletačkog namjesnika za Dalmaciju Grimanija obavljena izmjera sjeverne Dalmacije i izrađeni su planovi (mape) koji prikazuju čestice zemljišta. Ti su planovi poznati kao Grimanijeve mape, sačuvane su za 56 sela i pohranjene su u Državnom arhivu u Zadru.

Godine 1785. austrijski car Josip II. započinje izmjeru radi uspostave katastra zemljišta na cijelom području Carevine s ciljem pravilnog oporezivanja zemljišta. Izmjera je trajala do 1790. godine kada stupa na snagu. Već nakon godinu dana Leopold II. tzv. Jozefinski katastar stavlja izvan snage zbog njegove loše izvedbe.

23. prosinca 1817. godine proglašenjem Carskog patenta počelo je osnivanje katastra zemljišta. Tim patentom određeno je da se odmah pristupi katastarskoj izmjeri i klasiranju zemljišta te izradi katastarskog operata u svim zemljama Carevine. Čitav posao oko uspostavljanja katastra zemljišta na našem području trajao je od 1818. do 1884. godine.

Nakon prvog svjetskog rata Hrvatska se našla u sastavu Kraljevine Jugoslavije. Onaj dio kraljevine koji nije bio pod Austro-Ugarskom nije imao katastarski operat te se pristupilo katastarskoj izmjeri neizmjenjenih površina. U tom razdoblju započinju i prve numeričke izmjere. 1924. godine uvedena je jedinstvena projekcija za cijelo područje Kraljevine Jugoslavije, tzv. Gauss-Krügerova projekcija meridijanskih zona.

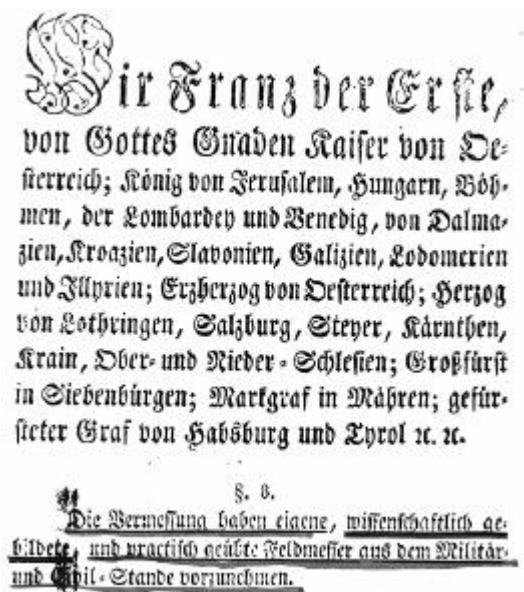
Od 1. ožujka 2000. godine u Hrvatskoj se primjenjuje zakon o državnoj izmjeri i katastru nekretnina. Tim zakonom počinje postupno prevođenje katastra zemljišta u katastar nekretnina. Novom katastarskom izmjerom pojedinih katastarskih općina osniva se katastar nekretnina dok se za ostale katastarske općine i dalje vodi katastar zemljišta do njegove zamjene katastrom nekretnina.

## 2.1. Katastar zemljišta

Katastar zemljišta je evidencija o zemljištu namijenjena gospodarskim, pravnim, upravnim, poreznim, statističkim i drugim potrebama organa, organizacija udruženog rada i drugih organizacija i građana (NN 1974).

Hrvatska je tokom cijele svoje povijesti bila sastavni dio neke druge države ili više njih. Iz tog razloga se proces uspostavljanja katastra zemljišta odvija u različitim vremenskim razdobljima i pod različitim uvjetima.

Nakon nekoliko neuspjelih pokušaja uspostave katastra zemljišta u Austro-Ugarskoj monarhiji car Franjo I. 23. prosinca 1817. godine proglašava Carski patent (Slika 1) kojim je bilo određeno da se odmah pristupi katastarskoj izmjeri i klasiranju zemljišta te izradi katastarskog operata u svim zemljama Carevine. Čitav posao oko uspostavljanja katastra zemljišta na našem području trajao je od 1818. do 1884. godine.



Slika 1. Carski patent (Roić 2006)

Katastarska izmjera zemljišta u Hrvatskoj razlikuje se prema vremenskom razdoblju u kojem je obavljena i kakva je metoda mjerenja primijenjena pri izmjeri terena. Dakle, ovisno o vremenskom razdoblju u kojem je izvršena izmjera ovisi i upotrijebljena metoda izmjere.

S obzirom na metode katastarske izmjere zemljišta katastarske planove možemo podijeliti na:

1. Katastarske planove nastale grafičkom metodom – geodetski stol
2. Katastarske planove nastale numeričkom metodom – polarna i ortogonalna metoda
3. Katastarske planove nastale numeričkom izmjerom – fotogrametrijska metoda

Prema vremenskom razdoblju katastarske izmjere zemljišta područje Hrvatske možemo podijeliti na:

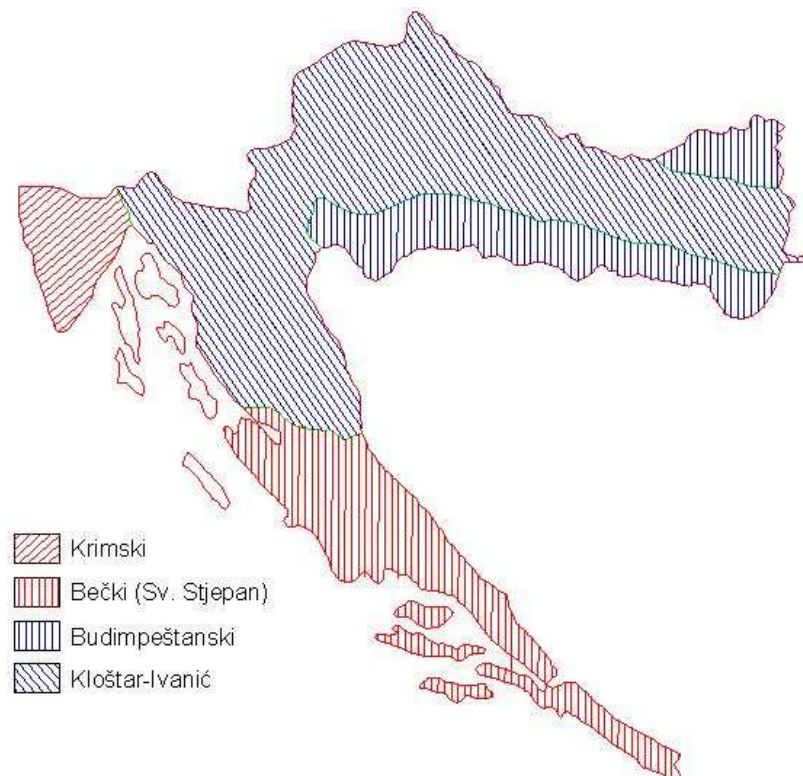
1. Austrijski katastar
2. Mađarski katastar
3. Jugoslavenski katastar

S obzirom na dugi vremenski period i veliko područje prve katastarske izmjere katastarski planovi koji pokrivaju područje Republike Hrvatske izrađeni su u više koordinatnih referentnih sustava (Slika 2.):

1. Bečki koordinatni sustav
2. Krimski koordinatni sustav
3. Budimpeštanski koordinatni sustav
4. Kloštar-Ivanički koordinatni sustav

Jedinica za dužini u toj izmjeri bila je 1 hvat. Prvotno mjerilo plana je  $1'' = 40''$  tj. jedan palac na planu je jednak 40 hvati u naravi. Budući da se hvat dijelio na 6 stopa, a svaka stopa na 12 palaca (1 hvat = 72 palca), mjerilo je tih planova  $1:40 \times 72 = 1:2880$  (Roić i dr. 1999).

Jedinica za površine je bila četvorni hvat a veća jedinica jutro ili ral koje ima 1600 čhv. (1 čhv =  $3.596652 \text{ m}^2$ ; 1 jutro =  $5754.542 \text{ m}^2$ ).



*Slika 2. Referentni sustavi Austro-Ugarskog katastra*

1924. godine uvedena je Gauss-Krügerova projekcija meridijanskih zona kao jedinstvena projekcija za cijelo područje Kraljevine Jugoslavije. Uvođenjem te projekcije područje republike Hrvatske se preslikava u 2 koordinatna sustava, tzv. 5. i 6., od 3 koordinatna sustava u koliko je područje Kraljevine Jugoslavije bilo preslikano (Slika 6.).

## **2.2. Katastar nekretnina**

1999. godine Zakonom o državnoj izmjeri i katastru nekretnina 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.

Zakonom o državnoj izmjeri i katastru nekretnina iz 2007. godine, Katastar nekretnina evidencija je o česticama zemljine površine, zgradama i drugim građevinama koje trajno leže na zemljinoj površini ili ispod nje te o posebnim pravnim režimima na zemljinoj površini, ako zakonom nije drukčije određeno (NN 2007).

Osnovna prostorna jedinica katastra nekretnina je katastarska čestica (NN 2007). Katastarska čestica dio je područja katastarske općine, odnosno katastarskog područja na moru, određen brojem katastarske čestice i njezinim granicama. Granice katastarske čestice mogu biti međe ili druge granice koje određuju pravni odnosi na zemljinoj površini uređeni posebnim propisima (NN 2007).

Katastarski operat katastra nekretnina može se izrađivati i postupno, prevođenjem jedne ili više katastarskih čestica katastra zemljišta u katastarske čestice katastra nekretnina (osnivanje katastarskih čestica katastra nekretnina za dio katastarske općine) u katastarskim općinama u kojima postoje preduvjeti propisani zakonom i odgovarajuća odluka središnjeg ureda. Način vođenja katastra zemljišta u prijelaznom razdoblju do izrade katastra nekretnina definiran je Pravilnikom o katastru zemljišta (NN 2007).

Da bi se katastarski operat mogao izrađivati postupno, moraju biti ostvareni sljedeći preduvjeti:

- usklađeno područje i granice katastarskih općina u katastru i zemljišnim knjigama,
- donesen plan podjele na područja u kojima se katastarskim česticama pridružuje podatak istoj adresi katastarske čestice,
- izrađen elaborat geodetske osnove,
- izrađena podjela na detaljne listove katastarskog plana
- izrađen katastarski plan u digitalnome obliku,
- izrađen digitalni ortofotoplan i digitalni model terena,
- provedena homogenizacija katastarskoga plana,

- uspoređen digitalni katastarski plan s knjižnim dijelom katastarskog operata katastra zemljišta i izrađeni popisi razlika,
- postojeći podaci katastra zemljišta prevedeni u popise i posjedovne listove katastra nekretnina,
- ustrojene zbirka parcelacijskih i drugih geodetskih elaborata i zbirka isprava sukladno ovome Zakonu.

Za oko 5 % teritorija Republike Hrvatske u tijeku je osnivanje Katastra nekretnina novom izmjerom. Katastarski planovi za taj dio Republike Hrvatske nastaju izmjerom koja se oslanja na homogena polja razvijena GNSS metodama kao i danas aktualnim sustavom CROPOS. Za listove katastarskog plana nastale na osnovu izmjera oslonjenih na staru državnu trigonometrijsku mrežu, oko 20% državnog teritorija, te kod listova katastarskog plana nastalih na osnovu grafičkih izmjera, oko 75% državnog teritorija, potrebno je postupno prelaženje iz Katastra zemljišta u Katastar nekretnina putem pojedinačnog prevođenja. Pritom će se za prvo navedene obaviti konverzija u HTRS96/TM, a za potonje homogenizacija.

### **3. Prevođenje podataka digitalnog katastarskog plana u novi sustav HTRS96/TM**

Prevođenje podataka digitalnog katastarskog plana u novi sustav obavlja se transformacijom. Transformacija koordinata je promjena koordinata iz jednog referentnog koordinatnog sustava u drugi referentni koordinatni sustav uz pomoć odnosa jedan-prema-jedan i na temelju različitog datuma (transformacija koordinata koristi parametre koji se mogu izvesti empirijski uz pomoć niza zajedničkih točaka u oba referentna koordinatna sustava) (Bašić 2008).

Konverzija (pretvorba) koordinata je promjena koordinata na temelju odnosa jedan-prema-jedan, iz jednog koordinatnog sustava u drugi na temelju istog datuma (Bašić 2008).

Prema preporuci OpenGIS® (2001), a koja je u skladu s dokumentom ISO 19111 Geographic Information – Spatial referencing by coordinates, 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) (Ročić i Cetl 2002).

2004. godine odlukom Vlade Republike Hrvatske a na prijedlog Državne geodetske uprave uvode se novi službeni geodetski datumi i ravninske kartografske projekcije Republike Hrvatske. Donošenjem ove odluke potrebno je sve katastarske planove koji se nalaze u povijesnim geodetskim datumima i ravninskoj kartografskoj projekciji transformirati u novi datum i novu kartografsku projekciju. Novi geodetski datumi i ravninske projekcije trebali su biti u službenoj uporabi najkasnije do 1. siječnja 2010. godine.

Zakonska osnova za donošenje ove Odluke sadržana je u članku 9. stavku 2. Zakona o državnoj izmjeri i katastru nekretnina (NN 128/99), koji glasi:

(1) Geodetski prostorni sustav Republike Hrvatske određen je povijesnim geodetskim datumima (položajni, visinski i gravimetrijski) i ravninskom kartografskom projekcijom do donošenja odluke o utvrđivanju službenih geodetskih datuma i ravninskih kartografskih projekcija Republike Hrvatske.

(2) Odluku o utvrđivanju službenih geodetskih datuma i ravninskih kartografskih projekcija Republike Hrvatske donosi Vlada Republike Hrvatske na prijedlog Državne geodetske uprave.

Do tada su u upotrebi bili povijesni geodetski datumi i ravninske kartografske projekcije koji su naslijeđeni od država u čijem se sastavu Hrvatska nalazila. Ti su referentni sustavi definirani prije više od sto godina te su njihovi geodetsko-prostorni sustavi i polja stalnih točaka uspostavljeni za tadašnjih država, ne vodeći računa o interesima Republike Hrvatske. Uvođenjem novih geodetskih datuma i ravninskih kartografskih projekcija određenih prema vlastitim shvaćanjima, potrebama i interesima Republika Hrvatska rješava se povijesnih geodetskih datuma i projekcija. Novi geodetski datumi, odnosno referentni sustavi, također su usklađeni sa europskim trendovima budući da se vodilo računa o pridruživanja

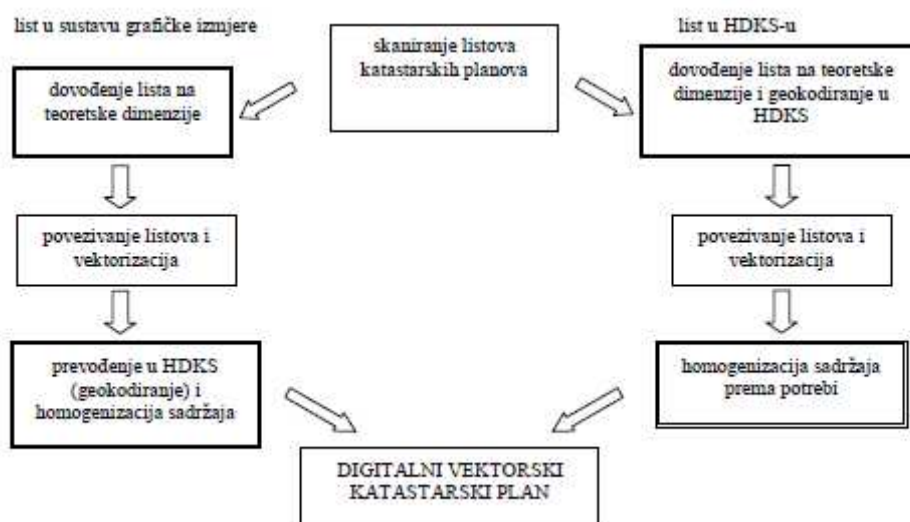
Europskoj Uniji i europskim smjernicama. Vodeći računa o tome, geodetski referentni sustav Republike Hrvatske uspostavljen je kao dio europskog referentnog sustava te je time omogućena nesmetana i jednostavna razmjena podataka sa međunarodnim institucijama u svrhu realizacije međunarodnih projekata i uključivanja u europske i svjetske sustave. Također je omogućen napredak i kvalitetnije izvođenje geodetskih poslova, s obzirom na napredak i razvoj tehnologije, a koji je do sada bio kočn upotrebom povijesnog geodetskog referentnog sustava.

Položajnom referentnom koordinatnom sustavu Republike Hrvatske u kojem su koordinate 78 osnovnih geodetskih točaka određene 1996. godine određuje se naziv – Hrvatski terestrički referentni sustav za epohu 1995.55 – skraćeno HTRS96 (NN 2004).

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.

### 3.1. Referentni sustavi katastra Republike Hrvatske

S obzirom da se kroz povijest Republika Hrvatska nalazila u sastavu različitih država, broj koordinatnih sustava u kojima se nalaze listovi katastarskog plana je velik. Drugi čimbenik koji je utjecao na to u kojem je koordinatnom sustavu katastarski plan napravljen je metoda izmjere, koja zavisi o godini izrade katastarskog plana.



Slika 3. Transformacije u postupku izrade digitalnog vektorskog katastarskog plana (Roić i Cetl 2002.)

Donošenjem Zakona o Državnoj izmjeri i katastru nekretnina 1999. godine propisuje se vođenje katastarskog operata elektronskom obradom i njegova izrada u digitalnom obliku. Ovom odredbom neposredno se propisuje i prevođenje postojećih operata (ponajprije tehničkog dijela jer je knjižni dio uglavnom

digitaliziran) u digitalni oblik. Postupkom digitalizacije listova katastarskog plana, oni listovi katastarskog plana koji su se nalazili u sustavu grafičke izmjere digitalizirani su i prevedeni u Hrvatski državni koordinatni sustav (HDKS) upotrebom afine transformacije prema parametrima danima u Borčić i Frančula 1969., a oni koji su se nalazili u HDKS-u su samo digitalizirani (Slika 3). Donošenjem novih službenih geodetskih datuma i ravninskih kartografskih projekcija potrebno je sve digitalne katastarske planove transformirati u novu kartografsku projekciju.

### 3.1.1. Koordinatni sustavi Austrijskog katastra

Godine 1818. započinje katastarska izmjera Austro-Ugarske. Temelj izmjere činila je trigonometrijska mreža 1., 2., 3., i 4. reda. Točke 1., 2. i 3. reda određene su numerički, dok su točke 4. reda određene grafički. To je trokutna mreža koja polazi od Beča i ide do našeg područja preko Koruške, Štajerske, sjeverne Hrvatske i Dalmacije, a povezana je preko Kranjske gore s tada postojećom Francusko-talijanskom mrežom na području Venecije. Cjelokupno područje tadašnje Austrije bilo je podijeljeno na sedam koordinatnih sustava, a naše područje je preslikano u dva koordinatna sustava:

#### 1. Bečki koordinatni sustav

- s ishodištem u tornju crkve Sv. Stjepan u Beču, s geografskim koordinatama:

$$\varphi = 48^{\circ} 12' 31''54 \quad \lambda = 34^{\circ} 02' 27''32 \text{ od Ferra}$$

#### 2. Krimski koordinatni sustav

- s ishodištem u triangulacijskoj točki Krim kod Ljubljane, s geografskim koordinatama:

$$\varphi = 45^{\circ} 55' 43''75 \quad \lambda = 32^{\circ} 08' 18''71 \text{ od Ferra}$$

U koordinatne sustave Austrijskog katastra preslikana su područja Istre i Dalmacije (Slika 4).

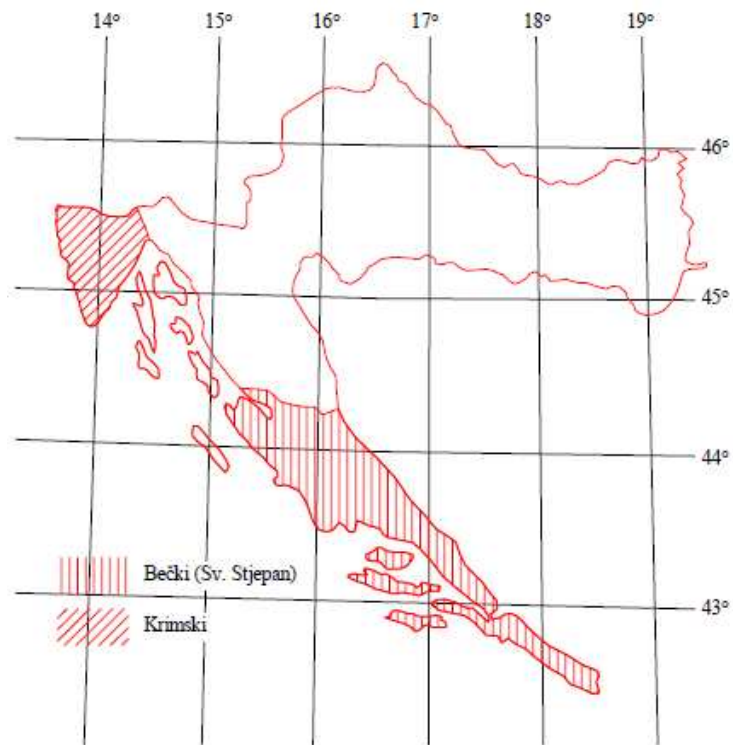
Os x svih koordinatnih sustava je meridijan kroz ishodište s pozitivnim smjerom prema jugu. Os y je pravac okomit na sliku meridijana s pozitivnim smjerom prema zapadu. Prema tome je prvi kvadrant jugozapadni, drugi kvadrant sjeverozapadni, treći kvadrant sjeveroistočni i četvrti kvadrant jugoistočni. Smjerni kut se ovdje naziva još i južni kut.

Širina i visina zona i kolona (dimenzije tzv. temeljnog triangulacijskog lista ili kvadratne milje) je 4000 hvati (1 hv = 1.896484 m). Kolone su označene rimskim brojevima istočno i zapadno od osi x, a zone arapskim brojevima počevši od najsjevernije zone. U Bečkom sustavu os y se nalazi između 48 i 49 zone, a u Krimskom između 18 i 19 zone.

Godine 1873. odlučeno je da se na projekcijskim područjima Austrije uvede metarski sustav, te je izvršena nova podjela na zone i kolone. Ovako dobiveni temeljni listovi imali su dimenzije 8 km po osi y i 10 km po osi x. Svaki temeljni



triangulacijski list podijeljen je na 40 dijelova, dimenzije 1600 x 1250 m (Roić i dr. 1999).



Slika 4. Referentni sustavi Austrijskog katastra (Roić i dr. 1999)

### 3.1.2. Koordinatni sustavi Mađarskog katastra

U referentnim sustavima Mađarskog katastra izrađeni su listovi plana za onaj dio područja Hrvatske koji je prije 1918. godine bio u mađarskom dijelu Austro-Ugarske monarhije, tj. za Hrvatsku bez Istre i Dalmacije. Katastarska izmjera područja Mađarskog katastra trajala je od 1847. do 1877. godine, a izvedena je na isti način kao i izmjera područja Austrijskog katastra. Navedena područja su preslikana u dva koordinatna sustava (Slika 5):

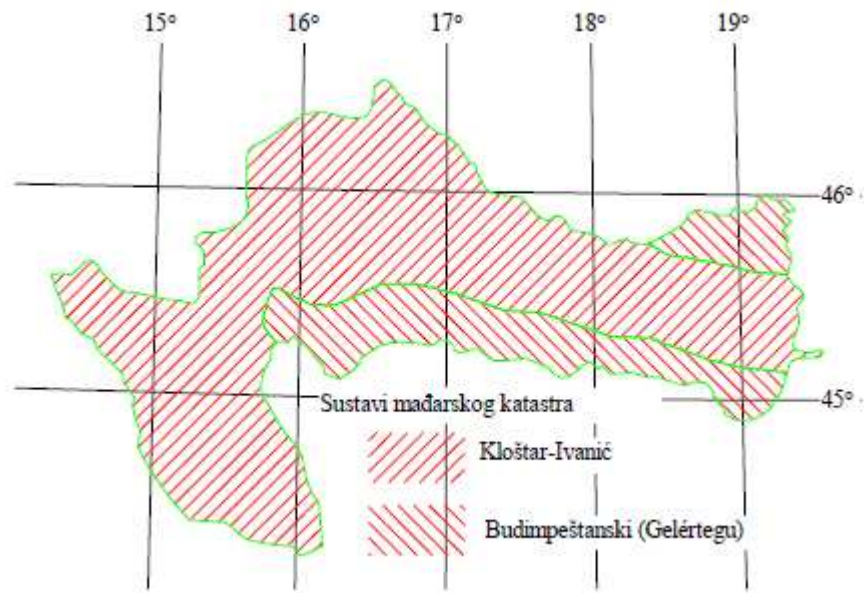
1. Kloštar-Ivanički sustav s ishodištem u franjevačkoj crkvi u Kloštar-Ivaniću, s geografskim koordinatama:

$$\varphi = 45^{\circ} 44' 21''25 \quad \lambda = 34^{\circ} 05' 09''16 \text{ od Ferra i}$$

2. Budimpeštanski sustav s ishodištem u triangulacijskoj točki Gelerthehu u Budimpešti, s geografskim koordinatama:

$$\varphi = 47^{\circ} 29' 09''64 \quad \lambda = 36^{\circ} 42' 53''57 \text{ od Ferra.}$$

Mađarska izmjera izvedena je na isti način kao i austrijska izmjera, pa je i podjela na triangulacijske i detaljne listove identična austrijskim sustavima prije prelaska na metarski sustav mjera.



