

Homogenizacija katastarskog plana k.o. Stari Grad

Čubrić, Franka

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Geodesy / Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:256:067686>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-10-31**



Repository / Repozitorij:

repozitorij.geof.unizg.hr/en



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GEODETSKI FAKULTET**

Franka Čubrić

**HOMOGENIZACIJA KATASTARSKOG PLANA
K.O. STARI GRAD**

Diplomski rad

Zagreb, 2024.

Franka Čubrić ♦ DIPLOMSKI RAD ♦ 2024.



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GEODETSKI FAKULTET

Franka Čubrić

HOMOGENIZACIJA KATASTARSKOG PLANA
K.O. STARI GRAD

Diplomski rad

Zagreb, 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

GEODETSKI FAKULTET



Na temelju članka 19. Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu i Odluke br. 1_349_11 Fakultetskog vijeća Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, od 26.10.2017. godine (klasa: 643-03/16-07/03), uređena je obaveza davanja „Izjave o izvornosti“ diplomskog rada koji se vrednuju na diplomskom studiju geodezije i geoinformatike, a u svrhu potvrđivanja da je rad izvorni rezultat rada studenata te da taj rad ne sadržava druge izvore osim onih koji su u njima navedeni.

IZJAVLJUJEM

Ja, **Franka Čubrić**, (JMBAG: 0083221078), rođena dana 07.06.1998. u Šibeniku, izjavljujem da je moj diplomski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u izradi tog rada nisam koristila drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni.

U Zagrebu, dana _____

Potpis studentice

I. AUTOR	
Ime i prezime:	Franka Čubrić
Datum i mjesto rođenja:	07. lipnja 1998., Šibenik, Republika Hrvatska
II. DIPLOMSKI RAD	
Naslov:	Homogenizacija katastarskog plana k.o. Stari Grad
Broj stranica:	77
Broj tablica:	14
Broj slika:	49
Broj bibliografskih podataka:	20 + 2 URL-a
Ustanova i mjesto gdje je rad izrađen:	Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Mentor:	prof. dr. sc. Miodrag Roić
Komentor:	dr. sc. Doris Pivac
III. OCJENA I OBRANA	
Datum zadavanja teme:	02.02.2024.
Datum obrane rada:	06.09.2024.
Sastav povjerenstva pred kojim je branjen diplomski rad:	prof. dr. sc. Miodrag Roić
	dr. sc. Doris Pivac
	prof. dr. sc. Siniša Mastelić - Ivić

Homogenizacija katastarskog plana k.o. Stari Grad

Sažetak: Zadao ovog diplomskog rada bio je homogenizirati katastarski plan katastarske općine Stari Grad. Katastarski plan nastao je u 19. stoljeću grafičkom metodom te je vektorizacijom preveden iz analognog u digitalni oblik. Homogenizacijom se ispravljaju položajna odstupanja katastarskog plana. Postupak homogenizacije obavljen je u softveru GisLandManager. Korišteni podaci su vektorizirani digitalni katastarski plan i digitalni ortofoto. Podaci su pregledani te su ispravljene topološke pogreške. Odabrane su identične točke i provedene su globalna i lokalna transformacija. Za kraj su analizirane razlike u površinama katastarskih čestica prije i nakon homogenizacije te je provedena vizualna usporedba.

Ključne riječi: GisLandManager, homogenizacija, katastar, katastarski plan.

Homogenization of the cadastral map of cadastral municipality Stari Grad

Abstract: The task of this master's thesis was to homogenize the cadastral map of the cadastral municipality of Stari Grad. The cadastral map, created in the 19th century using a graphical method, was converted from analog to digital format through vectorization. Homogenization corrects positional deviations of the cadastral map. The homogenization process was carried out using GisLandManager software. The data used included the vectorized digital cadastral map and digital orthophoto. The data were reviewed, and topological errors were corrected. Identical points were selected, and global and local transformations were performed. Finally, differences in the areas of cadastral parcels before and after homogenization were analyzed, and a visual comparison was made.

Keywords: GisLandManager, homogenization, cadastre, cadastral map.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. METODOLOGIJA I PODACI.....	2
3. KATASTAR U REPUBLICI HRVATSKOJ.....	4
3.1 Katastar zemljišta.....	4
3.1.1 Održavanje i obnova katastra zemljišta.....	5
3.2 Katastar nekretnina	5
4. HOMOGENIZACIJA KATASTARSKOG PLANA.....	7
4.1 Aktivnosti kod homogenizacije	7
4.1.1 Izbor identičnih točaka	9
4.1.2 Globalna transformacija	10
4.1.3 Lokalna transformacija.....	11
4.2. Projekt homogenizacije u Republici Hrvatskoj	12
5. PROGRAMSKA PODRŠKA	14
5.1 GisLandManager.....	14
5.2 AutoCAD	16
5.3 Microsoft Office Excel	17
5.4 Quantum GIS	19
6. HOMOGENIZACIJA KATASTARSKOG PLANA K.O. STARI GRAD.....	21
6.2 Preuzeti podaci.....	21
6.2.1 Vektorizirani digitalni katastarski plan	21
6.2.2 Digitalna ortofotokarta	24
6.2.3 Kvaliteta preuzetih podataka.....	25
6.3 Postavke baze podataka u GisLandManager-u	27
6.4 Učitavanje podataka u GisLandManager.....	28
6.4 Kontrola topologije	34
6.5 Izbor identičnih točaka.....	40
6.6 Transformacije	48
7. ANALIZA REZULTATA.....	52
7.1 Vizualna usporedba VDKP-a prije i nakon homogenizacije	52
7.2 Analiza promjene površina katastarskih čestica u MS Excelu	54
7.3 Vizualna analiza 5% najvećih promjena površina katastarskih čestica	57
7.4 Kontrola kvalitete homogenizacije i sadržaja VDKP-a	61
8. ZAKLJUČAK	63
LITERATURA.....	64

POPIS SLIKA 66
POPIS TABLICA..... 68

1. UVOD

Katastar je na česticama utemeljen, zemljišni informacijski sustav koji sadrži zapise o interesima na zemljištu (FIG, 1995). Temeljna prostorna jedinica u katastru je katastarska čestica. Katastarska čestica dio je zemljišta na kojem su prava homogena i koja je upisana u katastar (Roić, 2012).

Katastar zemljišta sadrži podatke o zemljištu u pogledu njegova položaja, oblika, površine, načina iskorištavanja, proizvodne sposobnosti, katastarskog prihoda i posjednika (Roić i dr., 1999). Katastar zemljišta izrađen je u razdoblju austro-ugarskog i jugoslavenskog katastra, odnosno u 19. i 20. stoljeću. Prva izrada katastra provedena je za vrijeme Austro-Ugarske kada je uspostavljen katastar zemljišta za cijelo područje današnje Republike Hrvatske. Kasnije su se provodile reizmjere odnosno ponovne izrade katastra zemljišta.

Katastar nekretnina je evidencija koja sadrži podatke o česticama zemljine površine i zgradama koje trajno leže na zemljinoj površini ili ispod nje te o posebnim pravnim režimima na zemljinoj površini (NN 112/2018). Jedan od načina uspostave Katastra nekretnina u Republici Hrvatskoj je pojedinačno prevođenje katastarskih čestica katastra zemljišta u katastar nekretnina (Roić i dr., 2009). Da bi se moglo provoditi pojedinačno prevođenje katastarskih čestica propisani su određeni preduvjeti, a jedan od preduvjeta je homogenizacija.

Homogenizacija je tehnički postupak kojim se provodi položajno poboljšanje katastarskih planova te ispravljanje unutrašnjih nehomogenosti katastarskog plana, a koji nema utjecaja na podatke iskazane u popisno-knjižnom dijelu katastarskog operata (NN 112/2018).

Katastarski plan katastra nekretnina skupni je grafički prikaz katastarskih podataka i vodi se u elektroničkom obliku (NN 112/2018). Na većini teritorija Republike Hrvatske u upotrebi su katastarski planovi grafičke izmjere iz 19. stoljeća. Digitalni katastarski planovi nastali su precrtavanjem (vektORIZACIJOM) skeniranih analognih (papirnatih) planova u digitalni vektorski oblik prema Specifikacijama za vektORIZACIJU katastarskih planova (DGU, 2012) i to većinom u razdoblju od 2000. do 2010. godine i pritom su smješteni u Hrvatski državni koordinatni sustav (HDKS) (Moharić i dr., 2017). Osim nehomogenosti podataka na analognim listovima katastarskog plana koje su nastale izvorno prilikom grafičke izmjere i postupka održavanja u analognom obliku, prilikom vektORIZACIJE nastale su i nove neusklađenosti: na mjestima spajanja listova, prilikom uklapanja priloga, na spojevima mjerila i slično. Nehomogenosti katastarskog plana nastale su i u postupku održavanja elektroničkog katastarskog plana te migracijom u zajednički informacijski sustav.

Zadatak diplomskog rada bio je homogenizirati katastarski plan katastarske općine Stari Grad koristeći softver GisLandManager. Homogenizacija je provedena u skladu s tehničkim specifikacijama (Roić i dr., 2009). Preuzeti ulazni podaci za homogenizaciju su: vektORIZIRANI digitalni katastarski plan (VDKP) katastarske općine Stari Grad te digitalni ortofoto. Nakon provedene homogenizacije, analizirani su dobiveni rezultati i donesen je zaključak.

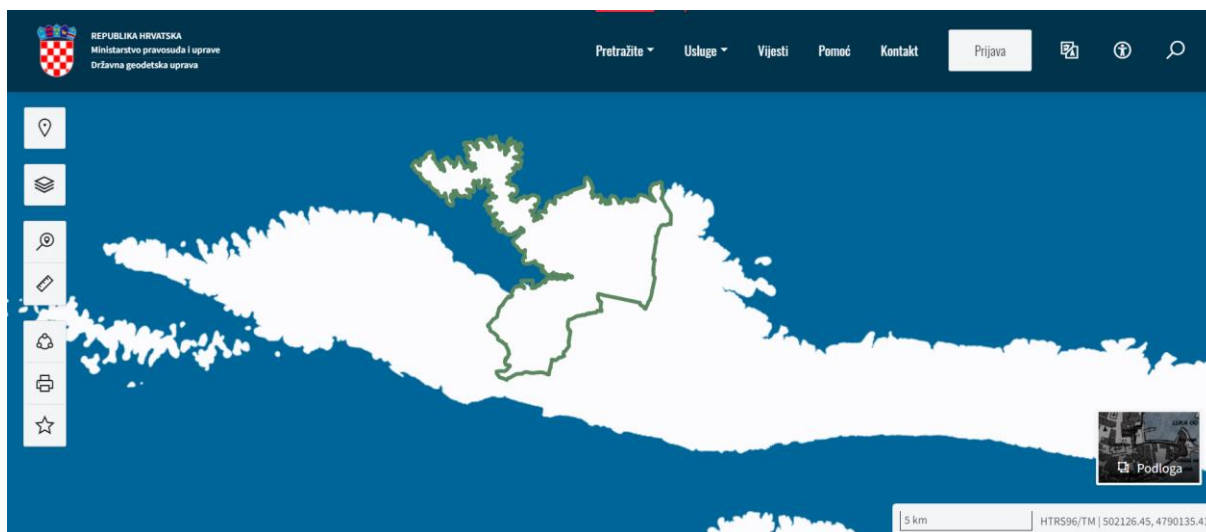
2. METODOLOGIJA I PODACI

U sklopu diplomskog rada homogeniziran je katastarski plan katastarske općine Stari Grad na otoku Hvaru. Katastarski plan katastarske općine Stari Grad nastao je grafičkom izmjerom u 19. stoljeću.

Preuzeti podaci korišteni za diplomski rad su vektorizirani digitalni katastarski plan (VDKP) i digitalni ortofoto (DOF). Rad započinje kontrolom preuzetih podataka. Zatim su VDKP i DOF učitani u softver GisLandManager koji ima predefiniran projekt za homogenizaciju. Uz GisLandManager korišteni su softveri AutoCAD, QuantumGIS i Microsoft Office Excel.

Ispravljene su topološke pogreške VDKP-a poput nezatvorenih linija i duplih brojeva katastarskih čestica. Preklapom VDKP-a i DOF-a uočena su položajna odstupanja koja se ispravljaju homogenizacijom. Unutar softvera zatim su numerirane sve lomne točke VDKP-a. Sljedeći korak bio je odabir identičnih točaka te globalna i lokalna transformacija. Za kraj su napravljene vizualne analize položaja VDKP-a prije i nakon homogenizacije te promjene površina katastarskih čestica.

Katastarska općina Stari Grad nalazi se na sjevernoj obali otoka Hvara i obuhvaća naselja Rudina, Selca kod Starog Grada te Stari Grad. Katastarska općina graniči sa katastarskom općinom Vrbanj s istočne strane, katastarskom općinom Svirče, katastarskom općinom Dol sa južne strane te sa katastarskom općinom Grablje sa zapadne strane. Slika 2.1 prikazuje položaj katastarske općine Stari Grad na otoku Hvaru.



Slika 2.1. Položaj katastarske općine Stari Grad na otoku Hvaru (URL 1)

Granica katastarske općine Stari Grad označena je zelenom bojom. Slika 2.1 je preuzeta sa portala Uređena zemlja (URL 1). Zbog preglednosti na slici je uklonjena podloga (digitalni ortofoto).

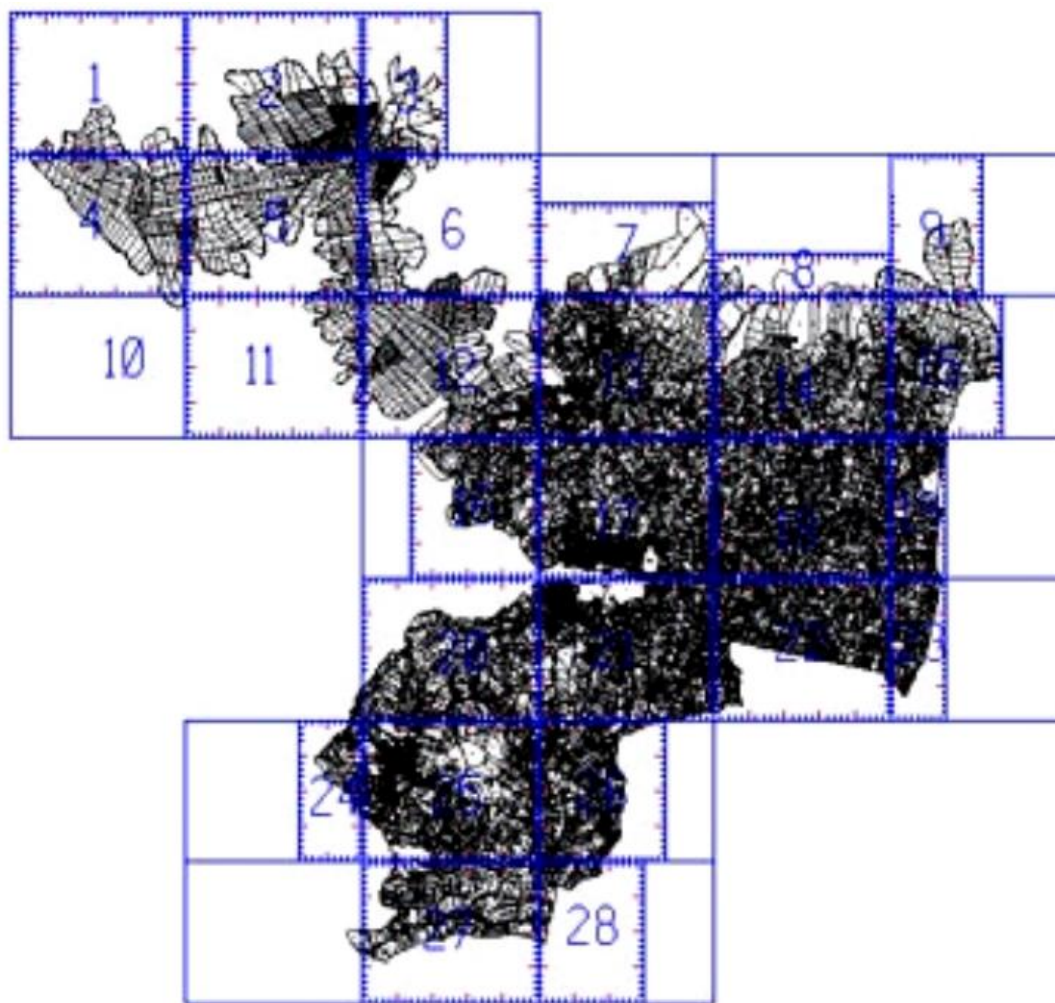
Ukupna površina katastarske općine iznosi 3 868 hektara, odnosno 38 682 680 m². Katastarska općina Stari Grad sastoji se od ukupno 15 174 katastarske čestice.

Katastarska općina Stari Grad prikazana je na 28 listova katastarskog plana grafičke izmjere, izrađenih u Bečkom koordinatnom sustavu za vrijeme Austro-Ugarske monarhije (1834. godine), koji su litografirani po stanju 1902. godine (Stančić, 2006).

Loše fizičko stanje listova katastarskog plana i razvitak računalnih tehnologija potakli su 90-tih godina 20. stoljeća vektorizaciju (Roić i Paar, 2018). Katastarski planovi vektorizacijom su prevedeni u elektronički oblik. Za to su korišteni CAD i GIS alati.

Projekt prevođenja u elektronički oblik sastojao se od: preuzimanja postojećih podataka, ocjene kvalitete materijala, skeniranja, vektorizacije, kontrola i ispravaka, izrade tehničkog izvješća i predaje elektroničkoga katastarskog plana (Roić i Paar, 2018).

Katastarski plan katastarske općine Stari Grad vektoriziran je u sklopu diplomskog rada Stančić (2006). Slika 2.2 prikazuje konačni izgled vektorizacije katastarskog plana k.o. Stari Grad.



Slika 2.2. Konačni izgled vektorizacije katastarskog plana k.o. Stari Grad (Stančić, 2006)

U diplomskom radu Stančić (2006) vektorizirane su granice katastarskih čestica, granica katastarske općine i zgrade. Postupak vektorizacije sastoji se od očitavanja koordinata međnih i drugih točaka zatim izgradnje topologije te tematskog modeliranja koje se izvodi hijerarhijski po slojevima.

Katastarska općina Stari Grad prikazana je na ukupno 16 DOF listova. Listovi su učitani u GisLandManager kao rasterska podloga. Korišteni su kako bi se odredio stvarni položaj lomnih točaka VDKP-a pri odabiru identičnih točaka. Postupak homogenizacije detaljno je objašnjen u narednim poglavljima.

3. KATASTAR U REPUBLICI HRVATSKOJ

Katastar se kroz prošlost razvijao u različitim uvjetima jer su pojedini dijelovi Hrvatske bili u sastavu različitih država. Katastar zemljišta uspostavljen je za vrijeme Austro-Ugarske Monarhije u 19. stoljeću. Ako zanemarimo ranije pokušaje, kao što je bio Jozefinski katastar, uspostava katastra zemljišta započela je nakon proglašenja Carskog patenta od 23. prosinca 1817. godine, kojim je bilo određeno da se odmah pristupi katastarskoj izmjeri i klasiranju zemljišta te izradi katastarskog operata u svim zemljama Carevine (Roić i dr., 1999).

Katastarskom izmjerom utvrđuju se katastarske čestice, način njihova iskorištavanja i njihovi posjednici (Roić i dr., 1999). U Hrvatskoj se katastarska izmjera razlikuje prema vremenskom razdoblju u kojem je obavljena i prema metodi izmjere terena. Može se podijeliti na grafičku i numeričku. Grafička metoda izmjere korištena je u 19. stoljeću za uspostavu katastra zemljišta te se izvodila uz pomoć geodetskog stola. Nakon prvog svjetskog rata počele su se primjenjivati numeričke metode kao što su ortogonalna i polarna metoda, a u novije vrijeme fotogrametrijska i GNSS RTK metoda. Razdoblja izrade katastra u Republici Hrvatskoj su: austro-ugarski, jugoslavenski i hrvatski.

3.1 Katastar zemljišta

Raznoliki i nepouzdana sustavi naplate poreza na zemljište, koji su bili na snazi prije 18. stoljeća, uzrokovali su poteškoće u njegovoj naplati. Potreba za uređenjem vlastelinsko-kmetovskih odnosa najjača je oko polovice 18. stoljeća. U tom razdoblju napuštaju se klasični srednjovjekovni odnosi te se pokušavaju što pravednije urediti odnosi između feudalaca (zemljoposjednika) i neposrednih obrađivača zemljišta (kmetova) (Roić, 2017).

Sve vlasti u srednjoj Europi bavile su se pitanjem održivosti naplate poreza prema procijenjenim podacima. Umjesto popisnih katastara započinju projekti uspostave katastara utemeljenih na mjerenjima i prikazima zemljišta na katastarskom planu (Roić, 2012).

Car Josip II. pokušao je provesti cjelokupnu poreznu reformu, ali bez uspjeha. Nisu mjerene pojedinačne katastarske čestice nego veća područja, a dio podataka o zemljištima određen je na temelju procjene, stoga je reforma ukinuta nakon pola godine.

1806. godine, nakon brojnih neuspješnih pokušaja uspostave poreznog sustava, car Franjo I. je naredio pripremu stabilnoga poreznog sustava u kojem se porezno opterećenje određuje prema sposobnosti zemljišta za poljoprivrednu proizvodnju. Ono treba biti jednako za istovrsna zemljišta iste površine, bez obzira na razlike u prihodima koje ostvaruje porezni obveznik (Roić, 2017). Danas takav katastar prema njemu nosi ime Franciskanski.

Izmjera je obuhvaćala sveukupno zemljište, plodno i neplodno. Prvo su određene granice pojedine katastarske općine. Mjernici su na terenu vodili skicu izmjere i zapisnik omeđivanja koji su potpisivali članovi povjerenstva. Posjednici su morali označiti granice svojih zemljišta i naznačiti za koji dio se plaćao porez, a za koji ne, kako bi se posebno odredile površine. Mjernički pomoćnik zapisivao je podatke o posjednicima paralelno sa podacima o zemljištu kako bi se podaci povezali jer tada nisu postojali brojevi katastarskih čestica. Izmjera je obavljena grafičkom metodom (geodetskim stolom), a nakon izmjere podaci su izlagani na javni uvid, za svaku katastarsku česticu pojedinačno. U tom postupku čestice su numerirane.

Izmjereno je i na katastarskom planu prikazano oko 50 milijuna katastarskih čestica u okviru 30 000 katastarskih općina, približno 300 000 km². Prostor je prikazan na oko 160 000 listova katastarskog plana, uglavnom mjerila 1:2880 (Roić, 2017). Katastarska izmjera Dalmacije započeta je 1823. godine, a završena je 1837. godine.

U okviru Franciskanskog katastra izrađeni su katastarski operati za cijelo današnje područje Republike Hrvatske, a za oko 70% područja oni su još danas službeni (Roić, 2017).

Katastar zemljišta sadrži podatke o zemljištu u pogledu njegova položaja, oblika, površine, načina iskorištavanja, proizvodne sposobnosti, katastarskog prihoda i posjednika (Roić i dr., 1999).

Poslovi u vezi s katastrom zemljišta su:

1. izrada katastra zemljišta,
2. održavanje izmjere i katastra zemljišta i
3. obnova izmjere i katastra zemljišta (Roić i dr., 1999).

3.1.1 Održavanje i obnova katastra zemljišta

Da bi katastar ispunio svoju svrhu on se mora održavati u skladu sa stanjem u naravi, na terenu (Roić i Paar, 2018).

Promjene su provedene na radnom originalu katastarskog plana i ostaloj dokumentaciji na temelju prijavljenih promjena ili promjena koje je sam utvrdio nadležni mjernik. Original katastarskog plana sa stanjem u trenutku izmjere pohranjen je u arhiv, a na njegovoj kopiji (radni original) unošene su promjene (Roić, 2017).

Početak 20. stoljeća listovi katastarskog plana su obrađeni litografskim postupkom kojim su izostavljena nevažeca stanja. Litografirani su listovi katastarskih planova svih katastarskih općina.

Uvođenjem računala krajem 20. stoljeća podaci su prevedeni u digitalni oblik. Listovi katastarskog plana su skenirani i vektorizirani. Danas su podaci dostupni putem Zajedničkog informacijskog sustava katastra i zemljišnih knjiga (URL 1).

3.2 Katastar nekretnina

Zakonom o državnoj izmjeri i Katastru nekretnina (NN 128/1999) je propisana zamjena Katastra zemljišta Katastrom nekretnina.

Katastar nekretnina je evidencija koja sadrži podatke o česticama zemljine površine i zgradama koje trajno leže na zemljinoj površini ili ispod nje te o posebnim pravnim režimima na zemljinoj površini (NN 112/2018).

Izrada katastra nekretnina se provodi projektima katastarske reizmjerne za cijelu ili dio katastarske općine. Reizmjerne su započele 2000. godine i još su u procesu trajanja (Pivac i Roić, 2020; Roić i Paar, 2018).

Poslovi katastra nekretnina obuhvaćaju:

1. određivanje katastarskih prostornih jedinica,
2. katastarsku izmjeru i tehničku reambulaciju,

3. izradbu i održavanje katastarskih operata katastra nekretnina,
4. održavanje katastra zemljišta i njegovo postupno prilagođavanje katastru nekretnina,
5. pojedinačno prevođenje katastarskih čestica katastra zemljišta u katastar nekretnina (NN 112/2018).

Katastarski operat katastra nekretnina sadrži podatke o katastarskim česticama, zgradama, područjima posebnih pravnih režima na zemljinoj površini te podatke o nositeljima prava na nekretninama (NN 112/2018).

Sudionici projekta kojim se izrađuje katastarski operat katastra nekretnina su: središnji i područni ured Državne geodetske uprave (DGU), ovlašteni geodetski izvoditelj te nositelj prava na nekretnini (Pivac i dr., 2022)

Geodetsko-tehnički dio katastarskog operata katastra nekretnina čine:

- katastarski plan,
- stalne točke geodetske osnove,
- digitalni ortofotoplan i
- zbirka geodetskih elaborata te geodetskih projekata.

Popisno-knjižni dio katastarskog operata katastra nekretnina čine:

- popisi (katastarskih čestica, koordinata lomnih točaka međa i drugih granica katastarskih čestica, zgrada, područja posebnih pravnih režima i adresa katastarskih čestica),
- posjedovni listovi i
- pomoćni popisi (popis kućnih brojeva, popis nositelja prava upisanih u posjedovne listove i popis promjena) (NN 112/2018).

Katastarski plan katastra nekretnina skupni je grafički prikaz katastarskih podataka i vodi se u elektroničkom obliku (NN 112/2018). Katastarski plan katastra nekretnina obvezno sadrži podatke o:

- a) brojevima katastarskih čestica,
- b) međama i drugim granicama katastarskih čestica,
- c) granicama vrsta uporabe dijelova katastarskih čestica,
- d) adresama katastarskih čestica i
- e) zgradama (položaj, oblik, vrsta uporabe i kućni broj) (NN 112/2018).

4. HOMOGENIZACIJA KATASTARSKOG PLANA

Zakonom o državnoj izmjeri i katastru nekretnina (NN 16/2007) propisana je obveza provođenja homogenizacije, kao preduvjeta za početak pojedinačnog prevođenja katastarskih čestica u katastar nekretnina.

Sredinom 2015. godine započele su pripreme za Projekt homogenizacije. Provedene su sveobuhvatne analize stanja, postojeće metodologije i tehničkih rješenja. Ukazano je da se homogenizacijom po dotadašnjim metodologijama ne mogu dostići zadovoljavajući rezultati, te da je potrebno dopuniti metodologiju homogenizacije, doraditi i izraditi potrebna tehnička rješenja (DGU, 2020). 2017. godine dopunjena je metodologija i započeta je homogenizacija katastarskih planova nastalih grafičkom izmjerom.