Slika 5. Referentni sustavi Mađarskog katastra (Roić i dr. 1999)

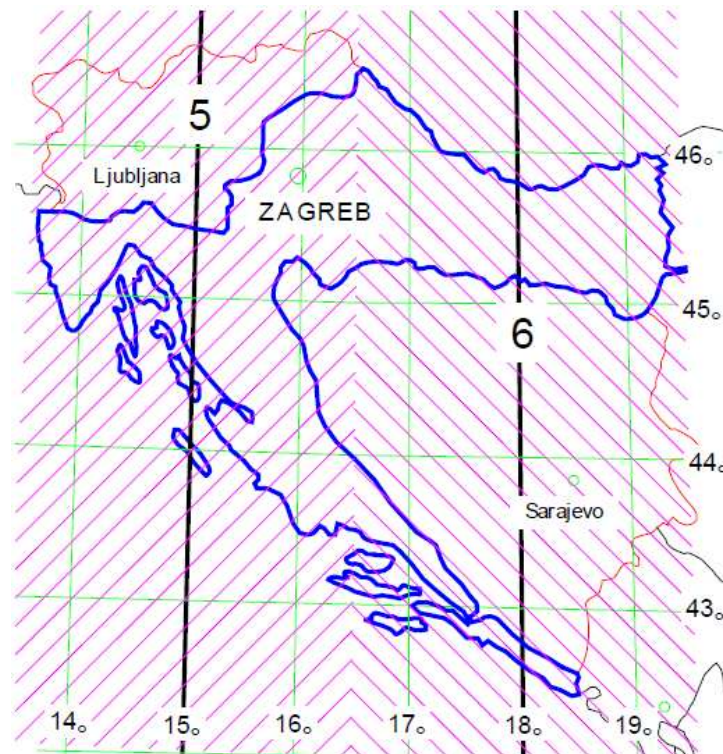
### 3.1.3. Koordinatni sustavi Jugoslavenskog katastra

1924. godine uvedena je Gauss-Krügerova projekcija meridijanskih zona kao jedinstvena projekcija za cijelo područje Kraljevine Jugoslavije. Uvođenjem te projekcije područje Republike Hrvatske se preslikava u 2 koordinatna sustava, tzv. 5. i 6. iz razloga što je projekcija bila definirana tako da se na cijelom području zadaci u praktičnoj geodeziji i katastru mogu rješavati kao zadaci u ravnini (Slika 6). To je bilo omogućeno činjenicom da ta projekcija ne uvodi linearnu deformaciju veću od 1 dm na 1 km. Taj uvjet je razlog zašto nije bilo moguće cijelo područje Hrvatske preslikati u jedinstveni koordinatni sustav.

Paraleloma s osi x na udaljenosti od 22.5 km dijeli se područje svakog sustava na kolone, koje su označene velikim slovima počevši od zapada, tako da os x (meridijan) pada između kolone F i G. Paraleloma s osi y na udaljenosti od 15 km dijeli se područje na redove, koji su označeni arapskim brojevima počevši od najjužnijeg reda, koji zahvaća teritorij Hrvatske.

Da na području preslikavanja ne bude negativnih koordinata y, dodaje se osi x vrijednost od 500 000 m. Prema tome će sve koordinate y s vrijednošću manjom od ove biti zapadno, a s vrijednošću većom od ove istočno od osi x. Pred ordinatu y stavlja se na mjesto milijuna broj sustava u kojem se točka nalazi. Tako osi x imaju ordinatu y: 5 500 000 m u petom i 6 500 000 m u šestom sustavu.

Ovakvom razdiobom na zone i kolone dobiveni temeljni triangulacijski listovi, dimenzija 22.5 x 15.0 km, dijele se na detaljne listove u ovisnosti od mjerila u kome je izmjera na nekom dijelu kartirana (Roić i dr. 1999).



Slika 6. Referentni sustavi Jugoslavenskog katastra (Roić i dr. 1999)

#### 3.1.4. Novi referentni koordinatni sustav i projekcija

Europski terestrički referentni sustav za epohu 1989,0 (*European Terrestrial Reference System 1989*) – skraćeno ETRS89, utvrđuje se službenim nepromjenjivim i o vremenu neovisnim položajnim referentnim koordinatnim sustavom za Republiku Hrvatsku.

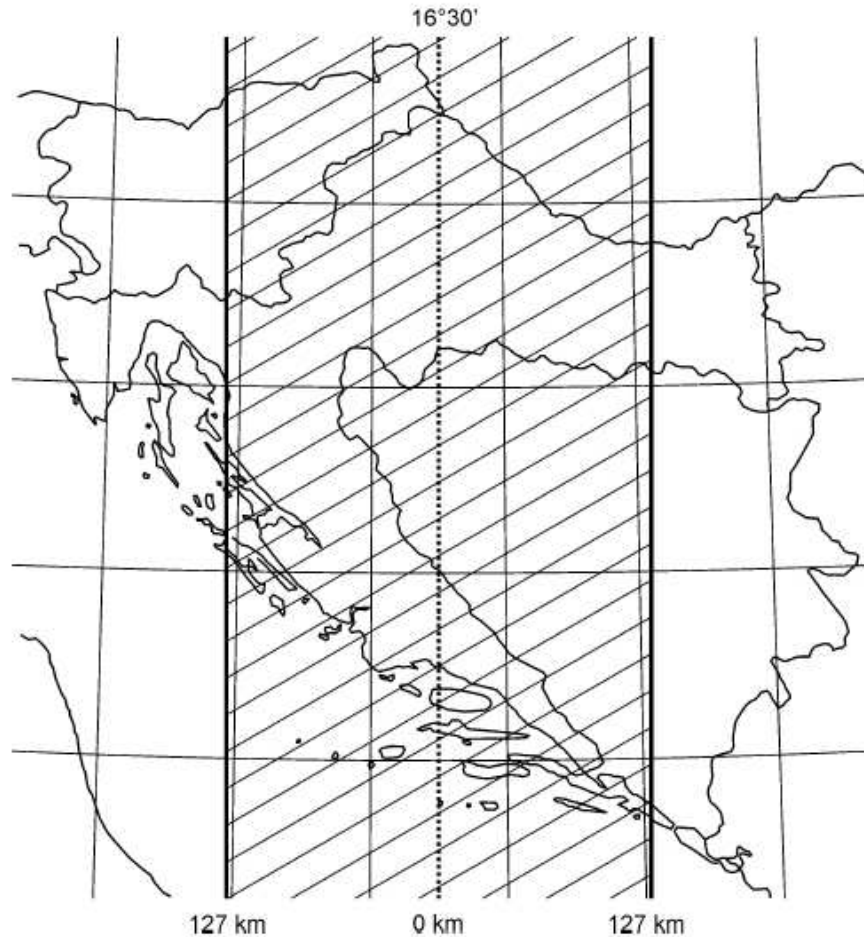
Elipsoid GRS80 s veličinom velike poluosi  $a = 6378137,00$  m i spljoštenošću  $\mu = 1/298,257222101$  određuje se službenim matematičkim modelom za Zemljino tijelo u Republici Hrvatskoj.

Položajnom referentnom koordinatnom sustavu Republike Hrvatske u kojem su koordinate 78 osnovnih geodetskih točaka određene 1996. godine određuje se naziv – Hrvatski terestrički referentni sustav za epohu 1995.55 – skraćeno HTRS96.

Položajna mreža koju čini 78 osnovnih trajno stabiliziranih geodetskih točaka čije su koordinate određene u ETRS89, određuje se osnovom položajnog referentnoga koordinatnog sustava Republike Hrvatske.

Koordinatni sustav poprečne Mercatorove (Gauss-Krügerove) projekcije – skraćeno HTRS96/TM, sa središnjim meridijanom  $16^{\circ}30'$  i linearnim mjerilom na središnjem meridijanu 0,9999 određuje se projekcijskim koordinatnim sustavom Republike Hrvatske za područje katastra i detaljne državne topografske kartografije. Usvojena kartografska projekcija prekriva čitavo područje Republike Hrvatske jedinstvenim koordinatnim sustavom. Posljedica toga je da su linearne deformacije u područjima udaljenim manje od 127 km od srednjeg meridijana manje od 1dm na 1 km, a što se smatra prihvatljivim za radove katastra,

inženjerske geodezije i topografije. U ostalim područjima Republike Hrvatske koja su udaljena više od 127 km istočno i zapadno od srednjeg meridijana potrebno je prilikom računanja u ravnini projekcije uzeti u obzir i deformacije projekcije (Slika 7).



*Slika 7. Područje koje se preslikava s apsolutnim deformacijama manjim od 1 dm/km (DGU 2009)*

U projekcijskom sustavu HTRS96/TM projekcija ekvatora predstavlja ordinatnu os E (istočno), a projekcija srednjeg meridijana apscisnu os N (sjeverno).

Da bi se izbjegle negativne ordinate dodajemo svim ordinatama 500 000 metara odnosno os E ima koordinatu  $E = 500\,000$  metara. Tako točke koje leže istočno od apscisne osi, odnosno od srednjeg meridijana, imaju ordinate veće od 500 000 m, a točke koje se nalaze zapadno od srednjeg meridijana imaju ordinate manje od 500 000 m, ali uvijek pozitivne. Prema tome, da bismo dobili stvarnu udaljenost točke od srednjeg meridijana, odnosno od osi N moramo od ordinate E oduzeti vrijednost 500 000.

Podjela na detaljne listove ostvarena je u ravnini kartografske projekcije HTRS96/TM i uključuje službena mjerila topografskih karata: 1:250 000, 1:100 000, 1:50 000 i 1:25 000, službena mjerila Hrvatske osnovne karte 1:10 000 i 1:5000 te službena mjerila detaljnih listova katastarskog plana 1:2000, 1:1000 i

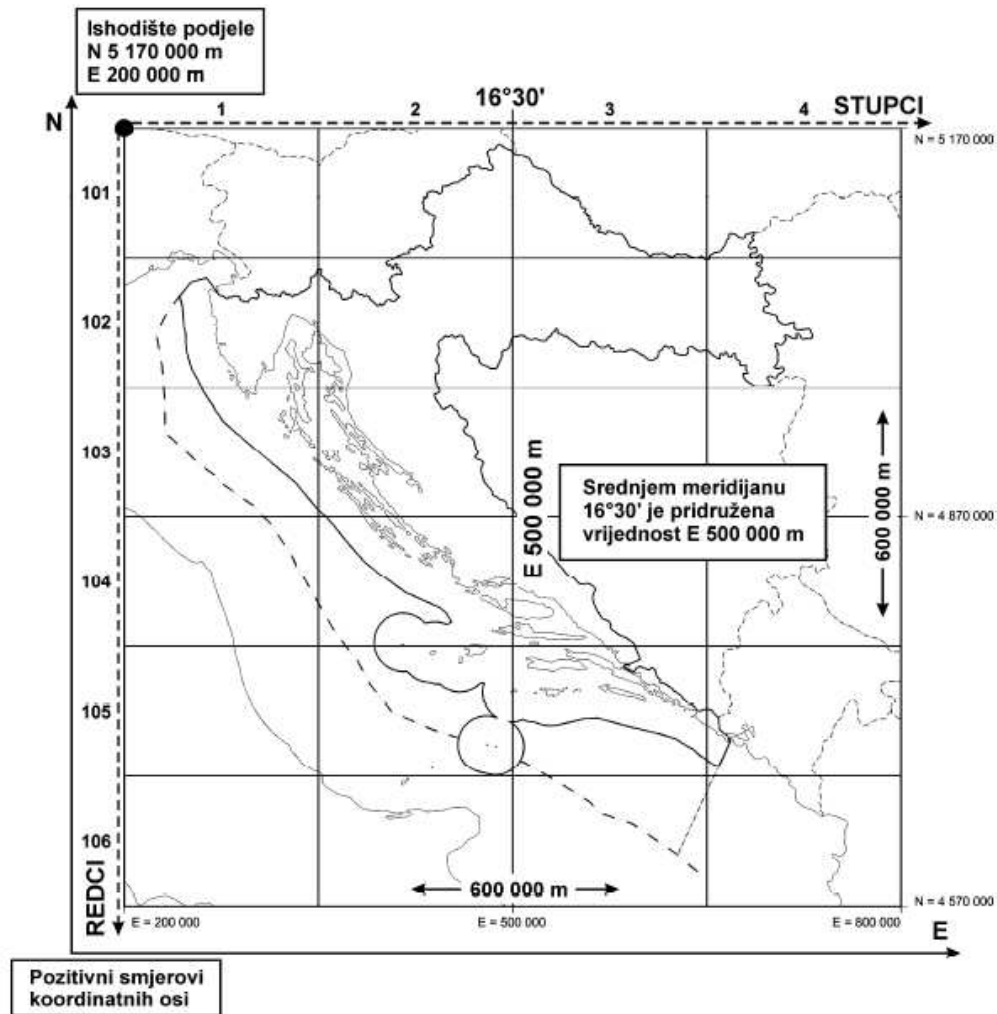
1:500. Veličina lista karte, odnosno detaljnih listova katastarskog plana je za sva mjerila jednaka i iznosi 60 × 40 cm.

Podjela na listove je definirana za mjerila, a ne za proizvode pa sukladno tome pojedini proizvodi u istom mjerilu (npr. HOK5 i DOF5) imaju istu podjelu na listove i nomenklature, dok se oznaka proizvoda mora posebno dodati u opisu lista (Tablica 1).

Tablica 1. Službena mjerila i proizvodi (DGU 2009)

Mjerilo	Oznaka mjerila	Proizvodi	Oznaka proizvoda
1:250000	250k	Topografska karta 1:250000	TK250
1:100000	100k	Topografska karta 1:100000	TK100
1:50000	50k	Topografska karta 1:50000	TK50
1:25000	25k	Topografska karta 1:25000	TK25
1:10000	10k	Hrvatska osnovna karta 1:10000	HOK10
1:5000	5k	Hrvatska osnovna karta 1:5000 Digitalni ortofoto 1:5000	HOK5 DOF5
1:2000	2k	Katastarski plan 1:2000 Digitalni ortofoto 1:2000	KP2000 DOF2
1:1000	1k	Katastarski plan 1:1000	KP1000
1:500	0,5k	Katastarski plan 1:500	KP500

Ishodište područja podjele na listove je točka s koordinatama E=200 000 m i N=5 170 000 koja se nalazi u gornjem lijevom kutu podjele, a podjela obuhvaća po istočnoj koordinati područje od E=200 000 m do E=800 000 m (širina 600 km) i po sjevernoj koordinati područje od N=4 570 000 m do N=5 170 000 m (visina 600 km). Južna granica podjele (N=4 570 000 m) odabrana je tako da sekcija obuhvaća epikontinentalni pojas Republike Hrvatske. Od ishodišta podjele počinju se brojati stupci (na desno) i redci (na dolje) (Slika 8).



Slika 8. Osnovna podjela na listove HTRS96/TM (DGU 2009)

### 3.2. Metode transformacije koordinata

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).

Obavezom prelaska na novi referentni koordinatni sustav kartografske projekcije HTRS96/TM, odlukom Vlade Republike Hrvatske iz 2004. godine, nameće potrebu za transformacijom velikog broja listova katastarskog plana izrađenih u povijesnim referentnim sustavima koji su se do sad koristili na našem području.

Jedan od izazova prelaska na novi referentni koordinatni sustav kartografske projekcije HTRS96/TM je i pružanje učinkovitih metoda međudatumske transformacije s obzirom na zahtjeve korisnika za točnošću transformiranih podataka. Metode koje se danas razvijaju s obzirom na različite zahtjeve točnosti transformacije su predočene u Tablica 2.



Tablica 2. Metode transformacije (Bašić 2008)

Metoda transformacije	~točnost	Napomena
1 GRID metoda	0,1-0,3 m	Povećana točnost
2 3D slična, 7-parametarska transformacija	1 m	Srednja točnost
3 Transformacija Molodenskog	5 m	Smanjena točnost
4 Simple Block Shift metoda	10 m	Smanjena točnost

Postupno prilagođavanje katastra zemljišta katastru nekretnina te pojedinačno prevođenje katastarskih čestica u katastar nekretnina zahtjeva ispunjavanje određenih preduvjeta. Jedan od tih preduvjeta je i homogenizacija katastarskih planova. Sama homogenizacija katastarskog plana se sastoji od dvije vrste transformacija katastarskih podataka, globalna transformacija i lokalna transformacija. Kod globalnih transformacija se sav sadržaj transformira po istim pravilima dok se kod lokalnih transformacija svaka točka sadržaja transformira po zasebnim pravilima, odnosno parametrima.

Četiri osnovna tipa 2D transformacija su translacija, promjena mjerila, rotacija i smicanje (smik), a sve složene transformacije u ravnini (Helmertova, afina i sl.) kombinacija su osnovnih tipova transformacija.

### 3.2.1. Simple Block Shift metoda

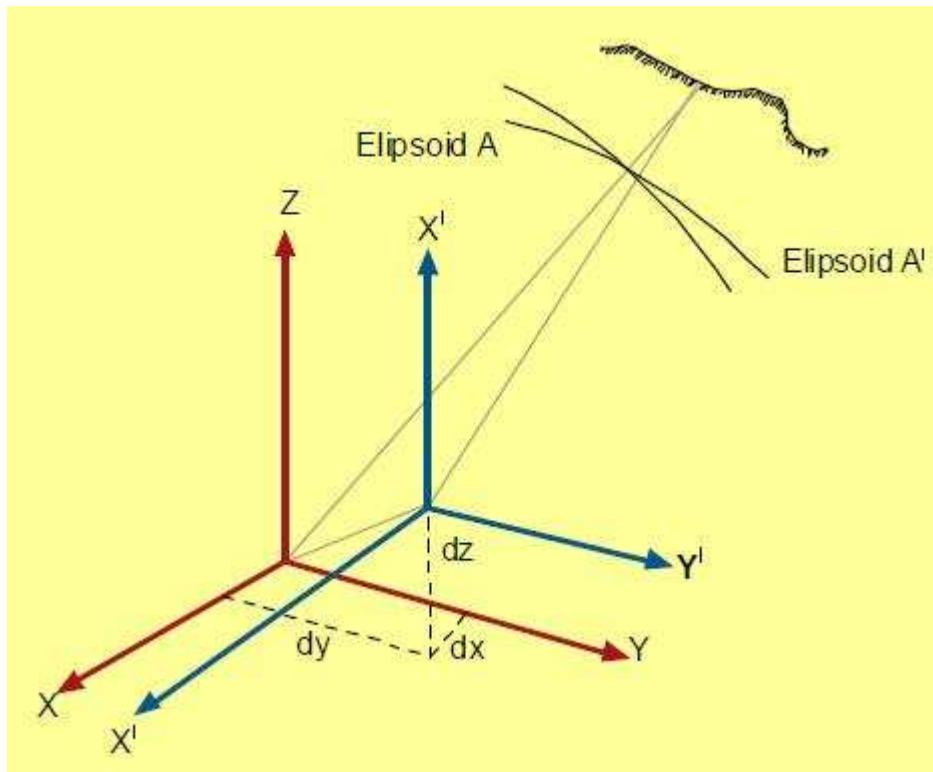
Ova metoda, tzv. "jednostavni pomak bloka" je bazirana na transformaciji uz dodavanje vrijednosti parametara srednjeg pomaka po  $(\varphi, \lambda)$  koordinatama, utvrđenog iz raspoloživih zajedničkih točaka na području Hrvatske (Tablica 3). Točnost ove metode u potpunosti ovisi o točnosti koordinata zajedničkih točaka te veličini i obliku područja na kojem se utvrđuje pomak. Ovi parametri imaju točnost od otprilike 10 m.

Tablica 3. Srednja vrijednost pomaka između HDKS-a i ETRF89 okvira (Bašić 2008)

Parametar	HDKS (Bessel) → ETRS89 (GRS80)
$\Delta\phi$	0.47693 (")
$\Delta\lambda$	-17.73249 (")

### 3.2.2. Transformacija Molodenskog

Transformacija pomoću metode Molodenskog je 5-parametarska transformacija. Koristi srednji pomak ishodišne točke  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ,  $\Delta Z$  (centra Zemlje) te promjenu parametara između dva elipsoida  $\Delta a$  i  $\Delta \mu$  (razlika velike poluosi i razlika spljoštenosti) (Slika 9). 2-D točnost joj je  $\pm 2.954$  m dok je 3-D  $\pm 6.785$  m. Često se koristi za transformaciju u ručnim GPS uređajima.



Slika 9. Prikaz transformacije Molodenskog (Bašić 2008)

### 3.2.3. 3D slična 7-parametarska transformacija

Matematički gledano, datumsku transformaciju je moguće provesti direktno pomoću geodetskih elipsoidnih koordinata ( $\varphi$ ,  $\lambda$ ,  $h$ ) ili indirektno povezivanjem 3D Kartezijevih koordinata ( $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ) oba sustava.

Datumska transformacija, preko 3D Kartezijevih koordinata ( $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ) je u stručnoj literaturi poznata kao 3D slična (konformna) transformacija. Drugim riječima, prostorni podatak kroz transformaciju zadržava svoj oblik, kao i pri preslikavanju istog s plohe elipsoida u ravninu kartografske projekcije pomoću algoritma neke od konformnih projekcija, npr. Gauss-Krügerove projekcije.

Jedna od najviše korištenih metoda za datumsku transformaciju preko 3D Kartezijevih koordinata je Helmertova 7-parametarska transformacija. Za Helmertovu 7-parametarsku transformaciju se kaže da je reverzibilna (pod uvjetom da su kutovi rotacije male veličine), odnosno mijenjanjem predznaka parametrima, mijenja se i smjer transformacije. 7 parametara čine 3 rotacije, 3 translacije i 1 promjena mjerila.

7-parametarska transformacija provodi se jednostavnom matricnom operacijom:

$$\begin{matrix} x' \\ y' \\ z' \end{matrix} = \begin{matrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{matrix} + (1 + Sc \cdot 10^{-6}) R \begin{matrix} X \\ Y \\ Z \end{matrix}$$



gdje su  $\Delta x$ ,  $\Delta y$ ,  $\Delta z$  parametri translacije, R matrica rotacije oko X, Y i Z osi i Sc mjerilo ( u ppm) (Bašić 2008).

Stručna literatura i softverski programi razlikuju dva podtipa Helmertove 7-parametarske transformacije, a to su:

- transformacija *Vektora položaja* (eng. *Position vector transformation*) i
- transformacija *Koordinatnog okvira* (eng. *Coordinate frame transformation*).

Objekt metode transformacije imaju isto definirane parametre translacije i promjene mjerila, ali drugačije definirane parametre rotacije (suprotni predznak kutova rotacije).

Metoda transformacije koordinatnog okvira pretpostavlja da se parametri rotacije primjenjuju na osi referentnog koordinatnog sustava, dok metoda transformacije prostornog vektora pretpostavlja da se rotacijski parametri primjenjuju na vektor položaja. Također treba napomenuti, da je transformacija koordinatnog okvira pozitivna u smjeru suprotnom smjeru kazaljke na satu (Barišić i dr. 2010).

#### 3.2.4. GRID metoda

Zbog povećane točnosti transformacije te jednostavnosti i učinkovitosti primjene, kao optimalno rješenje se nametnula metoda GRID transformacije, kako kod nas tako i u svijetu, koja se temelji na konformnom pomaku datuma i korištenju distorzijskog modela.

Metoda GRID transformacije kombinira pomak datuma (u potpunosti utvrđen 7-parametarskom transformacijom, tako da objekt transformacije zadržava kroz transformaciju svoj izvorni oblik) kao i komponentu distorzije.

7-parametarska transformacija jedinstvena je na razini cijele države.

U GRID metodi transformacije sadržana je transformacija koordinatnog okvira, podtip 7 – parametarske Helmertove transformacije. Transformacija je dana izrazom:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{(B)} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{(A)} + \begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \end{bmatrix}_{A \rightarrow B} + \begin{bmatrix} 0 & R_3 & -R_2 \\ -R_3 & 0 & R_1 \\ R_2 & -R_1 & 0 \end{bmatrix}_{A \rightarrow B} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{(A)} + D_{A \rightarrow B} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{(A)}$$
$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{(B)} = \begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \end{bmatrix}_{A \rightarrow B} + \begin{bmatrix} 1+D & R_3 & -R_2 \\ -R_3 & 1+D & R_1 \\ R_2 & -R_1 & 1+D \end{bmatrix}_{A \rightarrow B} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{(A)}$$

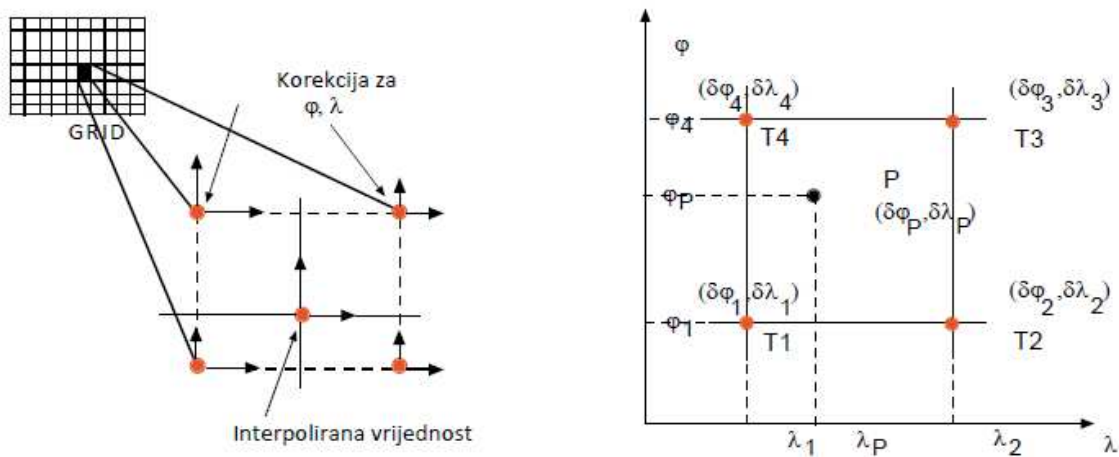
gdje je:

- (B) - izlazni datum
- (A) - ulazni datum

- T1, T2, T3 – parametri translacije između ulaznog A i izlaznog B 3D Kartezijevog koordinatnog sustava (m)
- R1, R2, R3 – parametri rotacije oko osi X/Y/Z (radijani)
- D – promjena mjerila (ppm)

Model distorzije pravilnog grida za područje Republike Hrvatske izmodeliran je iz 5200 točaka oba sustava. Funkcije kovarijance distorzije iznađene su empirijski a kao metoda za modeliranje distorzije, zbog povoljnih statističkih pokazatelja i mogućnosti naknadnog dodavanja podataka, odabrana je metoda kolokacije po najmanjim kvadratima.

Pomoću kolokacije po najmanjim kvadratima i funkcija kovarijanci izračunate su komponente distorzije u svakoj točki grida rezolucije 1' x 1.5' (cca 1860 x 1980 m).



Slika 10. Princip GRID transformacije

Komponente distorzije u traženoj točki P se računaju iz poznatih transformacijskih parametara najbližih točaka distorzijskog GRID-a (Slika 10). Za računanje transformacije geodetske širine  $\delta\varphi_P$  i geodetske dužine  $\delta\lambda_P$  koristi se metoda bilinearne interpolacije:

$$\delta\varphi_P = a_0 + a_1X + a_2Y + a_3XY$$

$$\delta\lambda_P = b_0 + b_1X + b_2Y + b_3XY$$

gdje su:

$$a_0 = \delta\varphi_1, \quad a_1 = \delta\varphi_2 - \delta\varphi_1, \quad a_2 = \delta\varphi_4 - \delta\varphi_1, \quad a_3 = \delta\varphi_1 + \delta\varphi_3 - \delta\varphi_2 - \delta\varphi_4,$$

$$b_0 = \delta\lambda_1, \quad b_1 = \delta\lambda_2 - \delta\lambda_1, \quad b_2 = \delta\lambda_4 - \delta\lambda_1, \quad b_3 = \delta\lambda_1 + \delta\lambda_3 - \delta\lambda_2 - \delta\lambda_4,$$

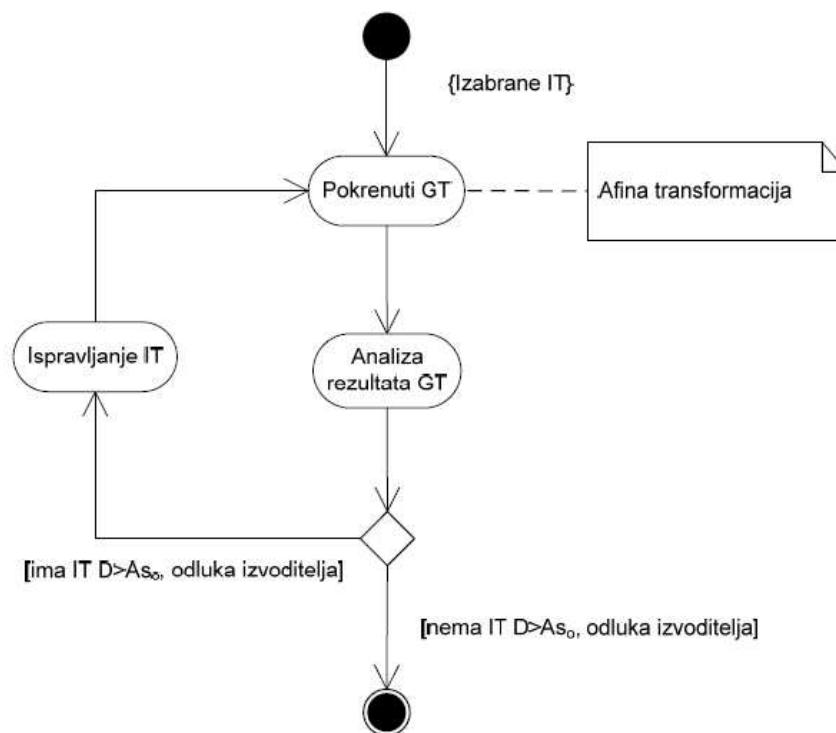
$$X = (\lambda_P - \lambda_1)/(\lambda_2 - \lambda_1), \quad Y = (\varphi_P - \varphi_1)/(\varphi_4 - \varphi_1)$$

Datoteka Jedinственоg transformacijskog modela za svaku točku GRID-a, osim modela distorzije (vrijednosti položajne distorzije u oba smjera te pripadajuća

ocjena točnosti), sadrži i podatke o vrijednosti modela HRG2009 geoida (geoidna undulacija između plohe GRS80 elipsoida i plohe novog visinskog referentnog koordinatnog sustava - HVRS71) te vrijednosti razlika visina HVRS1875-HVRS71 koje su dobivene pomoću Hrvatskog transformacijskog modela visina – HTMV08-v.1 (Rožić 2009).

### 3.2.5. Globalna transformacija

Globalna transformacija je transformacija kojom se obavlja odabir identičnih točaka i kontrolira njihova kvaliteta. Provodi se afinim modelom transformacije, uzimanjem prekobrojnih točaka, pri čemu se daje ocjena točnosti i računaju preostala odstupanja na identičnim točkama nakon transformacije. Nakon transformacije su na identičnim točkama ostala određena odstupanja koja ukazuju na razinu homogenosti podataka. Točke na kojima su preostala odstupanja nakon transformacije znatno iznad prosječnih isključuju se iz računanja parametara transformacije i nadalje promatraju kao nove točke. Globalna transformacija iterativno se ponavlja dok se ne izbace sve nepouzdanе točke čije bi zadržavanje moglo imati negativan utjecaj na točnost konačnog rezultata (Slika 11).



Slika 11. Globalna transformacija (Rožić i dr. 2009)

Uključivanjem svih potencijalnih identičnih točaka na području katastarske općine u afini model transformacije dobit će se transformacijski parametri koji imaju globalni karakter. Budući da ima znatno veći broj točaka od minimalnog, ovi parametri će dobro odgovarati potrebama ocjene pouzdanosti identičnih točaka. S tim parametrima transformiraju se sve točke koje su služile za računanje parametara. Na svim točkama postojat će preostala odstupanja kojima treba prepoznati uzrok. Kontrolom točke na kojoj je to odstupanje najveće, ispitat će se prethodno postavljena pretpostavka da se radi o identičnoj točki. Ako se utvrdi da

je pretpostavka bila pogrešna, točku će se isključiti i ponoviti postupak računanja globalnih parametara, tj. affine transformacije. Taj proces se ponavlja dok se ne utvrdi da se kod točke s najvećim preostalim odstupanjima radi o identičnoj točki. Većina tog preostalog odstupanja daje opću ocjenu točnosti i homogenosti postojećih podataka (Roić i dr. 2001).

Afina transformacija koja se primjenjuje kod globalne transformacije može se prikazati na sljedeći način:

$$X = a_{11} X' + a_{12} Y' + b_1$$

$$Y = a_{21} Y' + a_{22} Y' + b_2$$

$$\begin{bmatrix} X'_1 & Y'_1 & 1 \\ X'_2 & Y'_2 & 1 \\ \dots & \dots & \dots \\ X'_m & Y'_m & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{11} & a_{21} \\ a_{12} & a_{22} \\ b_1 & b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & Y_1 \\ X_2 & Y_2 \\ \dots & \dots \\ X_m & Y_m \end{bmatrix}$$

Gornji izraz možemo rastaviti i prikazati zasebno za x i za y:

$$\begin{bmatrix} X'_1 & Y'_1 & 1 \\ X'_2 & Y'_2 & 1 \\ \dots & \dots & \dots \\ X'_m & Y'_m & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{11} \\ a_{12} \\ b_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_m \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} X'_1 & Y'_1 & 1 \\ X'_2 & Y'_2 & 1 \\ \dots & \dots & \dots \\ X'_m & Y'_m & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{21} \\ a_{22} \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \dots \\ Y_m \end{bmatrix}$$

iz čega slijedi:

$$\begin{bmatrix} a_{11} \\ a_{12} \\ b_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'_1 & Y'_1 & 1 \\ X'_2 & Y'_2 & 1 \\ \dots & \dots & \dots \\ X'_m & Y'_m & 1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_m \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} a_{21} \\ a_{22} \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'_1 & Y'_1 & 1 \\ X'_2 & Y'_2 & 1 \\ \dots & \dots & \dots \\ X'_m & Y'_m & 1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \dots \\ Y_m \end{bmatrix}$$

Vrijednosti koeficijenata iz posljednjeg izraza ubacujemo u prvi izraz (Roić i dr. 2010).

Identična točka zadovoljava uvjet i zadržava se u daljnjem postupku ako je razlika koordinate na koju je pomaknuta afinom transformacijom i koordinate u koju se mora preslikati nakon provedene homogenizacije manja od A-struke vrijednosti standardnog odstupanja, tj. ako vrijedi  $D < AS_0$ , pri čemu je  $S_0$  standardno odstupanje, a A parametar čija vrijednost obično iznosi 3, a kod kvalitetnijih polaznih podataka može iznositi i manje. Standardno odstupanje računamo po formuli (Roić i dr. 2009):

$$S_0 = \sqrt{\frac{\sum D_T^2}{n-1}},$$

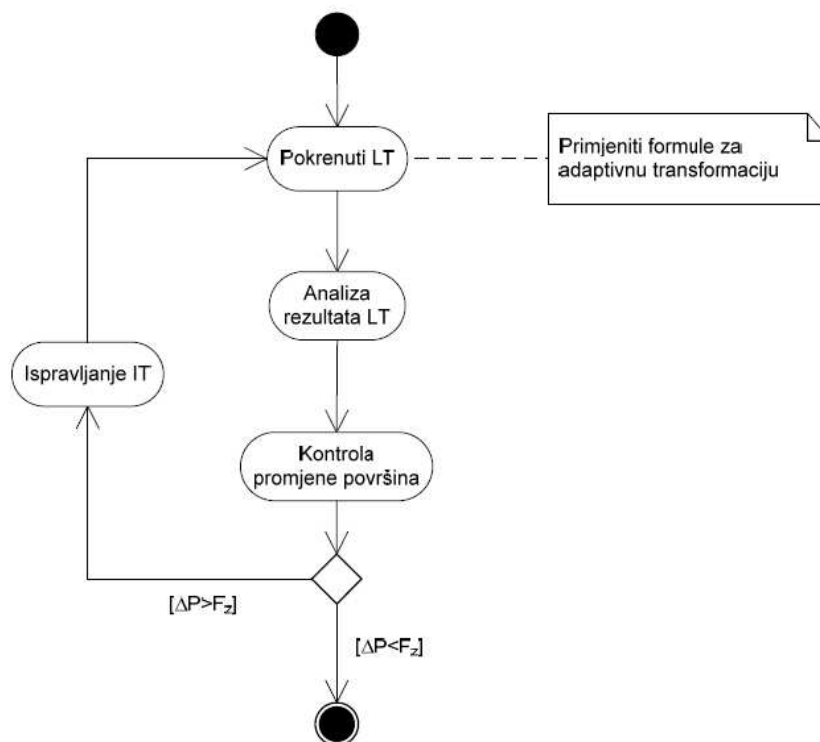
a preostala odstupanja, tj. razlika koordinate nakon globalne transformacije i koordinate nakon homogenizacije po formuli (Roić i dr. 2009):

$$D_T = \sqrt{(y_{GL} - y_H)^2 + (x_{GL} - x_H)^2}.$$

Iterativni se postupak kod globalne transformacije može prekinuti i prije zadovoljenja navedenog uvjeta ako izvoditelj homogenizacije procjeni da time neće značajnije utjecati na konačan rezultat.

### 3.2.6. Lokalna transformacija

Lokalnom transformacijom nazivamo model adaptivne transformacije pri kojoj identične točke nakon transformacije dobivaju zadane koordinate u ciljnom sustavu, a ostale transformirane točke, odnosno lomne točke katastarskog plana, dobivaju pomak u ovisnosti o udaljenostima od identičnih točaka. Lokalna transformacija je iterativni postupak kod kojega se ponovno mogu isključiti identične točke iz daljnjeg razmatranja ako ne zadovoljavaju postavljeni uvjet (Slika 12).



Slika 12. Lokalna transformacija (Roić i dr. 2009)

Za svaku točku prostora koja se transformira potrebno je izračunati parametre transformacije na koje utječu sve identične točke ali više one koje su najbliže točki za koju se računaju parametri. Tu se uvodi težina  $p$  kojom će identične točke utjecati na parametre i one se za točke koje se transformiraju određuju obrnuto

proporcionalno udaljenosti  $p_i = \frac{1}{d_i^a}$  dok je kod identičnih točaka  $p=1$ . Za svaku točku koja se transformira potrebno je izračunati udaljenost do svih identičnih točaka po izrazu:

$$d_i = \sqrt{(X - X_{trebai})^2 + (Y - Y_{trebai})^2}$$

gdje su  $X_{trebai}$  i  $Y_{trebai}$  zadane koordinate identičnih točaka.

Rezultat transformacije ovisi o vrijednosti eksponenta udaljenosti ( $a$ ). Neki autori preporučaju da se za njegovu vrijednost koristi iznos 2 (Roić i dr. 2009).

Pomaci po koordinatnim osima se računaju po izrazima:

$$\Delta Y_i = \frac{\sum(p_i(Y_{treba} - Y_g)_i)}{\sum p_i} \quad i \quad \Delta X_i = \frac{\sum(p_i(X_{treba} - X_g)_i)}{\sum p_i}$$

gdje su:  $(Y_{treba} - Y_g)_i$  i  $(X_{treba} - X_g)_i$  razlike koordinata na identičnim točkama između zadanih koordinata u ciljnem sustavu i koordinata u polaznom sustavu.

Konačne koordinate točaka nakon lokalne transformacije su:

$Y_{Li} = Y_i + \Delta Y_i$  i  $X_{Li} = X_i + \Delta X_i$ , dok identične točke kako je već prije navedeno dobivaju zadane koordinate  $Y_{treba}$  i  $X_{treba}$ .

Ovakvim pristupom kvalitetne koordinate identičnih točaka u ciljnem sustavu se zadržavaju, a vektorizirani detalj u njihovoj okolini im se položajno prilagođava (Roić i dr. 2009).

Rezultat lokalne transformacije je konačan rezultat homogenizacije samo ako zadovoljava određeni uvjet. Uvjet je zadovoljen ako su razlike površina katastarskih čestica prije i poslije homogenizacije  $|(P_t - P_h)|$  manje od dopuštenog odstupanja ( $F$ ). Za dopušteno odstupanje se može postaviti kriterij dopuštenog odstupanja kao kod grafičkog određivanja površina na dva neovisna načina:

$$F_g = 0.7 \cdot \frac{M}{1000} \sqrt{P}$$

ili kriterij propisan Zakonom (NN 2007):

$$F_z = 0.2 \cdot P | \max 1000 m^2$$

Čestice čija je razlika površina veća od 20% površine čestice prije homogenizacije i one kod kojih ta razlika iznosi više od 1000 m<sup>2</sup> se nalaze izvan granica dopuštenog površinskog odstupanja. Kriterij propisan Zakonom ( $F_z$ ) se obavezno mora primjenjivati u postupku homogenizacije i on većinom dopušta veća odstupanja od kriterija  $F_g$ . Može se dogoditi da kriterij  $F_z$  bude zadovoljen i uz

pogrešno odabranu identičnu točku pa se preporučuje kontrolirati i katastarske čestice koje ne zadovoljavaju kriterij  $F_g$ .

### 3.2.7. Konverzija

Prema preporuci OpenGIS® (2001), a koja je u skladu s dokumentom ISO 19111 Geographic Information – Spatial referencing by coordinates, konverzija koordinata je transformacija koordinata sa unaprijed poznatim parametrima.

Listovi katastarskog plana izrađeni u Gauss-Krügerovoj projekciji meridijanskih zona su uglavnom dobiveni pomoću numeričkih metoda izmjera (polarna i ortogonalna). Numeričke izmjere su u najvećem opsegu provedene u razdoblju od pedesetih do sedamdesetih godina prošlog stoljeća. Točnost tih izmjera je prilagođena mjerilima katastarskog plana, ali se općenito kreće u intervalu od  $\pm 10$  cm.

Svi detaljni listovi plana izrađeni u Gauss-Krügerovoj projekciji meridijanskih zona danas su vektorizirani i nalaze se u digitalnom obliku. S obzirom da su nam transformacijski parametri između starog sustava HDKS i novog HTRS96/TM poznati, listovi plana izrađeni u Gauss-Krügerovoj projekciji meridijanskih zona prevoditi će se u novi sustav putem konverzije. Za to će biti upotrijebljen Jedinstveni transformacijski model s obzirom da on zadovoljava postavljene zahtjeve za točnost prilikom transformacije katastarskih podataka iz starog sustava u novi.

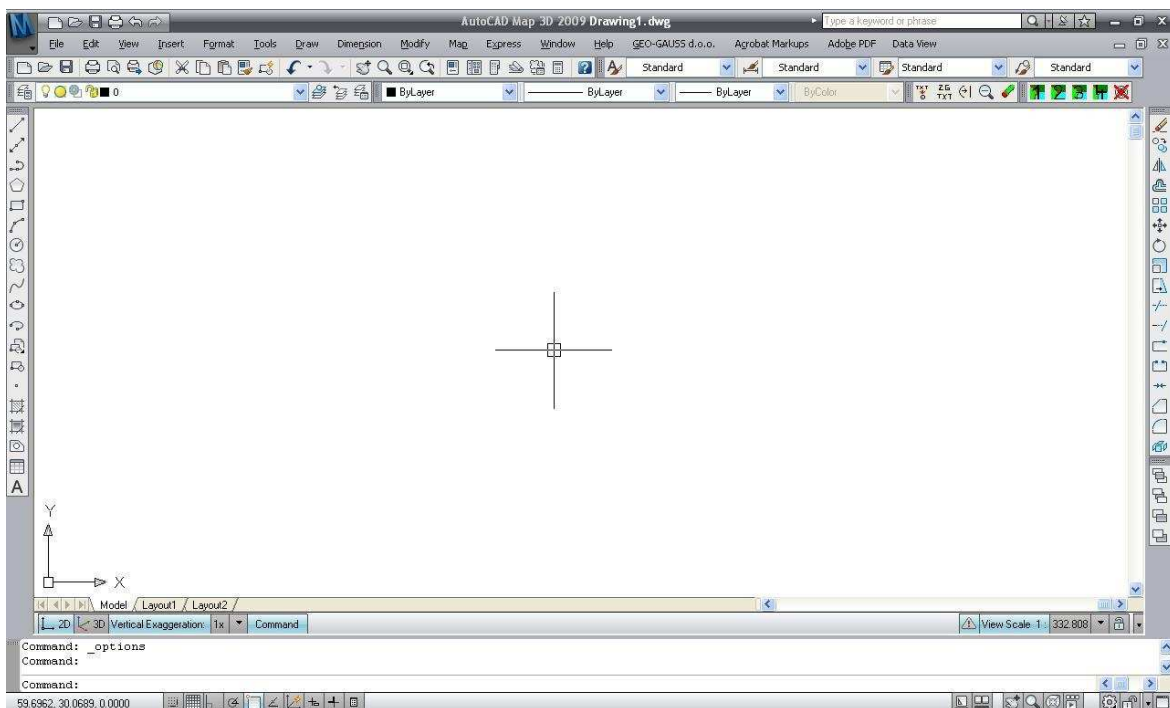
## 4. Programska podrška

Pri izradi diplomskog rada korišteni su programski paket AutoCAD Map 3D te program Državne geodetske uprave T7D u testnoj verziji. AutoCAD Map 3D je korišten za usklađivanje sadržaja VDKP-a sukladno specifikacijama DGU, međudatumsku transformaciju sadržaja VDKP-a te obavljanje homogenizacije katastarskog plana. Pomoću programa T7D izvršena je međudatumska transformacija sadržaja VDKP-a.

### 4.1. AutoCAD Map 3D

AutoCAD je najpoznatiji CAD proizvod (Computer Aided Design) za projektiranje potpomognuto računalom, tvrtke Autodesk koja nudi preko 75 specijaliziranih softverskih alata i pomagala za različita ekspertna područja (strojogradnja, električna, elektronika, građevinarstvo, arhitektura, kartografija, geodezija, vatrozaštita itd).

AutoCAD je projektantski alat koji podržava dvodimenzionalno i trodimenzionalno projektiranje. Za razliku od alternativnih aplikacija za 2D i 3D modeliranje, AutoCAD karakterizira sofisticirani sustav mjerila i visoka preciznost (ispod milimikrona).



Slika 13. AutoCAD radni prostor

Radni prostor AutoCAD-a (Slika 13) čini prostor za 3D modeliranje i proizvoljan broj radnih listova (layout) koji se mogu postaviti u dva različita režima: *Papir* i *Model*. U režimu *Model* na radnim listovima mogu se otvarati projekcije i pogledi (*viewport*) na trodimenzionalni model kreiran u prostoru za modeliranje. U režimu *Papir* radni listovi nemaju nikakve korelacije sa trodimenzionalnim modelom i u tom se režimu viewport-i (ako su uopće kreirani) ne mogu aktivirati. Modelni i



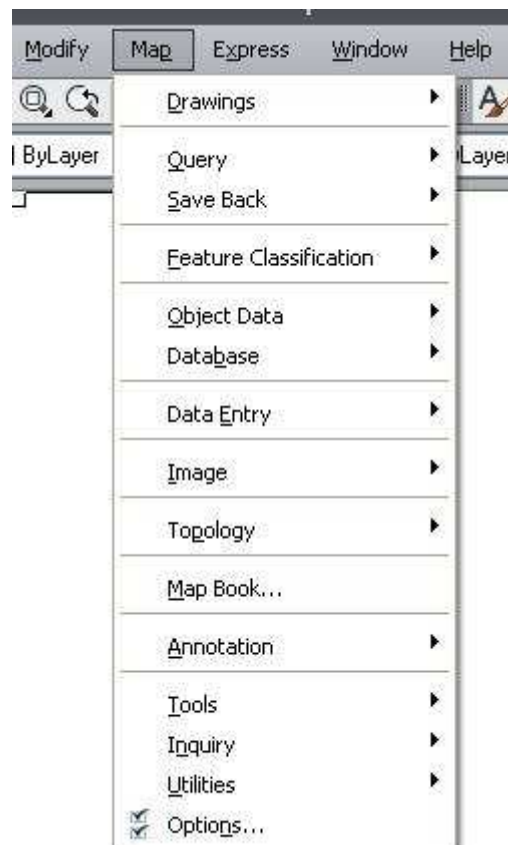
papirni prostor se u načelu koriste odvojeno, odnosno ne organiziraju se na istom radnom listu (URL 1).