Homogenizacija je tehnički postupak kojim se provodi položajno poboljšanje katastarskih planova te ispravljanje unutrašnjih nehomogenosti katastarskog plana, a koji nema utjecaja na podatke iskazane u popisno-knjižnom dijelu katastarskog operata (NN 112/2018).

Osnovna je svrha homogenizacije geometrijsko poboljšanje digitalnoga katastarskog plana (DKP-a) grafičke izmjere u mjeri koja će na cijelom području homogeniziranog DKP-a omogućiti kartiranje novosnimljenog detalja preklpom (Moharić i dr., 2017).

Cjeloviti proces homogenizacije katastarskog plana može se podijeliti na nekoliko dijelova:

- preuzimanje podataka
- transformacije
- usklađivanje granica katastarskih općina i
- završni poslovi (Roić i dr., 2009).

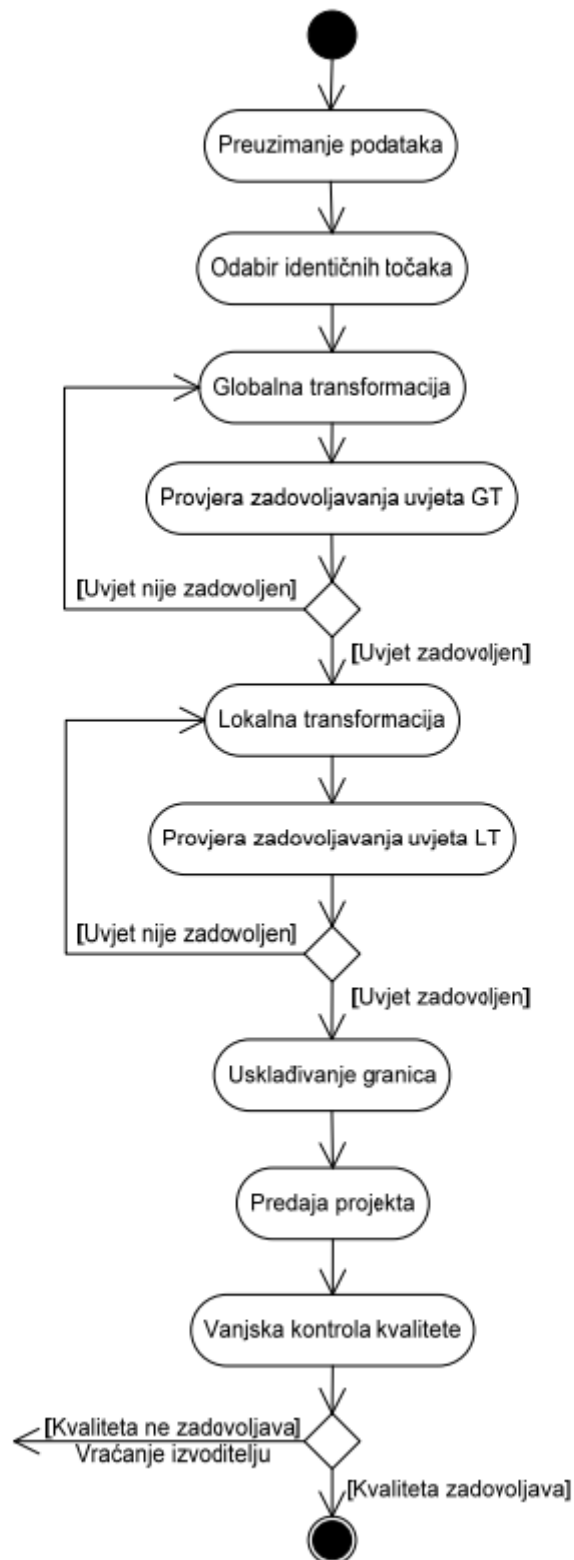
Homogenizacija se provodi na razini cijele katastarske općine. Međutim, kako je cilj homogenizacije popraviti, tj. poboljšati njenu geometrijsku točnost potrebno se spustiti na razinu točke kao elementarnog dijela katastarske općine, tj. dijela koji definira geometrijski podatak (Roić i dr., 2009).

Za homogenizaciju katastarskog plana vrijedi:

1. homogeniziraju se objekti (vektORIZIRANOG) digitalnog katastarskog plana,
2. područje homogenizacije je katastarska općina katastra zemljišta,
3. objekti katastarskog plana se dovode u najvjerojatniji položaj u službenom referentnom sustavu katastra,
4. oblik objekata katastarskog plana smije se promijeniti unutar propisanih vrijednosti,
5. službeno upisani katastarski podaci se ne mijenjaju (Roić i dr., 2009).

4.1 Aktivnosti kod homogenizacije

Aktivnosti kod homogenizacije su: preuzimanje podataka, odabir identičnih točaka, globalna transformacija, provjera zadovoljavanja uvjeta globalne transformacije, lokalna transformacija, provjera zadovoljavanja uvjeta lokalne transformacije, usklađivanje granica, predaja projekta i vanjska kontrola kvalitete (Slika 4.1).



Slika 4.1. Aktivnosti kod homogenizacije (Roić i dr., 2009)

Homogenizacija započinje preuzimanjem službenih podataka. Podatke za homogenizaciju možemo podijeliti na neophodne:

- vektorizirani digitalni katastarski plan,
- geodetska osnova i
- digitalni ortofoto,

te ostale:

- parcelacijski i drugi geodetski elaborati,
- podaci katastarskih izmjera / reambulacija,
- hrvatska osnovna karta (osnovna državna karta) i
- podaci o podacima (Roić i dr., 2009).

Sljedeći korak je izbor identičnih točaka. Globalnom transformacijom kontroliraju se izabrane identične točke i izbacuju nepouzidane. Nakon globalne transformacije potrebno je provjeriti zadovoljavanje uvjeta te ako uvjet nije zadovoljen ukloniti nepouzidane identične točke i ponoviti globalnu transformaciju. Kada je uvjet zadovoljen obavlja se lokalna transformacija kojom se uklanjaju preostale nepouzidane identične točke. Lokalnu transformaciju također je potrebno provjeriti te ponoviti u slučaju nezadovoljavanja uvjeta. Kada je uvjet zadovoljen potrebno je uskladiti granice sa susjednim katastarskim općinama.

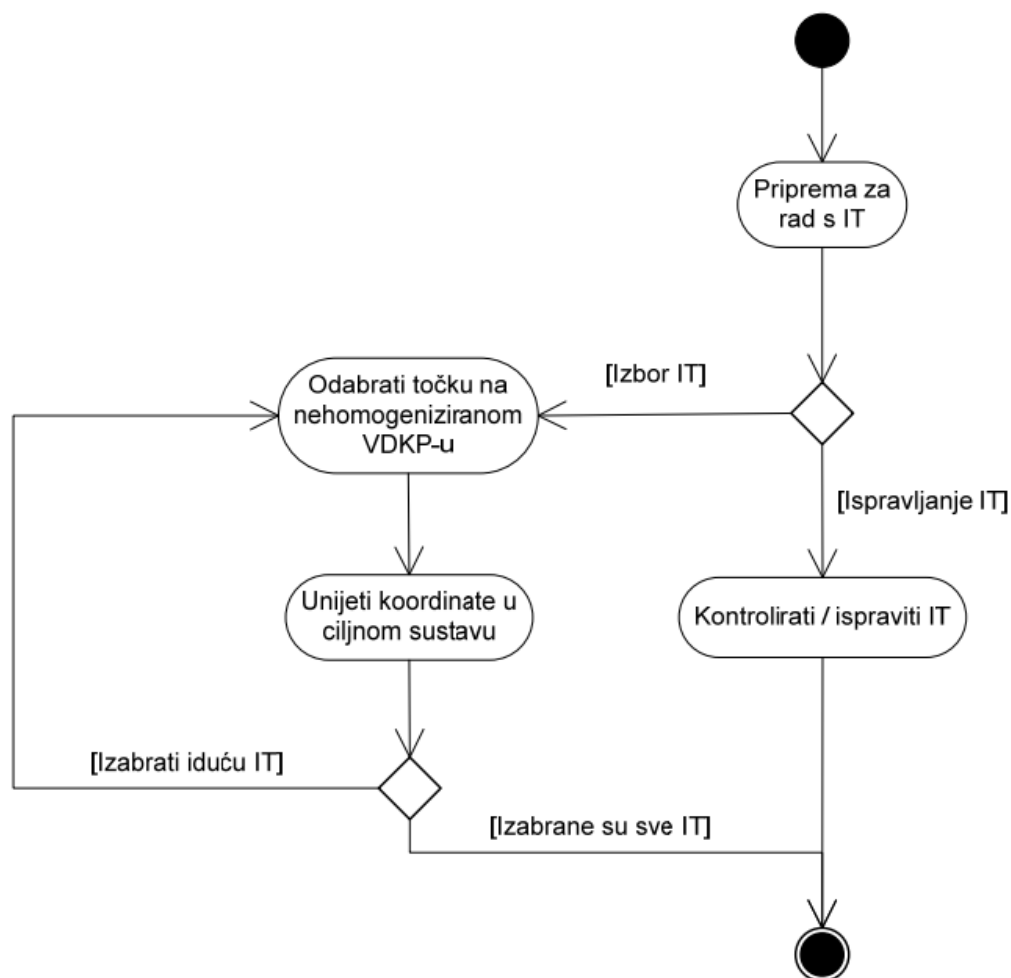
Nakon što su granice katastarske općine usklađene projekt se predaje na vanjsku kontrolu kvalitete. Ukoliko kvaliteta ne zadovoljava, projekt se vraća izvoditelju na ispravak. Ispravljeni projekt predaje se na ponovnu kontrolu. Ako nakon ispravka kvaliteta zadovoljava, homogenizacija je završena.

Kontrola kvalitete podijeljena je na pet dijelova: kontrola potpunosti/izvršenosti, matematičko-statističke kontrole i ocjena točnosti, vizualne kontrole, neovisna kontrola, te konačna kontrola kvalitete prije importa homogenizirane katastarske općine u ZIS (Moharić i dr., 2017). Izvoditelj treba provoditi kontrolu kroz cijeli proces homogenizacije, a vanjska kontrola u nadležnosti je katastarskog ureda.

Konačnu kontrolu kvalitete obavlja Središnji ured Državne geodetske uprave prije uvoza homogenizirane katastarske općine u ZIS (Moharić i dr., 2017).

4.1.1 Izbor identičnih točaka

Identične točke su osnova za homogenizaciju. To su točke za koje se mogu pouzdano odrediti koordinate na katastarskom planu i koordinate stvarnog položaja, tj. na terenu, a određuju se prema najboljim raspoloživim podacima (iz postojećih elaborata, očitanjem s digitalnog ortofota (DOF-a) ili dr.) prema propisanoj gustoći i rasporedu (Moharić i dr., 2017). Slika 4.2 prikazuje proces izbora identičnih točaka.



Slika 4.2. Proces izbora identičnih točaka (Roić i dr., 2009)

Za početak se projekt pripremi za rad sa identičnim točkama na način da se numeriraju sve lomne točke međa katastarskih čestica. Zatim započinje izbor identičnih točaka. Odabire se jedna po jedna točka na nehomogeniziranom VDKP-u i zadaju im se koordinate u ciljnom sustavu. Kada su sve identične točke izabrane provodi se kontrola i ukoliko je potrebno ispravljaju se nedostaci. Kada je kontrola uspješno provedena izbor identičnih točaka je završen.

4.1.2 Globalna transformacija

Globalna transformacija je u potpunosti iterativna primjena afine transformacije nad identičnim točkama do zadovoljenja uvjeta (Roić i dr., 2009). Globalnom transformacijom izbacuju se točke koje se smatraju nepouzdanima kako ne bi uzrokovale pogreške u rezultatima homogenizacije. Za globalnu transformaciju koristi se model afine transformacije (Roić i dr., 2009):

$$\begin{aligned} X &= a_{11}X' + a_{12}Y' + b_1 \\ Y &= a_{21}X' + a_{22}Y' + b_2 \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} X'_1 & Y'_1 & 1 \\ X'_2 & Y'_2 & 1 \\ \dots & \dots & \dots \\ X'_m & Y'_m & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{11} & a_{21} \\ a_{12} & a_{22} \\ b_1 & b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & Y_1 \\ X_2 & Y_2 \\ \dots & \dots \\ X_m & Y_m \end{bmatrix} \quad (2)$$

Izraz (2) možemo rastaviti i prikazati zasebno za x i za y:

$$\begin{bmatrix} X'_1 & Y'_1 & 1 \\ X'_2 & Y'_2 & 1 \\ \dots & \dots & \dots \\ X'_m & Y'_m & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{11} \\ a_{12} \\ b_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_m \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} X'_1 & Y'_1 & 1 \\ X'_2 & Y'_2 & 1 \\ \dots & \dots & \dots \\ X'_m & Y'_m & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{21} \\ a_{22} \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \dots \\ Y_m \end{bmatrix} \quad (3)$$

Iz izraza (3) slijedi:

$$\begin{bmatrix} a_{11} \\ a_{12} \\ b_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'_1 & Y'_1 & 1 \\ X'_2 & Y'_2 & 1 \\ \dots & \dots & \dots \\ X'_m & Y'_m & 1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_m \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} a_{21} \\ a_{22} \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'_1 & Y'_1 & 1 \\ X'_2 & Y'_2 & 1 \\ \dots & \dots & \dots \\ X'_m & Y'_m & 1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \dots \\ Y_m \end{bmatrix} \quad (4)$$

Vrijednosti koeficijenata iz izraza (4) ubacujemo u izraz (1).

Računanje preostalih odstupanja obavlja se po formuli:

$$D_T = \sqrt{(Y_{treba} - Y_g)^2 + (X_{treba} - X_g)^2} \quad (5)$$

Standardno odstupanje možemo izraziti kao:

$$S_0 = \sqrt{\frac{\sum D_T^2}{n-1}} \quad (6)$$

4.1.3 Lokalna transformacija

Lokalnom transformacijom nazivamo model adaptivne transformacije pri kojoj identične točke nakon transformacije dobivaju zadane koordinate u ciljnom sustavu, a ostale transformirane točke dobivaju pomak u ovisnosti o udaljenostima od identičnih točaka (Ročić i dr., 2009).

Matematički, radi se o interpolacijskoj metodi inverzne udaljenosti kod koje se računaju parametri transformacije za svaku točku prostora koja se transformira. Na te parametre utječu sve identične točke, ali znatno više one koje su najbliže točki za koju se računaju parametri. Ovdje se zapravo uvodi težina p kojom će one 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 se dakle računa udaljenost od nje do svake identične točke odnosno: $d_i = \sqrt{(X - X_{trebai})^2 + (Y - Y_{trebai})^2}$, gdje su X_{trebai} i Y_{trebai} zadane koordinate identičnih točaka.

Rezultat metode ovisi o vrijednosti eksponenta udaljenosti (a), a optimalni rezultati se postižu ako je ta vrijednost 2 ($a = 2$). Tada se ova metoda naziva još i interpolacija inverznim kvadratnim udaljenostima.

Pomaci po koordinatnim osima se računaju prema formulama:

$\Delta Y_i = \frac{\sum(p_i(Y_{treba}-Y_g)_i)}{\sum p_i}$ i $\Delta X_i = \frac{\sum(p_i(X_{treba}-X_g)_i)}{\sum p_i}$, gdje su: $(Y_{treba} - Y_g)_i$ i $(X_{treba} - X_g)_i$ razlike koordinata na identičnim točkama između zadanih koordinata u ciljnom sustavu i koordinata dobivenih iz globalne transformacije.

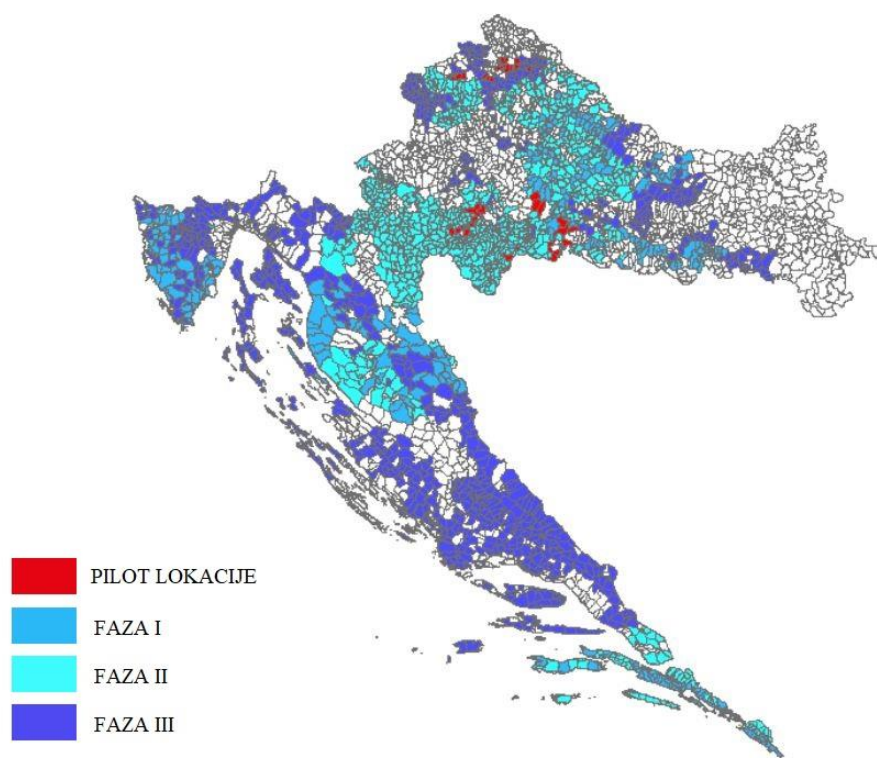
Konačne koordinate točaka nakon lokalne transformacije su:

$Y_{Li} = Y_i + \Delta Y_i$ 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 ciljnom sustavu se zadržavaju, a vektorizirani detalj u njihovoj okolini im se položajno prilagođava (Ročić i dr., 2009).

4.2. Projekt homogenizacije u Republici Hrvatskoj

2017. godine dopunjena je metodologija i započeta je homogenizacija katastarskih planova na pilot lokacijama – 40 katastarskih općina (20 u Područnom uredu za katastar Sisak i 20 u Područnom uredu za katastar Varaždin).

Nakon što se cijeli koncept homogenizacije pokazao uspješnim, stekli su se uvjeti za pokretanje sustavne homogenizacije na ostalom području Republike Hrvatske, odnosno onim katastarskim općinama koje su nastale grafičkom izmjerom (DGU, 2020). Homogenizacija je podijeljena na nekoliko faza (Slika 4.3).



Slika 4.3. Tri faze homogenizacije katastarskih općina u RH (prilagođeno prema DGU, 2020)

Slika 4.3 prikazuje katastarske općine koje su obuhvaćene trima fazama homogenizacije kao i pilot lokacije s kojima je započeo projekt homogenizacije u Republici Hrvatskoj.

U prvoj fazi homogenizirano je 360 katastarskih općina čiji su katastarski planovi nastali grafičkom izmjerom. Prva faza podijeljena je na četiri paketa po područnim uredima (PUK):

- Paket 1: PUK Dubrovnik,
- Paket 2: PUK Slavonski brod i Sisak,
- Paket 3: PUK Pula i Gospić,
- Paket 4: PUK Virovitica, Koprivnica, Bjelovar i Krapina.

U drugoj fazi homogenizirano je novih 789 katastarskih općina:

- PUK Karlovac - ukupno 177 katastarskih općina,
- PUK Sisak - ukupno 157 katastarskih općina,
- PUK Sisak i Slavonski Brod - ukupno 113 katastarske općine,
- PUK Bjelovar - ukupno 116 katastarskih općina,
- PUK Krapina i Koprivnica - ukupno 130 katastarskih općina, te
- PUK Gospić i Dubrovnik - ukupno 96 katastarskih općina.

Treća faza homogenizacije obuhvatila je 817 katastarskih općina na području 12 područnih ureda za katastar:

- Grupa 1: PUK Varaždin, Pula, Slavonski Brod, Virovitica i Koprivnica, 132 katastarske općine,
- Grupa 2: PUK Varaždin, Pula, Sisak, Krapina i Virovitica, 136 katastarskih općina,
- Grupa 3: PUK Rijeka, Gospić i Split, 138 katastarskih općina,
- Grupa 4: PUK Rijeka, Split, Zagreb i Zadar, 133 katastarske općine,
- Grupa 5: PUK Požega, Split, Šibenik i Virovitica, 134 katastarske općine,
- Grupa 6: PUK Zadar i Šibenik, 144 katastarske općine.

Zbog uspješnosti projekta, homogenizacija je omogućena i kroz druge aktivnosti i projekte.

5. PROGRAMSKA PODRŠKA

Za proces homogenizacije, za pripremu inicijalnih podataka te analizu dobivenih rezultata korišteni su softveri:

1. GisLandManager v3.1,
2. AutoCAD,
3. Microsoft Office Excel te
4. QuantumGIS.

5.1 GisLandManager

GisLandManager je alat koji omogućava prikupljanje, obradu i održavanje prostornih podataka, a osobito je namijenjen upravljanju zemljišnim podacima. Podržava rad sa službenim bazama podataka te omogućava prilagodbu specifičnim potrebama korisnika. Omogućava analize, prezentaciju i ispis tih podataka prema propisanim normama ili prema želji korisnika (Geoinformatika d.o.o., 2007).

Aplikacija je grafičkog sučelja (Slika 5.1) i u sebi ima ugrađene predefinirane projekte kao što su:

- Georeferenciranje,
- Vektorizacija,
- Izrada elaborata,
- Homogenizacija i
- Slobodni projekt.

Aplikacija omogućava rad sa vektorskim i rasterskim podacima te je korištena za cijeli postupak homogenizacije. Prije početka rada u softveru potrebno je lokalizirati postavke baza podataka, odnosno odabrati odgovarajuću županiju i nadležan katastarski ured za predmetnu katastarsku općinu. Kod otvaranja novog projekta potrebno je definirati ishodište sustava (X i Y koordinatu donjeg lijevog kuta), veličinu radne površine u smjeru X osi te veličinu radne površine u smjeru Y osi. Također je potrebno odabrati vrstu projekta i katastarsku općinu te odrediti rezoluciju i preciznost u decimalama. Projekt je potrebno imenovati, a moguće je i promijeniti boju pozadine crteža.

U aplikaciju je prvo učitani vektorizirani digitalni katastarski plan (VDKP) koji je prethodno spremljen u .dxf format. Zatim su pomoću alata za pronalazak topoloških pogrešaka izdvojene pogreške na VDKP-u.

Aplikacija nudi devet kontrola topologije za linije:

1. Identične linije,
2. Provjera duljine,
3. Provjera nezatvorenih,
4. Provjera presjeka,
5. Udaljenost dvije točke,
6. Udaljenost točke od linije,
7. Linije sa Z simbolom,
8. Dvostruke linije (način 2) i
9. Linije bez regija.

Za brojeve katastarskih čestica ponuđene su tri kontrole:

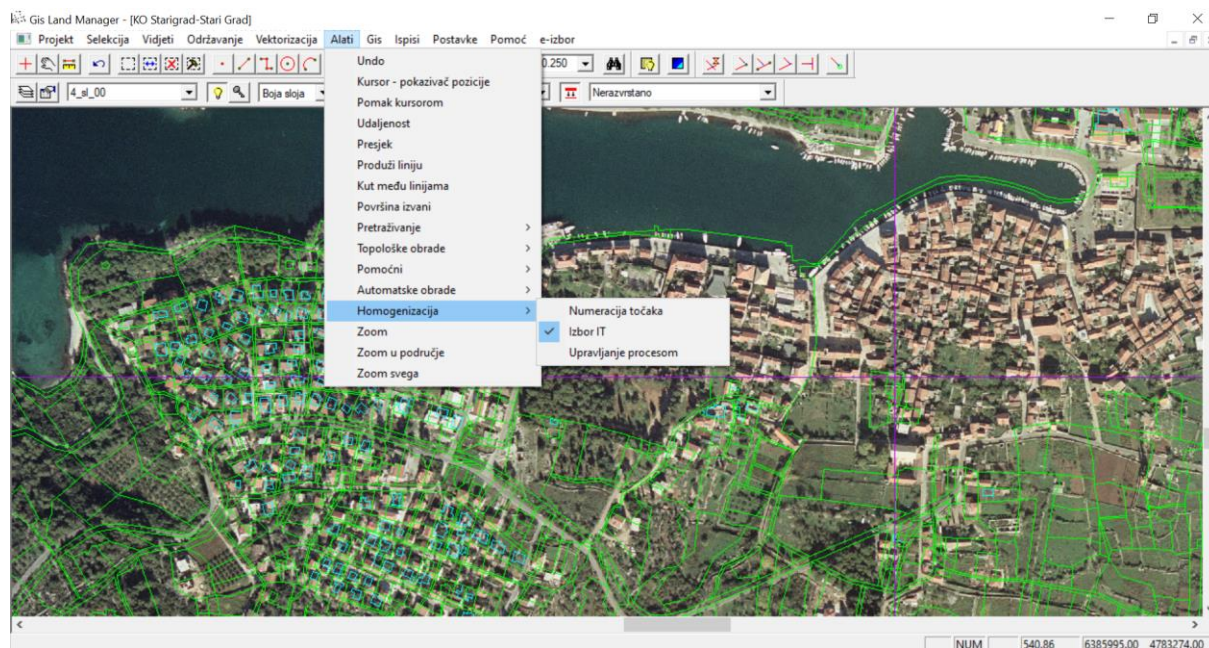
1. Kontrola duplih,
2. Službene bez tehničkih i
3. Tehničke bez službenih.

Uz navedene topološke kontrole još je moguće kontrolirati i površine katastarskih čestica, kao i podatke o zgradama i uporabama.

Kada su sve pogreške ispravljene, VDKP je ponovno učitani i određene su površine katastarskih čestica prije homogenizacije kako bi se na kraju mogle usporediti sa površinama nakon homogenizacije. U aplikaciju je dodano 16 DOF snimaka i numerirane su sve lomne točke katastarskog plana, a zatim je započet izbor identičnih točaka. To je dugotrajan postupak zbog veličine katastarske općine Stari Grad. Potrebno je odabrati velik broj identičnih točaka kako bi homogenizacija bila uspješna.

Nakon odabira identičnih točaka, unutar aplikacije provedene su globalna i lokalna transformacija. GLM omogućava eksportiranje rezultata nakon svake radnje pa su tako eksportirane koordinate identičnih točaka prije transformacije, kao i koordinate identičnih točaka nakon transformacije. Na početku je eksportirana lista topoloških pogrešaka kako bi se jednostavnije ispravile.

Za kraj je eksportirana i grafika, odnosno VDKP nakon homogenizacije kako bi se provele vizualne usporedbe i donio zaključak o uspješnosti homogenizacije.