AutoCAD podržava određeni broj sučelja za programiranje aplikacija, odnosno API (application programming interfaces) koji služe za automatizaciju. Tu spadaju AutoLISP, Visual LISP, VBA, .NET i ObjectARX.

AutoCAD-ov crtež je sastavljen od objekata koji mogu biti jednostavni grafički oblici (linije, lukovi, kružnice, tekst itd.) ili blokovi. Svaki objekt crteža ima pridružene izvjesne attribute, kao npr. stil crtanja linije, vrstu pisma ili boju.

Program AutoCAD Map 3D se od samog programa AutoCAD razlikuje u postojanju dodatnog izbornika Map. Taj izbornik nam omogućuje da crtežu pridružimo koordinatni sustav, da ga topološki ispitamo i ispravimo te da crtež povežemo sa bazom podataka. Također nam omogućuje dodavanje atributa i atributnih tablica objektima, zatim postavljanje različitih upita zavisno od potrebe korisnika te transformaciju sadržaja crteža, cjelokupnog ili samo jednog njegovog dijela (Slika 14).

Ukratko rečeno, ovaj je izbornik zbog mogućnosti koje pruža neizostavan za izradu i vođenje digitalnog katastarskog plana.

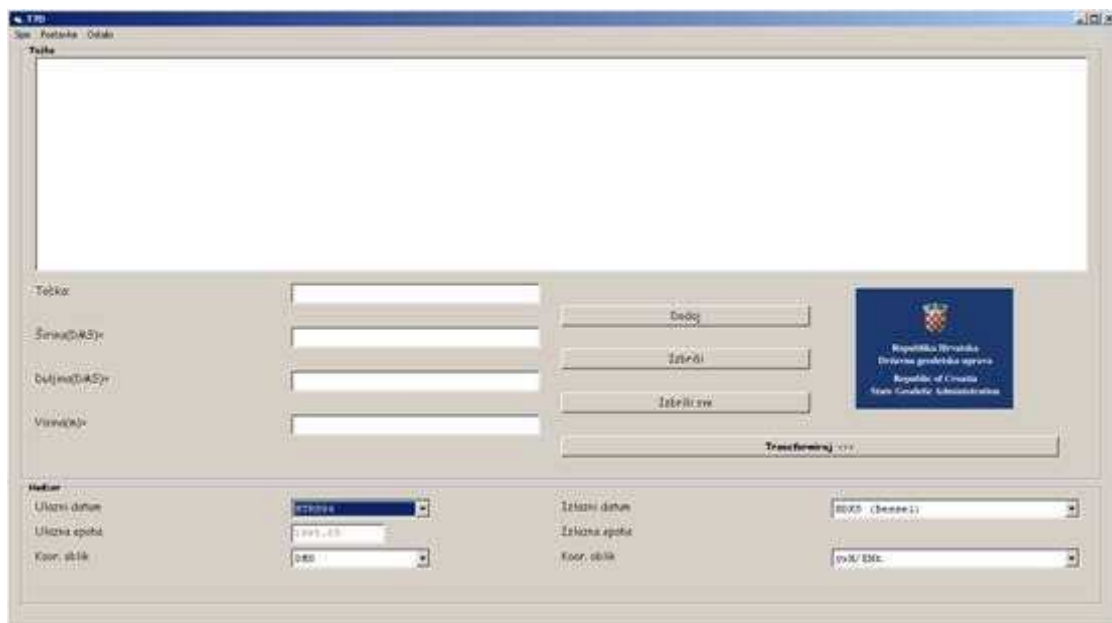


Slika 14. Map izbornik

## 4.2. T7D

Naziv programa – kratica T7D – proizlazi iz osnovne funkcije koju program obavlja – transformacija koordinata preko jedinstvenog transformacijskog modela (JTM) između naslijeđenog/starog geodetskog datuma HDKS s temeljnim elipsoidom Bessel 1841 i novog geodetskog datuma HTRS96 uokvirenog na internacionalnom elipsoidu GRS80.

T – transformacija  
7 – parametarska  
D – distorzija



Slika 15. Sučelje T7D

U modelu se koriste jedinstveni transformacijski parametri za teritorij cijele Hrvatske izračunati temeljem 5200 točaka uz uporabu najnovijeg modela geoida HRG2009:

a) za osnovni smjer transformacije iz novog sustava u stari (ETRS89>>HDKS):

$$\begin{aligned}t_x &= -546.61584 \text{ [m]} \\t_y &= -162.37548 \text{ [m]} \\t_z &= -469.48238 \text{ [m]} \\r_x &= + 5.90497746'' \\r_y &= + 2.07396936'' \\r_z &= -11.50993888'' \\d_M &= + 4.43884789 \text{ ppm}\end{aligned}$$

b) za obrnuti smjer transformacije iz starog sustava u novi (HDKS>>ETRS89):

$$\begin{aligned}t_x &= +546.60923 \text{ [m]} \\t_y &= +162.32734 \text{ [m]} \\t_z &= +469.48444 \text{ [m]}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}r_x &= - 5.90493011'' \\r_y &= - 2.07427449'' \\r_z &= +11.50998645'' \\d_M &= - 4.44106998 \text{ ppm}\end{aligned}$$

Nakon što se obavi Helmertova prostorna 7-parametarska transformacija za osnovni smjer računanja, rezultirajuće koordinate se dodatno korigiraju/popravljaju distorzionim popravcima iz jedinstvenog transformacijskog modela kojeg čini pravokutno polje dimenzija:

$$\begin{array}{lll}\text{SJEVER} = 46.6^\circ & \text{JUG} = 42.0^\circ & \text{korakSJ}=1.0' \\ \text{ZAPAD} = 13.0^\circ & \text{ISTOK} = 19.5^\circ & \text{korakZI}=1.5'\end{array}$$

U samom modelu su sadržani podaci za undulaciju geoida alocirani u ETRS89 datumu, te distorzije položaja na Besselovom elipsoidu (y,x u Gauss-Kruegerovoj projekciji), kao i distorzije ortometrijskih visina u starom (TRST) i novom (HVRST) visinskom sustavu.

T7D obavlja sljedeća računanja/transformacije/interpolacije:

Međudatumske transformacije između 6 različitih terestričkih okvira/datuma:

- a) HTRS96
- b) HDKS
- c) ETRS89
- d) ITRF2000
- e) ITRF2005
- f) ITRF94\_96\_97

Transformacije iz HDKS-a prema ITRF2000, zatim transformacije iz ITRF2000 u HDKS i obrnuto, nisu direktno definirane već se moraju učiniti u dva koraka – sa međukorakom tj. međutransformacijom u datumu ETRS89,  $e=1989.00$ . Također prema preporuci IERS radne grupe transformacija prema i iz ITRF2005 se obavlja isključivo u dva koraka - preko ITRF2000 okvira u odgovarajućoj epohi.

Unutar sva 4 ponuđena datuma ponuđen je zapis koordinata u sljedećim oblicima:

- a) ravninske koordinate
- b) elipsoidne DMS (stupnjevi minute sekunde)
- c) elipsoidne DEG (decimalni stupnjevi)
- d) elipsoidne GON (gradi/goni)
- e) kartezijeve XYZ



Ravninske koordinate podrazumijevaju reducirane y i x koordinate u Gauss-Krügerovoj projekciji (5. i 6. zona) za stari datum (HDKS), odnosno reducirane E i N (istok, sjever) koordinate za novu kartografsku projekciju HTR96/TM (DGU 2009).

Predviđena su 2 ulazna formata za spise/datoteke:

- a) Jednostavna lista (jednim razmakom odijeljena)
- b) Formatirana lista (znakom separatora odijeljena)
- c) ASCII zapis

Predviđena su 3 izlazna formata za spise/datoteke:

- a) Jednostavna lista
- b) Formatirana lista
- c) Detaljna lista

## 5. Transformacija podataka vektoriziranog digitalnog katastarskog plana k.o. Brckovljani u HTRS96/TM

Uvođenjem novih službenih geodetskih datuma i ravninskih kartografskih projekcija potrebno je sve detaljne listove katastarskog plana koji se nalaze u povijesnim geodetskim datumima i ravninskoj kartografskoj projekciji transformirati u novi datum i novu kartografsku projekciju.

### 5.1. Katastarska općina k.o. Brckovljani

Katastarska općina Brckovljani (MB 308021)(Slika 16) nalazi se na istočnom dijelu Zagrebačke županije, a od grada Zagreba udaljena je samo dvadesetak kilometara. Spada pod Područni katastarski ured Zagreb, ispostavu Dugo Selo. Sama općina nalazi se jednim dijelom na brežuljku dok se drugi dio općine prostire na ravničarskom poljoprivrednom području.



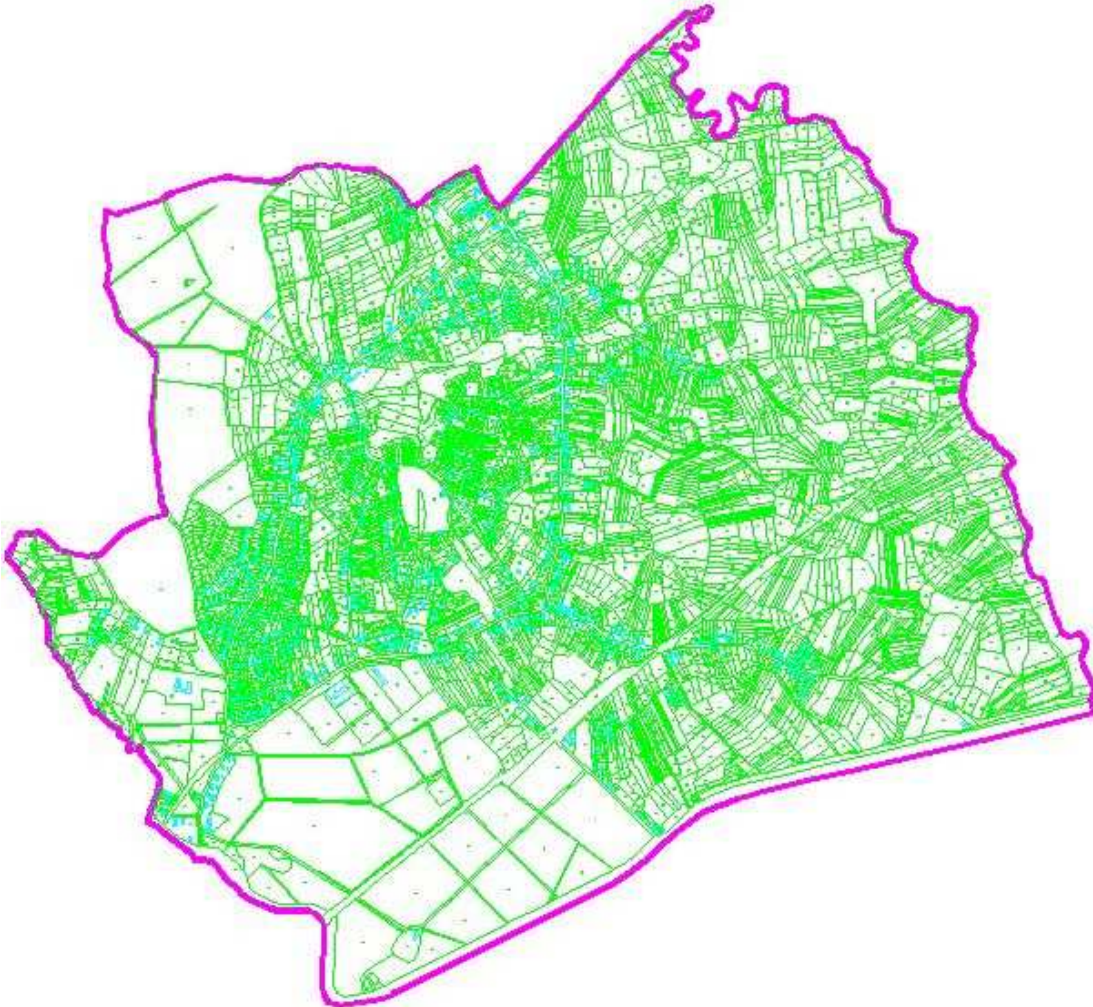
Slika 16. Katastarska općina Brckovljani (DOF5 i VDKP)

Listovi katastarskog plana nastali su 1862. godine grafičkom metodom izmjere za vrijeme Austro-Ugarske i izrađeni su u Kloštar-Ivaničkom koordinatnom sustavu. Površina iz grafičkog dijela iznosi 1117 ha, iz popisa katastarskih čestica iznosi 1206,05 ha dok površina iz VDKP-a iznosi 1205,08 ha.



## 5.2. Transformacija podataka VDKP-a k.o. Brckovljani

Listovi katastarskog plana k.o. Brckovljani nastali su grafičkom metodom izmjere, tzv. metodom geodetskog stola za vrijeme Austro-Ugarske monarhije. Izrađeni su u Kloštar-Ivaničkom koordinatnom sustavu. Isti ti analogni listovi katastarskog plana izrađeni grafičkom metodom su skenirani, georeferencirani te zatim vektorizirani. Tim postupkom dobiven je vektorizirani digitalni katastarski plan k.o. Brckovljani (Slika 17).



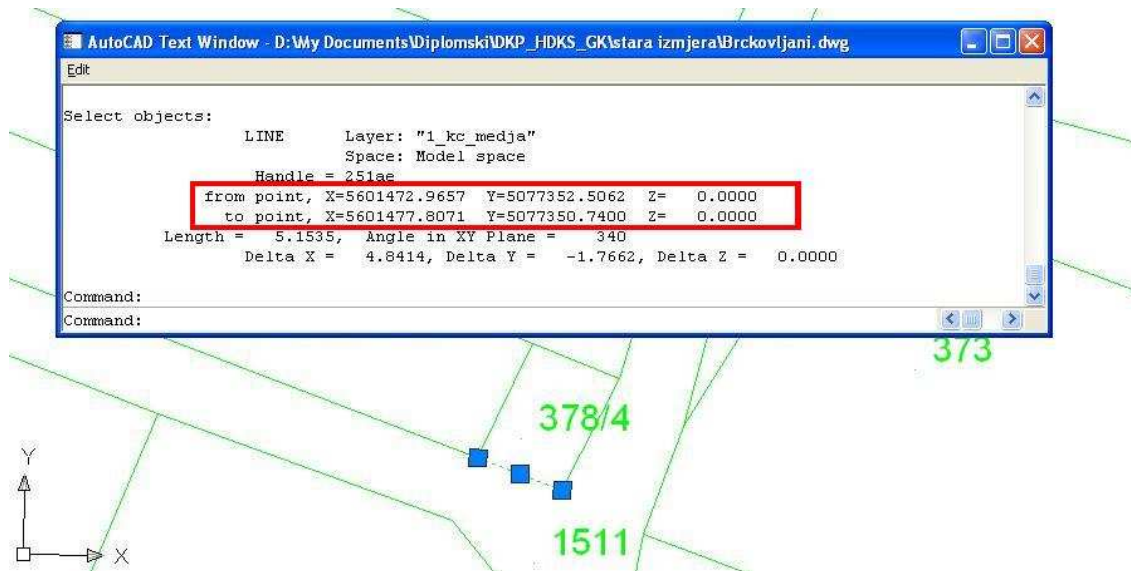
*Slika 17. Katastarska općina Brckovljani*

2004. godine DGU uvodi novu službenu ravninsku kartografsku projekciju HTRS96/TM. Njenim uvođenjem sve listove katastarskog plana potrebno je transformirati u novu projekciju do 2010. godine.

U sklopu ovog diplomskog rada podaci VDKP-a k.o. Brckovljani transformirani su u novu ravninsku kartografsku projekciju HTRS96/TM. Proces transformacije je izvršen na dva načina. Prvi način je bio koristeći JTM u programu za transformaciju DGU-e T7D a drugi način je bio koristeći program AutoCAD Map 3D.

Važno je također naglasiti i da je proces transformacije podataka VDKP-a napravljen prije procesa homogenizacije katastarskog plana iz razloga što su već postajale podloge (DOF5) koje se nalaze u novoj ravninskoj kartografskoj projekciji.

Na Slika 18 prikazano je očitavanje koordinata početne i završne točke međe VDKP-a. Iz očitavanja koordinata vidljiv je zapis koordinata u HDKS-u.



Slika 18. Očitane vrijednosti koordinata na VDKP-u

### 5.3. Preuzeti podaci

Preuzeti podaci za transformaciju podataka u novi sustav je vektorizirani digitalni katastarski plan katastarske općine Brckovljani. Također su preuzeti i neki drugi podaci ali s obzirom da nam oni nisu potrebni za transformaciju, već za homogenizaciju, o njima i njihovoj kvaliteti biti će govora u šestom poglavlju.

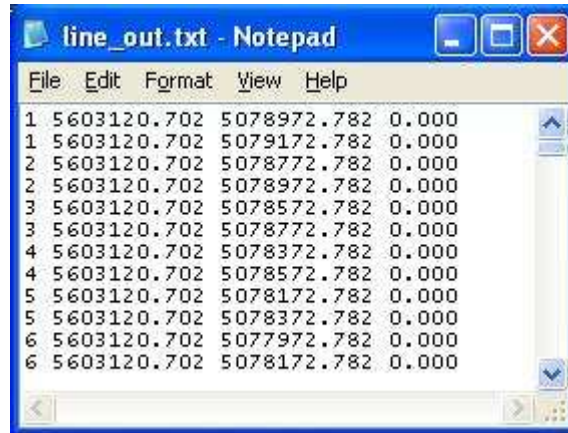
Kvaliteta preuzetog VDKP-a nije razmatrana prije same transformacije podataka VDKP-a već su svi podaci VDKP-a transformirani, bez obzira na njihovu kvalitetu, stanje i dr. , u novi sustav. Kvaliteta preuzetog VDKP-a će također biti razmatrana u šestom poglavlju prije procesa homogenizacije plana.

### 5.4. Transformacija podataka VDKP-a k.o. Brckovljani pomoću Jedinstvenog transformacijskog modela

Prvi način transformacije podataka VDKP-a k.o. Brckovljani bio je pomoću Jedinstvenog transformacijskog modela programa T7D.

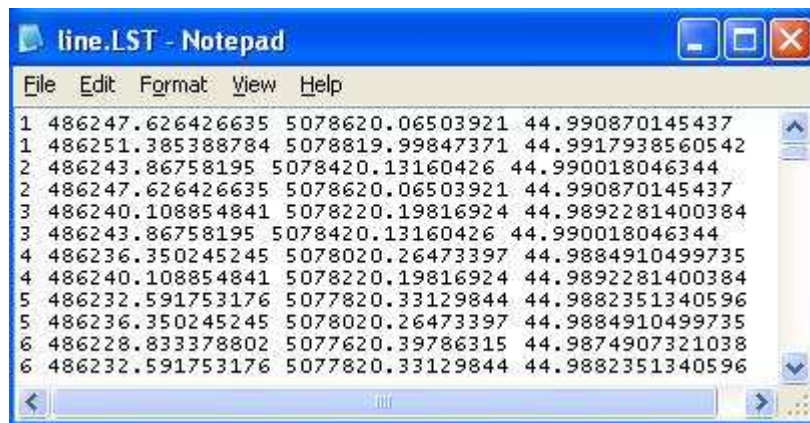
T7D se za sada još uvijek nalazi u testnoj fazi te ima neke svoje nedostatke. Jedan od tih nedostatak je što dopušta kao početne vrijednosti samo koordinate točaka a ne mogu mu se kao vrijednosti koje treba transformirati dati linije, tekstovi i ostali objekti koje digitalni katastarski plan sadrži. Drugi nedostatak je ograničenost broja točaka koje se mogu nalaziti u jednoj datoteci za transformaciju na nekih 30-ak tisuća točaka.

Da bismo mogli transformirati podatke DKP-a sa JTM-om prvo smo morali izvući podatke sa digitalnog katastarskog plana na način da su svi podaci definirani sa točkom. To je urađeno pomoću posebno napisanog programa u Autolisp-u koji nam je automatski izbacio tekstualnu datoteku sa zapisom spremnim za unos u T7D (Slika 19). Posebno su kreirane datoteke za linije, tekstove i blokove.



Slika 19. Isječak iz txt datoteke sa podacima za unos u T7D

Nakon što smo dobili zapis podataka VDKP-a u tekstualnoj datoteci, na način koji program T7D to zahtjeva, u program T7D ista je unesena. Izabrani su ulazni i izlazni datum i vrsta zapisa koordinata te je pokrenuto izvršenje transformacije pomoću JTM-a. Rezultat transformacije je tekstualna datoteka prikazana na Slika 20 gdje se vidi da u zadnjem stupcu, koji predstavlja visinu, vrijednosti nisu nula. Te vrijednosti predstavljaju geoidnu undulaciju u odnosu na najnoviji model geoida HRG2009.



Slika 20. Isječak iz txt datoteke sa podacima transformiranim pomoću T7D

JTM koristi jedinstvene transformacijske parametre za teritorij cijele države prilikom transformacije koordinata. Parametri koje JTM koristi za transformaciju iz starog sustava u novi sustav:

$$t_x = +546.60923 \text{ [m]}$$

$$t_y = +162.32734 \text{ [m]}$$

$$t_z = +469.48444 \text{ [m]}$$



$$r_x = - 5.90493011''$$

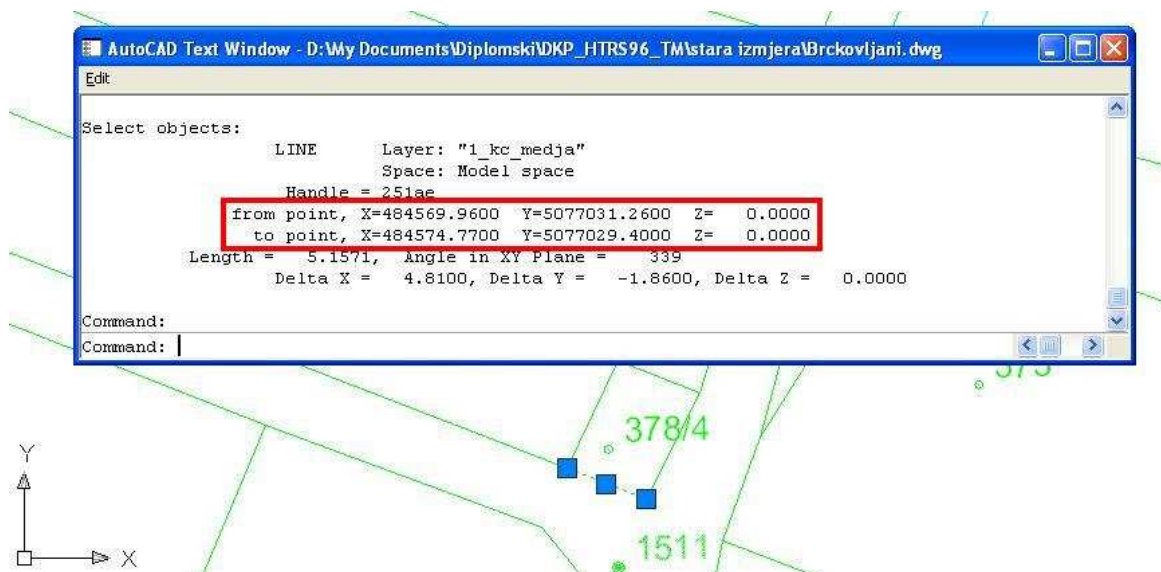
$$r_y = - 2.07427449''$$

$$r_z = +11.50998645''$$

$$d_M = - 4.44106998 \text{ ppm}$$

Nakon izvršenja 7 – parametarske prostorne Helmertove transformacije koordinate se dodatno popravljaju distorzijskim popravcima iz jedinstvenog transformacijskog modela.