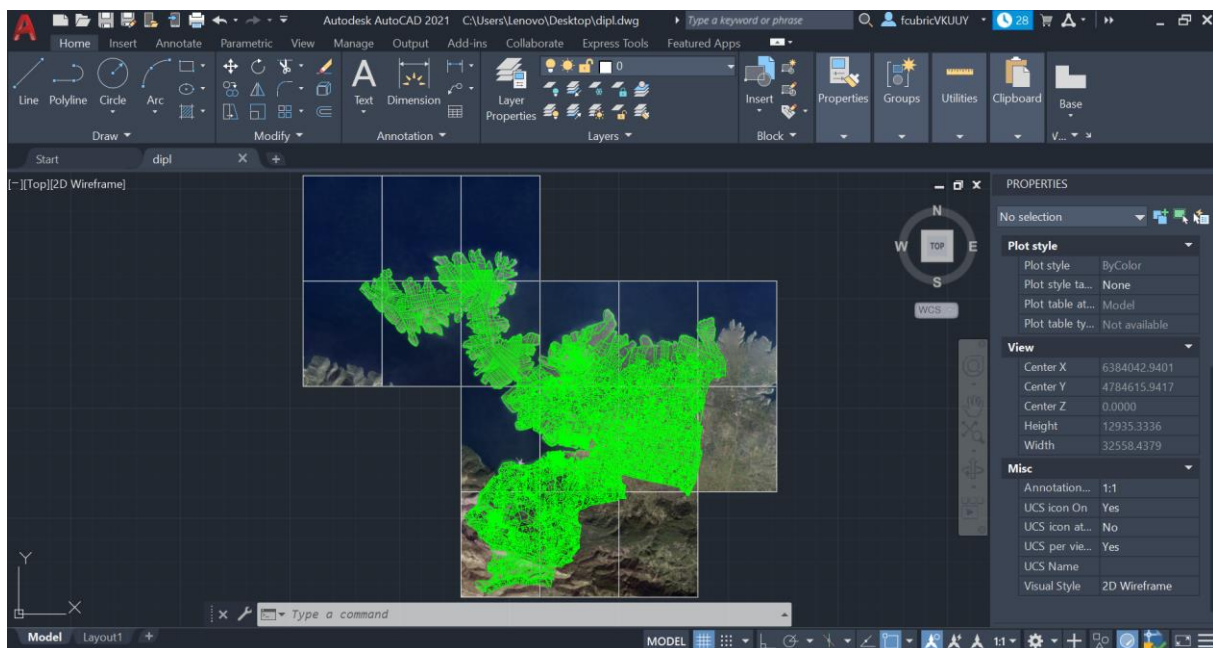
Slika 5.1. Sučelje softvera GisLandManager

Slika 5.1 prikazuje izbornik *Alati* unutar kojega je odabran podizbornik *Homogenizacija*. Ponuđene su tri radnje: Numeracija točaka, Izbor identičnih točaka i Upravljanje procesom. Unutar izbornika *Alati* korišten je još i podizbornik *Topološke obrade*. Na slici su također prikazani vektorizirani digitalni katastarski plan te digitalni ortofoto.

5.2 AutoCAD

AutoCAD je računalni program tvrtke Autodesk čije alate koriste različite struke poput arhitekture, građevinarstva, elektrotehnike, geodezije itd.. U sklopu diplomskog rada program je korišten u nekoliko različitih koraka. Na početku je korišten za ispravljanje topoloških pogrešaka na preuzetom vektoriziranom digitalnom katastarskom planu. Dupli brojevi katastarskih čestica su pretraživani naredbom *Find*. Zatim je svaki pogrešni broj k.č. promijenjen.

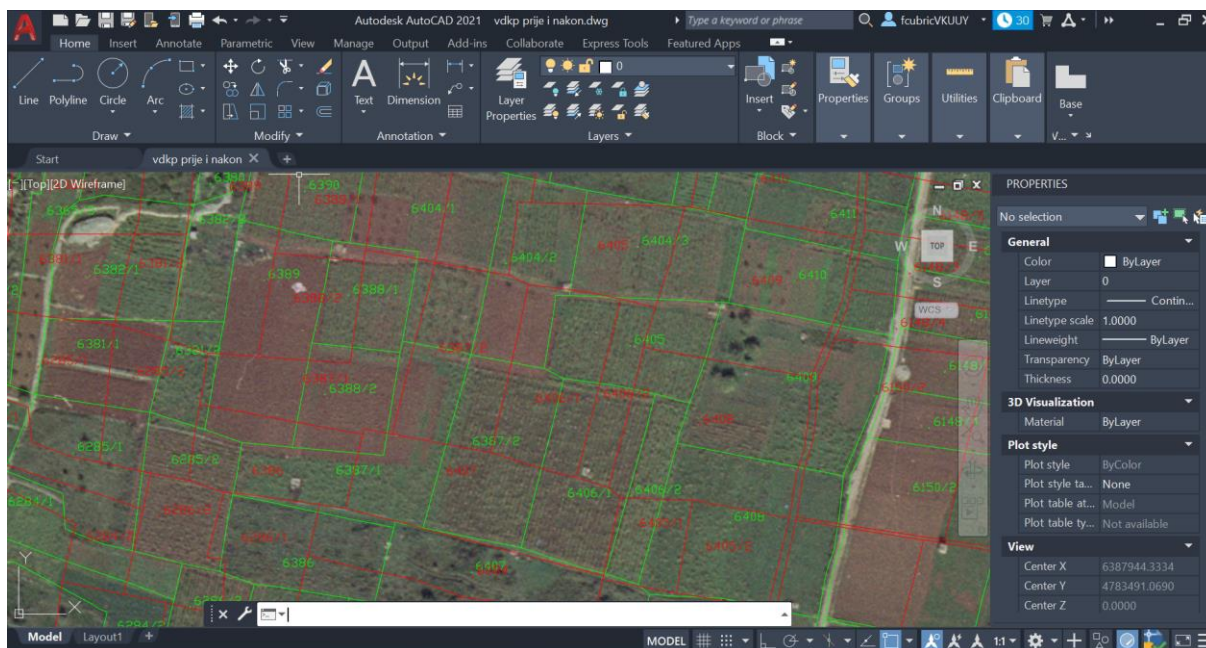
Softver omogućava spremanje projekta u .dxf formatu koji se onda može učitati u GLM. Također je korišten pri izradi mreže kvadrata koja pomaže u procesu izbora identičnih točaka. Nakon izbora identičnih točaka u softveru je napravljen prikaz položaja svih identičnih točaka. U program se mogu učitati i rasterske datoteke odnosno DOF snimke (Slika 5.2).



Slika 5.2. Sučelje softvera AutoCAD

Slika 5.2 prikazuje sučelje softvera. Učitani su vektorizirani digitalni katastarski plan te 16 DOF listova koji prekrivaju područje katastarske općine Stari Grad.

Nakon homogenizacije, u AutoCAD je učitani i homogenizirani VDKP te je obavljena vizualna usporedba prije i nakon homogenizacije (Slika 5.3).



Slika 5.3. Usporedba VDKP-a prije (crveno) i nakon (zeleno) homogenizacije

Slika 5.3 prikazuje središnji dio katastarske općine Stari Grad u kojem prevladavaju poljoprivredne katastarske čestice. Program podržava rad sa slojevima (engl. *layers*) stoga se svaki element katastarskog plana nalazi u vlastitom sloju. VDKP nakon homogenizacije učitani je u zasebnom sloju kojem je određena zelena boja dok je VDKP-u prije homogenizacije pridružena crvena boja.

5.3 Microsoft Office Excel

Microsoft Office Excel je alat za proračunske tablice i analize različitih podataka. Uvelike olakšava rad sa velikom količinom podataka. Korišten je u nekoliko koraka:

1. Kontrola duplih brojeva katastarskih čestica,
2. Priprema podataka poput koordinata identičnih točaka za učitavanje u softver AutoCAD (Slika 5.4),
3. Analiza promjena površina katastarskih čestica nakon homogenizacije,
4. Sortiranje katastarskih čestica prema promjeni površine nakon homogenizacije,
5. Priprema podataka o razlikama površina prije i nakon homogenizacije za učitavanje u softver QGIS.

Broj IT	Y ima	X ima	Y transformirano	X transformirano
895	6380943.41	4788347.89	6380939.00	4788353.00
174	6382686.43	4788527.74	6382679.33	4788524.67
1747	6383913.24	4788170.78	6383918.36	4788175.57
1206	6380834.50	4787101.26	6380823.83	4787104.67
1075	6381691.46	4787861.93	6381697.00	4787869.33
44	6382135.80	4787885.68	6382132.88	4787884.38
83	6382672.78	4787843.33	6382670.13	4787852.05
3211	6382407.50	4787742.35	6382407.04	4787746.16
1300	6381702.93	4786615.61	6381701.36	4786605.07
2559	6381795.44	4786763.71	6381797.50	4786762.71
2502	6382606.04	4786698.18	6382607.29	4786696.00
2477	6382811.91	4787159.35	6382819.07	4787155.50
2417	6383158.94	4786756.57	6383163.93	4786760.07
5947	6383058.55	4786132.56	6383062.00	4786123.64
2059	6384353.88	4787779.48	6384351.43	4787781.57
3543	6383617.73	4787368.25	6383623.72	4787356.04
4193	6383708.33	4787082.86	6383719.80	4787073.15
4611	6384103.10	4787004.65	6384106.63	4787006.38
2396	6383488.18	4786488.36	6383501.88	4786488.44

Slika 5.4. Dio tablice koordinata identičnih točaka nakon globalne transformacije

Tablica je korištena za učitavanje koordinata identičnih točaka u softver AutoCAD. Odabrani su stupci: Broj IT, $Y_{transformirano}$ i $X_{transformirano}$ te su spremljeni u .txt format koji je kasnije učitao u AutoCAD za daljnju analizu.

U softveru je također izrađena tablica površina svih katastarskih čestica nakon homogenizacije (Slika 5.5). Podaci su uspoređeni sa površinama prije homogenizacije te je napravljena analiza.

KC broj	KC podbroj	Pt	Ph	Ph - Pt	I Ph - Pt	Fg	Fz	%razlike	manje od 20%	manja/veća pov	povećana	smanjena	ukupno	postotak
1	0	258,47	256,30	-2,17	2,17	32,41	51,69	0,84	da	smanjena			8020	15174
4	0	1770,32	1763,69	-6,63	6,63	84,82	354,06	0,37	da	smanjena				
7	0	3477,21	3496,49	19,28	19,28	118,88	695,44	0,55	da	povećana				
12	0	4651,63	4624,73	-26,90	26,90	137,50	930,33	0,58	da	smanjena				
13	0	2986,25	2956,69	-29,56	29,56	110,17	597,25	0,99	da	smanjena				
14	0	2537,02	2510,23	-26,79	26,79	101,54	507,40	1,06	da	smanjena				
18	0	1753,84	1747,82	-6,02	6,02	84,43	350,77	0,34	da	smanjena				
21	0	163,84	163,54	-0,30	0,30	25,80	32,77	0,18	da	smanjena				
24	0	215,68	225,01	9,33	9,33	29,61	43,14	4,33	da	povećana				
25	0	412,01	418,75	6,74	6,74	40,92	82,40	1,64	da	povećana				
27	0	186,24	185,85	-0,39	0,39	27,51	37,25	0,21	da	smanjena				
32	0	533,24	545,32	12,08	12,08	46,55	106,65	2,27	da	povećana				
34	0	576,62	581,28	4,66	4,66	48,41	115,32	0,81	da	povećana				
35	0	383,69	387,16	3,47	3,47	39,49	76,74	0,90	da	povećana				
36	0	1391,40	1401,14	9,74	9,74	75,20	278,28	0,70	da	povećana				
37	0	4135,33	4152,20	16,88	16,88	129,64	827,07	0,41	da	povećana				
6438	0	118,99	118,48	-0,51	0,51	21,99	23,80	0,43	da	smanjena				
38	0	4078,99	4087,68	8,69	8,69	128,76	815,80	0,21	da	povećana				
39	0	1002,01	999,95	-2,06	2,06	63,82	200,40	0,21	da	smanjena				
40	0	3160,62	3160,60	-0,02	0,02	113,34	632,12	0,00	da	smanjena				
6442	0	176,30	175,62	-0,68	0,68	26,77	35,26	0,39	da	smanjena				
42	0	280,67	280,32	-0,35	0,35	33,77	56,13	0,12	da	smanjena				
46	0	307,14	307,11	-0,03	0,03	35,33	61,43	0,01	da	smanjena				
6447	0	104,54	104,24	-0,30	0,30	20,61	20,91	0,28	da	smanjena				
48	ni	270,70	218,68	-51	1,51	29,92	44,04	0,88	da	smanjena				

Slika 5.5. Dio tablice površina k.č. u MS Excel-u

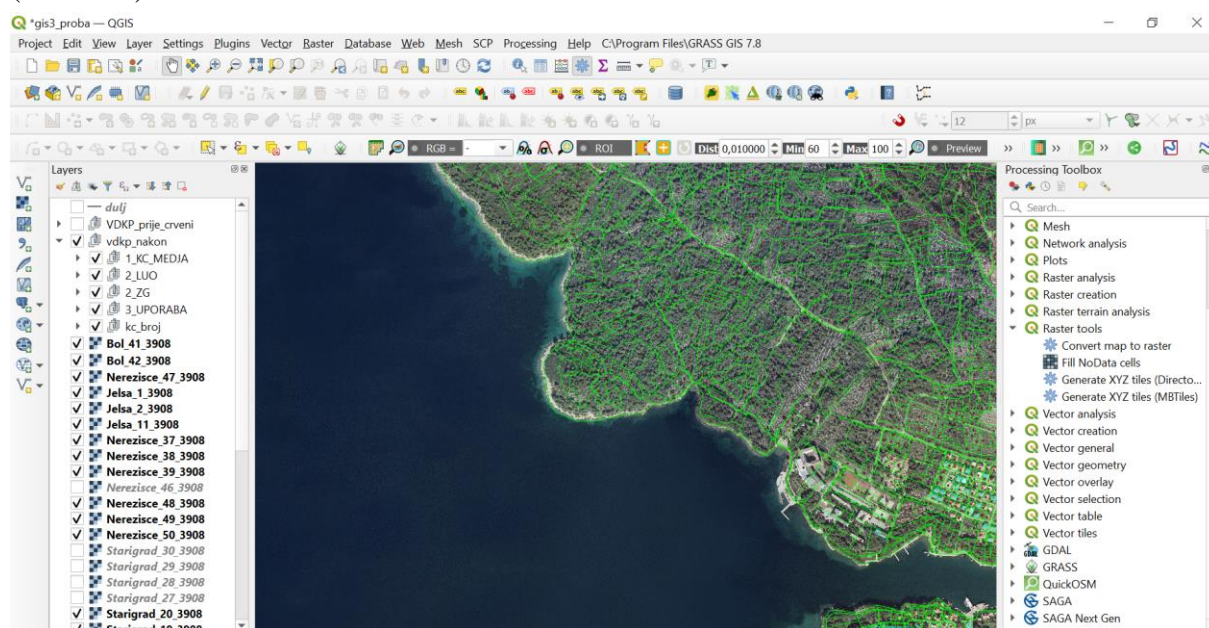
Slika 5.5 prikazuje dio tablice površina katastarskih čestica nakon homogenizacije. Tablica se sastoji od nekoliko stupaca: Broj i podbroj katastarske čestice, Površina prije homogenizacije,

Površina nakon homogenizacije, Razlika površina, Apsolutna vrijednost razlike površina, Dopušteno odstupanje F_g , Dopušteno odstupanje F_z te postotak razlike površina. Na kraju su dodana još dva stupca. U prvom stupcu kontrolira se jesu li sve promjene površina unutar dopuštenog odstupanja od 20%. Drugi stupac prikazuje je li se pojedina površina smanjila ili povećala nakon homogenizacije. Pokraj tablice izračunato je koliko se katastarskih čestica povećalo, a koliko smanjilo. Za kraj je određen postotak promjene ukupne površine katastarske općine Stari Grad.

5.4 Quantum GIS

Quantum GIS (QGIS) je GIS softver otvorenog koda koji služi za upravljanje, analizu i vizualizaciju prostornih podataka. Softver podržava vektorske i rasterske podatke, rad sa WMS i WFS podacima te povezivanje s prostornim bazama podataka. U softveru je moguće i definiranje koordinatnog sustava pojedinog projekta.

U diplomskom radu korišten je, uz softver AutoCAD, za vizualnu analizu podataka katastarskog plana prije i nakon homogenizacije. Također je korišten i kao pomoćni alat pri određivanju ishodišta koordinatnog sustava novog projekta. U softver su učitane sve DOF snimke te su očitane koordinate donjeg lijevog ruba donje lijeve snimke. Ta točka čini ishodište projekta. Zatim su očitane i najudaljenije koordinate u smjeru Y i X osi kako bi se odredila veličina radne površine. Sučelje softvera QGIS sa učitanim slojevima vidljivo je u nastavku (Slika 5.6).

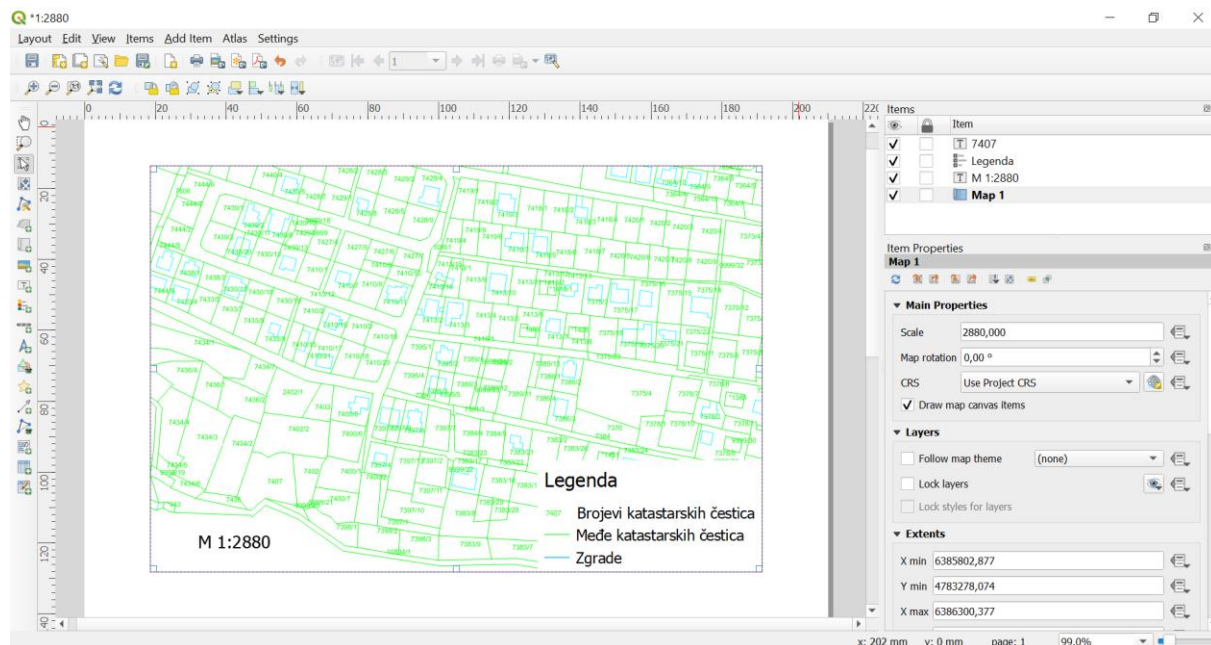


Slika 5.6. Sučelje softvera QGIS

Slika 5.6 prikazuje vektorizirani digitalni katastarski plan i digitalni ortofoto dijela katastarske općine Stari Grad. S lijeve strane moguće je pregledati sve učitane slojeve. Učitani su VDKP prije i VDKP nakon homogenizacije. Također su učitane sve dostupne DOF snimke te su nakon preklopa s katastarskim planom izostavljene snimke koje ne pokrivaju područje predmetne katastarske općine. S desne strane ponuđeni su razni alati za rasterske i vektorske podatke.

Nakon homogenizacije u softver je učitani sloj koji sadrži odabrane identične točke. Također je učitani sloj VDKP-a nakon homogenizacije kako bi se rezultat usporedio s početnim stanjem. Naknadno su dodani brojevi katastarskih čestica koji su preuzeti iz AutoCAD-a i učitani putem .dxf formata.

Sve vizualne usporedbe VDKP-a prije i nakon homogenizacije izrađene su pomoću alata *Layout Manager* koji je dostupan unutar QGIS-a (Slika 5.7).



Slika 5.7. Alat *Layout Manager* unutar softvera *QGIS*

Slika 5.7 prikazuje alat *Layout Manager*. Dodana je karta, odnosno dio vektoriziranog digitalnog katastarskog plana kojemu je određeno mjerilo. Zatim je izrađena legenda sa svim vidljivim slojevima VDKP-a. S lijeve strane ekrana ponuđene su opcije poput dodavanja rastera, atributnih tablica, naslova i teksta, grafičkog mjerila i sl.. S desne strane omogućeno je podešavanje svakog elementa koji je dodan. Kada je karta gotova, može se spremiti u .png ili .pdf format.

6. HOMOGENIZACIJA KATASTARSKOG PLANA K.O. STARI GRAD

U ovom poglavlju opisan je proces homogenizacije katastarskog plana k.o. Stari Grad koji započinje učitavanjem podataka u softver GisLandManager (GLM). Učitani podaci su vektorizirani digitalni katastarski plan (VDKP) u .dxf formatu te digitalni ortofoto (DOF). Nakon učitavanja podataka uslijedile su kontrole topologije. Ispravljene su greške poput duplih brojeva katastarskih čestica, nezatvorenih linija i sl.. Zatim je obavljen odabir identičnih točaka te lokalna i globalna transformacija. Svaka radnja je detaljno opisana u narednim potpoglavljima.

6.2 Preuzeti podaci

U ovom potpoglavljju opisani su preuzeti podaci: vektorizirani digitalni katastarski plan i digitalni ortofoto.

6.2.1 Vektorizirani digitalni katastarski plan

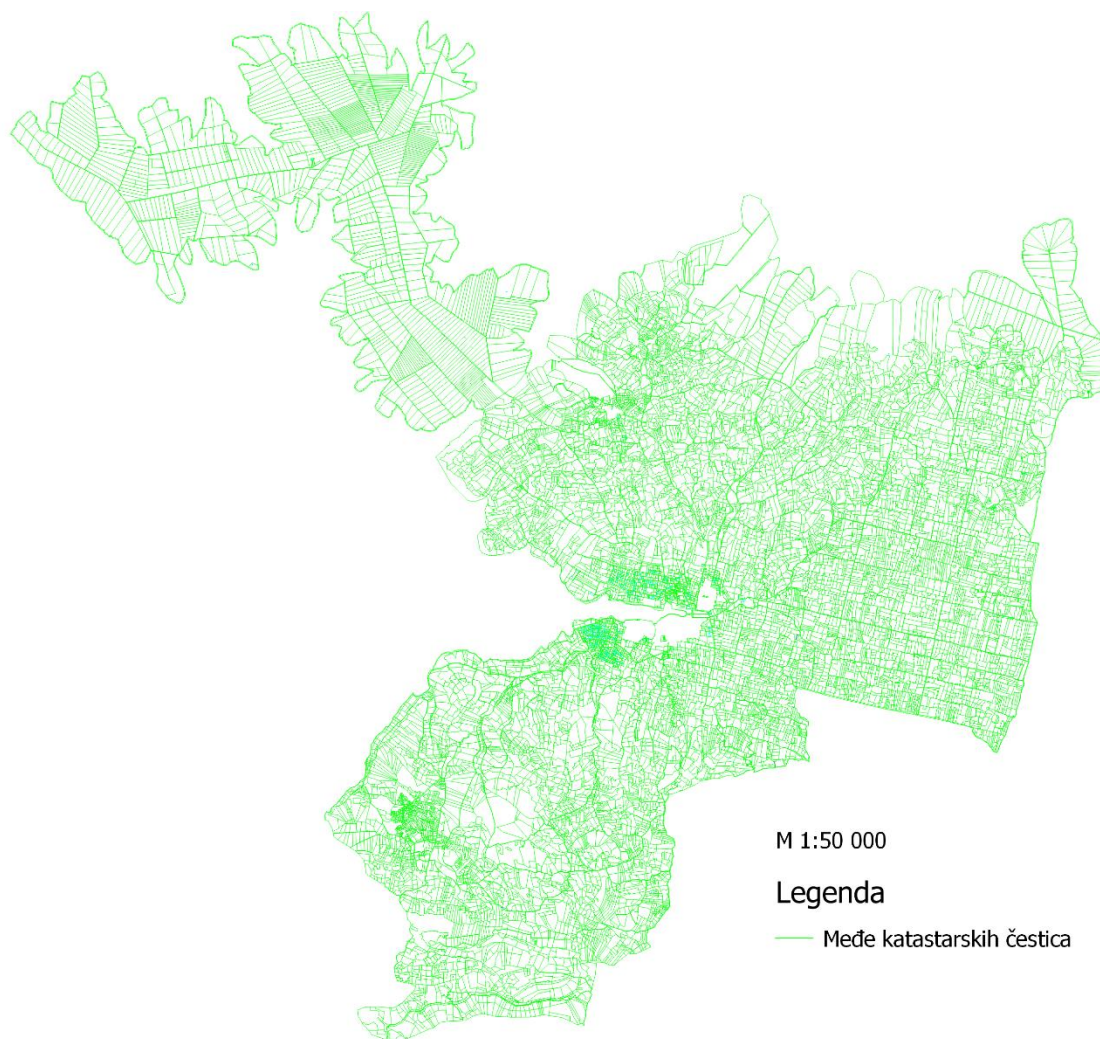
Vektorizirani digitalni katastarski plan (VDKP) je katastarski plan koji je vektorizacijom iz analognog preveden u digitalni oblik. Dio standardnih slojeva digitalnog katastarskog plana prikazan je tablično (Tablica 6.1). Podaci VDKP-a su hijerarhijski strukturirani tako da se na najvišoj razini nalazi katastarska općina koju čini skup katastarskih čestica, a svaka katastarska čestica je definirana međnim odnosno lomnim točkama (Rastija, 2009).

Tablica 6.1. Dio standardnih slojeva DKP-a (DGU, 2018)

Ime sloja (layer):	Opis sadržaja sloja:	Tip entiteta	Boja	Tip linije / naziv bloka
1_KATASTARSKA ČESTICA:				
1_kc_medja	međe katastarskih čestica	linija	green	Continuous
1_kc_medja_spor	sporne međe	linija	red	90202-1
1_kc_medja_ko	granica katastarske općine	linija	magenta	90104-1
1_kc_broj	centroid katastarske čestice	blok	green	kc
2_ZGRADA:				
2_zg	linija zgrade	linija	cyan	Continuous, 20104-1, 20108-1, 20109-1, 20110-1
2_zg_broj	centroid zgrade - način uporabe zgrade	blok	cyan	zg
2_zg_rb	redni broj zgrade	blok	241	rb_z

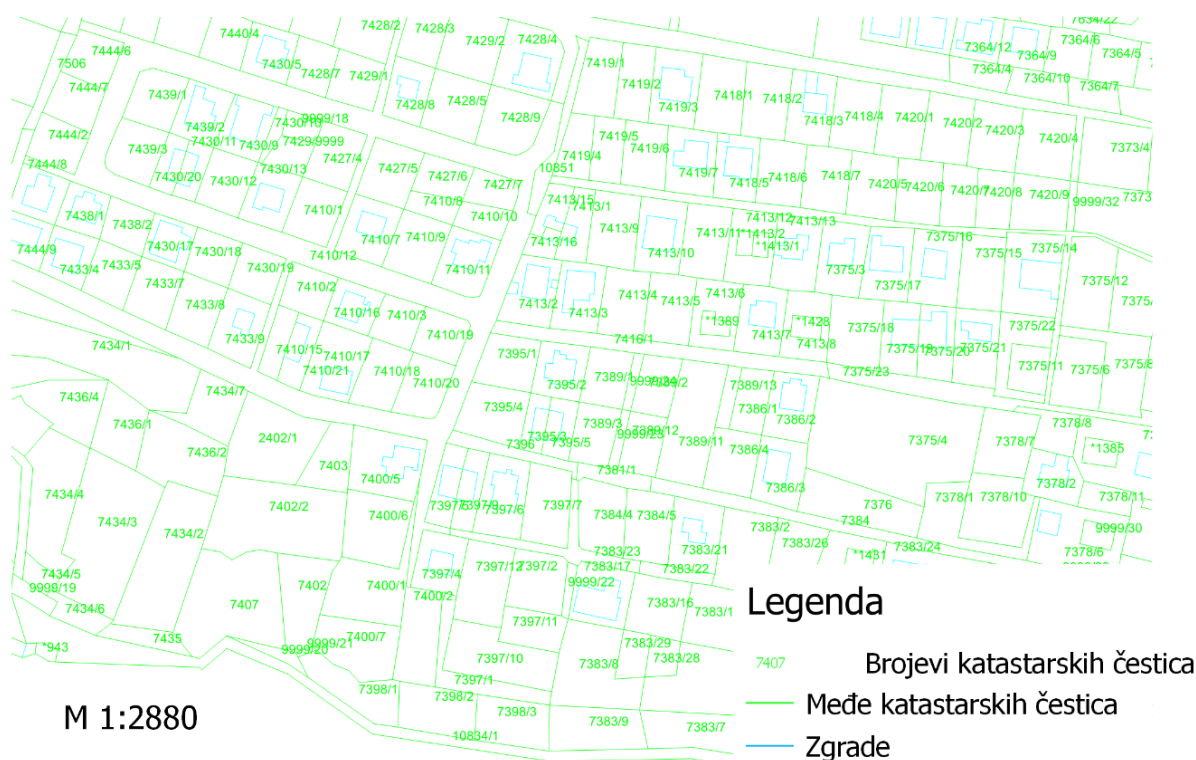
2_k_broj	kućni broj za zgrade na 2_zg	blok	30	kb
2_luo	linije unutar objekata, koje zatvaraju stepenice, terase	linija	yellow	Continuous
3_UPORABA:				
3_uporaba	granica načina uporabe dijelova katastarskih čestica	linija	blue	90203-1
3_uporaba_broj	centroid uporabe - način uporabe	blok	blue	uporaba
7_MREŽA i broj DL:				
7_podjela_i	podjela na detaljne listove s brojem dl. (i mjerilo podjele)	tekst+linija	blue	
7_podjela_i_broj	Centroid poligona podjele na detaljne listove (i mjerilo podjele)	blok	blue	dl
TOČKE:				
8_tocke	neobvezan sloj kod vektorizacije a obavezan kod nove izmjere i izrade geodetskih elaborata te geodetskih projekata	blok	190	tocke
8_tocke_ogi	točke geodetske osnove (iz nove izmjere)	blok	190	10301-1, 10302-1
ADRESE KATASTARSKIH ČESTICA:				
13_adrese	poligon adrese	line	yellow	continuous
13_adrese_naziv	centroid - naziv poligona adrese	blok	yellow	adresa

Kao što je prethodno spomenuto, katastarski plan katastarske općine Stari Grad vektoriziran je u sklopu diplomskog rada Stančić (2006) i preuzeta je jedna .dwg datoteka. VDKP katastarske općine Stari Grad u .dwg formatu učitana je u softver AutoCAD kako bi se pripremio za proces homogenizacije. Slika 6.1 prikazuje cijeli VDKP katastarske općine Stari Grad.



Slika 6.1. Vektorizirani digitalni katastarski plan katastarske općine Stari Grad

Katastarska općina Stari Grad sadrži ukupno 15 174 katastarske čestice. Zbog sitnog mjerila na slici je vidljiv samo sloj 1_kc_medja. Kako bi se raspoznali ostali slojevi katastarskog plana napravljen je prikaz u krupnijem mjerilu (Slika 6.2).



Slika 6.2. Dio vektoriziranog digitalnog katastarskog plana k.o. Stari Grad

Na slici 6.2 su osim međa katastarskih čestica vidljivi i brojevi katastarskih čestica, kao i linije zgrada.

6.2.2 Digitalna ortofotokarta

Digitalna ortofotokarta (DOF) je službena državna karta i izrađuje se u mjerilu 1:5000 (DOF5) za cjelokupno područje Republike Hrvatske. Digitalna ortofotokarta izrađena je prevođenjem digitalne aerofotogrametrijske snimke (poznatih vrijednosti unutarnje i vanjske orijentacije) iz centralne u ortogonalnu projekciju uz upotrebu Digitalnog modela reljefa odgovarajuće točnosti (URL 1). Slika 6.3 prikazuje DOF listove koji pokrivaju područje katastarske općine Stari Grad i susjednih katastarskih općina.



Slika 6.3. DOF listovi katastarske općine Stari Grad

Katastarska općina Stari Grad prikazana je na ukupno 16 DOF listova.

6.2.3 Kvaliteta preuzetih podataka

Kvaliteta preuzetih podataka ocijenjena je prema Specifikacijama za vektorizaciju katastarskih planova koji se izrađuju sa CAD/GIS software-ima (DGU, 2010). Tablica 6.2 prikazuje ocjenu kvalitete vektoriziranog digitalnog katastarskog plana.

Tablica 6.2. Ocjena kvalitete VDKP-a

RB	ELEMENT KVALITETE	KRITERIJ	STANJE
1	Dostupnost	Datoteke postoje	Postoji jedna datoteka koja sadrži prikaz cijele katastarske općine.

2	Format datoteka	Dostavljene u propisanom obliku	Datoteka je dostavljena u propisanom formatu (dwg).
3	Naziv datoteka	Nazivi su ispravni	Naziv datoteke je ispravan.
4	Otvaranje datoteka	Mogu se otvoriti	Datoteka se može otvoriti.
5	Metapodaci	Metapodaci su priloženi u propisanom formatu	Nisu priloženi metapodaci.
6	Georeferenciranje	Podaci uklopljeni u HTRS96/TM	Podaci su uklopljeni u HTRS96/TM.
7	Sadržaj	Sadržaj odgovara specifikacijama	Sadržaj odgovara specifikacijama.

Elementi koji se kontroliraju su: dostupnost i format datoteka, naziv datoteka, mogućnost otvaranja, priloženi metapodaci, georeferenciranje i sadržaj definiran specifikacijama.

Tablica 6.3 prikazuje ocjenu kvalitete digitalnih ortofoto (DOF) snimaka.

Tablica 6.3. Ocjena kvalitete DOF-a

RB	ELEMENT KVALITETE	KRITERIJ	STANJE
1	Dostupnost	Datoteke postoje	Postoji 16 datoteka koje pokrivaju područje cijele katastarske općine.
2	Format datoteka	Dostavljene u propisanom obliku	Datoteke su dostavljene u propisanom formatu (tif i tfw).
3	Naziv datoteka	Nazivi su ispravni	Nazivi su ispravni.
4	Otvaranje datoteka	Mogu se otvoriti	Datoteke se mogu otvoriti.
5	Metapodaci	Metapodaci su priloženi u propisanom formatu	Metapodaci su priloženi.
6	Datum snimanja	Starost DOF-a	Datum snimanja je nepoznat.
7	Georeferenciranje	Raster je uklopljen u podjelu na listove	Raster je uklopljen u podjelu na listove 6. zone HDKS-a.
8	Rezolucija slika	Rezolucija je 0.5 m	Rezolucija je 0.5 m.
9	Radiometrijska rezolucija	Radiometrijska rezolucija je 24 bita	Radiometrijska rezolucija je 24 bita.

10	Radiometrijska kvaliteta	Slike imaju dobar kontrast za izbor identičnih točaka	Slike imaju dobar kontrast.
11	Nedostaci slika	Na slikama su uočeni značajni nedostaci	Nisu uočeni nedostaci.

Osim prethodno navedenih elemenata kvalitete, kod DOF snimaka kontrolira se još i datum snimanja, odnosno starost snimaka, zatim rezolucija slika, radiometrijska rezolucija i kvaliteta te potencijalni nedostaci slika.

6.3 Postavke baze podataka u GisLandManager-u

Nakon instalacije softvera GisLandManager potrebno je lokalizirati postavke baza podataka, odnosno odabrati odgovarajuću županiju i nadležan katastarski ured za katastarsku općinu Stari Grad. Postupak je to koji se na odabranoj bazi podataka izvodi samo jednom i preporučljivo ga je napraviti odmah po instalaciji (Markešić, 2020). Podaci za sve županije i katastre dostupni su u tabličnom obliku. U tablici *Zupanije* (Tablica 6.4) određen je identifikator za Splitsko-dalmatinsku županiju (broj 17).

Tablica 6.4. Tablica Zupanije unutar GML baze podataka

ZUPANIJE		
ID_ZUPANIJE	ZUPANIJA	MB_RPJ_ZUPANIJA
1	Zagreb i zagrebačka	01
2	Krapinsko-zagorska	02
3	Sisačko-moslavačka	03
4	Karlovačka	04
5	Varaždinska	05
6	Koprivničko-križevačka	06
7	Bjelovarsko-bilogorska	07
8	Primorsko-goranska	08
9	Ličko-senjska	09
10	Virovitičko-podravska	10
11	Požeško-slavonska	11
12	Brodsko-posavska	12
13	Zadarska	13
14	Osječko-baranjska	14
15	Šibensko-kninska	15
16	Vukovarsko-srijemska	16
17	Splitsko-dalmatinska	17
18	Istarska	18
19	Dubrovačko-neretvanska	19
20	Međimurska	20

Zatim je u tablici *Katastar* (Tablica 6.5) određen identifikator katastarskog ureda Stari Grad (broj 90).

Tablica 6.5. Dio tablice *Katastar* unutar GLM baze podataka

KATASTAR				
ID_KATASTRA	IME_KATASTRA	MB_KATASTRA	STATUS_KATASTRA	ID_ZUPANIJE
60	Omiš	0663	Ispostava	17
61	Opatija	0671	Ispostava	8
84	Sinj	0914	Ispostava	17
85	Sisak	0922	Županijski ured	3
86	Slavonski Brod	0949	Županijski ured	12
87	Slunj	0957	Ispostava	4
88	Solin	0965	Ispostava	17
89	Split	0973	Županijski ured	17
90	Stari Grad	0981	Ispostava	17
91	Supetar	0990	Ispostava	17
92	Zagreb(Susedgrad)	1007		1
93	Sveti Ivan Zelina	1015	Ispostava	1
94	Šibenik	1023	Županijski ured	15

Podaci su zatim upisani u tablicu *Aktivne_postavke* (Tablica 6.6) na način da je u stupac *Aktivna_jedinica* prvo upisan identifikator Splitsko-dalmatinske županije, a u redak ispod identifikator katastarskog ureda Stari Grad.

Tablica 6.6. *Aktivne postavke projekta u GLM bazi podataka*

AKTIVNE_POSTAVKE	
VRSTA_JEDINICE	AKTIVNA_JEDINICA
1	17
10	90

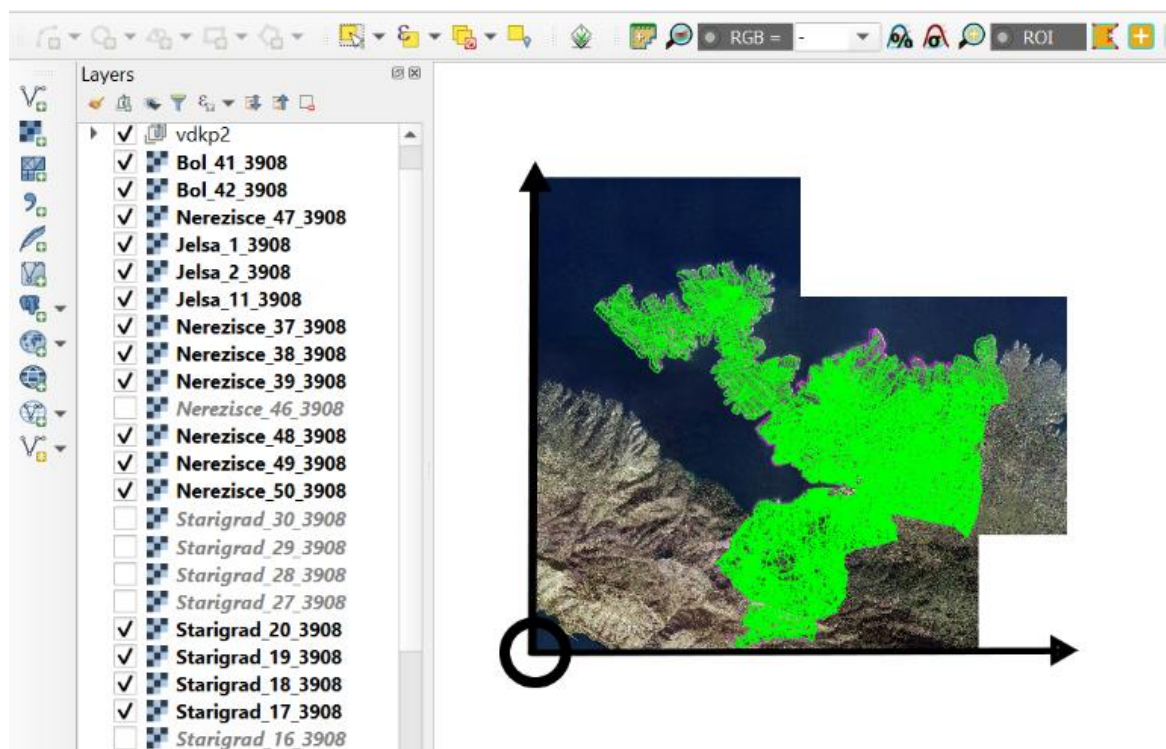
Nakon postavljanja baze podataka softver je spreman za rad.

6.4 Učitavanje podataka u GisLandManager

Prije učitavanja podataka za homogenizaciju također je potrebno odrediti ishodište sustava, odnosno Y i X koordinate donjeg lijevog kuta, te duljine Y i X osi. Za taj postupak korišten je softver QGIS. Za početak je u softver učitani vektorizirani digitalni katastarski plan u .dxf formatu, a zatim su učitane sve digitalne ortofoto snimke. Svaka snimka u mapi osim .tif datoteke ima i .tfw datoteku koja sadrži podatke o njezinom položaju u prostoru. Softver QGIS je korišten kako bi se na jednostavan način odredilo koja je snimka u donjem lijevom kutu.

Odabire se snimka u donjem lijevom kutu te se u svojstvima (engl. *Properties*) očitaju koordinate. Na taj način određeno je ishodište. Očitavanjem svojstava gornje lijeve te jedne od

desnih snimki određene su i duljine Y i X koordinatnih osiju, odnosno veličina radne površine (Slika 6.4). Koordinate ishodišta i veličina radne površine dani su tablično (Tablica 6.7).



Slika 6.4. Određivanje ishodišta u QGIS-u

Slika 6.4 prikazuje sučelje softvera QGIS sa svim učitanim slojevima sa lijeve strane. Učitane su DOF snimke koje pokrivaju područje katastarske općine Stari Grad kao i vektorizirani digitalni katastarski plan. Prema navedenim podacima određeno je ishodište projekta te veličina radne površine u smjeru Y i X osi.

Tablica 6.7. Koordinate ishodišta i veličina radne površine

Veličina Y (m)	13600
Veličina X (m)	12100
Ishodište – koordinata Y (m)	6378400
Ishodište – koordinata X (m)	4778900

Podaci o radnoj površini zatim su upisani u GLM pri izradi novog projekta (Slika 6.5).

Slika 6.5. Postavke novog projekta u GLM-u

Odabrana je vrsta projekta - Homogenizacija, katastarska općina - Stari Grad te je određena preciznost od 2 decimalna mjesta. Kada su upisani svi podaci, klikom na *Prihvati* otvara se novi projekt i može se započeti sa radom.

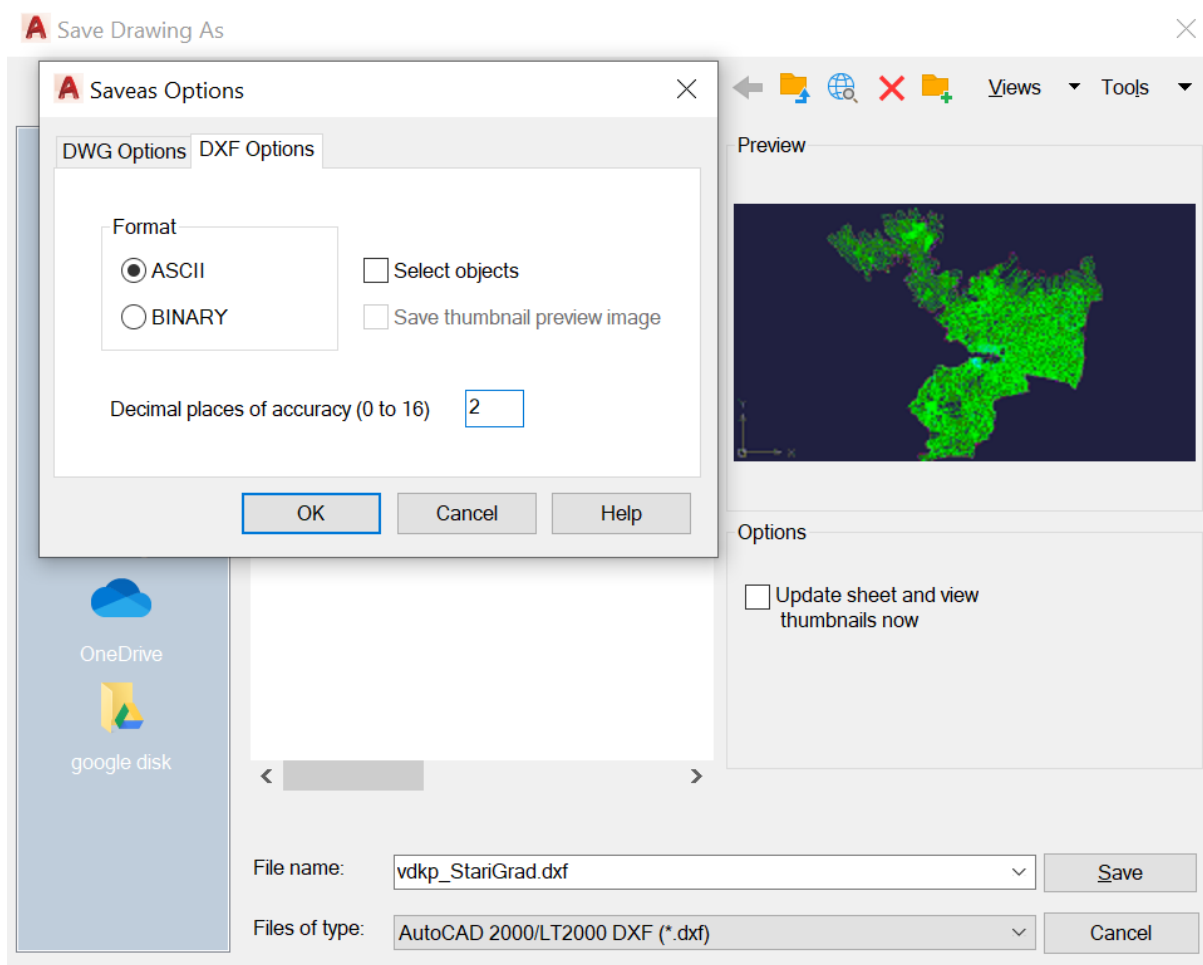
Nakon postavki novog projekta slijedi učitavanje podataka. Prvo je učitani VDKP. Naredbom *Purge* izbrisani su svi prazni slojevi. Slika 6.6 prikazuje preostale slojeve nakon naredbe *Purge*.



Slika 6.6. Preostali slojevi VDKP-a nakon naredbe *Purge*

Naknadno su elementi iz sloja *1_kc_medja_ko* prebačeni u sloj *1_kc_medja* kako bi se izbjegle pogreške u računanju površina katastarskih čestica, što je objašnjeno u sljedećem potpoglavlju.

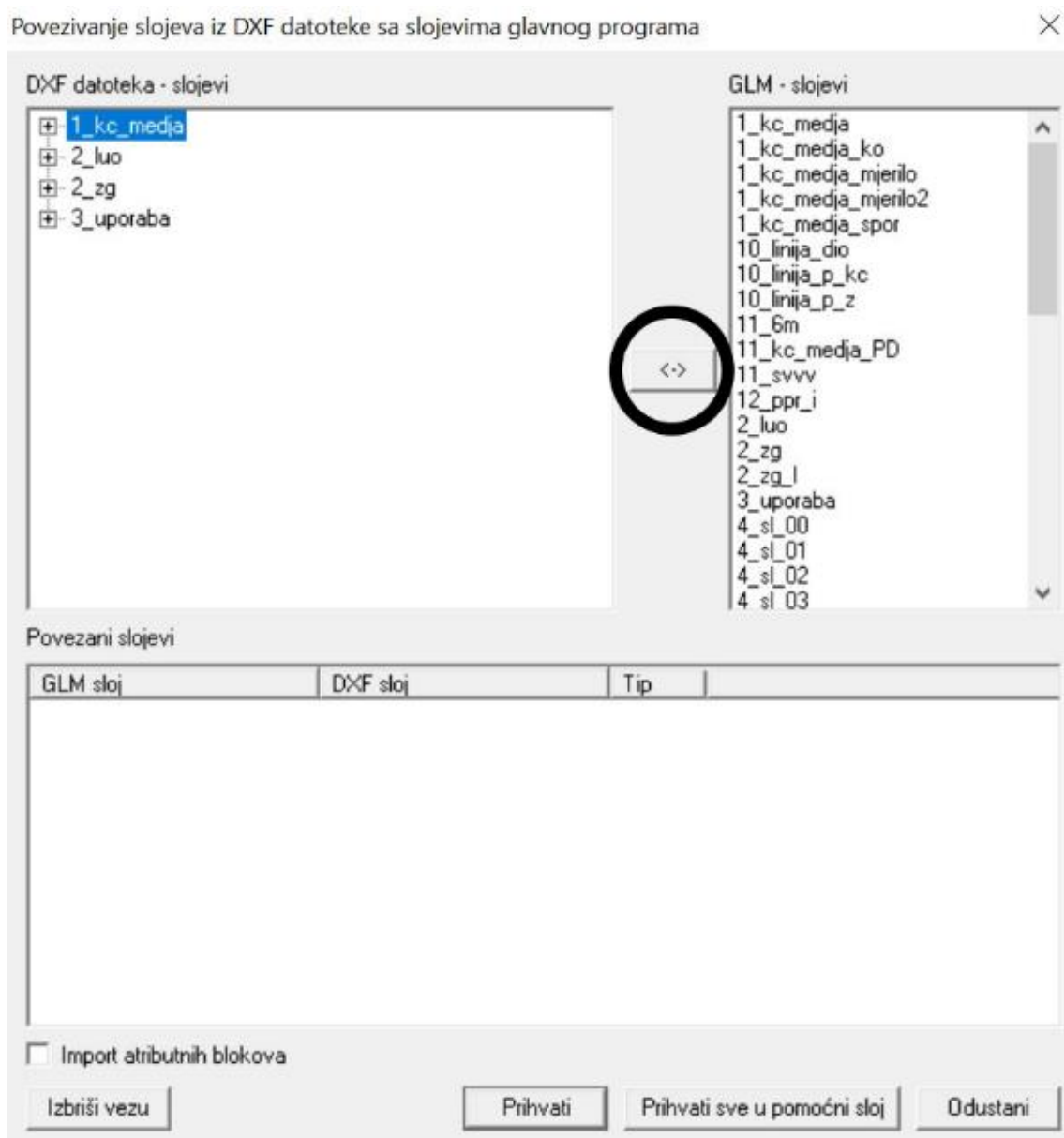
VDKP je spremljen u .dxf formatu sa preciznošću od dvije decimale (Slika 6.7).



Slika 6.7. Spremanje VDKP-a u .dxf formatu sa preciznošću od 2 decimalne

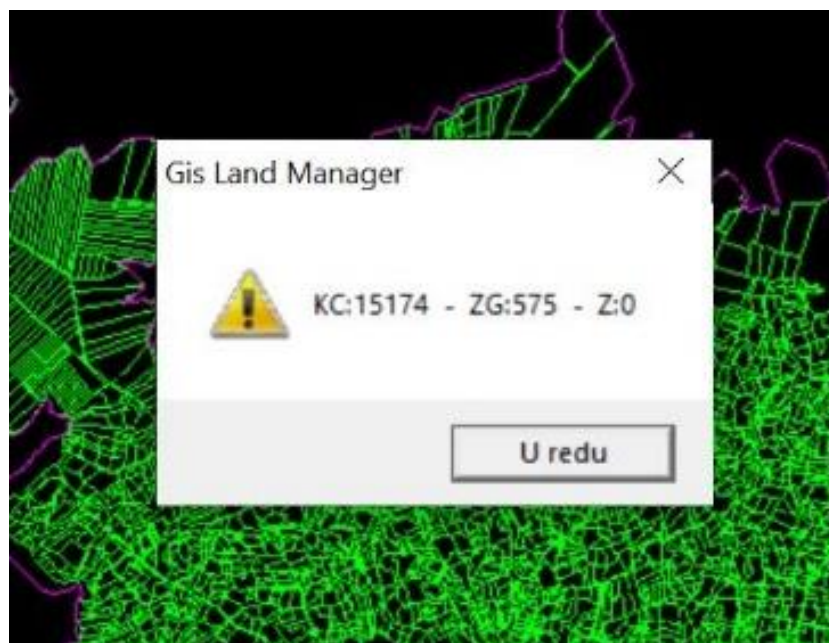
Otvorena je naredba *Save as* i zatim izbornik gdje je ponuđena .dxf datoteka. U podizborniku *Tools* ima nekoliko DXF opcija, a potrebno je odabrati preciznost od 2 decimalna mjesta.

Kod učitavanja u GLM povezuju se slojevi iz .dxf datoteke sa GLM slojevima na način da se prvo odabere sloj iz .dxf datoteke, zatim isti taj sloj u GLM slojevima, a onda strelica u sredini (Slika 6.8).



Slika 6.8. Povezivanje slojeva iz .dxf datoteke sa slojevima glavnog programa

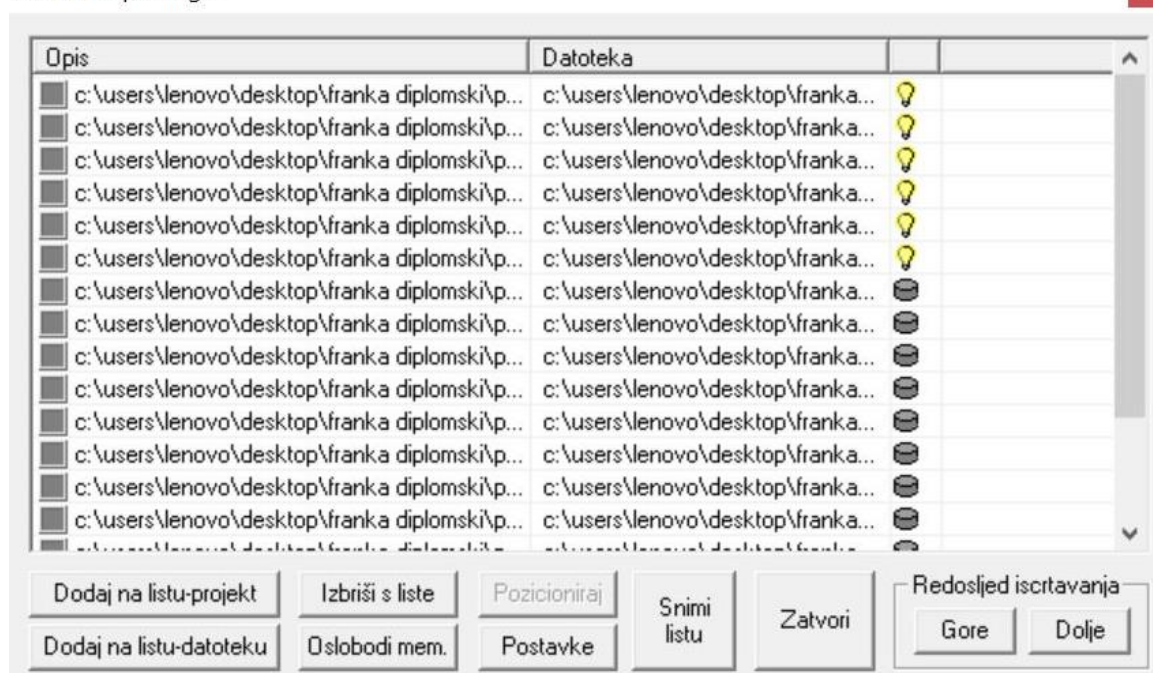
U GLM softveru odvojeno se učitavaju linijski slojevi prikazani na slici i atributni blokovi. Na ovaj način učitan su linijski slojevi: 1_kc_medja, 2_luo, 2_zg i 3_uporaba. Postupak je potrebno ponoviti kako bi se učitali i atributni blokovi kao što su brojevi katastarskih čestica i brojevi zgrada. Ovaj put kod učitavanja nisu povezani slojevi već je odabran *Import atributnih blokova*. Na ekranu se prikaže broj učitanih atributnih blokova (Slika 6.9).