Dobivanjem transformiranih vrijednosti koordinata točaka VDKP-a u tekstualnoj datoteci pomoću JTM-a ista je ponovno unesena u program AutoCAD Map 3D pomoću Autolisp programa koji automatski prepoznaje točke te ih vraća u isti onaj sloj u kojem su se te točke nalazile, te povlači liniju između točaka, unosi točku ili ispisuje tekst, ovisno o tome kojem objektu je točka prije pripadala. Na Slika 21 prikazano je očitavanje početne i završne koordinate međe na DKP-u transformiranom pomoću JTM-a. Iz očitavanja je vidljiv drugačiji način zapisa koordinata položaja točke u novom sustavu u odnosu na zapis koordinata položaja točke u starom sustavu prikazanom na Slika 18. Također je uočljiva i promjena u dužini međe u centimetarskom iznosu.



Slika 21. Očitane vrijednosti koordinata na DKP-u transformiranom pomoću JTM-a

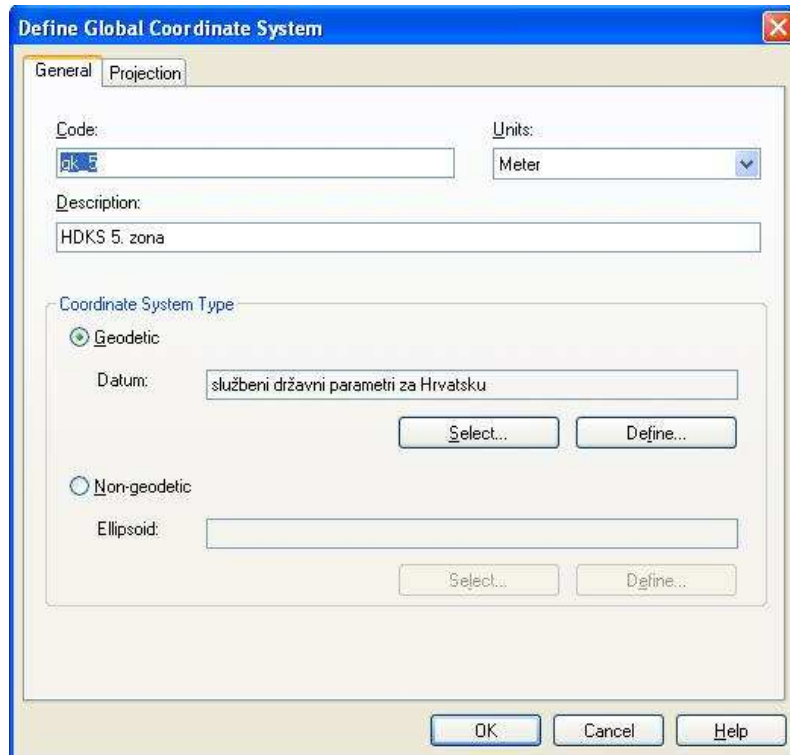
### 5.5. Transformacija podataka VDKP-a pomoću programa AutoCAD Map

Drugi način transformacije podataka vektoriziranog digitalnog katastarskog plana k.o. Brckovljani bilo je upotrebom programa AutoCAD Map 3D.

Da bi mogli transformirati podatke VDKP-a pomoću AutoCAD Map-a potrebno je na početku definirati koordinatni sustav u kojem se DKP nalazi te koordinatni sustav u koji je potrebno transformirati DKP. AutoCAD Map ima unaprijed definirane koordinatne sustave i datume, međutim oni ne zadovoljavaju naše potrebe, odnosno krivo su definirani.

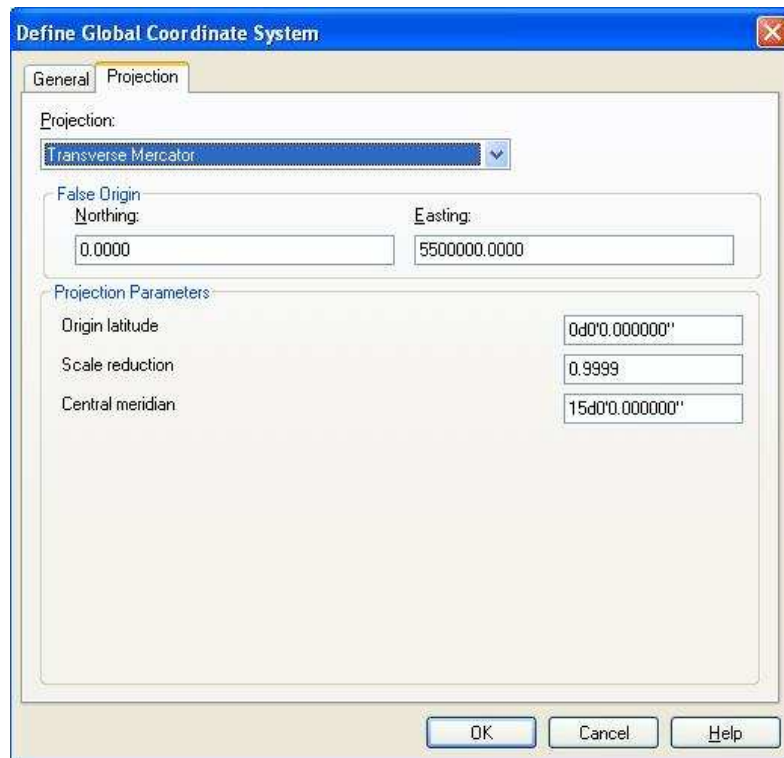
Koordinatni sustav se definira na način da se iz izbornika Map -> Tools izabere Define Global Coordinate System. U tom prozoru se zatim izabire naredba Define. U prozoru Define, izbornik General (Slika 22) upisuju se opće postavke koordinatnog sustava: šifra sustava, opis sustava, jedinice te tip koordinatnog sustava.

Prvo smo definirali HDKS – 5. zona sa metrom kao jedinicom te geodetskim koordinatnim sustavom.



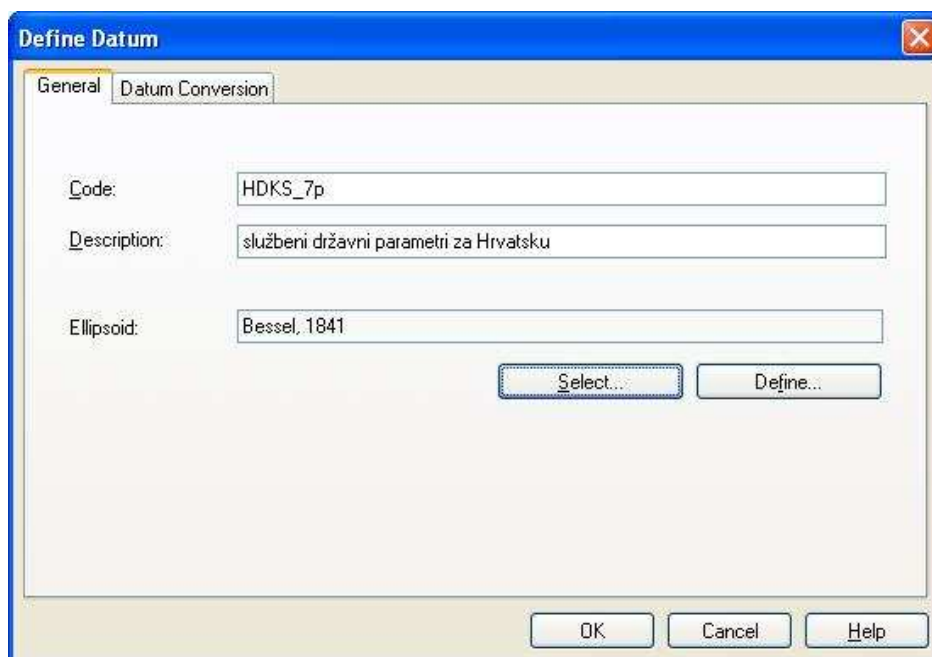
Slika 22. Definiranje općih postavki koordinatnog sustava

U izborniku Projection definira se projekcija koordinatnog sustava sa njezinim parametrima. Pod projekciju izabrana je Transverse Mercator, iz razlog što je ona jednaka kao i Gauss-Krugerova projekcija, sa centralnim meridijanom  $15^\circ$  istočne dužine, linearnim mjerilom 0,9999 na centralnom meridijanu te 5500000 kao dodatak y koordinati da bi se izbjegle negativne vrijednosti y koordinata (Slika 23).



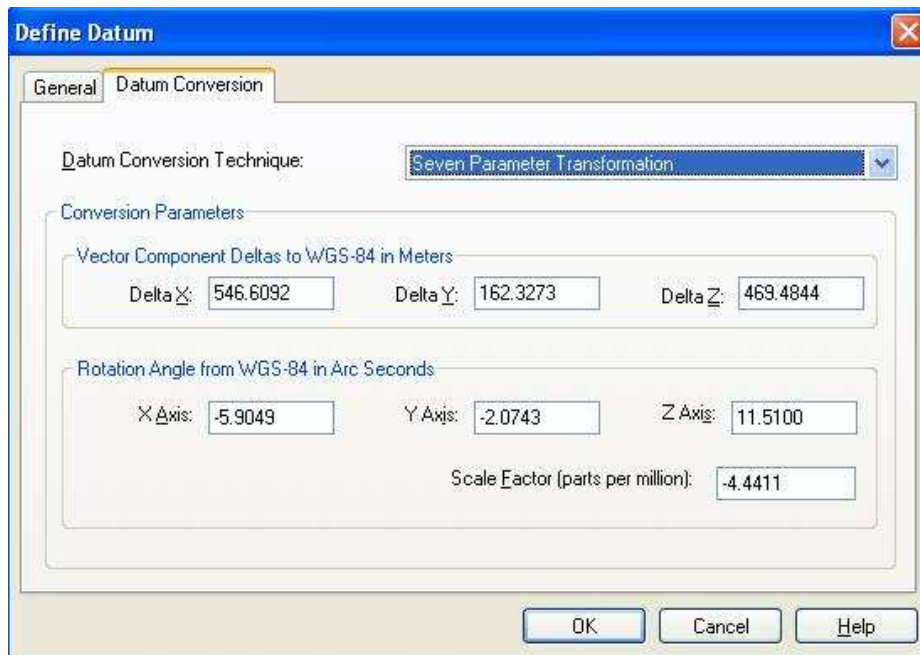
Slika 23. Definiranje projekcije koordinatnog sustava

Nakon što je definirana projekcija, opet se u izborniku General pod Coordinate System Type izabire naredba Define za definiranje Datuma. Otvara se prozor Datum Manager gdje se opet izabire naredba Define. U prozoru za definiranje Datuma, pod izbornikom General zadaje se šifra Datuma, opis Datume te se izabire ili definira elipsoid. Kao što je vidljivo na Slika 24 izabran je Besselov elipsoid, šifra je dana kao HDKS\_7p sa opisom da su to službeni državni parametri za Republiku Hrvatsku.



Slika 24. Definiranje Datuma

U izborniku Datum Conversion definira se vrsta međudatumske transformacije sa njenim parametrima. Izabrana je 7-parametarska transformacija te su uneseni državni parametri za transformaciju u novi sustav prikazani na Slika 25.



Slika 25. Definiranje parametara transformacije

Definiranjem 7 parametarske transformacije definirali smo HDKS u 5 zoni. Zatim se istim postupkom definira i HTRS96/TM.

Kod definiranja HTRS96/TM za projekciju se također uzima Transverse Mercator ali sa malo drukčijim parametrima. Centralni meridijan je  $16^{\circ}30'$ , linearno mjerilo na centralnom meridijanu je 0,9999 te je dodatak svim E koordinatama 500000 iz razloga da bi se izbjegle negativne koordinate.

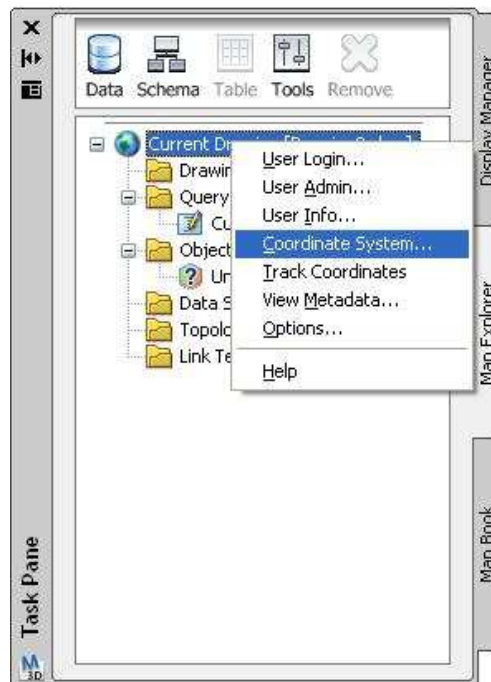
Za tip koordinatnog sustava se izabire Geodetski, a za Datum se uzima World Geodetic System of 1984 kojemu se ne mijenjaju parametri.

Izborom Datuma WGS84 HTRS96/TM je definiran. Nakon što smo definirali koordinatne sustave potrebno je izvršiti transformaciju. Ona se izvršava tako da se početnom VDKP-u prvo pridružuje koordinatni sustav HDKS 5 zona. To se radi naredbom Assign Global Coordinate System iz izbornika Map-> Tools. Nakon što smo izabrali HDKS 5. zona VDKP je potrebno spremi te zatvoriti crtež.

Otvaramo novi prazni crtež te u izborniku Task Pane, podizborniku Map Explorer pod Current Drawing odabiremo Coordinate System (Slika 26). Pod Coordinate System odabiremo koordinatni sustav, koji smo definirali i u koji želimo transformirati podatke VDKP-a, HTRS96/TM.

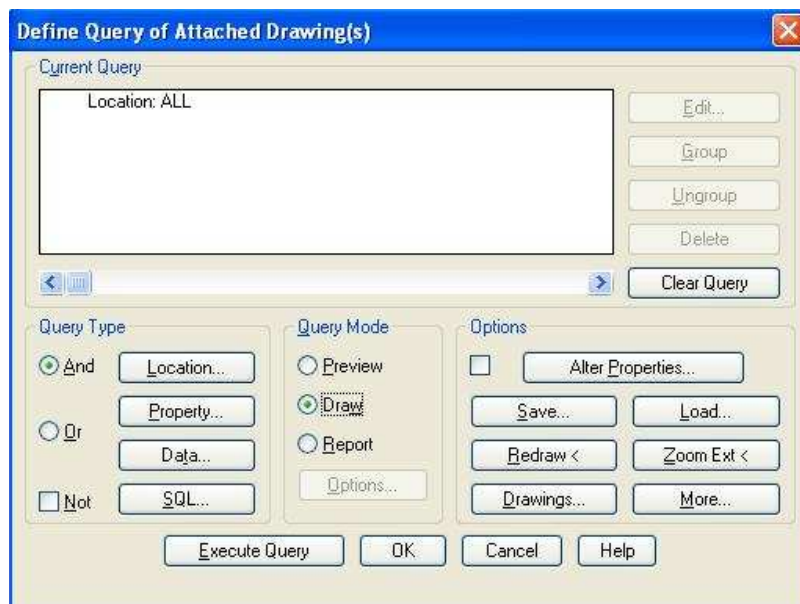
Nakon što smo pridružili praznom crtežu koordinatni sustav HTRS96/TM, izborom Drawings -> Attach ubacujemo crtež, odnosno VDKP, koji se nalazio u HDKS-u, u ovaj novi crtež koji za koordinatni sustav ima definiran HTRS96/TM. S pomoću 7 parametara koje smo definirali u koordinatnom sustavu HDKS 5. zona i pridružili

ga VDKP-u AutoCAD transformira sve objekte VDKP-a u novi sustav HTRS96/TM 7-parametarskom Helmertovom transformacijom.



Slika 26. Pridruživanje koordinatnog sustava u koji želimo transformirati podatke

Sav sadržaj VDKP-a je transformiran u novi koordinatni sustav HTRS96/TM ali nije vidljiv. Zato je potrebno još napraviti upit da nam se prikaže sadržaj digitalnog plana. To se radi izborom Current Query -> Define. Kao tip upita uzima se Location -> all te kao mod upita se uzima Draw da se sadržaj iscrtava (Slika 27).

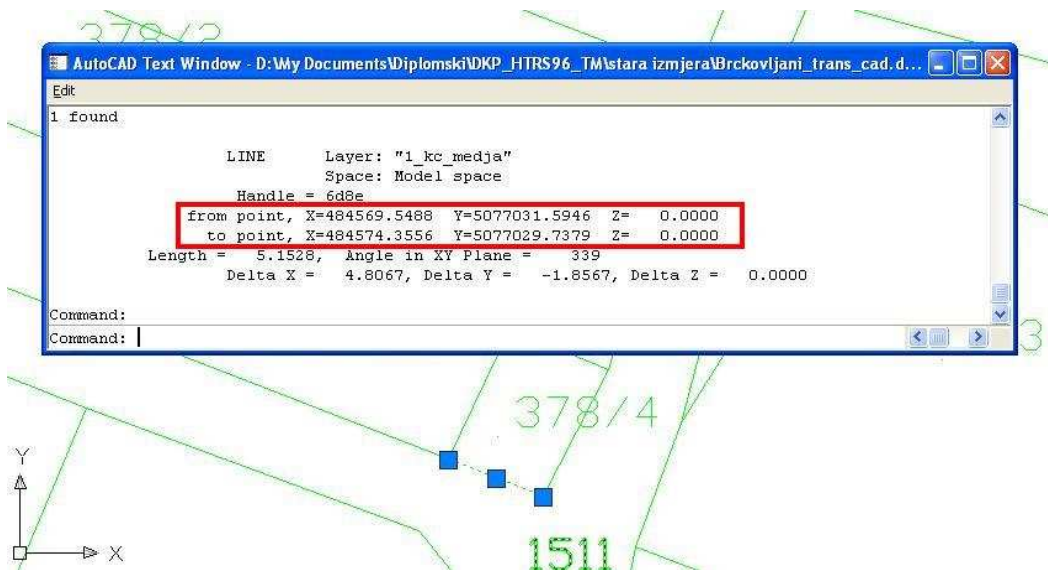


Slika 27. Upit za iscrtavanje sadržaja crteža

Izvršenjem upita iscrtava se sav sadržaj crteža. Na Slika 28 prikazane su vrijednosti koordinata početne i završne točke međe iz kojih je vidljivo da je



sadržaj transformiran iz HDKS-a u HTRS96/TM. Iz očitavanja zapisa koordinata položaja međe u novom sustavu vidljivo je da se razlikuju u odnosu na zapis koordinata položaja međe u starom sustavu prikazanom na Slika 18. Uočljiva je i mala promjena u dužini međe.



Slika 28. Očitane vrijednosti koordinata na DKP-u transformiranom pomoću AutoCAD-a

### 5.6. Terenska mjerenja pomoću CROPOS sustava

Kao jedna od kontrola transformacije podataka VDKP-a u novi sustav nametnula se izmjera trigonometrijskih točaka CROPOS sustavom. Uz mjerenja trigonometrijskih točaka odlučeno je da se izmjeri i određeni broj međnih točaka koje će nam poslužiti kao kontrola prilikom homogenizacije katastarskog plana, a o kojima se detaljnije raspravlja u 6. poglavlju.



Slika 29. Terenska ekipa

Terenska ekipa u sastavu Doc. dr. sc. Vlado Cetl, mr. sc. Bojan Barišić, Marijan Ratkajec, dipl. ing. te studenti Sanja Tomić i Ivica Šarušić (iza objektiva) (Slika 29) izašla je na teren 30. travnja 2010. godine. Tijekom pripremnih radova pronađeno je 5 trigonometara koje smo bili u mogućnosti izmjeriti i čiji su podaci u starom sustavu poznati. Međutim, rekognosciranjem terena jedan trigonometar nije pronađen na svome mjestu već je bio uništen i upotrijebljen kao potporni kamen (Slika 30). Ostala četiri trigonometra su pronađena i izmjerena. Svi trigonometri su izmjereni RTK metodom pomoću Visoko preciznog pozicijskog servisa (VPPS) CROPOS sustava.



Slika 30. Uništena trigonometrijska točka

U Tablica 4 su prikazane koordinate trigonometrijskih točaka izmjerenih RTK metodom na terenu. Analiza koordinata opisana je u slijedećem poglavlju "Analiza rezultata transformacije"

Tablica 4. Koordinate trigonometrijskih točaka izmjerenih RTK metodom

CROPOS							
HDKS				HTRS96			
Broj	Y	X	H	Broj	N	E	H
t34	5600466,580	5076076,468	153,549	t34	5075774,428	483540,032	153,536
t35	5601909,964	5076151,421	152,691	t35	5075822,227	484984,399	152,676
t38	5600678,128	5078273,990	171,863	t38	5077967,327	483792,832	171,856
t32	5599459,397	5076527,172	154,273	t32	5076243,933	482541,616	154,263

## 5.7. Analiza rezultata transformacije

Analiza rezultata transformacije odnosi se jednim dijelom na analizu koordinata trigonometara čiji je položaj bio unaprijed poznat te je također mjereno na terenu pomoću CROPOS sustava. Drugi dio analiza odnosi se na analize površina katastarskih čestica i njihovu promjenu nakon transformacije.

### 5.7.1. Analiza koordinata trigonometara

U Tablici 5 prikazane su koordinate trigonometara iz podataka geodetske osnove i koordinate trigonometara mjenjenih CROPOS sustavom u starom koordinatnom sustavu HDKS-u. Na kraju tablice prikazana su odstupanja koordinata, dužina između položaja trigonometara te su također prikazana standardna odstupanja. Iz tablice je vidljivo da je standardno odstupanje otprilike 4 cm, a to je i točnost koju garantira CROPOS sustav u radu sa VPPS servisom koji je korišten prilikom izmjere trigonometrijskih točaka.

*Tablica 5. Koordinate trigonometara iz podataka geodetske osnove i mjenjenih CROPOS sustavom*

G.OSN.	Y	X	CROPOS	Y	X	RAZLIKE [m]	Y	X	d
t34	5600466,60	5076076,30	t34	5600466,58	5076076,47	t34	0,02	-0,17	0,17
t35	5601910,05	5076151,20	t35	5601909,96	5076151,42	t35	0,09	-0,22	0,24
t38	5600678,17	5078273,86	t38	5600678,13	5078273,99	t38	0,04	-0,13	0,13
t32	5599459,53	5076527,01	t32	5599459,40	5076527,17	t32	0,13	-0,16	0,21
						sredina	0,07	-0,17	0,19
						S <sub>0</sub>	0,05	0,04	0,04

Koordinate trigonometara mjerene su CROPOS sustavom na način da se koordinate točaka dobiju i u starom i u novom sustavu. S obzirom da imamo koordinate trigonometara mjerene u novom sustavu moguće je usporediti podatke dobivene mjerenjem u novom sustavu i podatke u novom sustavu dobivene transformacijom. Upravo to nam prikazuju slijedeće dvije tablice.

*Tablica 6. Analiza koordinata dobivenih mjerenjem CROPOS sustavom i transformacijom s JTM-om*

CROPOS	N	E	JTM	N	E	N	E	d	
t34	5075774,43	483540,03	t34	5075774,53	483539,98	-0,11	0,05	0,12	
t35	5075822,23	484984,40	t35	5075822,22	484984,46	0,00	-0,06	0,06	
t38	5077967,33	483792,83	t38	5077967,36	483792,75	-0,03	0,09	0,09	
t32	5076243,93	482541,62	t32	5076243,93	482541,64	0,00	-0,03	0,03	
						sredina	-0,03	0,01	0,08
						S <sub>0</sub>	0,05	0,07	0,04



*Tablica 7. Analiza koordinata dobivenih mjerenjem CROPOS sustavom i transformacijom u AutoCAD-u*

CROPOS	N	E	ACAD	N	E	N	E	d	
t34	5075774,43	483540,03	t34	5075774,69	483539,50	-0,26	0,53	0,59	
t35	5075822,23	484984,40	t35	5075822,44	484983,92	-0,21	0,48	0,52	
t38	5077967,33	483792,83	t38	5077967,61	483792,31	-0,28	0,52	0,59	
t32	5076243,93	482541,62	t32	5076244,19	482541,21	-0,26	0,41	0,48	
						sredina	-0,25	0,48	0,55
						S <sub>0</sub>	0,03	0,05	0,05

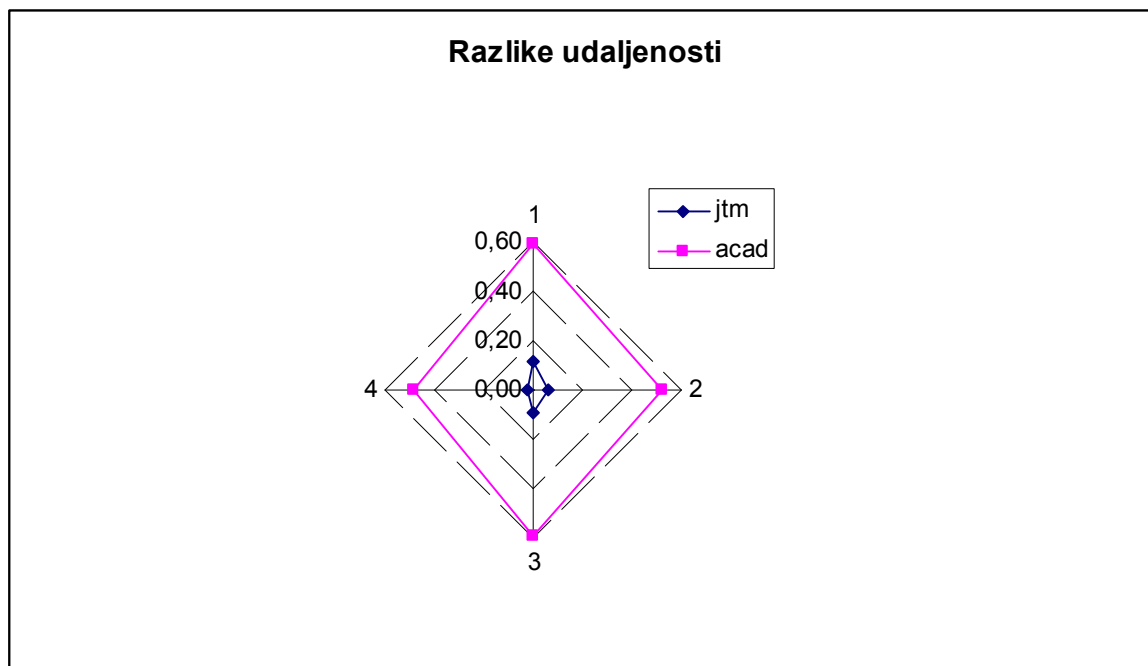
U Tablica 6 i Tablica 7 prikazane su i uspoređene koordinate dobivene mjerenjem pomoću CROPOS sustava sa koordinatama trigonometara dobivenih transformacijom pomoću JTM te u AutoCAD-u pomoću 7 – parametarske transformacije. Iz njih je vidljiva puno veća točnost, do nekoliko puta, koju pruža JTM naspram transformacije koju pruža samo 7-parametarska transformaciju unutar programa AutoCAD, iako su standardna odstupanja čak i manja u slučaju transformacije AutoCAD-om. Na Slika 31. Graf razlika udaljenosti je prikazan graf koji prikazuje udaljenosti položaja između trigonometara dobivenih transformacijom sa položajem dobivenim CROPOS sustavom.

Tablica 8 nam pruža uvid u razliku koordinata trigonometara dobivenih transformacijom sa JTM i 7-parametarskom transformacijom. Vidljivo je da je srednja razlika u duljinama 0,52 metra te da su svi trigonometri pomaknuti na istu stranu i za otprilike jednak iznos po osima u odnosu na one dobivene JTM-om.

*Tablica 8. Razlika koordinata nakon transformacija*

JTM	N	E	ACAD	N	E	N	E	d	
t34	5075774,53	483539,98	t34	5075774,69	483539,50	-0,15	0,48	0,50	
t35	5075822,22	484984,46	t35	5075822,44	484983,92	-0,22	0,54	0,58	
t38	5077967,36	483792,75	t38	5077967,61	483792,31	-0,25	0,43	0,50	
t32	5076243,93	482541,64	t32	5076244,19	482541,21	-0,26	0,44	0,51	
						sredina	-0,22	0,47	0,52
						S <sub>0</sub>	0,05	0,05	0,04

U tablicama od 6 do 8 uočljiva je puno veća točnost JTM-a naspram 7-parametarske transformacije. Odnosno, one nam ukazuju na učinkovitost distorzije prilikom transformacije JTM-om te koliko model distorzije JTM-a pridonosi poboljšanju položajne točnosti koordinata.



*Slika 31. Graf razlika udaljenosti*

#### 5.7.2. Analiza površina katastarskih čestica nakon transformacije

Jedna od bitnih pretpostavki za transformaciju podataka digitalnog katastarskog plana je ta da transformacija ne utječe bitno na relativni odnos točaka međe a samim time na površine katastarskih čestica. Da bi to ispitali izvadili smo površine svih katastarskih čestica iz VDKP-a prije transformacije te nakon transformacije.

*Tablica 9. Razlika u površini katastarske općine*

	P (VDKP)	P (JTM)	P (ACAD)
	1205,08	1204,74	1204,77
razlika		0,35	0,31

U Tablica 9. Razlika u površini katastarske općine je prikazana ukupna površina k.o. Brckovljani, iskazana u hektarima, prije transformacije katastarske općine te nakon transformacije katastarske općine. Također su prikazane i razlike u površinama koje su zanemarivo male i iznose samo 0,03% od ukupne površine k.o. Brckovljani. Ovime smo uvidjeli da na ukupnu površinu katastarske općine transformacija nema veliki utjecaj.

*Tablica 10. Standardno odstupanje površina i srednja vrijednost razlika površina*

	Osn-T7D	Osn-ACAD
S0	2,23	2,02
sredina	0,72	0,64

Tablica 10. prikazuje standardno odstupanje i srednju vrijednost razlika površina katastarskih čestica. Srednja vrijednost odstupanja površina u promilima iznosi za JTM 0,29 promila dok za AutoCAD iznosi 0,26 promila.



229 katastarskih čestica ima odstupanje površine veće od standardnog odstupanja kod površina dobivenih JTM-om dok kod površina dobivenih AutoCAD-om 196 katastarskih čestica ima odstupanje veće od standardnog. Iako se ova brojka možda čini velikom, bitno je naglasiti da se tu radi o katastarskim česticama veće površine te je njihovo odstupanje u promilima uglavnom ispod srednjeg odstupanja u promilima ukupnog broja katastarskih čestica.

## 6. Homogenizacija VDKP-a k.o. Brckovljani

Kao jedan od glavnih preduvjeta za pojedinačno prevođenje katastarskih čestica katastra zemljišta u katastarske čestice katastra nekretnina javlja se i homogenizacija katastarskog plana.

Homogenizacijom se katastarski plan katastra zemljišta dovodi u službeni referentni sustav i ispravljaju unutrašnje nehomogenosti kako bi se daljnje održavanje moglo provoditi po propisima o katastru nekretnina, prvenstveno neposrednim mjerenjima oslonjenim na geodetsku osnovu (Roić i dr. 2009).

Homogenizacija je u pravilu nužna za katastarske planove nastale grafičkom izmjerom upravo zbog tehničkih ograničenja ove metode u pogledu točnosti (Barišić i dr. 2010).

S obzirom da su podloge za odabir identičnih točaka (IT) (DOF5) bile transformirane u novi sustav, katastarski plan je prije izbora identičnih točaka prvo transformiran u novi sustav. Nakon odabira identičnih točaka proveden je postupak homogenizacije s tri različite gustoće točaka.

Analize rezultata napravljene su iz statistika na kontrolnim točkama te promjeni površina katastarskih čestica.

### 6.1. Preuzeti podaci

Uvođenje mogućnosti pojedinačnog prevođenja katastarskih čestica u katastar nekretnina umnogome ovisi o homogenosti postojećih prostornih podataka (Vektorizirani digitalni katastarski plan - VDKP). To se prvenstveno odnosi na mogućnost održavanja katastarskog plana osloncem na geodetsku osnovu. Ta homogenost na većem dijelu područja Republike Hrvatske ne zadovoljava. To se posebno odnosi na područja u kojima su službeni listovi katastarskog plana iz razdoblja Franciskanskog katastra (oko 75% područja RH) (Roić i dr. 2009.).

Sam proces homogenizacije uvelike ovisi o dostupnim podacima za katastarsku općinu. Polazna stanja podataka treba sagledati u pogledu potpunosti i kvalitete. Kako se projekt homogenizacije odnosi na cijelu katastarsku općinu to se pod potpunosti podrazumijeva postojanje određenog skupa podataka za područje cijele katastarske općine. Istodobno ti skupovi podataka moraju biti tražene kvalitete. U okviru projekta homogenizacije, a prije početka samog procesa homogenizacije, potrebno je obaviti analizu postojanja i kvalitete podataka za katastarsku općinu za koju se provodi homogenizacija.

U sklopu diplomskog rada preuzeti su podaci za katastarsku općinu Brckovljani i to: Vektorizirani digitalni katastarski plan (VDKP), digitalni ortofoto (DOF5) iz Državne geodetske uprave. Obavljena je kontrola i analiza preuzetih podataka te je dana ocjena kvalitete svakog skupa podataka prema *Homogenizacija katastarskog plana – I. Faza* (Roić i dr. 2009).

Za potrebe analiza rezultata i ocjene kvalitete homogenizacije korišteni su i dodatni podaci i to podaci katastarske izmjere (DKP) te digitalni ortofoto u boji (DOF2). Za te podatke nije dana ocjena kvalitete.

Tablica 11. Kvaliteta podataka - VDKP

RB	Element kvalitete	Kriterij	Stanje
1.	Dostupnost	Datoteke postoje	Postoji 1 datoteka koja sadrži prikaz područja cijele katastarske općine.
2.	Format datoteka	Dostavljene u propisanom obliku	Datoteka je dostavljena u propisanom formatu (dwg).
3.	Naziv datoteke	Nazivi su ispravni	Naziv datoteke je napisan u obliku "ime_ko.dxf".
4.	Otvaranje datoteka	Mogu se otvoriti	Dostavljena datoteka može se otvoriti.
5.	Metapodaci	Metapodaci su priloženi u propisanom formatu	Metapodaci nisu dostavljeni.
6.	Georeferenciranje	Podaci uklopljeni u HTRS96/TM	Podaci prvotno nisu uklopljeni u HTRS96/TM nego su u tijeku izrade ovog diplomskog rada transformirani u HTRS96/TM.
7.	Sadržaj	Sadržaj odgovara specifikacijama	Sadržaj (djelomično) ne odgovara specifikacijama. Uočeni su slijedeći nedostaci: -Koordinate imaju više od dva decimalna mjesta -Nazivi slojeva nisu napisani malim slovima -Boje određenih slojeva nisu usklađene sa specifikacijama -Imena atributnih blokova nisu napisana malim slovom - Atributni blok "kc" nije ispravno definiran -Nazivlje nije pisano u stilu "nazivlje", Arial, visina 5 -Brojevi katastarskih čestica 1513, 1488, 371/2, 814/13 se pojavljuju dva puta - Određeni poligoni su bez centorida

U Tablica 11 dan je pregled kvalitete podataka VDKP-a. VDKP je prije procesa homogenizacije transformiran u novi sustav HTRS96/TM, što je posebno napomenuto u gornjoj tablici.

Tablica 12. Kontrola kvalitete – DOF5

RB	Element kvalitete	Kriterij	Stanje
1.	Dostupnost	Datoteke postoje	Postoji 5 datoteke koje ne pokrivaju područje cijele katastarske općine. Fali DOF 16.
2.	Format datoteka	Dostavljene u propisanom formatu	Datoteke su dostavljene u propisanom formatu (tif+tfw).
3.	Naziv datoteke	Nazivi su ispravni	Kriterij nije moguće procijeniti jer nisu dostavljeni metapodaci.
4.	Otvaranje datoteka	Mogu se otvoriti	Sve dostavljene datoteke se mogu otvoriti
5.	Metapodaci	Metapodaci su priloženi u propisanom formatu	Metapodaci nisu dostavljeni.
6.	Datum snimanja	Starost DOF-a	Nepoznato
7.	Georeferenciranje	Raster je uklopljen u podjelu na listove	Raster je uklopljen u podjelu na listove HTRS96/TM-a
8.	Rezolucije slike	Rezolucije je 0.5 m	Rezolucije svih slika je 0.5 m.
9.	Radiometrijska rezolucija	Radiometrijska rezolucije je 24 bita	Radiometrijska rezolucija svih slika je 8 bita.
10.	Radiometrijska kvaliteta	Slike imaju dobar kontrast za izbor identičnih točaka	Kontrast na svim slikama je dovoljno dobar za izbor identičnih točaka.
11.	Nedostaci slika	Na slikama su uočeni značajni nedostaci	Uočeni su nedostaci kod slika koje su transformirane u HTRS96/TM i to kod njihovog otvaranja u softveru AutoCAD Map 3D gdje se događaju crne rupe između dviju slika prilikom njihova otvaranja.

Za k.o. Brckovljani dostupan je digitalni ortofoto standardne kvalitete mjerila 1:5000 izrađen iz cikličkog snimanja Republike Hrvatske čiji je pregled kvalitete dan u Tablica 12. Snimke su crno-bijele, radiometrijske rezolucije 8 bita. Snimke su već bile uklopljene u HTRS96/TM pa je iz tog razloga i napravljena prvo transformacija VDKP-a u novi sustav a zatim homogenizacija. Područje k.o. Brckovljani prekriva 6 listova DOF-a 5 a mi smo dobili samo 5 listova. List broj 16 koji pokriva mali dio k.o. na sjeveru nije dostavljen.

Bitno je naglasiti da je smo za vrijeme izrade diplomskog rada dobili i podatke nove izmjere te također i digitalni ortofoto u mjerilu 1:2000 izrađen za potrebe

nove katastarske izmjere. Ti podaci su nam poslužili samo za kontrolu izvedene homogenizacije, a ne i za izradu same homogenizacije katastarskog plana.

## 6.2. Vizualna usporedba polaznih podataka

Prije početke procesa homogenizacije napravljena je vizualna usporedba polaznih podataka VDKP-a i DOF5. Njihovom vizualnom usporedbom može se ocijeniti kolika je stvarna potreba za homogenizacijom sadržaja katastarskog plana.



Slika 32. Nesklad VDKP i DOF5

Vizualnom usporedbom VDKP-a i DOF5 (Slika 32) uočen je veliki nesklad i nehomogenost VDKP-a što nam jasno daje do znanja da je za k.o. Brckovljani neophodno izvršiti proces homogenizacije.

Učitavanjem svih listova DOF-a 5 u AutoCAD Map primijećena je pogreška na dodirnim rubovima odnosno okvirima (Slika 33), koja otežava izbor identičnih točaka na tom prostoru. Prilikom transformacije DOF-ova došlo je do njihovog preklapanja. Odnosno došlo je do preklapanja njihovih okvira koji su zadržali svoj oblik iz starog sustava i samo su translirani te im je promijenjeno mjerilo prilikom transformacije u novi sustav. Upravo iz tog razloga što su okviri samo translirani i to jedan preko drugog, a snimke su zarotirane, dolazi do "pogreške" kojom se jedan dio područja ne vidi na snimkama. To su područja koja su nastala povećanjem okvira, a rotacijom snimke tu nisu došli nikakvi podaci već je ostalo crno područje bez podataka. Ovisno o tome koja se snimka nalazi ispred a koja iznad ta se crna područja pojavljuju sa maksimalnom površinom na sjevernom dijelu odnosno istočnom dijelu preklopa.



Slika 33. Neslaganje na dodirnim rubovima DOF-a 5

### 6.3. Proces homogenizacije VDKP-a

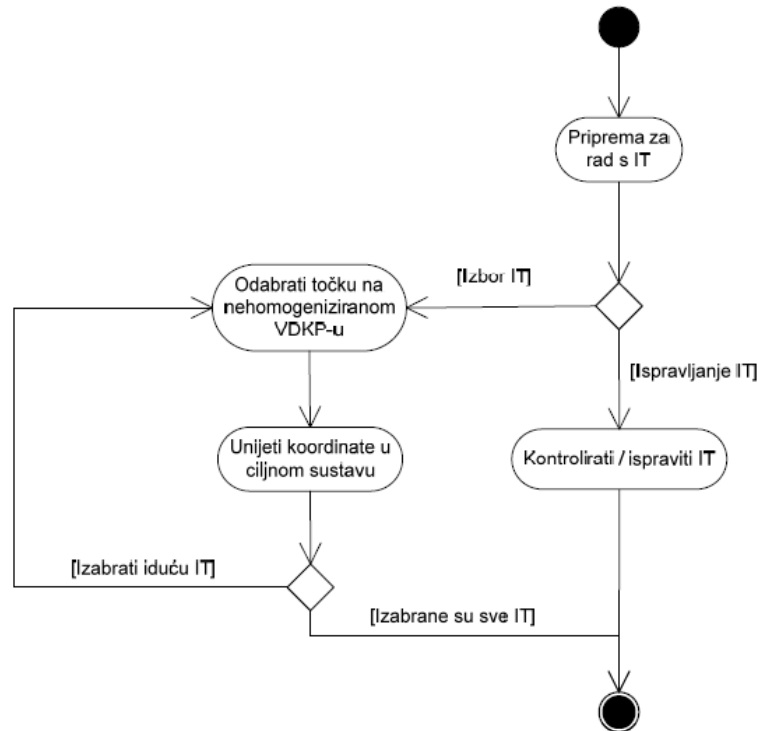
Homogenizacija katastarskog plana obavlja se uspoređivanjem digitalnog katastarskog plana i digitalnog ortofoto plana. Uspoređivanjem se određuju linije koje se mogu smatrati identičnima na katastarskom planu i na terenu (DGU 2009).

Sam proces homogenizacije katastarskog plana sastoji se od nekoliko koraka.

Prvi korak je priprema VDKP-a, odnosno dovođenje objekata VDKP-a u standardizirani oblik, prema *Specifikacijama za vektorizaciju katastarskih planova koji se izrađuju sa CAD/GIS softverima*.

Nakon što je VDKP standardiziran pristupa se izboru identičnih točaka (Slika 34). To 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 prije i nakon homogenizacije. Polazne koordinate identične točke su one na vektoriziranom digitalnom katastarskom planu, a koordinate u ciljnom sustavu su one koordinate na koje se identična točka preslika nakon homogenizacije. Odabirom identičnih točaka određuje se skup parametara na temelju kojih se obavlja homogenizacija. Na osnovu vektora pomaka identičnih točaka određuju se vektori pomaka svih ostalih lomnih točaka.





Slika 34. Izbor identičnih točaka (Roić i dr. 2009)

Prema Roić i dr. temeljni kriterij za izbor točke identičnom je nepromijenjenost u odnosu na vrijeme izmjere. S obzirom da je većina listova katastarskog plana (oko 75%) nastala grafičkom metodom izmjere prije više od 100 godina, ovaj kriterij je veoma teško zadovoljiti.

Nakon što smo odredili identične točke ostaje nam provesti transformaciju podataka. Prema Roić i dr. potrebno je provesti dvije transformacije: globalnu i lokalnu (opisane u 3. poglavlju). Globalnom transformacijom se obavlja provjera izabranih identičnih točaka. Ona se iterativno primjenjuje sve dok se iz daljnjeg postupka ne izbace sve nepouzdana točke. Lokalna transformacija se primjenjuje nad identičnim točkama čija je kvaliteta provjerena globalnom transformacijom. Ona također može ukazati na eventualno preostale nepouzdana identične točke, a ponavljamo ju do zadovoljenja postavljenih uvjeta. Rezultat lokalne transformacije je konačan rezultat homogenizacije.

Homogenizacija u ovom diplomskom radu izrađena je korištenjem samo lokalne (Adaptivne) transformacije.

### 6.3.1. Standardiziranje VDKP-a k.o. Brckovljani

Analizom VDKP-a k.o. Brckovljani uočeno je da njen sadržaj ne odgovara *Specifikacijama za vektorizaciju katastarskih planova koji se izrađuju sa CAD/GIS softverima (verzija 2.9.4. / 17.03.2010.)*. Prije procesa homogenizacije sadržaj VDKP-a je standardiziran prema specifikacijama.

Struktura slojeva VDKP-a nije odgovarala Specifikacijama. Nazivi slojeva bili su većinom ispisani velikim slovima, boje određenih slojeva nisu odgovarale specifikacijama. Imena blokova su također bila napisana velikim slovima umjesto

malim. Te su pogreške ispravljene prema tablici struktura slojeva i tablici struktura atributnih blokova.

Atributni blok "kc" krivo je bio definiran sa točkom koja se nalazila dolje, ispred, broja katastarske čestice. Ta pogreška je ispravljena stavljanjem točke ispod, u sredinu, katastarske čestice.

Nazivlje nije bilo napisano u tekstualno m stilu "nazivlje". Definiran je tekstualni stil "nazivlje", definiran fontom *Arial*, veličine fonta 5 te su svi nazivi prebačeni u stil "nazivlje".

Brojevi katastarskih čestica 1513, 1488, 371/2, 814/13 se pojavljuju dva puta. To je ispravljeno na način da su četiri katastarske čestice, čija je površina približno jednaka službenoj površini iz knjižnog dijela katastarskog operata, zadržale postojeći broj, a ostale četiri su dobile privremene brojeve: 9999/100, 99997101, 9999/102, 9999/103.

Dio poligona, zatvorenih linijama zgrade i uporabe bio je bez centroida koji označuje njihovu namjenu. Tim su poligonima dodani centroidi sa šiframa prema atributnim tablicama, uspoređujući katastarski plan sa knjižnim djelom katastarskog operata i određujući šifru prema njihovoj namjeni koja se vodi u knjižnom djelu.

### 6.3.2. Izbor identičnih točaka

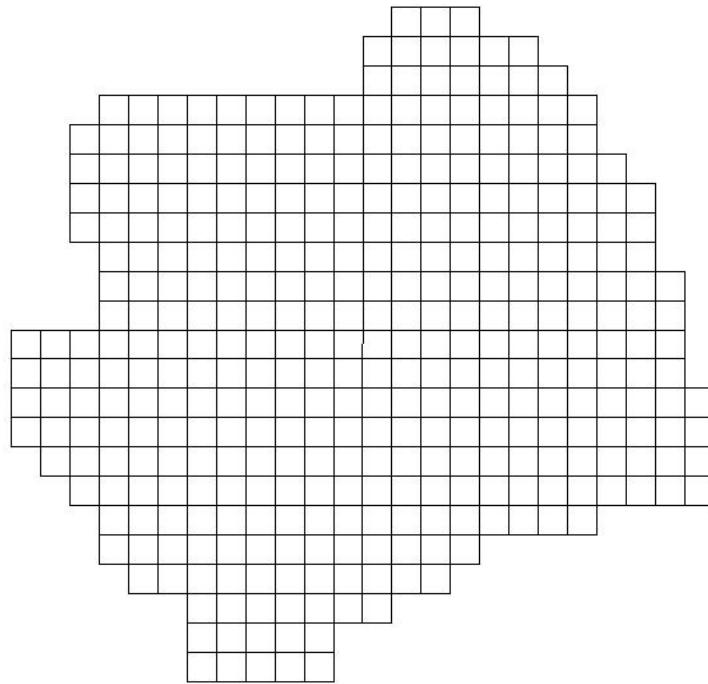
Izbor identičnih točaka vrši se vizualnom usporedbom VDKP-a sa DOF-om te odabirom one točke za koju se može ustvrditi da je ona stvarno ta u naravi. Sam izbor identičnih točaka je subjektivan proces koji umnogome ovisi o osobi koja vrši izbor identičnih točaka.

Tijekom izbora identičnih točaka za ovaj diplomski rad konstruirana je pomoćna mreža kvadrata (Slika 35. Mreža pomoćnih kvadrata) dimenzija 200 x 200 metara radi lakšeg odabira i boljeg rasporeda identičnih točaka. Prema površini kvadrata, ukupnom njihovom broju te površini k.o. Brckovljani, da bi se zadovoljilo preporučeni uvjet od 0,2 IT po hektaru bilo je dovoljno odabrati IT u otprilike 90 % kvadrata pomoćne mreže.

Izbor identičnih točaka se vršio u 3 različite gustoće (Tablica 13). I. gustoća predstavlja uzorak sa najvećim brojem identičnih točaka dok je III. gustoća uzorak sa najmanjim brojem identičnih točaka. Dan je i pregled broja točaka po hektaru. Na slikama Slika 37, Slika 38 i Slika 39 prikazan je raspored identičnih točaka po gustoćama.