Slika 6.9. Broj učitanih atributnih blokova

Ukupno je učitano 15174 brojeva katastarskih čestica i 575 brojeva zgrada. Nakon VDKP-a potrebno je učitati rasterske podloge odnosno DOF snimke. Odabire se prozor Vidjeti -> Rasterske podloge -> Dodaj na listu – datoteku. Dodano je ukupno 16 DOF snimaka (Slika 6.10).

Rasterske podloge



Slika 6.10. Dodavanje rasterskih podloga u GLM

DOF snimke zauzimaju znatnu količinu memorije stoga je potrebno dio njih ugasiti naredbom *Oslobodi memoriju*. Klikom na žarulju snimke se mogu prikazati ili sakriti. Moguće je prikazati

maksimalno 6 snimki odjednom. Također je moguće odrediti redosljed iscrtavanja (Gore/Dolje) te snimiti listu.

Učitavanjem vektoriziranog digitalnog katastarskog plana i DOF snimaka dobije se preklop prikazan u nastavku (Slika 6.11).



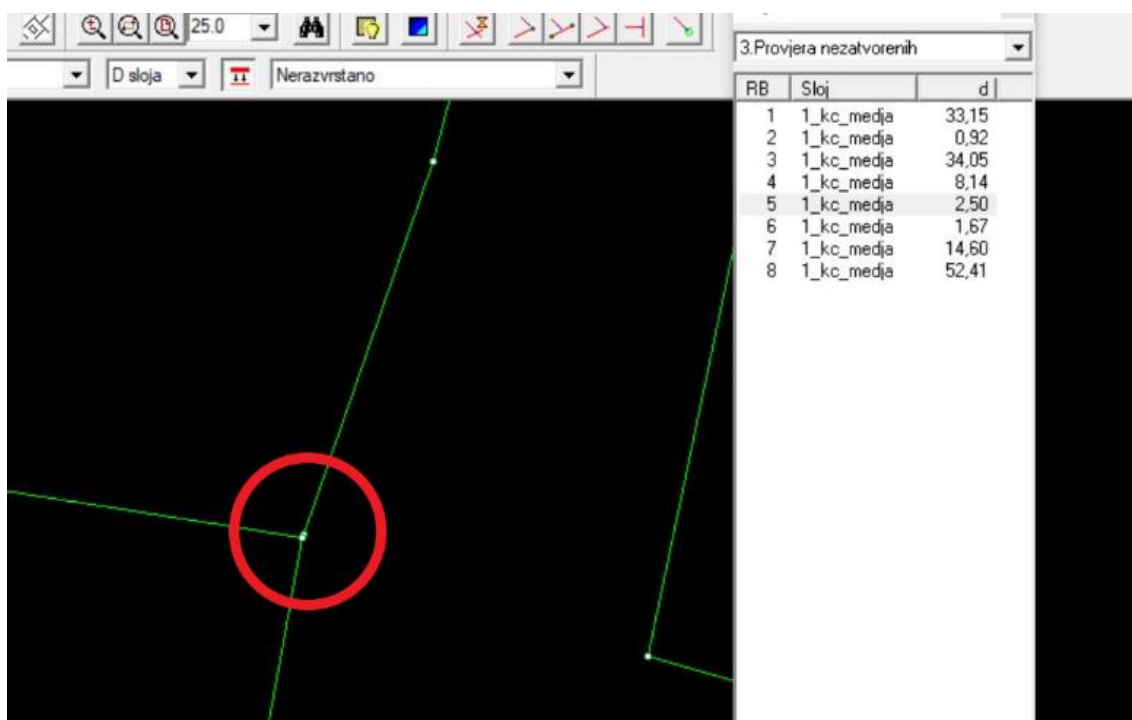
Slika 6.11. Preklop VDKP-a i DOF-a

Slika 6.11 prikazuje sjeveroistočni dio katastarske općine Stari Grad. Mogu se uočiti značajna odstupanja položaja vektoriziranog digitalnog katastarskog plana u odnosu na digitalni ortofoto. Zelenom bojom prikazane su međe katastarskih čestica, a magenta bojom prikazana je granica katastarske općine. Granica katastarske općine cijelom je dužinom pomaknuta u odnosu na obalnu liniju. S desne strane vidljiva je i katastarska čestica puta koja također ne odgovara stvarnom položaju.

6.4 Kontrola topologije

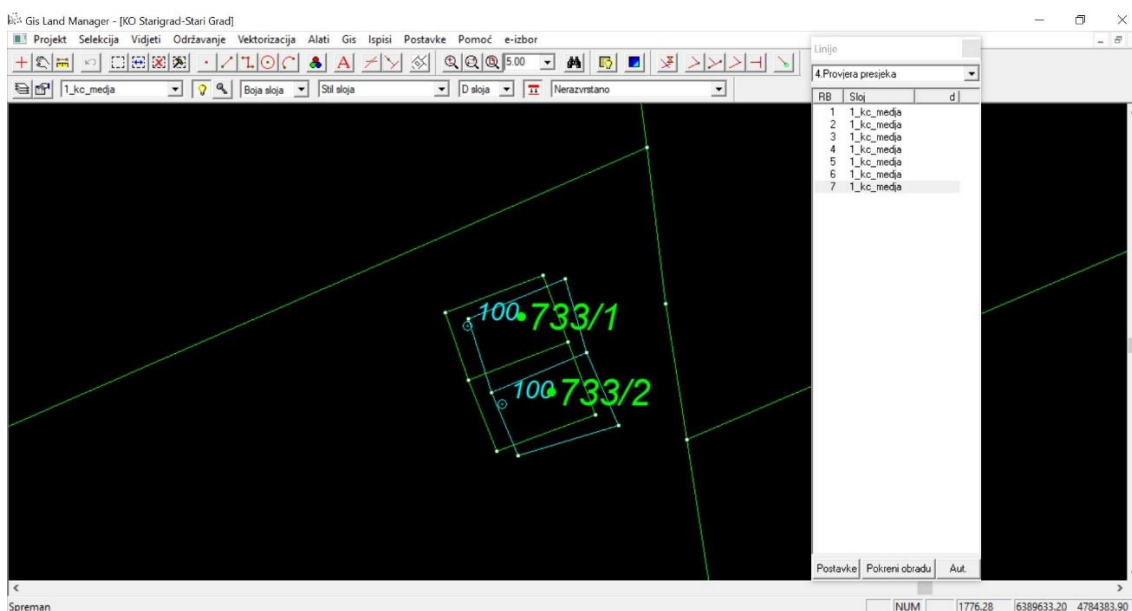
Prije postupka homogenizacije potrebno je provesti kontrolu topologije. GLM program nudi devet različitih provjera topologije za linije, a provedene su prve četiri: Identične linije, Provjera duljine, Provjera nezatvorenih linija i Provjera presjeka. Prve dvije kontrole (Identične linije i Provjera duljine) nisu pokazale niti jednu pogrešku.

Treća topološka kontrola linija (Provjera nezatvorenih linija) rezultirala je sa ukupno osam pogrešaka. Slika 6.12 prikazuje jednu od pogrešaka.



Slika 6.12. Primjer nezatvorenih linija

Crvenom bojom zaokružena je nezatvorena linija. Sa desne strane prikazano je svih osam pogrešaka nezatvorenih linija. Sve pogreške nalaze se u sloju 1_kc_medja. Pored sloja također se vidi i duljina svake od linija u metrima. VDKP je ponovno učitano u AutoCAD kako bi se pogreške otklonile. U sljedećoj kontroli (Provjera presjeka) pronađeno je 7 pogrešaka. Slika 6.13 prikazuje jednu od pogrešaka.



Slika 6.13. Primjer presjeka linija

Prikazane su katastarske čestice 733/1 i 733/2. Vidljivo je kako linije sloja 1_kc_medja sijeku linije sloja 2_zg. Sa desne strane nalaze se sve pogreške. Od ukupno sedam pogrešaka, četiri su

se odnosile na područje prikazano na slici. Sve pogreške otklonjene su u AutoCAD-u. Ispravljeni VDKP ponovno je učitao u GLM softver.

Nakon kontrole topologije linija provedena je i kontrola duplih brojeva katastarskih čestica. Ova kontrola vratila je najveći broj pogrešaka, čak 387. Lista duplih brojeva katastarskih čestica eksportirana je u .csv datoteku radi lakšeg ispravljanja. Dio katastarskih čestica sa duplim brojevima prikazan je tablično (Tablica 6.8).

Tablica 6.8. Dio katastarskih čestica sa duplim brojevima

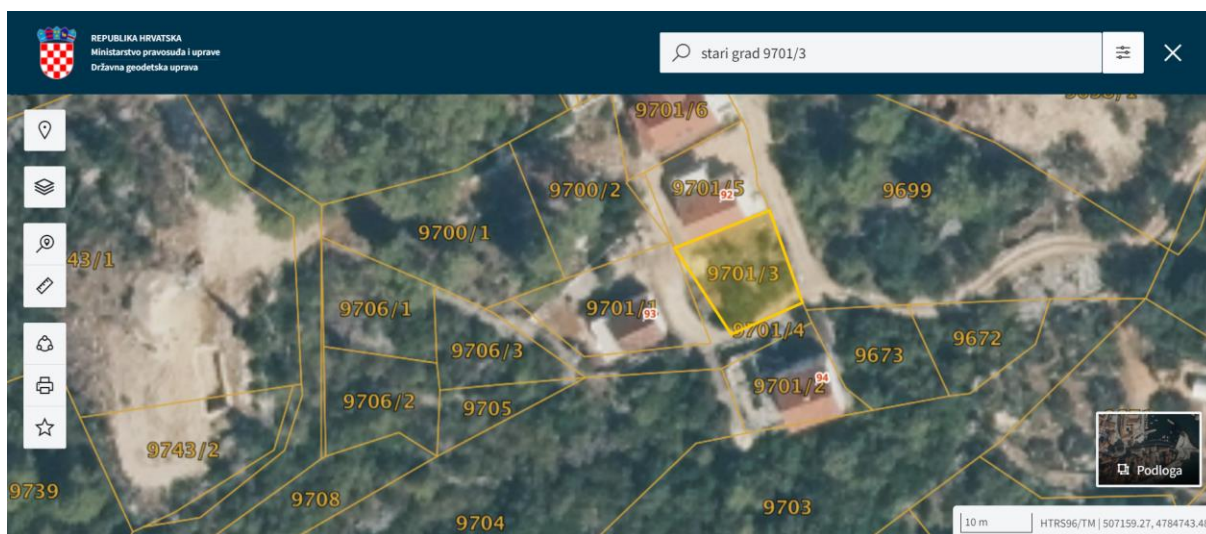
RBR	BROJ K.Č.	RBR	BROJ K.Č.
1	38	21	3808
2	42	22	3818
3	81	23	632
4	83	24	664
5	98	25	720
6	2736	26	741
7	3035	27	835
8	3120	28	977
9	3338	29	1271
10	3390	30	1592
11	3458	31	1910
12	3513	32	1993
13	3558	33	2086
14	3609	34	2328
15	3623	35	2333
16	3652	36	2363
17	3699	37	2508
18	3723	38	2617
19	3732	39	3865
20	3735	40	4219

Tablica 6.8 prikazuje prvih 40 katastarskih čestica s duplim brojevima. Neki od brojeva katastarskih čestica pojavljivali su se po tri i više puta. Jedan od primjera katastarskih čestica s istim brojem vidljiv je u nastavku (Slika 6.14).



Slika 6.14. Primjer duplih brojeva katastarskih čestica

Za primjer je odabran broj 9701/3 jer su katastarske čestice sa tim brojem u neposrednoj blizini. Kako bi se saznalo koja čestica je ona sa krivim brojem, korišten je portal Uređena zemlja (URL 1). Pretraživanjem broja 9701/3 vidljivo je kako je desna katastarska čestica ona sa ispravnim brojem dok je lijeva katastarska čestica zapravo 9706/3 (Slika 6.15).

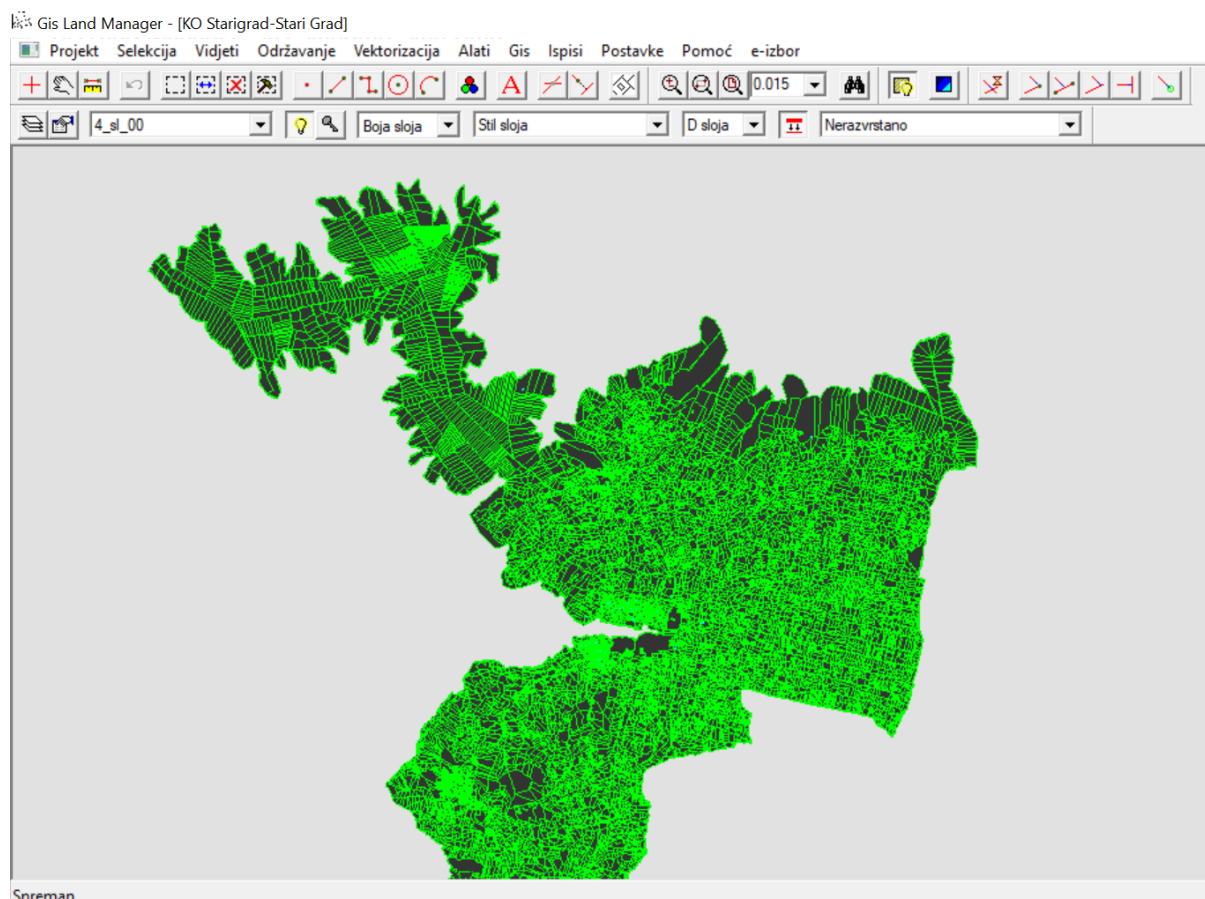


Slika 6.15. Prikaz k.č. 9701/3 na službenom katastarskom planu dana 06.07.2024. (URL 1)

Nakon pregledavanja portala Uređena zemlja, greška je ispravljena u softveru AutoCAD i nastavlja se s pretraživanjem sljedeće katastarske čestice sa duplim brojem.

Zbog velikog broja pogrešaka postupak je bio dugotrajan. Na isti način uspoređeni su svi brojevi katastarskih čestica, a zatim su u AutoCAD-u ispravljene sve pogreške te je ponovljeno učitavanje ispravnog VDKP-a u GLM softver.

Nakon ispravljanja topoloških pogrešaka potrebno je izračunati površine katastarskih čestica prije homogenizacije. Kako bi se izbjegle pogreške pri ponovnom učitavanju sloj `kc_medja_ko` prebačen je u sloj `kc_medja`. Prije izračuna potrebno je učitati regije u kartici GIS -> Rad sa regijama. Za računanje površina otvara se prozor Alati -> Topološke obrade -> Kat. čestice -> Kontrola površina. Označe se sve čestice i izračun se pokrene klikom na *Start*. Kada je izračun gotov, regije su prikazane kao tamno siva podloga ispod svake katastarske čestice (Slika 6.16).



Slika 6.16. Prikaz regija nakon izračuna površina katastarskih čestica

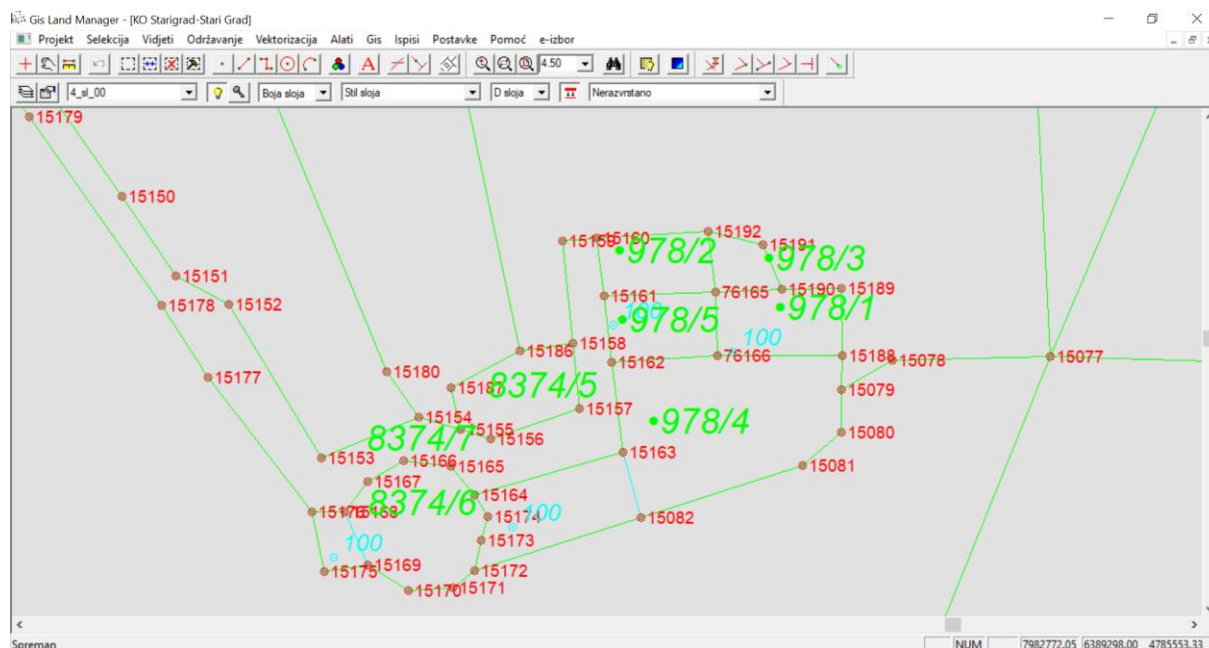
Ukoliko se ispod neke čestice nije pojavila regija, potrebno je pronaći pogrešku te ponoviti postupak. U ovom koraku preuzete su površine katastarskih čestica prije homogenizacije u .txt formatu kako bi se mogle usporediti sa površinama nakon homogenizacije. Dio površina prikazan je tablično (Tablica 6.9).

U prvom stupcu nalaze se brojevi katastarskih čestica, a u drugom stupcu su tehničke površine. Tehnička površina je površina programski izračunate i kreirane regije, nastale od zatvorenog poligona linija koje omeđuju određeni `KC_broj` (Geoinformatika d.o.o., 2007). Ako za pojedinu katastarsku česticu tehnička površina iznosi 0,00 to znači da za tu česticu nije napravljena regija. Potrebno je pronaći pogrešku, ispraviti je i ponoviti izračun površina. Unutar GLM-a ponuđen je alat *Sum* koji omogućava izračun ukupne površine svih katastarskih čestica, a klikom na alat „P1 = P2 ?“ moguće je pronaći katastarske čestice sa identičnom površinom.

Tablica 6.9. Dio liste površina katastarskih čestica

Broj katastarske čestice	Površina (m ²)
1	258,47
4	1770,32
7	3477,21
12	4651,63
13	2986,25
14	2537,02
18	1753,84
21	163,84
24	215,68
25	412,01
27	186,24
32	533,24
34	576,62
35	383,69
36	1391,40
37	4135,32

Kako bi se moglo započeti sa homogenizacijom još je potrebno numerirati lomne točke (Slika 6.17). To se radi u izborniku Alati -> Homogenizacija -> Numeriranje točaka.



Slika 6.17. Numerirane točke u sloju T_ima

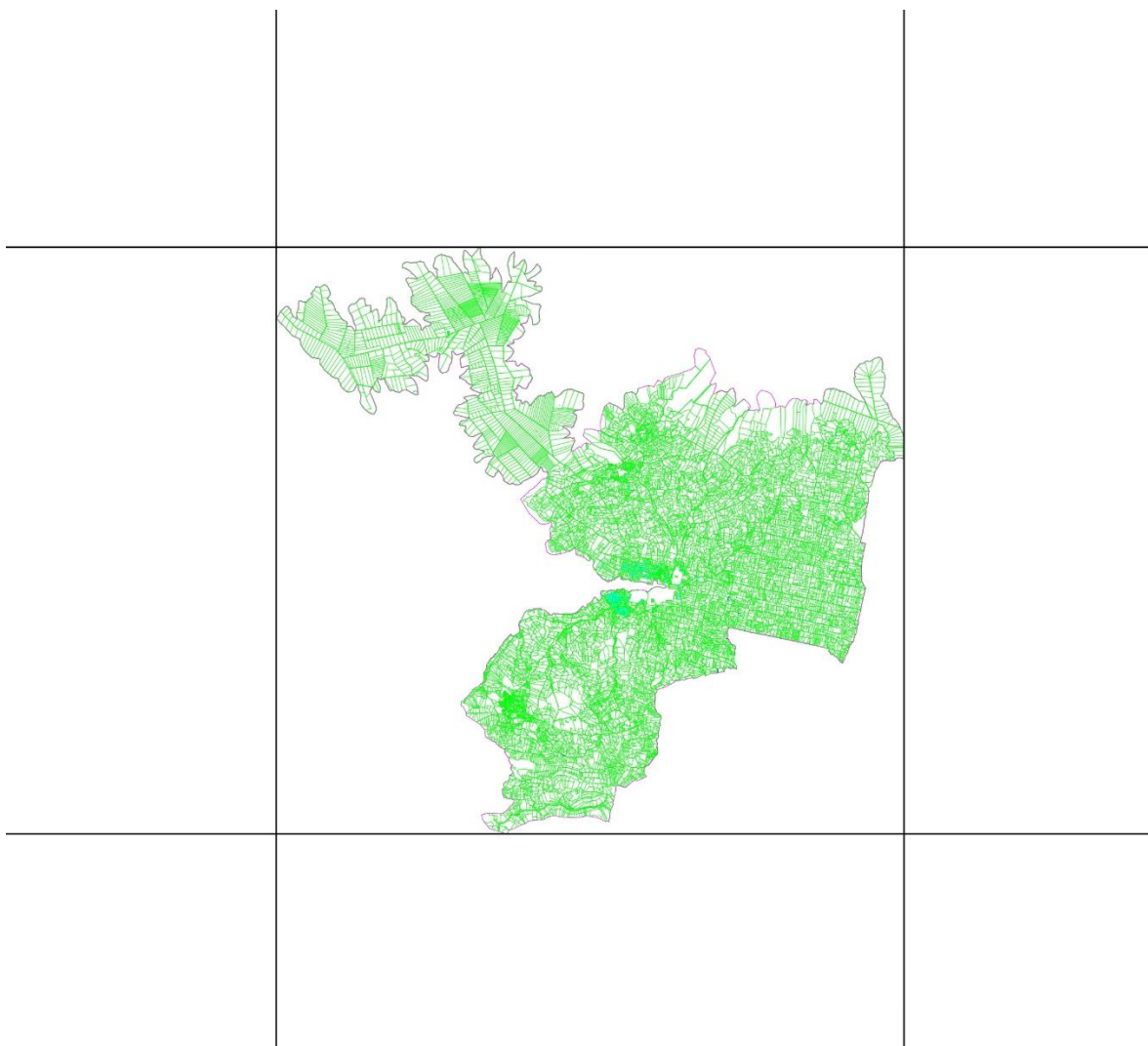
Na slici su crvenom bojom prikazane numerirane točke. Točke se automatski spremaju u sloj T_ima. Nakon numeracije točaka projekt je spremljen.

6.5 Izbor identičnih točaka

Nakon ispravljanja topoloških pogrešaka i izračuna površina katastarskih čestica započinje se s postupkom homogenizacije. Prvi korak je izbor identičnih točaka. Izbor identičnih točaka je subjektivan postupak i ovisi o izvoditelju homogenizacije stoga je podložan pogreškama.

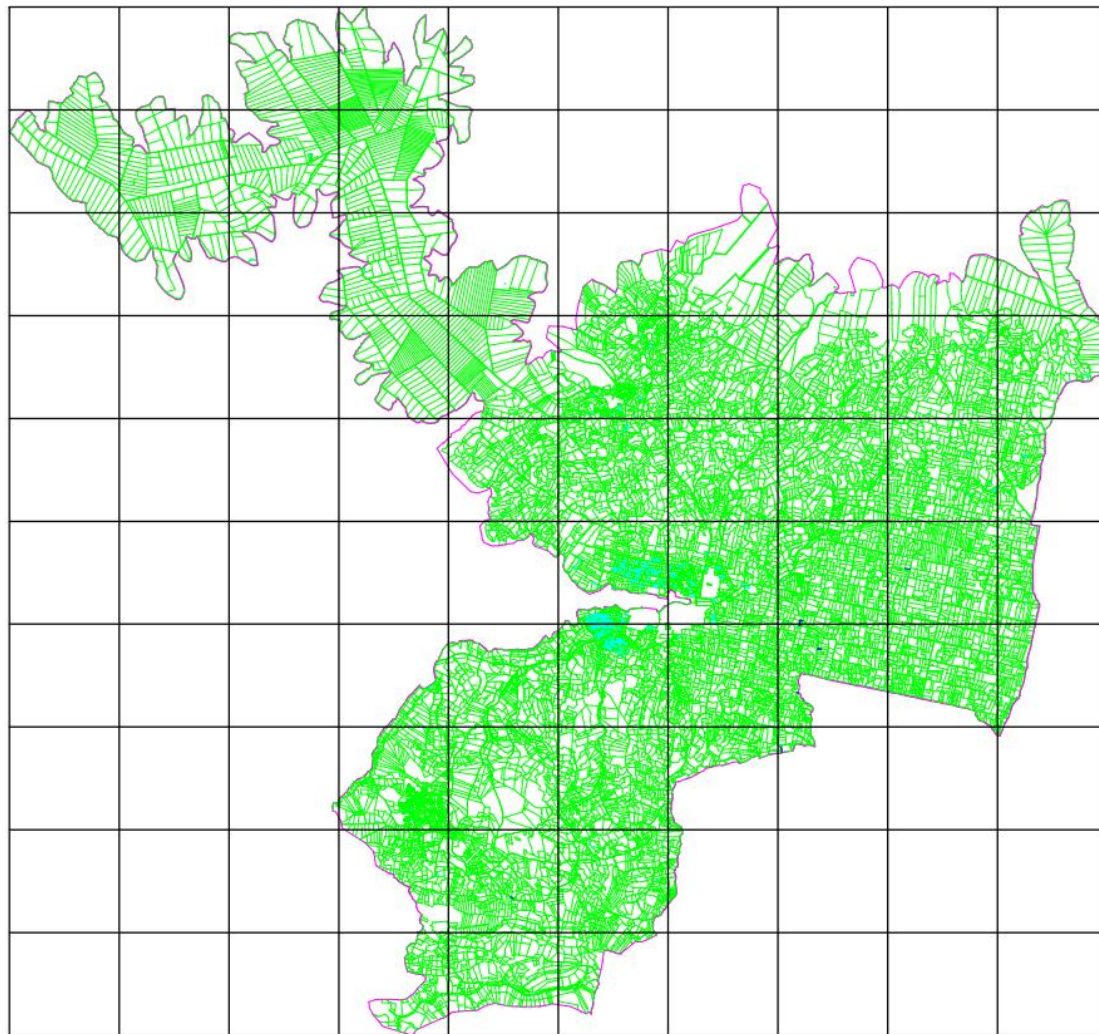
Izabrane identične točke trebaju biti što ravnomjernije raspoređene i sa preporučenom gustoćom od 1 identična točka na 5 hektara (Roić i dr., 2009). Površina katastarske općine Stari Grad iznosi oko 38 682 680 m², odnosno nešto više od 3868 hektara što znači da treba odabrati preko 700 identičnih točaka.