Tablica 13. Gustoća IT

Progušćenje	Broj IT	Broj IT po hektaru
I	195	0,16
II	80	0,07
III	19	0,02

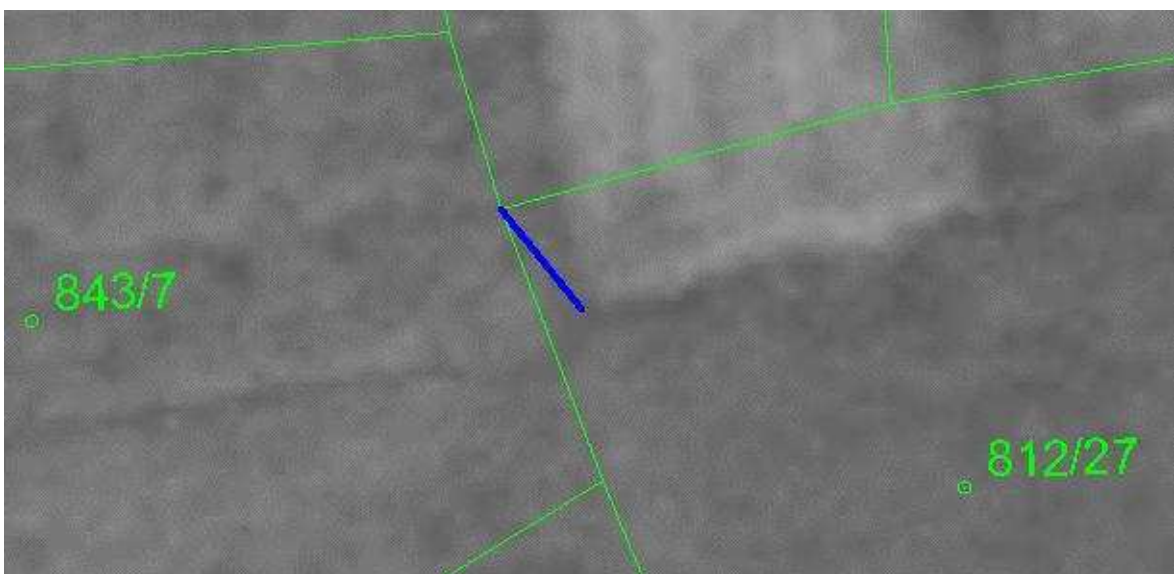


Slika 35. Mreža pomoćnih kvadrata

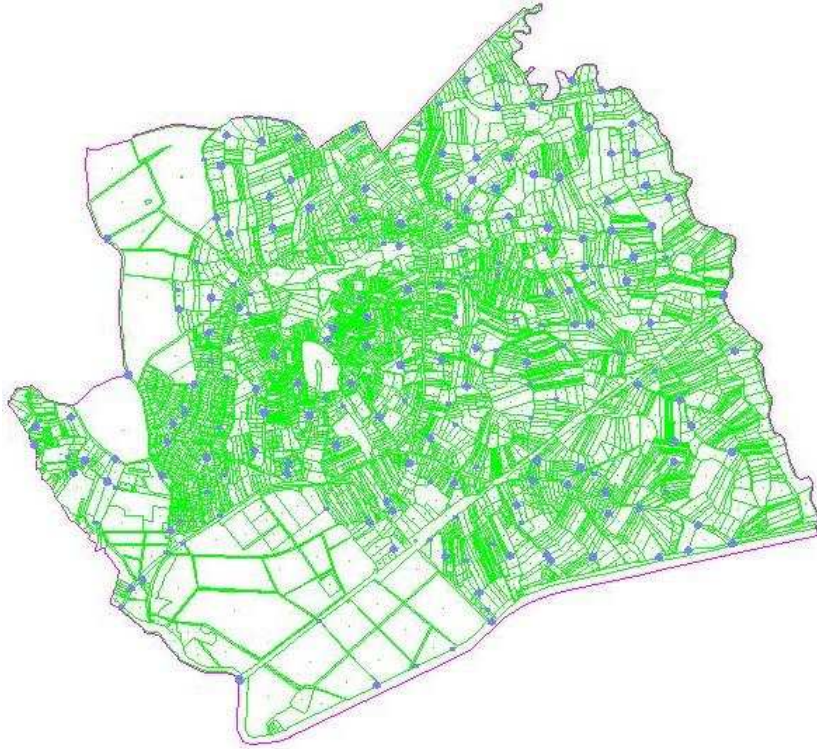
Za prvu gustoću je u početku odabrano 214 točaka, međutim 19 točaka od tih 214 je pretvoreno u kontrolne točke (KT) koje će biti izmjerene na terenu te će poslužiti za analizu homogenizacije.

Iz Tablica 13. Gustoća IT je vidljivo da niti jedna gustoća ne zadovoljava preporučeni uvjet od 0,2 točke/hektaru. To je iz razloga što je veliki dio katastarskih čestica k.o. Brckovljani poljoprivredno zemljište velikih površina te je bilo nemoguće odrediti identične točke na takvim katastarskim česticama.

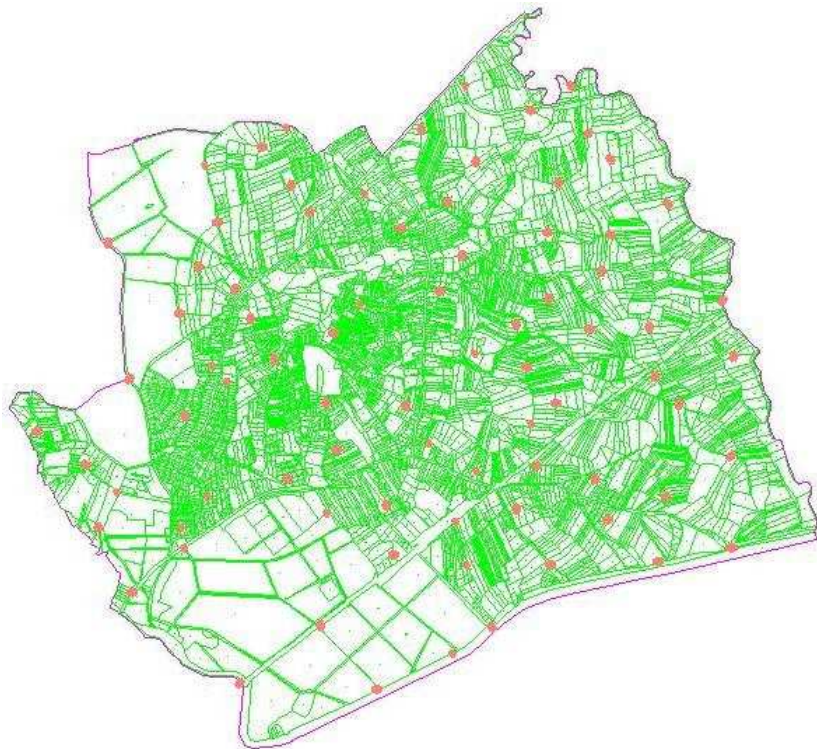
Sam izbor identičnih točaka vrši se tako da se prepoznavanjem neke točke kao identične povlači vektor iz točke polaznog sustava do točke ciljnog sustava (Slika 36).



Slika 36. Vektor pomaka identične točke

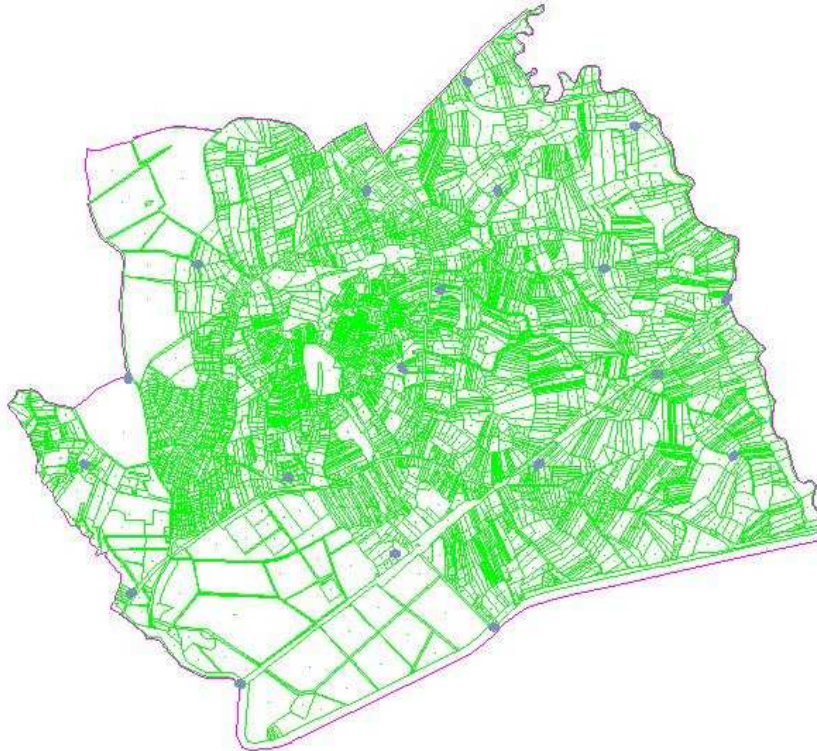


*Slika 37. Raspored IT, I. gustoća*



*Slika 38. Raspored IT, II. Gustoća*





*Slika 39. Raspored IT, III. Gustoća*

### 6.3.3. Transformacija podataka katastarskog plana

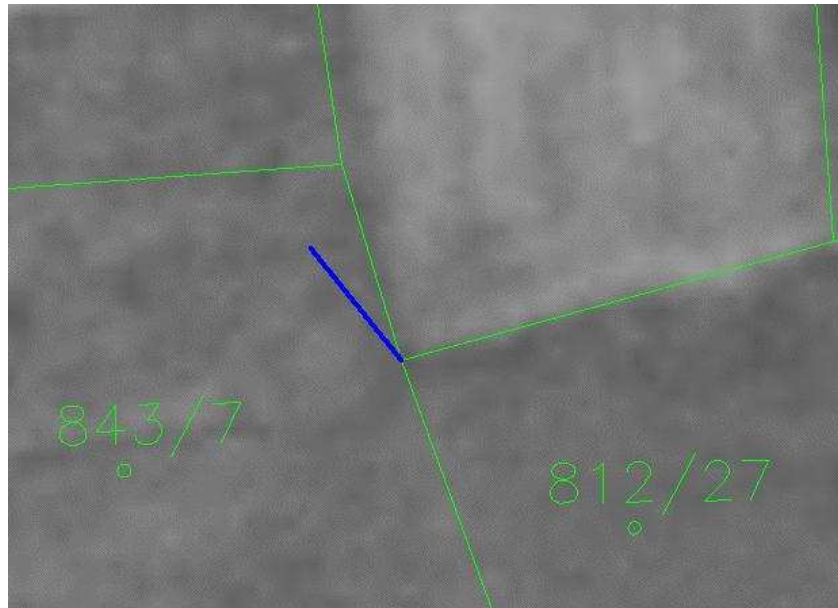
Nakon što su izabrane identične točke ostalo je još samo provesti lokalnu transformaciju da bi proces homogenizacije bio gotov.

Kao što je ranije spomenuto globalna transformacija nije provođena iz razloga što u programu AutoCAD ne postoji funkcija za globalnu transformaciju.

Lokalna transformacija je provedena metodom adaptivne transformacije. Taj postupak transformacije također nije sadržan u programu AutoCAD Map već je napisan u Autolisp programu. Formule koje su sadržane u programu su formule prikazane u poglavlju 3 (3.2.6. Lokalna transformacija).

Provedbom lokalne transformacije proces homogenizacije je završen. Ona je krajnji rezultat homogenizacije.

Lokalnom transformacijom identične točke se pomiču u zadane točke (Slika 40) dok se sve ostale lomne točke pomiču zavisno od identičnih točaka.



*Slika 40. Pomak IT nakon transformacije*

Uspješnost provedene transformacije provjerava se izvješćem o površinama katastarskih čestica. Sve katastarske čestice moraju zadovoljiti određeni uvjet. Uvjet je zadovoljen ako je razlika površine prije i nakon homogenizacije ( $P_t - P_n$ ) manja od dopuštenog odstupanja.

Sve analize površina, kontrolnih točaka i drugih rezultata detaljno su obrađene u slijedećem poglavlju.

#### **6.4. Terenska mjerenja kontrolnih točaka CROPOS sustavom**

Istog dana kada su provedena mjerenja trigonometara, provedena su i mjerenja kontrolnih točaka CROPOS sustavom (Slika 41).

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 provedbu analize točnosti homogenizacije. U Tablica 14 prikazane su koordinate izmjerenih kontrolnih točaka.

Određivanje prave pozicije kontrolne točke na terenu bilo je olakšano time što je nedavno provedena izmjera k.o. Brckovljani te su međne oznake u većini slučajeva i dalje bile vidljive.

Tijekom čitavog rada sa CROPOS sustavom dogodio se samo jedan prekida rada u trajanju od nekih 15-ak minuta kada nije bilo moguće izmjeriti kontrolnu točku te se od iste moralo odustati. Uzrok ovog prekida ostao je nepoznat s obzirom da je uređaj primao signal sa dovoljnog broja satelita sa povoljnom konstelacijom i imao fiksno rješenje.

Detaljna analiza izmjerenih kontrolnih točaka dana je u slijedećem poglavlju.

Tablica 14. Kontrolne točke

KT	X	Y	H
14985t	5077547,83	484142,20	203,00
20699t	5077583,85	484401,38	187,70
20287t	5077623,61	484551,23	184,69
20249t	5077763,31	484603,28	174,83
14761t	5077881,41	484490,83	165,60
15057t	5078198,34	484743,37	155,00
15121t	5078285,30	484632,60	155,16
15084t	5078213,56	484513,67	156,32
17527t	5077994,83	485024,18	155,30
18872t	5077577,69	485146,27	153,68
20591t	5077095,59	485053,08	156,37
21863t	5077059,31	484982,51	158,42
21219t	5076495,54	484964,88	153,68
6292t	5076349,23	485094,83	153,52
6967t	5076277,14	484723,90	152,86
7697t	5076246,68	484605,25	156,43
3976t	5076189,78	484503,61	157,94
12482t	5076256,49	484118,21	163,11
12058t	5076311,72	483858,71	164,89



Slika 41. Izmjera kontrolnih točaka CROPOS-om



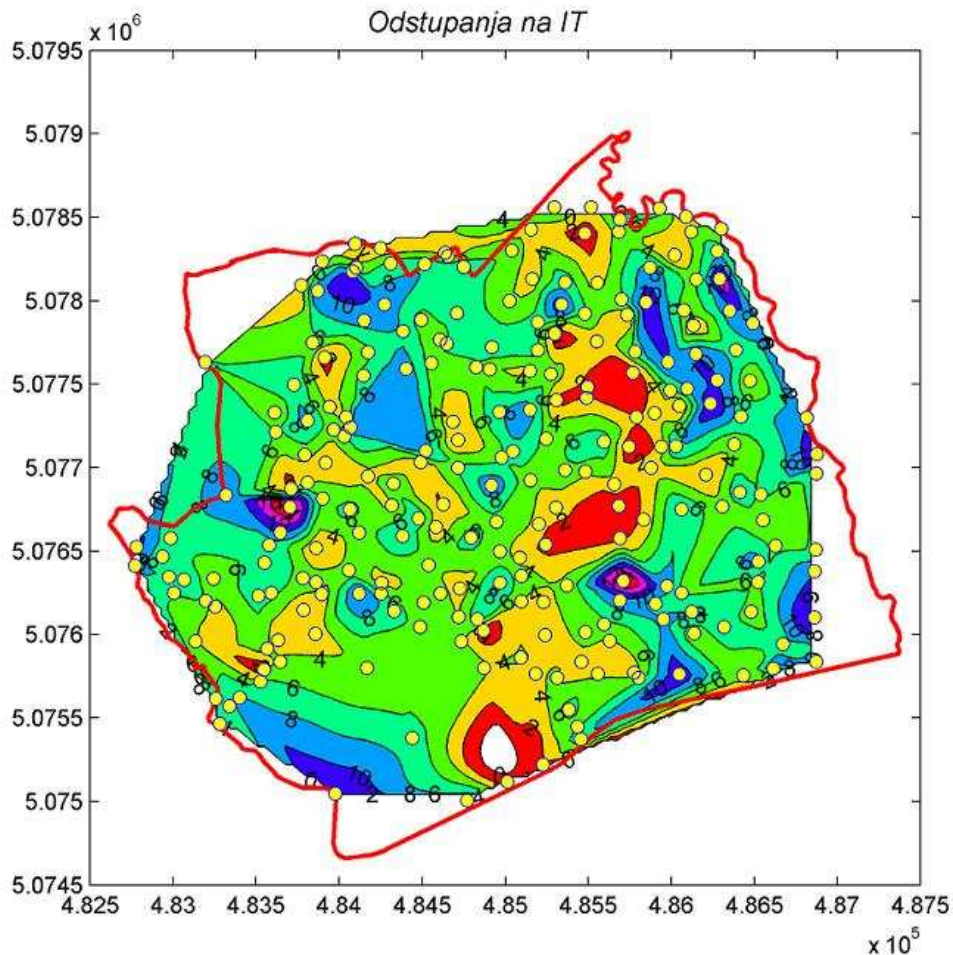
## 6.5. Analiza rezultata provedene homogenizacije

Uspješnost provedene transformacije provjerava se izvješćem o površinama katastarskih čestica. Sve katastarske čestice moraju zadovoljiti određeni uvjet koji je postavljen. Uvjet je zadovoljen ako je razlika površine prije i nakon homogenizacije ( $P_t - P_h$ ) manja od dopuštenog odstupanja.

U ovom poglavlju biti će opisani dobiveni rezultati transformacije te analizirani pomaci na kontrolnim i identičnim točkama kao još jedan pokazatelj kvalitete homogenizacije.

### 6.5.1. Identične točke

Identične točke su točke čije su koordinate poznate u polaznom i ciljnom sustavu. U sklopu ovog rada za identične točke na katastarskom planu odabrano je 195 točaka sa poznatim koordinatama u polaznom i ciljnom sustavu a koje su nam poslužile za homogenizaciju katastarskog plana. Na Slika 42 je prikazan raspored IT te odstupanja na njima, odnosno njihov pomak iz polaznog u ciljni sustav.



Slika 42. Odstupanja na identičnim točkama

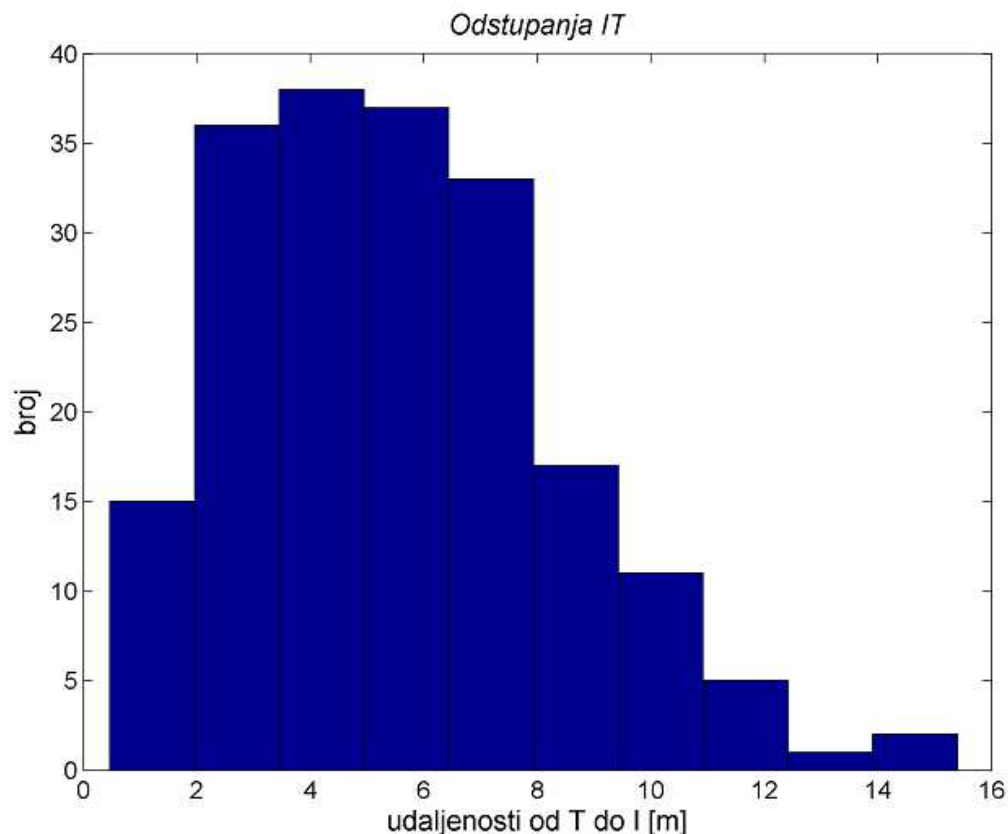


Iz slike je moguće zaključiti da je nehomogenost plana veoma velika. Na području cijele općine odstupanja variraju od minimalnih do maksimalnih bez pravilnog rasporeda, osim uz rub općine gdje je odstupanje uglavnom maksimalno.

*Tablica 15. Statistika IT*

uzorak	195		
	dy [m]	dx [m]	d [m]
min.	-11,8	-10,7	0,5
max.	13,0	15,0	15,4
raspon	24,8	25,7	14,9
sredina	-1,7	-1,4	5,6
stdev	4,4	3,9	2,8

U Tablica 15 je prikazana statistika na IT. Vidljiv je veliki raspon odstupanja IT od 15 metara, gdje je minimalno odstupanje 0,5 metara te maksimalno 15,4 metra. Na Slika 43 je prikazan histograma raspodjele IT po odstupanjima. Vidljivo je da je broj IT sa maksimalnim odstupanjem veoma mali. Vizualnim pregledom je utvrđeno da bez obzira što te IT imaju veliko odstupanje one ipak moraju biti uzete kao IT zbog velike nehomogenosti plana u tom području.



*Slika 43. Histogram odstupanja IT*

### 6.5.2. Kontrolne točke

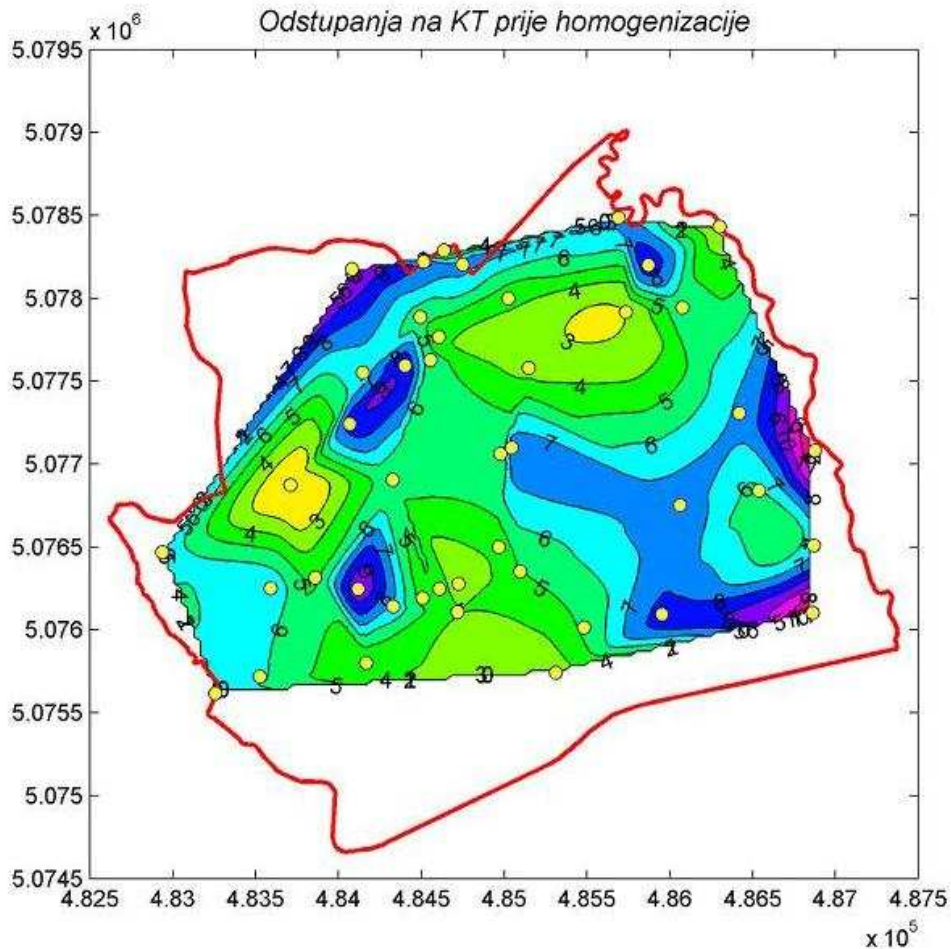
Prije samog proces transformacije u sklopu homogenizacije odabrane su neke točke kao kontrolne. 19 točaka izmjereno je na terenu RTK metodom pomoću CROPOS sustava a još je 25 točaka određeno na temelju podataka nove katastarske izmjere. To nam daje sveukupno 44 kontrolne točke na kojima je provedena kontrola prije i nakon provedene homogenizacije. Kontrolne točke nisu korištene pri homogenizaciji već su poslužile za procjenu njezine kvalitete. Na kontrolnoj točki odabrana je njena koordinata u polaznom i ciljnom sustavu. Nakon provedenog postupka homogenizacije promatrano je koliko se kontrolna točka u polaznom sustavu dobro primakla svome pravom položaju u ciljnom sustavu.