Kako bi točke bile ravnomjerno raspoređene u AutoCAD-u je napravljena mreža. Mreža je izrađena na način da su prvo iz rubnih točaka VDKP-a povučene beskonačne linije (naredba *XLine*) te je iz njih određen vanjski okvir mreže (Slika 6.18).



Slika 6.18. Vanjski okvir mreže kvadrata izrađen naredbom *XLine*

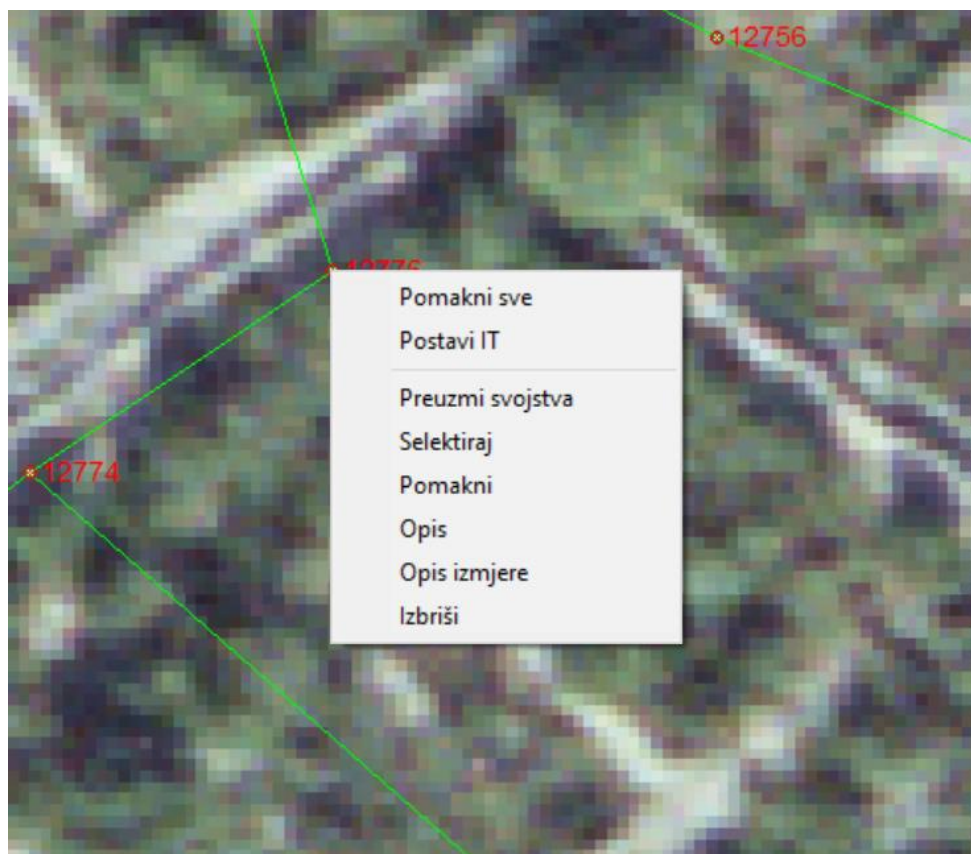
Vanjski okvir mreže zatim je odrezan, a mreža je podijeljena na jednake kvadrate približne površine 100 hektara (Slika 6.19). Tako je unutar svakog kvadrata potrebno izabrati otprilike 20 identičnih točaka.



Slika 6.19. Mreža kvadrata površine 100 ha

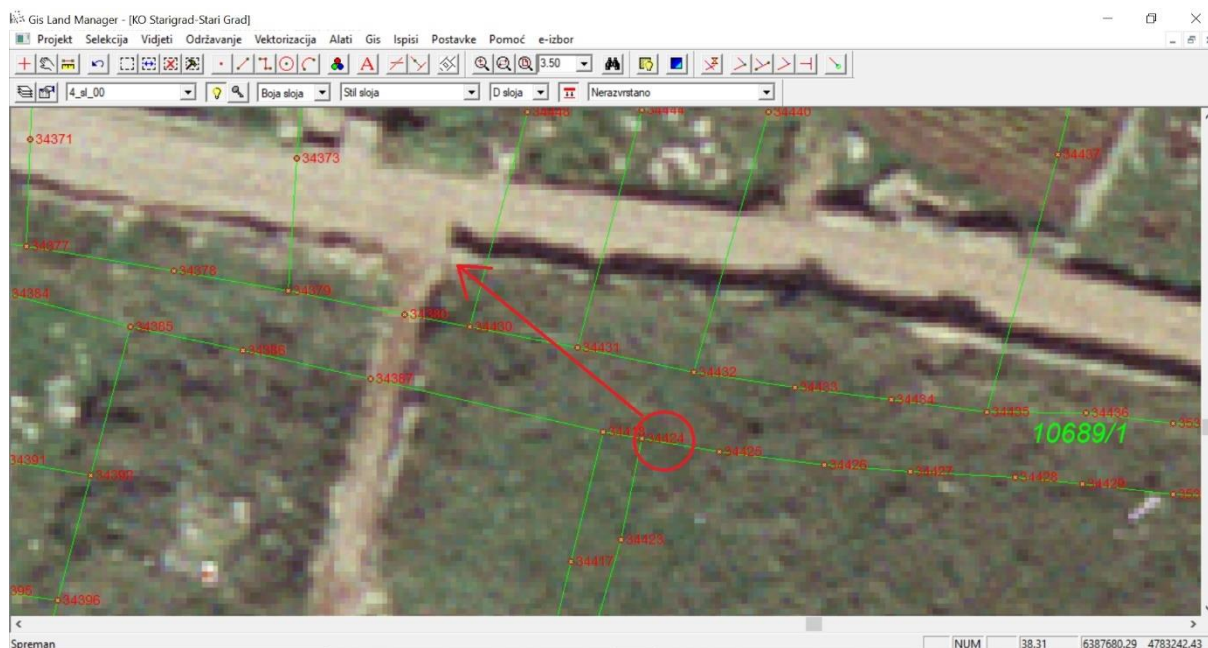
Dobivena mreža spremljena je u zasebni crtež te je eksportirana u .dxf datoteku i učitana u GLM kao pomoćni sloj.

Za izbor identičnih točaka otvara se kartica Alati -> Homogenizacija -> Izbor IT. Vizualnom usporedbom VDKP-a i DOF-a traže se točke te se VDKP pomiče da prikaz bude u skladu sa DOF-om. Desnim klikom iznad proizvoljno odabrane točke otvara se izbornik sa opcijama (Slika 6.20).



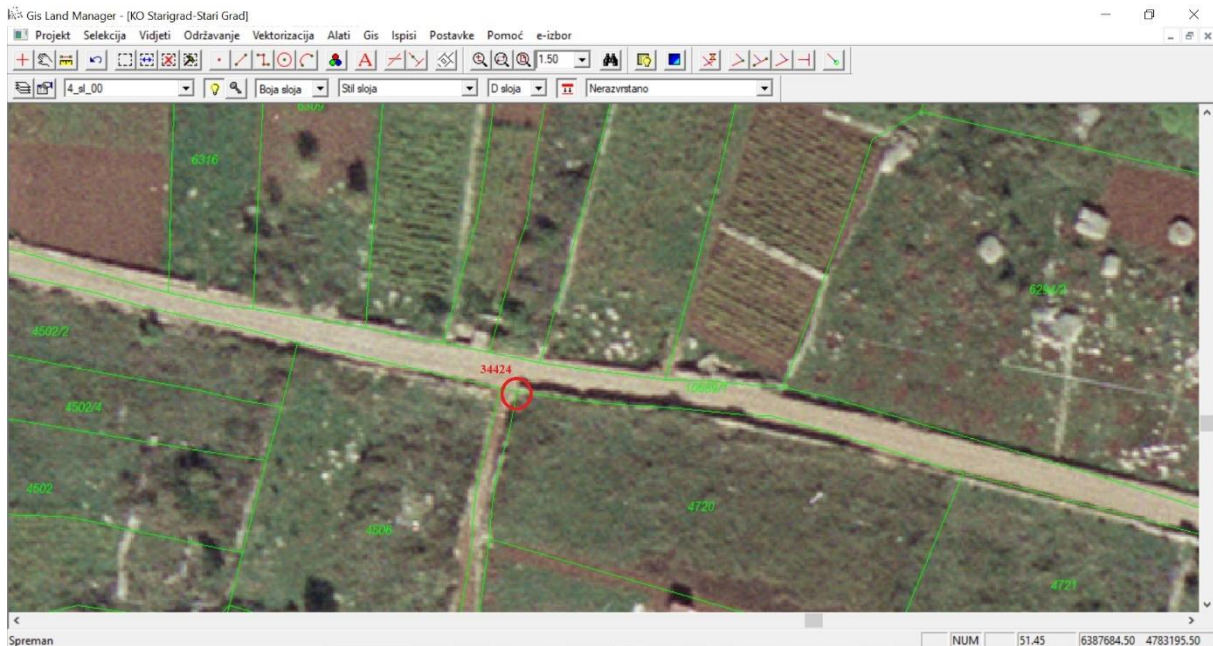
Slika 6.20. Izbornik sa opcijama za odabir identičnih točaka

Bira se naredba *Pomakni sve* kako bi se cijeli katastarski plan pomaknuo na odabrano mjesto, a naredbom *Postavi IT* označava se identična točka. Kada je neka točka označena kao identična točka, prikazuje se zelenom bojom. Primjer odabira identične točke prikazan je u nastavku (Slika 6.21).



Slika 6.21. Točka 34424 prije pomicanja VDKP-a

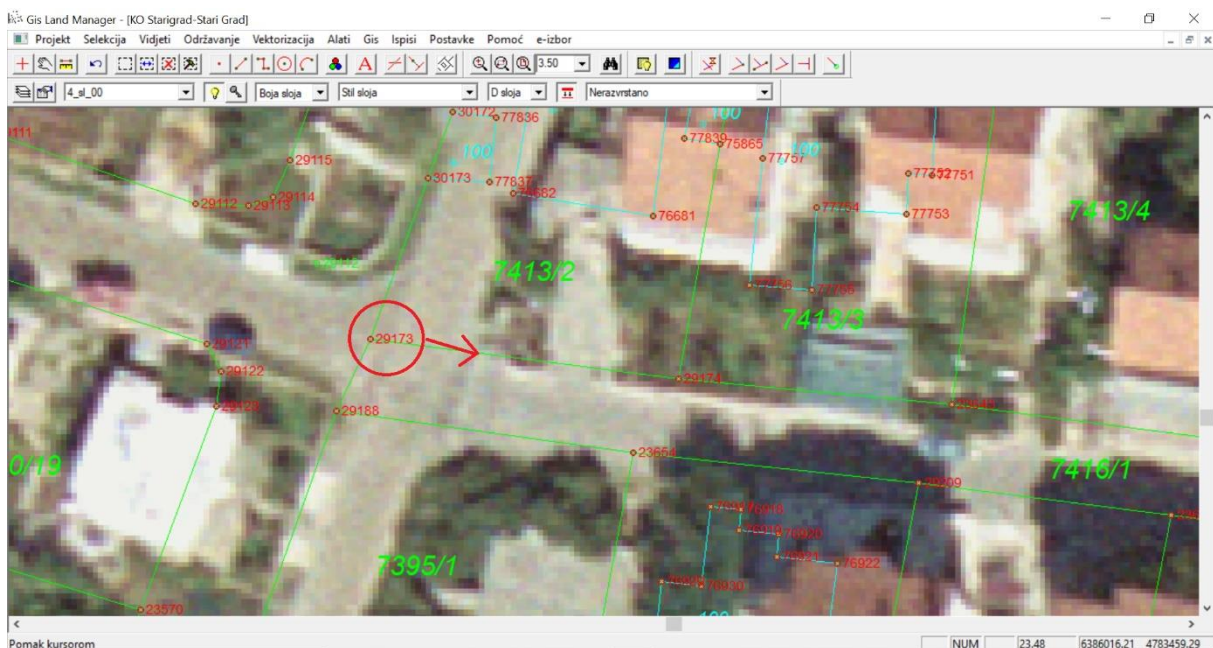
Za primjer je odabrana točka 34424. Točka predstavlja rub suhozida koji dijeli poljoprivrednu katastarsku česticu od čestice puta. Točka se nalazi u središnjem dijelu katastarske općine Stari Grad gdje prevladavaju poljoprivredne katastarske čestice. Nakon odabira točke cijeli VDKP je pomaknut u smjeru crvene strelice. U nastavku je prikazan dio VDKP-a nakon pomicanja, odnosno nakon odabira identične točke 34424 (Slika 6.22).



Slika 6.22. Dio VDKP-a nakon odabira identične točke 34424

Vidljivo je kako dio VDKP-a oko identične točke 34424 nakon pomicanja odgovara stvarnom stanju. Točka 34424 nalazi se na odgovarajućem mjestu – na rubu suhozida koji dijeli katastarsku česticu 4720 od makadamskog puta.

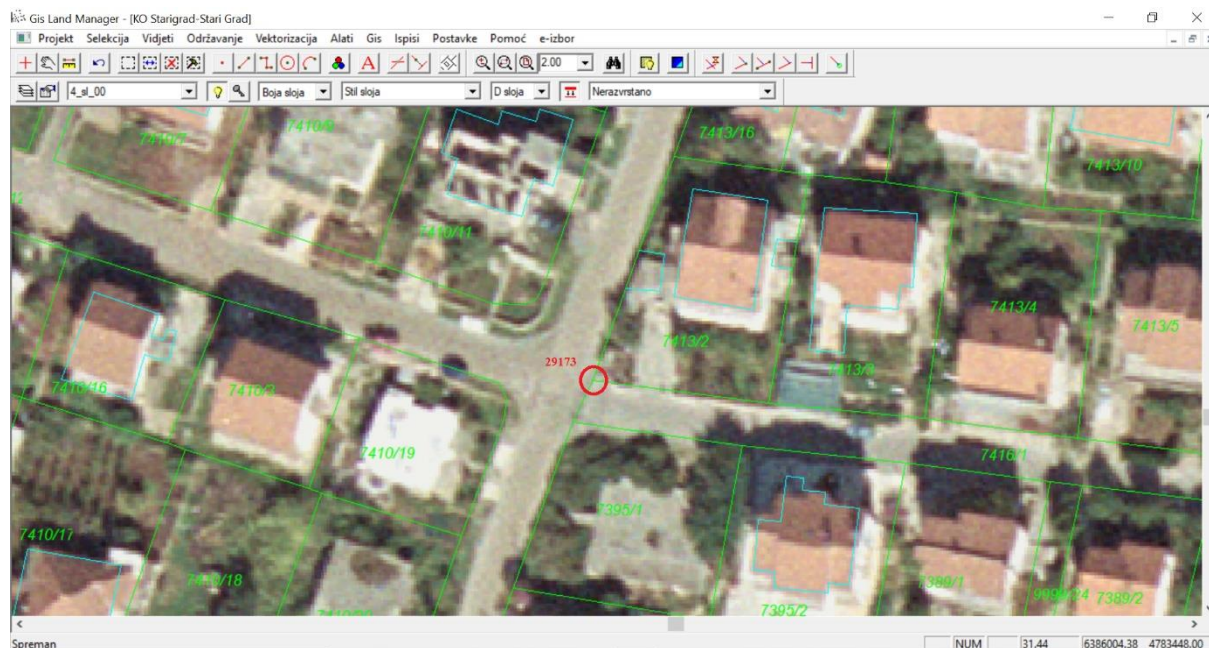
Za drugi primjer odabrana je točka 29173 (Slika 6.23).



Slika 6.23. Točka 29173 prije pomicanja VDKP-a

Točka 29173 predstavlja rub zida katastarske čestice 7413/2 koja se nalazi u naseljenom dijelu katastarske općine Stari Grad, odnosno u gradu Stari Grad. VDKP je pomaknut u smjeru crvene

strelice na zid koji je vidljiv na DOF-u. Rezultat pomicanja VDKP-a prikazan je u nastavku (Slika 6.24).



Slika 6.24. Dio VDKP-a nakon odabira identične točke 29173

Nakon što je točka 29173 pomaknuta na odgovarajuće mjesto, vidljivo je kako se i susjedne katastarske čestice nalaze u znatno povoljnijem položaju od početnog. Linije zgrada također odgovaraju stvarnom položaju zgrada na DOF-u.

Odabrano je ukupno 716 identičnih točaka što čini nešto manje od preporučenih 1 IT po 5 ha. Dio odabranih identičnih točaka prikazan je tablično (Tablica 6.10).

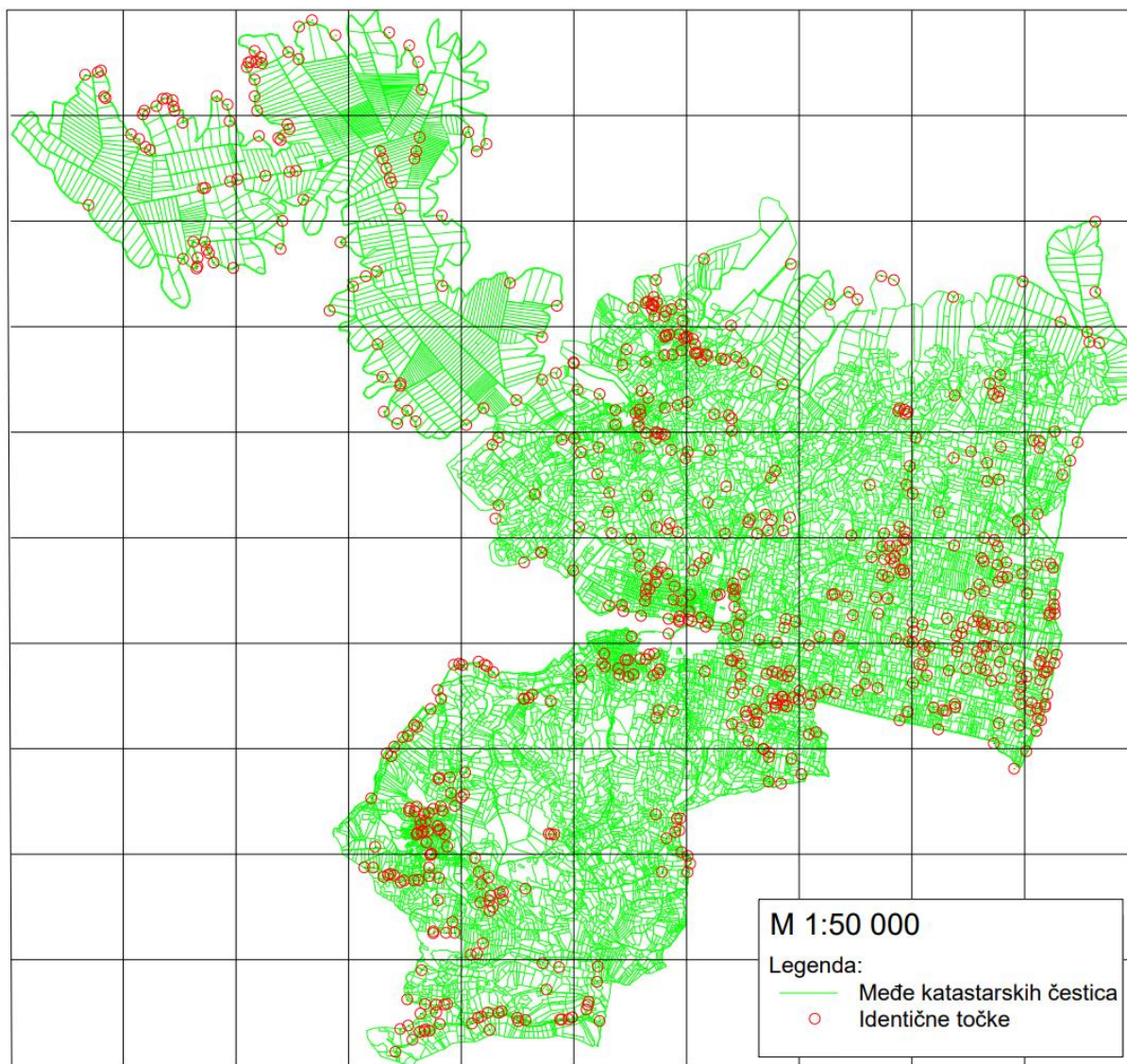
Tablica 6.10. Dio odabranih identičnih točaka

BROJ IT	Y _{transformirano}	X _{transformirano}
1401	6380389,70	4787691,12
895	6380939,00	4788353,00
174	6382679,33	4788524,67
1747	6383918,36	4788175,57
1791	6384315,71	4788706,36
1823	6384363,00	4788342,93
1206	6380823,83	4787104,67
1075	6381697,00	4787869,33
44	6382132,88	4787884,38
83	6382670,13	4787852,05
3211	6382407,04	4787746,16
1300	6381701,36	4786605,07
2559	6381797,50	4786762,71
2502	6382607,29	4786696,00

2477	6382819,07	4787155,50
2417	6383163,93	4786760,07
5947	6383062,00	4786123,64
2059	6384351,43	4787781,57
3543	6383623,72	4787356,04
4193	6383719,80	4787073,15
4611	6384106,63	4787006,38
2396	6383501,88	4786488,44
4720	6384111,33	4786353,58
4858	6384739,30	4786380,30
74327	6385175,81	4786167,88
5811	6383509,00	4785811,40
6186	6383720,00	4785425,17
5790	6383553,10	4785509,30
74343	6385037,80	4785879,00
74395	6384332,75	4785061,13
6703	6384631,00	4784944,67
21766	6384633,75	4784315,50
5237	6386096,25	4786407,25
11459	6386344,25	4786031,50
5405	6387124,25	4787179,50
5372	6386542,75	4786605,50
13161	6386794,25	4785986,75
12291	6386002,25	4785647,38
76244	6386172,06	4785708,69
8242	6385929,25	4785093,08
8233	6386003,08	4784987,33
10531	6386638,20	4785161,20
11633	6387271,00	4785439,80
12821	6387026,50	4785556,14
8107	6385939,63	4784854,38
27987	6386016,92	4784402,42
24902	6386969,25	4784184,75
23347	6387203,00	4784635,63
22522	6385030,67	4783877,17
27434	6385662,33	4783385,67
28979	6386089,50	4783601,67
54275	6385869,90	4783099,50
46969	6386212,10	4783125,30
76106	6386428,00	4783241,33
26435	6387302,46	4783258,30
75836	6386515,25	4783274,50

45724	6384003,00	4782426,00
53728	6385596,83	4782849,83
52943	6386074,00	4782736,75
51571	6387043,33	4782590,67
52437	6386549,00	4782773,67

Kada su odabrane sve identične točke izrađen je prikaz njihovog položaja u softveru AutoCAD (Slika 6.25).



Slika 6.25. Raspored identičnih točaka

Učitane su identične točke te vektorizirani digitalni katastarski plan i mreža koja je korištena kao pomoć pri odabiru IT. Vidljivo je kako na nekim područjima nije bilo moguće pronaći identične točke zbog karakteristika terena (šume i slično). To vrijedi za donji dio katastarske općine koji je prekriven šumom. Isto vrijedi i za sjeverni dio katastarske općine.

6.6 Transformacije

Nakon izbora identičnih točaka potrebno je provesti globalnu i lokalnu transformaciju. Globalnom transformacijom se kontrolira izbor identičnih točaka, a lokalnom transformacijom se dolazi do konačnog rezultata (Roić i dr., 2009).

Unutar GLM-a u kartici Alati -> Homogenizacija -> Upravljanje homogenizacijom otvara se prozor Transformacije (Slika 6.26).

Upravljanje homogenizacijom

Identične točke | **Transformacije** | Izvješće točaka | Izvješće površine

1. Translacija

Na početne koordinate

U težište projekta pomoću identičnih točaka

2. Afina transformacija

Izračunaj parametre

Izvrši transformaciju

a11 = 1.0006569600 a21 = -0.0094668868

a12 = 0.0105680678 a22 = 1.0001007225

b1 = -54752.3604320556 b2 = 59974.3762608751

Omogući direktan unos parametara Afine transformacija

3. Adaptivna transformacija

a = 2

Izvrši transformaciju

Slika 6.26. Upravljanje homogenizacijom

Slika 6.26 prikazuje izbornik *Upravljanje homogenizacijom* sa četiri podizbornika: *Identične točke*, *Transformacije*, *Izvješće točaka* i *Izvješće površina*. U ovom koraku korišten je podizbornik *Transformacije*. Za translaciju je moguće odabrati *Na početne koordinate* ili *U težište projekta pomoću identičnih točaka*. Sljedeći korak je afina transformacija gdje je ponuđen izračun parametara. Treći korak je adaptivna transformacija kod koje je potrebno upisati vrijednost za parametar a .

Pod 1. *Translacija* bira se *U težište projekta pomoću identičnih točaka*, a zatim pod 2. *Afina transformacija* računaju se parametri i obavlja se transformacija.

Nakon uspješne transformacije otvara se prozor *Identične točke* i obnavlja se lista identičnih točaka klikom na *Obнови listu*. Zatim se za parametar A upisuje vrijednost 3 i klikom na *Označi* $D_t > AS_o$ crvenom bojom se označe one točke koje treba isključiti iz daljnjeg računanja. Točke se isključuju tako da se u drugom stupcu tablice dvostrukim klikom kraj svake crvene točke vrijednost 1 promijeni u 0.

Nakon što je nekoliko točaka isključeno, vraća se u prozor *Transformacije* te se bira opcija *Na početne koordinate*. Ponovno se izračunaju parametri i obavi transformacija. U prozoru *Identične točke* ponovi se obnavljanje liste i gleda se postoje li opet točke koje su se zacrvenile. Takve se točke na isti način isključuju i postupak se ponavlja sve dok više nema crvenih točaka. Kada se to postigne, globalna transformacija je gotova i smatra se kako su otklonjene grube pogreške. Točke se mogu spremati klikom na *Lista -> csv* ili *Export IT Treba*. Dio identičnih točaka prikazan je tablično u softveru MS Excel (Tablica 6.11).