U Tablica 16 prikazani su statistički podaci kontrolnih točaka prije procesa homogenizacije. Vidljivo je iz tablice da pomaci kontrolnih točaka dosta variraju što nam govori da je unutrašnja nehomogenost samog plana jako velika.

*Tablica 16. Statistika KT prije homogenizacije*

kontrolne točke prije			
uzorak	44		
	dy [m]	dx [m]	d [m]
min.	-9,5	-11,3	2,1
max.	7,0	9,5	12,4
raspon	16,5	20,8	10,3
sredina	-1,9	-3,2	6,2
stdev	3,8	3,8	2,3

Na Slika 44 prikazana su odstupanja kontrolnih točaka prije homogenizacije. Iz slike je vidljivo da su najveća odstupanja na kontrolnim točkama uz rub same katastarske općine i da idu do nekih 10 metara dok je u sredini općine to uglavnom nekakva konstanta vrijednost od 3 – 6 metara, izuzev par otočića gdje se odstupanje opet penje do 10 metara.



*Slika 44. Odstupanja na kontrolnim točkama*

Nakon provedenih homogenizacija u sve tri gustoće opet su izvađene statistike kontrolnih točaka i prikazane u Tablica 17.

*Tablica 17. Odstupanja na KT poslije homogenizacije*

Uzorak:	44										
	kontrolne tocke I				kontrolne tocke II				kontrolne tocke III		
[m]	dy	dx	d		dy	dx	d		dy	dx	d
min.	-6,0	-9,9	0,1	min.	-8,2	10,8	2,4	min.	12,5	17,9	1,4
max.	8,0	9,9	10,5	max.	10,9	9,5	14,4	max.	9,3	11,0	18,1
raspon	14,0	19,7	10,4	raspon	19,1	20,3	12,0	raspon	21,8	28,9	16,7
sredina	0,2	-1,6	4,1	sredina	-1,9	-4,4	7,1	sredina	-2,5	-3,5	7,1
stdev	3,0	3,5	2,6	stdev	4,5	3,7	2,5	stdev	4,4	5,0	3,5

Usporedbom tablice Tablica 16 i Tablica 17 jasno je vidljivo da su se odstupanja na KT smanjila u prvoj gustoći, dok su se u drugoj i trećoj gustoći odstupanja drastično povećala. To nam kazuje da bi predloženi kriterij broja identičnih točaka od 0,2 točke/hektaru mogao zadovoljiti uvjete homogenizacije. Ali opet to treba uzeti s rezervom jer svaki je katastarski plan zaseban i svaki katastarski plan ima svoje prednosti i mane.

### 6.5.3. Površine

Kontrola površina je glavni objekt ocjene kvalitete homogenizacije. Površine svih katastarskih čestica moraju zadovoljiti uvjet da je razlika površina prije i nakon homogenizacije manja od dozvoljenog odstupanja. Prema usvojenom zakonskom kriteriju, promjene površine katastarske čestice katastra zemljišta do 20% ali najviše 1000 m<sup>2</sup> je kriterij koji mora biti zadovoljen.

U slijedećim tablicama dane su katastarske čestice koje ne zadovoljavaju kriterij propisan zakonom nakon provedene homogenizacije.

*Tablica 18. Katastarske čestice koje ne zadovoljavaju uvjet - I. gustoća*

I. gustoća						
k.č.	Pt [m]	Ph [m]	Ph - Pt	ΔP%	Fz [m]	Fg [m]
1560	185706,57	187329,29	1622,72	0,90	1000	868,77
1564	93180,76	94699,93	1519,17	1,63	1000	615,39
1573	48489,60	49846,95	1357,35	2,80	1000	443,93
1575	78265,32	79606,74	1341,42	1,71	1000	563,99
1778	15830,41	14786,54	1043,87	6,60	1000	253,65
1963/4	1001,30	1230,55	229,25	22,90	200,26	63,79

*Tablica 19. Katastarske čestice koje ne zadovoljavaju uvjet - II. gustoća*

II. gustoća						
k.č.	Pt [m]	Ph [m]	Ph - Pt	ΔP%	Fz [m]	Fg [m]
127/1	99183,77	100186,52	1002,75	1,01	1000	634,91
137/1	151330,11	153782,38	2452,27	1,62	1000	784,25
1549/1	170666,73	171819,81	1153,08	0,68	1000	832,85
1560	185706,57	184446,47	1260,10	0,68	1000	868,77
1564	93180,76	91780,17	1400,59	1,50	1000	615,39
1575	78265,32	77017,52	1247,80	1,59	1000	563,99
1580	195950,52	194538,83	1411,69	0,72	1000	892,41

*Tablica 20. Katastarske čestice koje ne zadovoljavaju uvjet - III. gustoća*

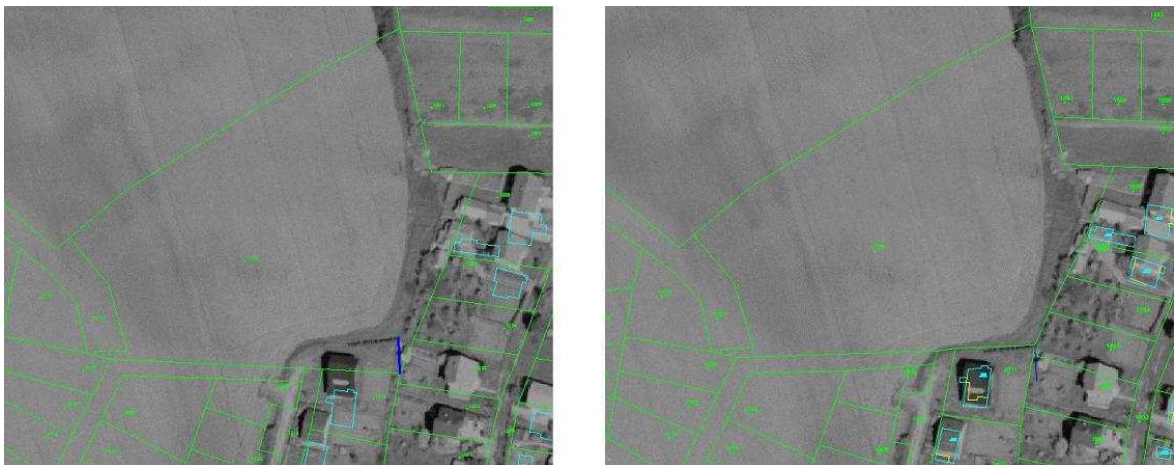
III. gustoća						
k.č.	Pt [m]	Ph [m]	Ph - Pt	ΔP%	Fz [m]	Fg [m]
88	190022,96	188988,43	1034,53	0,54	1000	878,81
1564	93180,76	94609,19	1428,43	1,53	1000	615,39
1568	99973,21	98551,26	1421,96	1,42	1000	637,43
1734	151266,82	154131,97	2865,15	1,89	1000	784,08

Iz tablica je vidljivo 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 promijeniti za više od 1000 m<sup>2</sup>. Gledajući postotak promjene površine on je uglavnom ispod 2 % , izuzev k.č. 1573 i k.č. 1778 u I. gustoći. Moguće je također uočiti i da je u III. gustoći

najmanje katastarskih čestica kojima je površina izvan granica dozvoljenog odstupanja. To se može objasniti činjenicom da je u njoj najmanji broj identičnih točaka te da broj identičnih točaka može utjecati i na promjenu površina katastarskih čestica, ali samo u ekstremnim slučajevima. Pod tim ekstremnim misli se na jako mali, odnosno jako veliki broj IT.

Iz same analize površina katastarskih čestica, odnosno broja katastarskih čestica i njihovih površina koje ne zadovoljavaju uvjet homogenizacije, ne može se zaključiti ništa osim da zadovoljavaju ili ne zadovoljavaju uvjet homogenizacije. Tek vizualnom kontrolom tih katastarskih čestica može se doći do zaključaka o kvaliteti homogenizacije na određenom području.

Na Sliku 45 prikazana je k.č. 1778 prije i nakon homogenizacije. Ona prema zakonskom uvjetu ne zadovoljava kriterij homogenizacije ali vizualnom kontrolom jasno se može zaključiti da se njezina južna međa mora pomaknuti prema sjeveru kako i prikazuje identična točka. Tu sada nastaje problem kod definiranja uvjeta da se površine katastarskih čestica ne smiju promijeniti više od 1000 m<sup>2</sup> jer u tim će slučajevima očito dolaziti do određenih problema. U ovakvim bi se slučajevima trebao napraviti kompromis da ako katastarska čestica zadovoljava uvjet po postotku površine (20%) a ne zadovoljava po samoj površini (1000 m<sup>2</sup>) te se vizualnom kontrolom utvrdi da ta katastarska čestica stvarno dolazi tu, da je se prihvatiti kao da zadovoljava uvjete homogenizacije. U protivnom bi se kvaliteta homogenizacije mogla pokvariti te umjesto da se plan maksimalno homogenizira moglo događati da on bude samo djelomično homogeniziran radi zadovoljavanja zakonskih uvjeta.



Slika 45. Promjena površine k.č. 1778

## 6.6. Sadržaj priloženog medija (CD-a, DVD-a)

Na priloženom mediju pohranjeni su podaci korišteni pri izradi diplomskog rada i svi postignuti rezultati. Logički su organizirani prema smislu (Tablica 21).

*Tablica 21. Sadržaj priloženog medija*

RB.	Mapa/ Datoteka	Sadržaj
1	2	3
1.	Diplomski_rad.doc	Tekst diplomskog rada
2.	Diplomski_rad.pdf	Tekst diplomskog rada u pdf formatu
3.	Analize.xls	Analiza površina
4.	Statistika.xls	Statistika na IT i KT
5.	Brckovljani.dwg	Vektorizirani plan k.o. Brckovljani
6.	Brckovljani_JTM.dwg	Transformirani plan k.o. Brckovljani JTM-om
7.	Brckovljani_ACAD.dwg	Transformirani plan k.o. Brckovljani AutoCAD Mapom
8.	Brckovljani_I.dwg	Homogenizirani plan k.o. Brckovljani – I. gustoća
9.	Brckovljani_II.dwg	Homogenizirani plan k.o. Brckovljani – II. gustoća
10.	Brckovljani_III.dwg	Homogenizirani plan k.o. Brckovljani – III. gustoća

## Zaključak

Prevođenje katastarskih podataka u novi službeni referentni sustav ima mnoge prednosti, od povećanja položajne kvalitete i međusobne podudarnosti podataka do upotrebe GNSS metoda bez ograničenja. 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 i Jedinstveni transformacijski model. Provedenim analizama nakon transformacije utvrđeno je višestruko veća kvaliteta transformacije Jedinstvenim transformacijskim modelom iz čega se da zaključiti da je njegova upotreba moguća i nad podacima nastalim grafičkom metodom izmjere te da može pružiti zadovoljavajuću kvalitetu. kvalitetu.

Za VDKP k.o. Brckovljani transformacija Jedinstvenim transformacijskim modelom pokazala je odlične rezultate. Međutim, sama transformacija iz novog sustava u stari 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.

Jedinstveni transformacijski model za transformaciju mogao bi poslužiti kao osnova za homogenizaciju katastarskih planova, ali samo 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. To 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. Provedenom homogenizacijom katastarskog plana katastarske općine Brckovljani utvrđen je veliki pomak po pitanju unutarnje homogenosti podataka te njihove suglasnosti sa ostalim podlogama što će uvelike olakšati postupak pojedinačnog prevođenja katastarskih čestica u katastar nekretnina. Analizom podataka nakon homogenizacije utvrđeno je da je predviđeni broj identičnih točaka koji iznosi 0,2 točke/hektaru zadovoljavajući za katastarski plan k.o. Brckovljani te da predstavlja dobru osnovu za izbor i količinu potrebnih identičnih točaka prilikom procesa homogenizacije katastarskog plana bilo koje katastarske općine.

## Literatura:

- Barišić, B., Liker, M., Hofer, S., Hazdovac, A., Vorel, B. (2010): Transformacija i homogenizacija digitalnog katastarskog plana – pripremni radovi, Tehničko izvješće, Zagreb
- Bašić, T. (2008): Državna izmjera, folije s predavanja, Geodetski fakultet u Zagrebu, Zagreb
- Bašić, T., Barišić, B., Liker, M., Katić, J. (2010): Transformacija DKP-a u HTRS96/TM pomoću Jedinственog transformacijskog modela, Zbornik radova četvrtog hrvatskog kongresa o katastru s međunarodnim sudjelovanjem, str. 253-269, Medak, D., Pribičević, B., Delak, J. (ur.), Hrvatsko geodetsko društvo, Zagreb
- Borčić, B., Frančula, N. (1969): Stari koordinatni sustavi na području SR Hrvatske i njihova transformacija u sustave Gauss-Krügerove projekcije, Zavod za kartografiju Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Cetl, V., Roić, M., Matijević, H. (2001): Transformacija koordinata u katastru, Zbornik radova drugog hrvatskog kongresa o katastru, str. 29-35, Roić, M. i Kapović, Z. (ur.), Hrvatsko geodetsko društvo, Zagreb.
- DGU (2002): Prevođenje katastarskih planova izrađenih u Gauss-Krügerovoj projekciji u digitalni vektorski oblik, Tehničke upute, 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, Zagreb
- DGU (2009): T7D – testna verzija, upute za korištenje programa, Zagreb
- Hofer, S., Hazdovac, A., Vorel, B. (2010): Analiza i metode homogenizacije katastarskog plana, Zbornik radova četvrtog hrvatskog kongresa o katastru s međunarodnim sudjelovanjem, str. 115-129, Medak, D., Pribičević, B., Delak, J. (ur.), Hrvatsko geodetsko društvo, Zagreb
- Narodne novine (1974): Zakon o geodetskoj izmjeri i katastru zemljišta, 16
- Narodne novine (1999): Zakon o državnoj izmjeri i katastru nekretnina, 128.
- Narodne novine (2007): Zakon o državnoj izmjeri i katastru nekretnina, 16.
- Narodne novine (2007): Pravilnik o katastru zemljišta, 84.
- Narodne novine (2004): Odluka o utvrđivanju službenih geodetskih datuma i ravninskih kartografskih projekcija republike Hrvatske, 110
- Rastija, V. (2009): Homogenizacija katastarskog plana k.o. Dol (311669) sa GLM-om, Diplomski rad, Geodetski fakultet u Zagrebu, Zagreb



- Roić, M., Kapović, Z., Mastelić Ivić, S., Matijević, H., Cetl, V., Ratkajec, M. (2001): Poboljšanje katastarskog plana – smjernice, tehničko izvješće o projektu, Zagreb.
- Roić, M., Medić, V., Fanton, I. (1999): Katastar zemljišta i zemljišna knjiga, skripta, Geodetski fakultet, Zagreb.
- Roić, M. (2006): Katastar, folije s predavanja, Geodetski fakultet, Zagreb
- Roić, M., Cetl, V. (2002): Transformacije geometrijskih podataka u katastru, Geodetski list 3, str. 155-169, Zagreb.
- Roić, M., Cetl, V., Mađer, M., Tomić, H., Stančić, B. (2009): Homogenizacija katastarskog plana – I. faza, Izvješća o znanstveno stručnim projektima 2006. – 2008. godina, DGU, Zagreb, str. 61-78.
- Roić, M., Cetl, V., Mađer, M., Tomić, H., Stančić, B. (2010): Homogenizacija katastarskog plana – II. faza, Geodetski fakultet u Zagrebu, Zagreb
- Roić, M., Cetl, V., Mađer, M., Tomić, H., Stančić, B. (2009): Homogenizacija katastarskog plana – tehničke specifikacije, Geodetski fakultet u Zagrebu, Zagreb

**POPIS URL-ova:**

URL 1. Wikipedia, slobodna enciklopedija <http://hr.wikipedia.org/wiki/AutoCAD> (26.05.2010)

**Popis slika:**

Slika 1. Carski patent (Roić 2006) .....	10
Slika 2. Referentni sustavi Austro-Ugarskog katastra .....	11
Slika 3. Transformacije u postupku izrade digitalnog vektorskog katastarskog plana (Roić i Ceti 2002.) .....	15
Slika 4. Referentni sustavi Austrijskog katastra (Roić i dr. 1999).....	17
Slika 5. Referentni sustavi Mađarskog katastra (Roić i dr. 1999).....	18
Slika 6. Referentni sustavi Jugoslavenskog katastra (Roić i dr. 1999) .....	19
Slika 7. Područje koje se preslikava s apsolutnim deformacijama manjim od 1 dm/km (DGU 2009) .....	20
Slika 8. Osnovna podjela na listove HTRS96/TM (DGU 2009) .....	22
Slika 9. Prikaz transformacije Molodenskog (Bašić 2008) .....	24
Slika 10. Princip GRID transformacije .....	26
Slika 11. Globalna transformacija (Roić i dr. 2009) .....	27
Slika 12. Lokalna transformacija (Roić i dr. 2009) .....	29
Slika 13. AutoCAD radni prostor.....	32
Slika 14. Map izbornik.....	33
Slika 15. Sučelje T7D .....	34
Slika 16. Katastarska općina Brckovljani (DOF5 i VDKP) .....	37
Slika 17. Katastarska općina Brckovljani.....	38
Slika 18. Očitane vrijednosti koordinata na VDKP-u .....	39
Slika 19. Isječak iz txt datoteke sa podacima za unos u T7D .....	40
Slika 20. Isječak iz txt datoteke sa podacima transformiranim pomoću T7D .....	40
Slika 21. Očitane vrijednosti koordinata na DKP-u transformiranom pomoću JTM-a .....	41
Slika 22. Definiranje općih postavki koordinatnog sustava .....	42
Slika 23. Definiranje projekcije koordinatnog sustava .....	43
Slika 24. Definiranje Datuma .....	43
Slika 25. Definiranje parametara transformacije.....	44
Slika 26. Pridruživanje koordinatnog sustava u koji želimo transformirati podatke.....	45
Slika 27. Upit za iscrtavanje sadržaja crteža .....	45
Slika 28. Očitane vrijednosti koordinata na DKP-u transformiranom pomoću AutoCAD-a .....	46



---

Slika 29. Terenska ekipa .....	46
Slika 30. Uništena trigonometrijska točka.....	47
Slika 31. Graf razlika udaljenosti .....	50
Slika 32. Nesklad VDKP i DOF5.....	55
Slika 33. Neslaganje na dodirnim rubovima DOF-a 5 .....	56
Slika 34. Izbor identičnih točaka (Roić i dr. 2009) .....	57
Slika 35. Mreža pomoćnih kvadrata .....	59
Slika 36. Vektor pomaka identične točke.....	59
Slika 37. Raspored IT, I. gustoća .....	60
Slika 38. Raspored IT, II. Gustoća.....	60
Slika 39. Raspored IT, III. Gustoća.....	61
Slika 40. Pomak IT nakon transformacije.....	62
Slika 41. Izmjera kontrolnih točaka CROPOS-om.....	63
Slika 42. Odstupanja na identičnim točkama.....	64
Slika 43. Histogram odstupanja IT.....	65
Slika 44. Odstupanja na kontrolnim točkama .....	67
Slika 45. Promjena površine k.č. 1778 .....	69



## Popis tablica:

Tablica 1. Službena mjerila i proizvodi (DGU 2009).....	21
Tablica 2. Metode transformacije(Bašić 2008) .....	22
Tablica 3. Srednja vrijednost pomaka između HDKS-a i ETRF89 okvira (Bašić 2008).....	23
Tablica 4. Koordinate trigonometrijskih točaka izmjerenih RTK metodom.....	47
Tablica 5. Koordinate trigonometara iz podataka geodetske osnove i mjerenih CROPOS sustavom .....	48
Tablica 6. Analiza koordinata dobivenih mjerenjem CROPOS sustavom i transformacijom s JTM-om.....	48
Tablica 7. Analiza koordinata dobivenih mjerenjem CROPOS sustavom i transformacijom u AutoCAD-u.....	49
Tablica 8. Razlika koordinata nakon transformacija.....	49
Tablica 9. Razlika u površini katastarske općine.....	50
Tablica 10. Standardno odstupanje površina i srednja vrijednost razlika površina.....	50
Tablica 11. Kvaliteta podataka - VDKP .....	53
Tablica 12. Kontrola kvalitete – DOF5.....	54
Tablica 13. Gustoća IT.....	58
Tablica 14. Kontrolne točke .....	63
Tablica 15. Statistika IT .....	65
Tablica 16. Statistika KT prije homogenizacije.....	66
Tablica 17. Odstupanja na KT poslije homogenizacije.....	67
Tablica 18. Katastarske čestice koje ne zadovoljavaju uvjet - I. gustoća.....	68
Tablica 19. Katastarske čestice koje ne zadovoljavaju uvjet - II. gustoća.....	68
Tablica 20. Katastarske čestice koje ne zadovoljavaju uvjet - III. gustoća.....	68
Tablica 21. Sadržaj priloženog medija.....	70



## ŽIVOTOPIS

EUROPEAN  
CURRICULUM VITAE  
FORMAT



### OSOBNE OBAVIJESTI

Ime	<b>ŠARUŠIĆ IVICA</b>
Adresa	<b>PALIT, 36, 51280, RAB, HRVATSKA</b>
Telefon	Mobilni telefon: +385 981657598
Faks	
E-pošta	<b>isarusic@geof.hr</b>
Državljanstvo	Republike Hrvatske
Datum rođenja	18.09.1986.

### RADNO ISKUSTVO

- Datum (od – do)
- Naziv i sjedište tvrtke zaposlenja
  - Vrsta posla ili područje
- Zanimanje i položaj koji obnaša
- Osnovne aktivnosti i odgovornosti

### ŠKOLOVANJE I IZOBRAZBA

- |   |  |
|---|--|
| • Datum (od – do)                                   | Od listopada 2005. do lipnja 2008.<br>Od rujna 2001. do lipnja 2005.<br>Od rujna 1993. do lipnja 2001. |
| • Naziv i vrsta obrazovne ustanove                  | Geodetski fakultet, Zagreb<br>I. Tehnička škola Tesla, Zagreb<br>Osnovna škola Ivana Rabljanina, Rab   |
| • Osnovni predmet /zanimanje                        |  |
| • Naslov postignut obrazovanjem                     | Sveučilišni prvostupnik inženjer geodezije i geoinformatike<br>Inženjer elektrotehnike                 |
| • Stupanj nacionalne kvalifikacije<br>(ako postoji) |  |



## OSOBNJE VJEŠTINE I SPOSOBNOSTI

*Stečene radom/životom, karijerom, a koje  
nisu potkrijepljene potvrdama i  
diplomama.*

MATERINSKI JEZIK **HRVATSKI**

DRUGI JEZICI

**ENGLJSKI**

- sposobnost čitanja
  - sposobnost pisanja
  - sposobnost usmenog izražavanja
- DOBRO  
DOBRO  
DOBRO

SOCIJALNE VJEŠTINE I  
SPOSOBNOSTI

*Življenje i rad s drugim ljudima u  
višekulturnim okolinama gdje je značajna  
komunikacija, gdje je timski rad osnova  
(npr. u kulturnim ili sportskim  
aktivnostima).*

ORGANIZACIJSKE VJEŠTINE I  
SPOSOBNOSTI

*Npr. koordinacija i upravljanje osobljem,  
projektima, financijama; na poslu, u  
dragovoljnom radu (npr. u kulturi i  
športu) i kod kuće, itd.*

TEHNIČKE VJEŠTINE I  
SPOSOBNOSTI

*S računalima, posebnim vrstama  
opreme, strojeva, itd.*

Microsoft Office, AutoCad

UMJETNIČKE VJEŠTINE I  
SPOSOBNOSTI

*Glazba, pisanje, dizajn, itd.*

DRUGE VJEŠTINE I SPOSOBNOSTI

*Sposobnosti koje nisu gore navedene.*

VOZAČKA DOZVOLA **B kategorija**

**DODATNE OBAVIJESTI**

**DODATCI**