Tablica 6.11. Koordinate dijela identičnih točaka nakon transformacije

i	Broj IT	0/1	D_t	$AS_o - D_t$	Y_{ima}	X_{ima}	$Y_{transformirano}$	$X_{transformirano}$
79312	895	1	6,74	8,95	6380943,41	4788347,89	6380939,00	4788353,00
79313	174	1	7,73	7,96	6382686,43	4788527,74	6382679,33	4788524,67
79314	1747	1	7,01	8,68	6383913,24	4788170,78	6383918,36	4788175,57
79315	1206	1	11,20	4,49	6380834,50	4787101,26	6380823,83	4787104,67
79316	1075	1	9,24	6,45	6381691,46	4787861,93	6381697,00	4787869,33
79317	44	1	3,19	12,50	6382135,80	4787885,68	6382132,88	4787884,38
79318	83	1	9,12	6,57	6382672,78	4787843,33	6382670,13	4787852,05
79319	3211	1	3,84	11,85	6382407,50	4787742,35	6382407,04	4787746,16
79320	1300	1	10,66	5,03	6381702,93	4786615,61	6381701,36	4786605,07
79321	2559	1	2,29	13,40	6381795,44	4786763,71	6381797,50	4786762,71
79322	2502	1	2,51	13,18	6382606,04	4786698,18	6382607,29	4786696,00
79323	2477	1	8,13	7,56	6382811,91	4787159,35	6382819,07	4787155,50
79324	2417	1	6,09	9,60	6383158,94	4786756,57	6383163,93	4786760,07
79325	5947	1	9,56	6,13	6383058,55	4786132,56	6383062,00	4786123,64
79326	2059	1	3,22	12,47	6384353,88	4787779,48	6384351,43	4787781,57
79327	3543	1	13,60	2,09	6383617,73	4787368,25	6383623,72	4787356,04
79328	4193	1	15,03	0,66	6383708,33	4787082,86	6383719,80	4787073,15
79329	4611	1	3,93	11,76	6384103,10	4787004,65	6384106,63	4787006,38
79330	2396	1	13,70	1,99	6383488,18	4786488,36	6383501,88	4786488,44
79331	4720	1	9,13	6,56	6384102,30	4786352,21	6384111,33	4786353,58
79332	4858	1	1,45	14,24	6384737,97	4786379,72	6384739,30	4786380,30
79333	74327	1	8,72	6,97	6385167,09	4786168,19	6385175,81	4786167,88
79334	5811	1	7,49	8,20	6383516,25	4785813,27	6383509,00	4785811,40
79335	6186	1	11,02	4,67	6383710,05	4785429,90	6383720,00	4785425,17
79336	5790	1	6,57	9,12	6383547,70	4785513,06	6383553,10	4785509,30
79337	74343	1	5,67	10,02	6385032,29	4785880,34	6385037,80	4785879,00
79338	74395	1	5,49	10,20	6384331,51	4785055,78	6384332,75	4785061,13
79339	6703	1	10,38	5,31	6384622,52	4784950,66	6384631,00	4784944,67
79340	21766	1	5,07	10,62	6384638,75	4784316,34	6384633,75	4784315,50

79341	5237	1	5,67	10,02	6386094,78	4786412,73	6386096,25	4786407,25
79342	11459	1	6,45	9,24	6386342,06	4786025,43	6386344,25	4786031,50
79343	5372	1	2,92	12,77	6386545,06	4786603,72	6386542,75	4786605,50
79344	13161	1	3,14	12,55	6386792,81	4785983,97	6386794,25	4785986,75
79345	12291	1	3,06	12,63	6386003,47	4785644,57	6386002,25	4785647,38
79346	76244	1	1,34	14,35	6386172,66	4785707,49	6386172,06	4785708,69
79347	8242	1	3,12	12,57	6385929,79	4785090,01	6385929,25	4785093,08
79348	8233	1	3,12	12,57	6386004,78	4784984,71	6386003,08	4784987,33
79349	10531	1	3,72	11,97	6386641,42	4785159,34	6386638,20	4785161,20
79350	11633	1	4,78	10,91	6387266,43	4785438,39	6387271,00	4785439,80
79351	12821	1	5,78	9,91	6387024,63	4785550,67	6387026,50	4785556,14
79352	8107	1	3,46	12,23	6385941,99	4784851,85	6385939,63	4784854,38
79353	27987	1	1,12	14,57	6386017,26	4784403,48	6386016,92	4784402,42
79354	24902	1	1,76	13,93	6386970,21	4784183,28	6386969,25	4784184,75
79355	23347	1	1,88	13,81	6387203,87	4784633,96	6387203,00	4784635,63
79356	22522	1	11,79	3,90	6385019,49	4783873,42	6385030,67	4783877,17

Tablica 6.11 se sastoji od sljedećih stupaca: brojeva identičnih točaka, stupca „0/1“ koji označava koje točke su uključene, a koje isključene iz postupka, stupca D_t koji predstavlja preostala odstupanja, stupca $A_{s0} - D_t$ koji prikazuje razliku standardnog odstupanja pomnoženog sa parametrom A i odstupanja D_t , te koordinate Y_{ima} i X_{ima} i $Y_{transformirano}$ i $X_{transformirano}$. Slika 6.27 prikazuje dio katastarske općine nakon globalne transformacije.



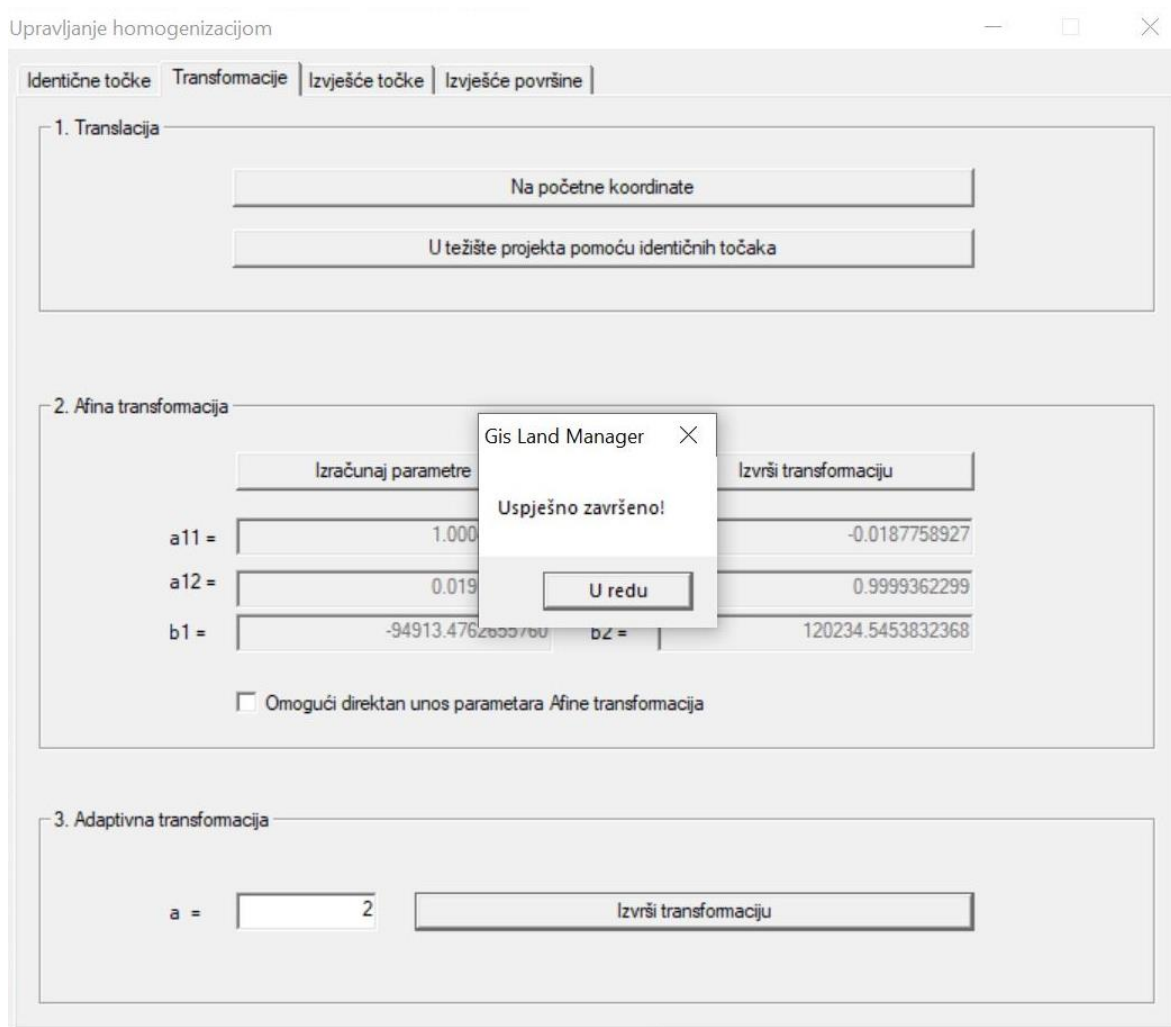
Slika 6.27. Dio katastarske općine nakon globalne transformacije

Prikazan je sjeveroistočni dio katastarske općine Stari Grad. Isti dio katastarske općine prikazan je u prethodnom poglavlju (Slika 6.11). Usporedbom dviju slika zaključuje se kako je

katastarski plan nakon globalne transformacije u znatno povoljnijem položaju u usporedbi sa stanjem prije globalne transformacije.

Nakon globalne slijedi lokalna transformacija kojom se uklanjaju preostale nepouzdanae identične točke. To su točke koje možda zadovoljavaju uvjete globalne transformacije, ali negativno utječu na rezultat homogenizacije.

Lokalna transformacija u GLM-u započinje u prozoru *Transformacije* gdje se VDKP ponovno postavi na početne koordinate i izračunaju se parametri, a zatim se pod 3. *Adaptivna transformacija* obavlja transformacija. Nakon uspješne transformacije pojavljuje se obavijest „Uspješno završeno!“ (Slika 6.28).



Slika 6.28. Uspješna lokalna transformacija

Nakon lokalne transformacije u prozoru *Izvešće točke* izradi se lista detaljnih točaka klikom na *Kreiraj listu*. Zatim se u prozoru *Izvešće površine* izradi lista površina katastarskih čestica nakon homogenizacije klikom na *Izračun Pkc* te se kreira izvješće površina. Izvješće je preuzeto u .csv formatu te je u sljedećem poglavlju provedena analiza. Također je preuzeta i grafika nakon homogenizacije klikom na *Eksport projekta -> dxf* kako bi se podaci mogli provjeriti u AutoCAD-u.

7. ANALIZA REZULTATA

Nakon globalne i lokalne transformacije potrebno je napraviti analizu rezultata kako bi se ocijenilo je li homogenizacija uspješno obavljena. Rezultati su uspoređeni vizualno, a zatim je napravljena analiza površina katastarskih čestica u MS Excelu. Za kraj je izrađen vizualni prikaz 5% najvećih promjena površina katastarskih čestica.

7.1 Vizualna usporedba VDKP-a prije i nakon homogenizacije

Vizualna usporedba VDKP-a prije i nakon homogenizacije izrađena je u softveru QGIS. Slika 7.1 prikazuje dio katastarskog plana katastarske općine Stari Grad prije i nakon homogenizacije.



Slika 7.1. Dio VDKP-a prije (lijevo) i nakon (desno) homogenizacije (M 1:2880) – primjer 1

Prikazan je sjeveroistočni dio katastarske općine Stari Grad gdje prevladavaju poljoprivredne katastarske čestice i šuma. DOF je posvijetljen kako bi katastarski plan došao do izražaja. Može se primijetiti kako je čestica puta na VDKP-u prije homogenizacije pomaknuta sjeverozapadno od ispravnog položaja na DOF-u. Samim time i ostale su katastarske čestice katastarskog plana na pogrešnom mjestu. Nakon homogenizacije katastarski plan je u znatno povoljnijem položaju.

Slika 7.2 prikazuje VDKP naseljenog dijela katastarske općine Stari Grad prije i nakon homogenizacije.



Slika 7.2. Dio VDKP-a prije (lijevo) i nakon (desno) homogenizacije (M 1:1440) – primjer 2

Prikazan je središnji dio katastarske općine Stari Grad, odnosno sami Stari Grad. Homogenizacijom je ispravljen položaj cesta kao i objekata koji su prethodno bili pomaknuti i nisu odgovarali istim objektima na DOF-u.

Treći primjer prikazuje katastarski plan poljoprivrednog dijela k.o. Stari Grad (Slika 7.3).



Slika 7.3. Dio VDKP-a prije (lijevo) i nakon (desno) homogenizacije (M 1:2880) – primjer 3

Vidljive su poljoprivredne katastarske čestice kao i dijelovi šume. Homogenizacijom je katastarski plan pomaknut južno u odnosu na stanje prije homogenizacije. Ispravljen je položaj ceste kao i nekoliko suhozida koji se nalaze na tom području.

7.2 Analiza promjene površina katastarskih čestica u MS Excelu

Lista površina nakon homogenizacije učitana je u MS Excel kako bi se provela analiza. Tablica 7.1 prikazuje dio površina katastarskih čestica. Tablica se sastoji od brojeva i podbrojeva katastarskih čestica, tehničke površine k.č. prije transformacije (P_t), površine k.č. nakon transformacije (P_h), razlike $P_h - P_t$, apsolutne vrijednosti razlike $P_h - P_t$, dopuštenog odstupanja F_g , dopuštenog odstupanja F_z te postotka razlike.

Formule za dopušteno odstupanje F_g i dopušteno odstupanje F_z glase (Roić i dr., 2009):

$$F_g = 0.7 \cdot \frac{M}{1000} \sqrt{P} \quad (1)$$

$$F_z = 0.2 \cdot P \mid \max 1000 \text{ m}^2 \quad (2)$$

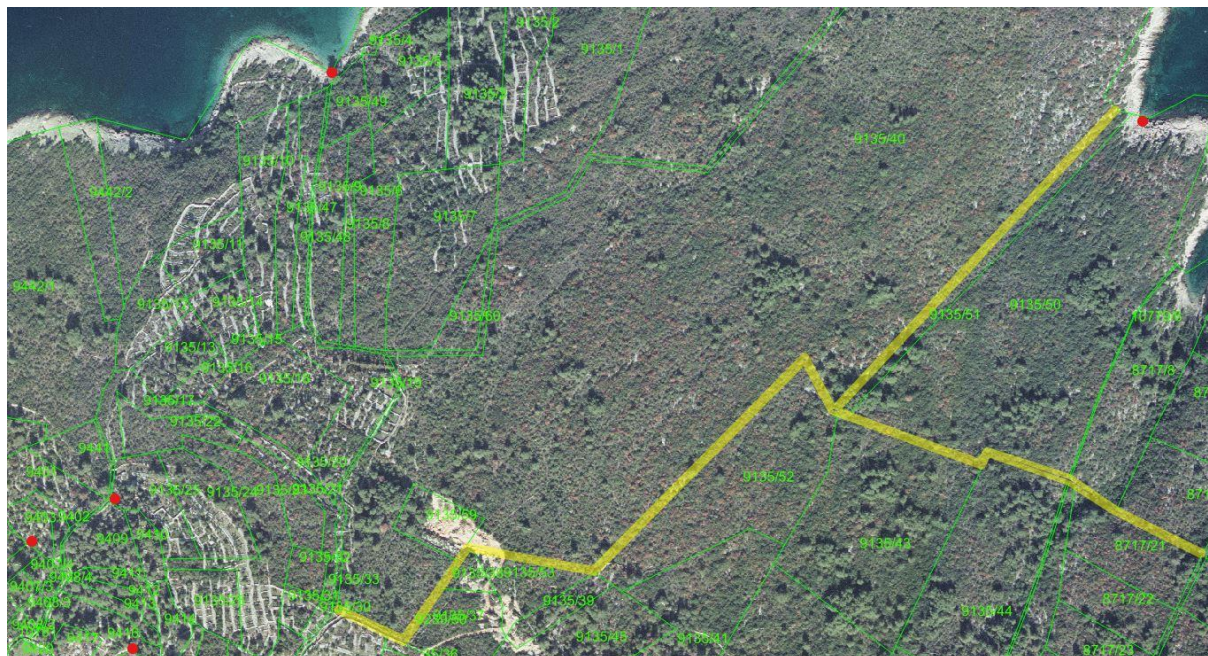
Pri izradi diplomskog rada u obzir je uzet samo kriterij F_z propisan Zakonom (NN 112/2018), a koji je blaži od kriterija F_g . Na kraju tablice dodan je stupac u kojem su vidljive katastarske čestice kojima je površina ostala unutar dopuštenog odstupanja od 20%. Sve katastarske čestice ispunile su taj uvjet pa je pored svake napisano „da“.

Tablica 7.1. Dio tablice površina katastarskih čestica nakon homogenizacije

KC broj	KC podbroj	Pt	Ph	Ph - Pt	Ph - Pt	Fg	Fz	%razlike	manje od 20%
1	0	258,47	256,30	-2,17	2,17	32,41	51,69	0,84	da
4	0	1770,32	1763,69	-6,63	6,63	84,82	354,06	0,37	da
7	0	3477,21	3496,49	19,28	19,28	118,88	695,44	0,55	da
12	0	4651,63	4624,73	-26,90	26,90	137,50	930,33	0,58	da
13	0	2986,25	2956,69	-29,56	29,56	110,17	597,25	0,99	da
14	0	2537,02	2510,23	-26,79	26,79	101,54	507,40	1,06	da
18	0	1753,84	1747,82	-6,02	6,02	84,43	350,77	0,34	da
21	0	163,84	163,54	-0,30	0,30	25,80	32,77	0,18	da
24	0	215,68	225,01	9,33	9,33	29,61	43,14	4,33	da
25	0	412,01	418,75	6,74	6,74	40,92	82,40	1,64	da
27	0	186,24	185,85	-0,39	0,39	27,51	37,25	0,21	da
32	0	533,24	545,32	12,08	12,08	46,55	106,65	2,27	da
34	0	576,62	581,28	4,66	4,66	48,41	115,32	0,81	da
35	0	383,69	387,16	3,47	3,47	39,49	76,74	0,90	da
36	0	1391,40	1401,14	9,74	9,74	75,20	278,28	0,70	da
37	0	4135,33	4152,20	16,88	16,88	129,64	827,07	0,41	da
6438	0	118,99	118,48	-0,51	0,51	21,99	23,80	0,43	da
38	0	4078,99	4087,68	8,69	8,69	128,76	815,80	0,21	da
39	0	1002,01	999,95	-2,06	2,06	63,82	200,40	0,21	da
40	0	3160,62	3160,60	-0,02	0,02	113,34	632,12	0,00	da
6442	0	176,30	175,62	-0,68	0,68	26,77	35,26	0,39	da
42	0	280,67	280,32	-0,35	0,35	33,77	56,13	0,12	da
46	0	307,14	307,11	-0,03	0,03	35,33	61,43	0,01	da
6447	0	104,54	104,24	-0,30	0,30	20,61	20,91	0,28	da
48	0	220,20	218,69	-1,51	1,51	29,92	44,04	0,69	da
49	0	498,90	497,14	-1,76	1,76	45,03	99,78	0,35	da
50	0	1482,42	1481,96	-0,46	0,46	77,62	296,48	0,03	da
51	0	293,29	295,52	2,23	2,23	34,53	58,66	0,76	da
52	0	477,12	479,98	2,87	2,87	44,04	95,42	0,60	da
54	0	716,22	716,21	-0,01	0,01	53,95	143,24	0,00	da
55	0	776,19	773,85	-2,34	2,34	56,17	155,24	0,30	da
56	0	3805,72	3792,52	-13,20	13,20	124,37	761,14	0,35	da
57	0	124,40	123,42	-0,98	0,98	22,49	24,88	0,79	da
58	0	2826,07	2797,34	-28,73	28,73	107,17	565,21	1,02	da
59	0	844,84	831,28	-13,56	13,56	58,60	168,97	1,61	da
64	0	334,33	323,55	-10,78	10,78	36,86	66,87	3,23	da
65	0	250,38	240,38	-10,00	10,00	31,90	50,08	3,99	da
67	0	84,28	79,34	-4,94	4,94	18,51	16,86	5,86	da
69	0	4470,14	4393,64	-76,50	76,50	134,79	894,03	1,71	da
71	0	5065,86	4966,25	-99,61	99,61	143,49	1013,17	1,97	da
73	0	1102,96	1076,05	-26,91	26,91	66,95	220,59	2,44	da
74	0	135,99	137,74	1,75	1,75	23,51	27,20	1,28	da
75	0	4617,24	4520,89	-96,34	96,34	136,99	923,45	2,09	da
79	0	590,97	580,04	-10,93	10,93	49,01	118,19	1,85	da
80	0	4494,61	4414,64	-79,97	79,97	135,16	898,92	1,78	da
9081	0	361,18	362,60	1,42	1,42	38,31	72,24	0,39	da
81	0	147,51	144,29	-3,22	3,22	24,48	29,50	2,18	da
83	0	550,60	548,40	-2,20	2,20	47,31	110,12	0,40	da
9083	0	226,21	227,21	1,00	1,00	30,32	45,24	0,44	da
84	0	2472,98	2441,16	-31,82	31,82	100,25	494,60	1,29	da
85	0	1188,92	1177,48	-11,44	11,44	69,51	237,78	0,96	da
87	0	4880,79	4788,65	-92,14	92,14	140,84	976,16	1,89	da
88	0	869,66	846,32	-23,34	23,34	59,45	173,93	2,68	da
89	0	1015,33	993,12	-22,21	22,21	64,24	203,07	2,19	da
90	0	4320,18	4202,55	-117,63	117,63	132,51	864,04	2,72	da

Od ukupno 15 174 katastarske čestice njih 8 020 nakon homogenizacije ima veću površinu, a 7 154 ima manju površinu od površine prije homogenizacije. Ukupna površina katastarske općine Stari Grad homogenizacijom povećala se za 0,12%.

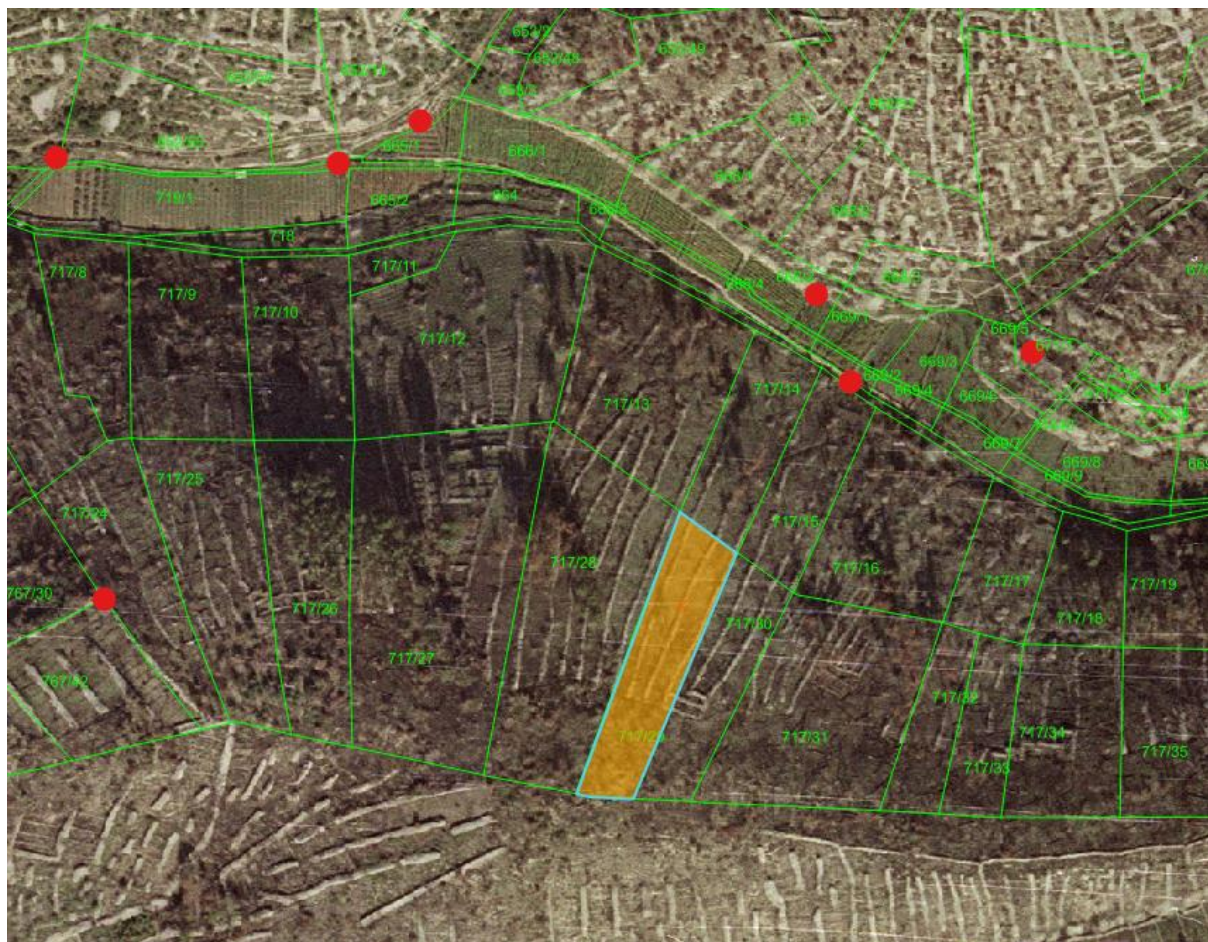
Katastarska čestica koja se najviše smanjila nakon homogenizacije je 9239/50 (Slika 7.4). Prije homogenizacije imala je površinu 6 638,72 m², a nakon homogenizacije 5 863,66 m² što čini razliku od 11,67%.



Slika 7.4. Katastarska čestica 9239/50 na VDKP-u nakon homogenizacije u mjerilu 1:5000

Katastarska čestica 9239/50 je čestica puta. Nalazi se na sjevernom dijelu katastarske općine Stari Grad, a pripada naselju Rudina. Proteže se do sjeverne granice katastarske općine. Na slici je označena poligonom. Također su vidljive odabrane identične točke koje se nalaze u blizini katastarske čestice.

Katastarska čestica koja se najviše povećala nakon homogenizacije je 717/29 (Slika 7.5). Prije homogenizacije imala je površinu 2 120,45 m², a nakon homogenizacije 2 302,13 m² što čini razliku od 8,57%.



Slika 7.5. Katastarska čestica 717/29 na VDKP-u nakon homogenizacije u mjerilu 1:2880

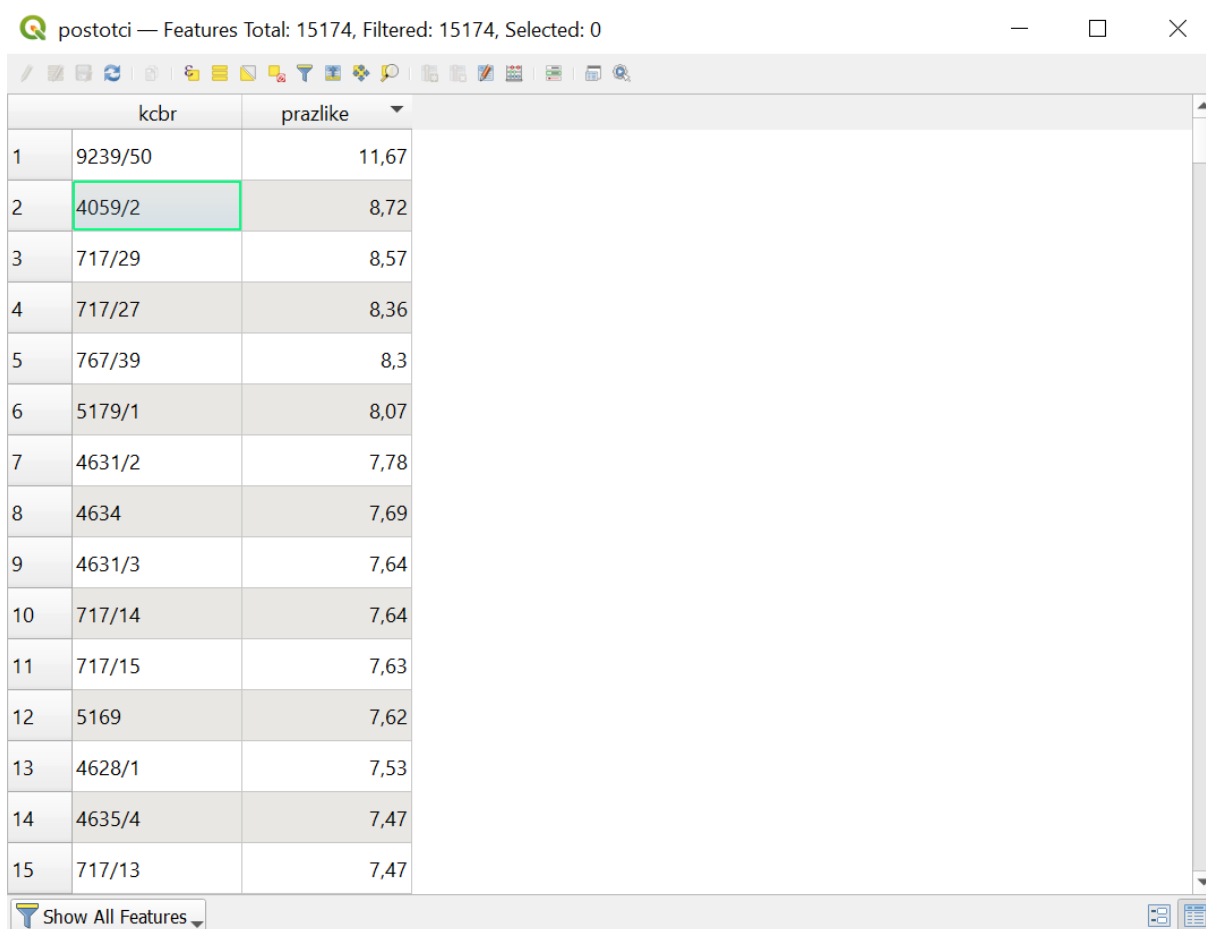
Katastarska čestica 717/29 nalazi se na južnoj granici katastarske općine Stari Grad. Pripada naselju Selca kod Starog Grada. Južna međa katastarske čestice ujedno je i međa katastarske općine. Slika 7.5 prikazuje položaj katastarske čestice u odnosu na odabrane identične točke. Identične točke prikazane su crvenom bojom. Vidljivo je kako se katastarska čestica nalazi u blizini nekoliko identičnih točaka što je razlog promjene u površini.

Prosječna površina katastarske čestice prije homogenizacije iznosila je 2552,36 m². Nakon homogenizacije prosječna površina iznosi 2555,47 m².

7.3 Vizualna analiza 5% najvećih promjena površina katastarskih čestica

Postoci promjene površina katastarskih čestica iz prethodne tablice poredani su od najvećih do najmanjih te je izrađen vizualni prikaz u softveru QGIS.

Prvo je u softver učitani sloj brojeva katastarskih čestica. U atributnoj tablici izbrisani su oni stupci koji nisu potrebni za analizu. Zatim je učitani sloj sa postocima promjena površina katastarskih čestica u .txt formatu (Slika 7.6).



postotci — Features Total: 15174, Filtered: 15174, Selected: 0

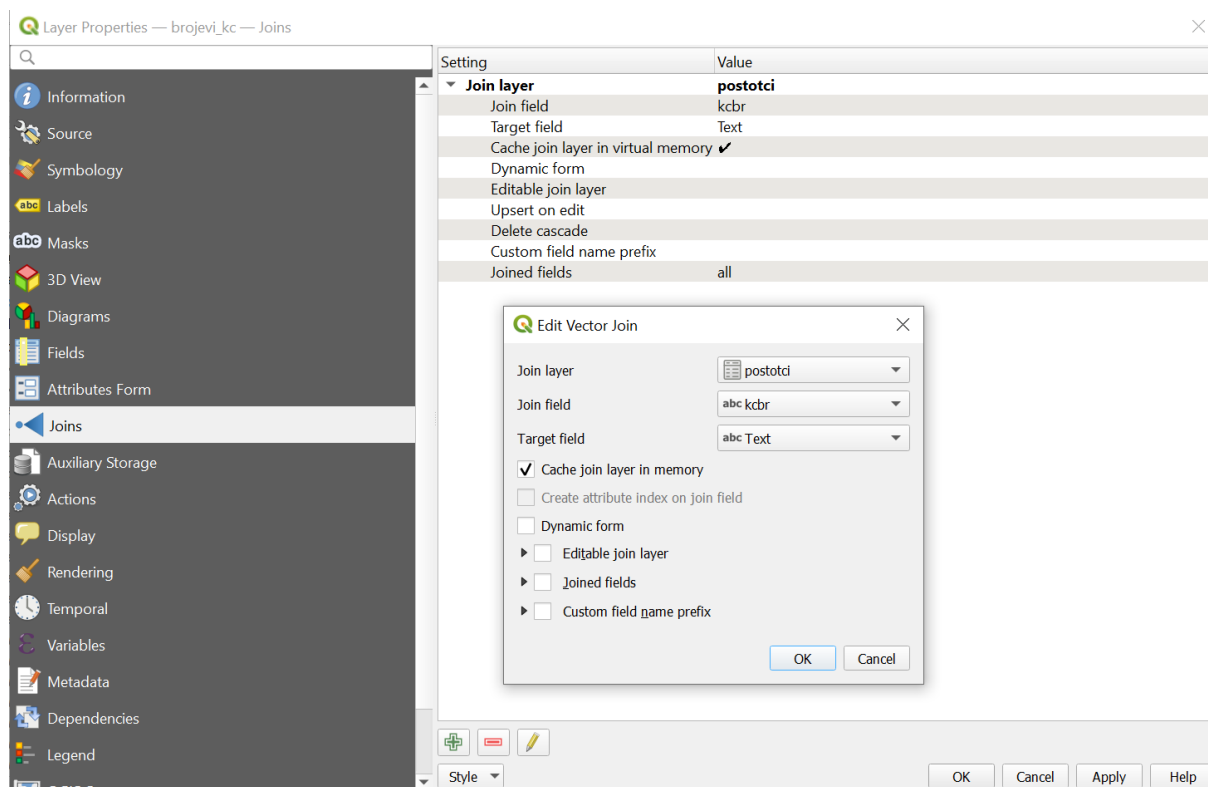
	kabr	prazlike
1	9239/50	11,67
2	4059/2	8,72
3	717/29	8,57
4	717/27	8,36
5	767/39	8,3
6	5179/1	8,07
7	4631/2	7,78
8	4634	7,69
9	4631/3	7,64
10	717/14	7,64
11	717/15	7,63
12	5169	7,62
13	4628/1	7,53
14	4635/4	7,47
15	717/13	7,47

Show All Features

Slika 7.6. Dio atributne tablice sloja sa postocima promjena površina k.č.

Slika 7.6 prikazuje dio atributne tablice sloja sa postocima promjena površina k.č. Tablica se sastoji od dva stupca: brojevi katastarskih čestica i postoci razlika u površinama. Sloj je izrađen na način da su navedena dva stupca eksportirana iz MS Excela u .txt formatu.

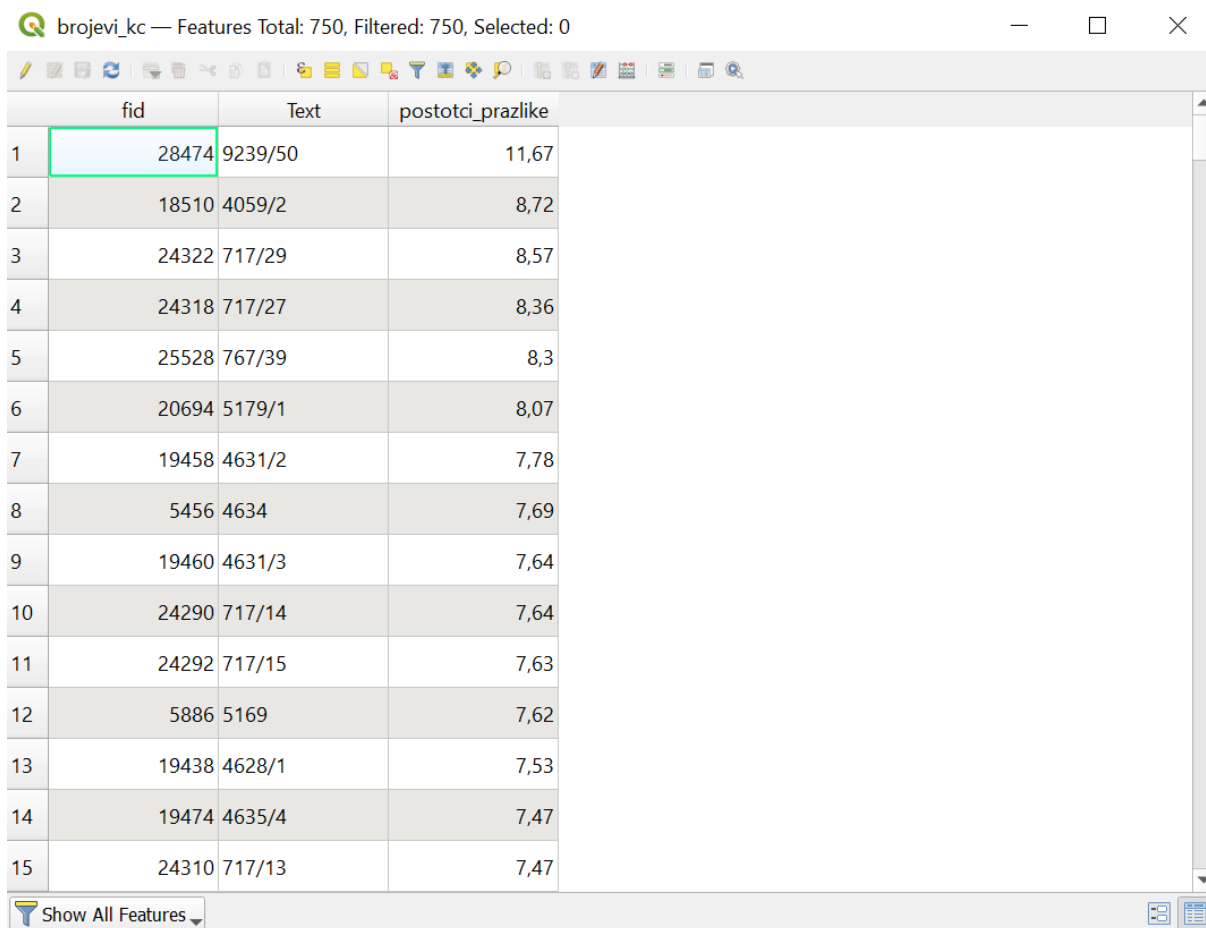
Zatim je potrebno spojiti slojeve. Odabire se izbornik *Properties*, a zatim podizbornik *Joins*. Klikom na zeleni plus otvara se prozor za spajanje slojeva (Slika 7.7).



Slika 7.7. Spajanje slojeva u izborniku Layer Properties

Potrebno je odrediti koji se sloj spaja sa odabranim slojem, a zatim definirati prema kojem stupcu u atributnoj tablici će se slojevi spojiti. Slojevi su spojeni prema stupcu sa brojevima katastarskih čestica.

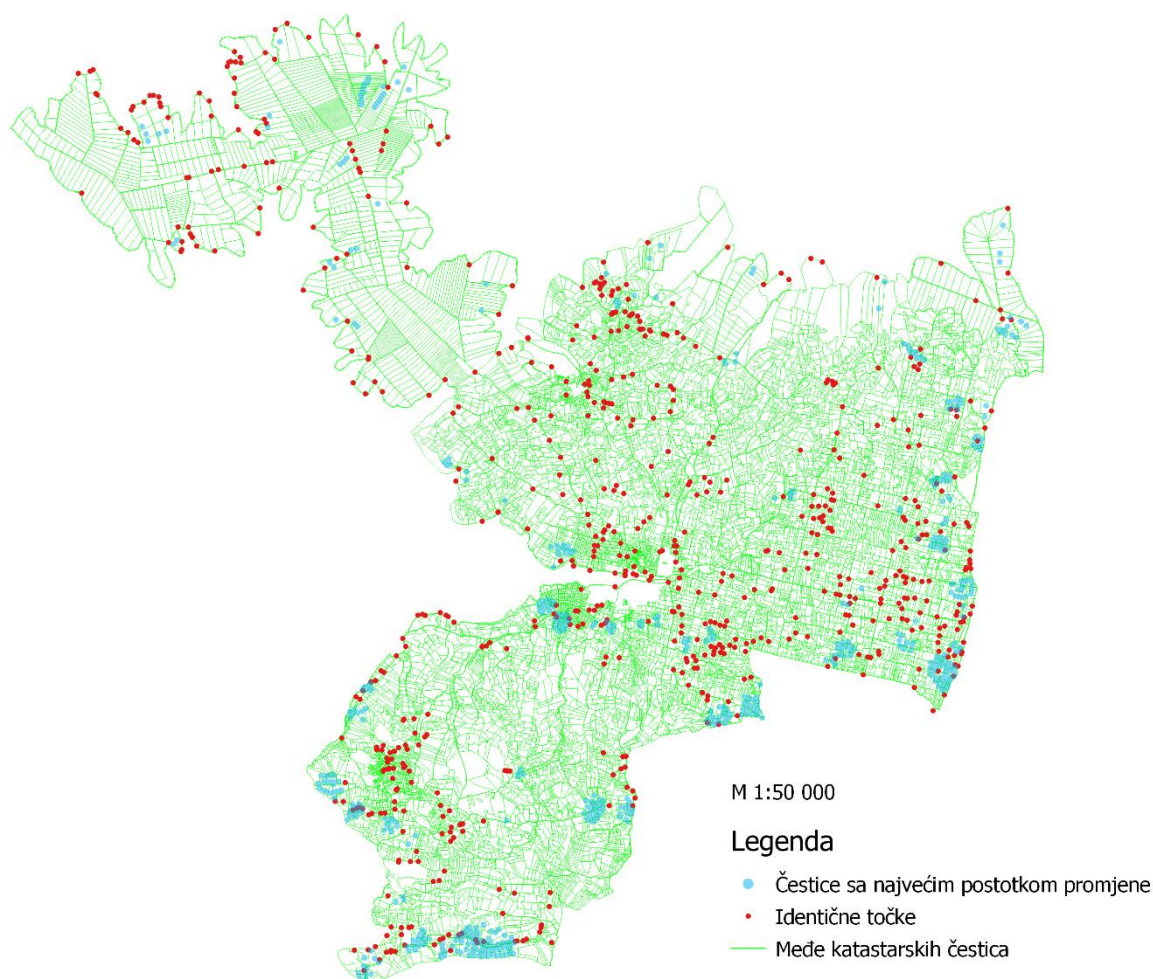
Na taj način dodan je stupac postotaka razlika površina k.č. u atributnu tablicu sloja brojeva k.č. (Slika 7.8).



	fid	Text	postotci_prazlike
1	28474	9239/50	11,67
2	18510	4059/2	8,72
3	24322	717/29	8,57
4	24318	717/27	8,36
5	25528	767/39	8,3
6	20694	5179/1	8,07
7	19458	4631/2	7,78
8	5456	4634	7,69
9	19460	4631/3	7,64
10	24290	717/14	7,64
11	24292	717/15	7,63
12	5886	5169	7,62
13	19438	4628/1	7,53
14	19474	4635/4	7,47
15	24310	717/13	7,47

Slika 7.8. Dio atributne tablice sloja brojeva katastarskih čestica

Podaci su zatim poredani po postocima razlike površina katastarskih čestica, od najvećeg prema najmanjem. Za vizualni prikaz odabrano je 5% katastarskih čestica s najvećim razlikama površina prije i nakon homogenizacije, ukupno 750 katastarskih čestica (Slika 7.9).



Slika 7.9. Položaj 5% k.č. s najvećim promjenama površine u odnosu na identične točke

Položaj katastarskih čestica s najvećim promjenama površine prikazan je u odnosu na izabrane identične točke. Katastarske čestice prikazane su plavom bojom, a identične točke crvenom. Međe katastarskih čestica prikazane su zelenom bojom. Vidljivo je kako se čestice s najvećim promjenama površine nalaze na onim mjestima gdje je odabran velik broj identičnih točaka. Također, većina katastarskih čestica s najvećim promjenama površine nalazi se na rubovima katastarske općine Stari Grad. Na područjima gdje nije odabrana niti jedna identična točka došlo je do najmanjih promjena u površinama katastarskih čestica.

7.4 Kontrola kvalitete homogenizacije i sadržaja VDKP-a

Kontrola kvalitete homogenizacije iskazuje se tablično. U nastavku su izrađene su dvije tablice. Tablica 7.2 prikazuje kontrolu kvalitete homogenizacije. Ispituje se jesu li zadovoljeni određeni uvjeti i koje je stanje VDKP-a nakon homogenizacije. Elementi kvalitete koji se kontroliraju su: Usporedba površina, sadržaj i struktura i promjena položaja.

Tablica 7.2. Kontrola kvalitete homogenizacije

RB	ELEMENT KVALITETE	UVJET	STANJE
1	Usporedba površina	$\Delta P < F_z$	Sve katastarske čestice zadovoljavaju uvjet.
2	Sadržaj i struktura	VDKP = HDKP	Svi objekti s VDKP-a sadržani na HDKP-u.
3	Promjena položaja	$x, y_{\text{prije}} \neq x, y_{\text{nakon}}$	Položaj objekata katastarskog plana promijenjen sukladno tehničkim specifikacijama.

Sve katastarske čestice zadovoljile su uvjet F_z . Nakon homogenizacije zadržani su svi objekti sa početnog VDKP-a, a položaj objekata promijenjen je sukladno tehničkim specifikacijama.

Za kraj je tablično prikazana kontrola sadržaja i strukture VDKP-a katastarske općine Stari Grad (Tablica 7.3).

Tablica 7.3. Kontrola sadržaja i strukture VDKP-a

RB	NAZIV SLOJA	BROJ ELEMENATA PRIJE HOMOGENIZACIJE	BROJ ELEMENATA NAKON HOMOGENIZACIJE
1	1_kc_broj	15174	15174
2	1_kc_medja	91498	91480
3	1_kc_medja_ko	0	0
4	2_luo	1	1
5	2_zg	1703	1703
6	2_zg_broj	575	575
7	3_uporaba	17	17

Kontrolira se broj elemenata svakog pojedinog sloja VDKP-a prije i nakon homogenizacije. Broj elemenata sloja 1_kc_medja_ko iznosi nula iz razloga što su ti elementi u procesu pripreme katastarskog plana za homogenizaciju prebačeni u sloj 1_kc_medja. Nakon homogenizacije zadržani su svi brojevi katastarskih čestica. Kod međa katastarskih čestica došlo je do promjene broja elemenata. Od početnih 91498 elemenata nakon homogenizacije ostalo je 91480. U slojevima 2_luo, 2_zg, 2_zg_broj i 3_uporaba nije došlo do promjene broja elemenata.

8. ZAKLJUČAK

Zadatak ovog diplomskog rada bio je homogenizirati katastarski plan katastarske općine Stari Grad. Homogenizacija je obavljena u softveru GisLandManager. Ulazni podaci bili su vektorizirani digitalni katastarski plan i digitalni ortofoto. Podaci su prije učitavanja pregledani i uočena su značajna odstupanja u položaju katastarskog plana. Također su ispravljene topološke pogreške. Najveći broj pogrešaka odnosio se na duple brojeve katastarskih čestica. Ispravni podaci zatim su učitani u GisLandManager te je obavljen izbor identičnih točaka koje su osnova za homogenizaciju. Zbog izrazito velike površine katastarske općine Stari Grad bilo je potrebno odabrati preko 700 identičnih točaka. Zatim su provedene globalna i lokalna transformacija te su rezultati eksportirani iz softvera.

Napravljena je analiza iz koje je zaključeno kako se ukupna površina katastarske općine Stari Grad nakon homogenizacije povećala za 0,12%. Od ukupno 15 174 katastarske čestice njih 8 020 nakon homogenizacije ima veću površinu, a 7 154 su se smanjile. Sve promjene površina bile su unutar dozvoljenih odstupanja.

Također je napravljena vizualna analiza 5% najvećih promjena površina katastarskih čestica u odnosu na položaj identičnih točaka. Zaključeno je kako se katastarske čestice sa najvećim promjenama površine nalaze na mjestima gdje je odabran velik broj identičnih točaka. Na područjima na kojima nije bilo moguće odabrati identične točke zbog karakteristika terena nisu uočene značajne promjene površina katastarskih čestica. Uočeno je i to da se veliki broj katastarskih čestica sa najvećim promjenama površine nalazi upravo na rubovima katastarske općine Stari Grad.

Vizualnom usporedbom VDKP-a prije i nakon homogenizacije vidljivo je kako se katastarski plan sada nalazi u znatno boljem položaju te se može zaključiti kako je homogenizacija uspješno provedena.

LITERATURA

- DGU (2012): Specifikacije za vektorizaciju katastarskih planova koji se izrađuju sa CAD/GIS software-ima (verzija 2.9.5. od 17. 9. 2012.), Državna geodetska uprava, Zagreb.
- DGU (2018): Tehničke specifikacije za izradu digitalnog katastarskog plana (DKP) i grafičkog dijela digitalnog geodetskog elaborata (DGE) (verzija 2.0 od 1.9.2018.), Državna geodetska uprava, Zagreb.
- DGU (2020): Homogenizacija katastarskih planova, Završno izvješće o provedenom projektu, 2017. - 2020. (verzija 1.5 od 17.08.2020.), Državna geodetska uprava, Zagreb.
- FIG (1995): Statement on the Cadastre. Publikacija 11. Canberra, Australija.
- Geoinformatika d.o.o. (2007): GisLandManager v.2.7, upute za rad, Split.
- Markešić, M. (2020): Homogenizacija katastarskog plana k.o. Vrbanj, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet.
- Moharić, J. i dr. (2017): Poboljšanje katastarskih planova grafičke izmjere, Geodetski list. 71(94), 4, str. 339-360.
- 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 (2018): Zakon o državnoj izmjeri i katastru nekretnina, 112.
- Pivac, D., Roić, M. (2020): Systematic Monitoring of Cadastral Resurveys, Geodetski List, 74(97), 2, str. 221-238.
- Pivac, D., Roić, M., Križanović, J. (2022): Projekti katastarskih reizmjera u Hrvatskoj 2018. – 2020. // Zbornik radova VII. hrvatski kongres o katastru / Roić, Miodrag i Tomić, Hrvoje (ur.). Dubrovnik: Hrvatsko geodetsko društvo, 2022. str 85-94.
- Rastija, V. (2009): Homogenizacija katastarskog plana k.o. Dol (311669) sa GLM-om, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet.
- Roić, M. i ostali (2009): Homogenizacija katastarskog plana. Zagreb.
- Roić, M., Fanton, I., Medić, V. (1999): Katastar zemljišta i zemljišna knjiga. Skripta, Geodetski fakultet, Zagreb.
- Roić, M. (2012): Upravljanje zemljišnim informacijama - katastar. Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Zagreb.
- Roić, M. (2017): 200 godina Franciskanskog katastra, 65 godina Hrvatskog geodetskog društva, 1952-2017, Hrvatsko geodetsko društvo, Zagreb, 27-42.
- Roić, M., Paar, R. (2018): 200 godina katastra u Hrvatskoj // Zbornik radova VI. hrvatski kongres o katastru / Roić, Miodrag (ur.). Zagreb: Hrvatsko geodetsko društvo, 2018. str 37-50.
- Stančić, B. (2006): Kontrola i analiza vektorizacije KO Starigrad (311723), Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet.

POPIS URL-ova

URL 1. <https://dgu.gov.hr/proizvodi-i-usluge/sluzbene-drzavne-karte-i-ostale-karte/digitalna-ortofotokarta/174> (15.04.2024.)

URL 2. <https://oss.uredjenazemlja.hr/> (15.04.2024.)

POPIS SLIKA

Slika 2.1. Položaj katastarske općine Stari Grad na otoku Hvaru (URL 2)	2
Slika 2.2. Konačni izgled vektorizacije katastarskog plana k.o. Stari Grad (Stančić, 2006)	3
Slika 4.1. Aktivnosti kod homogenizacije (Roić i dr., 2009)	8
Slika 4.2. Proces izbora identičnih točaka (Roić i dr., 2009)	10
Slika 4.3. Tri faze homogenizacije katastarskih općina u RH (prilagođeno prema DGU, 2020)	12
Slika 5.1. Sučelje softvera GisLandManager	15
Slika 5.2. Sučelje softvera AutoCAD	16
Slika 5.3. Usporedba VDKP-a prije (crveno) i nakon (zeleno) homogenizacije	17
Slika 5.4. Dio tablice koordinata identičnih točaka nakon globalne transformacije	18
Slika 5.5. Dio tablice površina k.č. u MS Excel-u	18
Slika 5.6. Sučelje softvera QGIS	19
Slika 5.7. Alat Layout Manager unutar softvera QGIS	20
Slika 6.1. Vektorizirani digitalni katastarski plan katastarske općine Stari Grad	23
Slika 6.2. Dio vektoriziranog digitalnog katastarskog plana k.o. Stari Grad	24
Slika 6.3. DOF listovi katastarske općine Stari Grad	25
Slika 6.4. Određivanje ishodišta u QGIS-u	29
Slika 6.5. Postavke novog projekta u GLM-u	30
Slika 6.6. Preostali slojevi VDKP-a nakon naredbe Purge	30
Slika 6.7. Spremanje VDKP-a u .dxf formatu sa preciznošću od 2 decimale	31
Slika 6.8. Povezivanje slojeva iz .dxf datoteke sa slojevima glavnog programa	32
Slika 6.9. Broj učitanih atributnih blokova	33
Slika 6.10. Dodavanje rasterskih podloga u GLM	33
Slika 6.11. Preklap VDKP-a i DOF-a	34
Slika 6.12. Primjer nezatvorenih linija	35
Slika 6.13. Primjer presjeka linija	35
Slika 6.14. Primjer duplih brojeva katastarskih čestica	37
Slika 6.15. Prikaz k.č. 9701/3 na službenom katastarskom planu dana 06.07.2024. (URL 2)	37
Slika 6.16. Prikaz regija nakon izračuna površina katastarskih čestica	38
Slika 6.17. Numerirane točke u sloju T_ima	39
Slika 6.18. Vanjski okvir mreže kvadrata izrađen naredbom XLine	40
Slika 6.19. Mreža kvadrata površine 100 ha	41

Slika 6.20. Izbornik sa opcijama za odabir identičnih točaka	42
Slika 6.21. Točka 34424 prije pomicanja VDKP-a.....	43
Slika 6.22. Dio VDKP-a nakon odabira identične točke 34424.....	44
Slika 6.23. Točka 29173 prije pomicanja VDKP-a.....	44
Slika 6.24. Dio VDKP-a nakon odabira identične točke 29173.....	45
Slika 6.25. Raspored identičnih točaka	47
Slika 6.26. Upravljanje homogenizacijom	48
Slika 6.27. Dio katastarske općine nakon globalne transformacije.....	50
Slika 6.28. Uspješna lokalna transformacija	51
Slika 7.1. Dio VDKP-a prije (lijevo) i nakon (desno) homogenizacije (M 1:2880) – primjer 1	52
Slika 7.2. Dio VDKP-a prije (lijevo) i nakon (desno) homogenizacije (M 1:1440) – primjer 2	53
Slika 7.3. Dio VDKP-a prije (lijevo) i nakon (desno) homogenizacije(M 1:2880) – primjer 3	53
Slika 7.4. Katastarska čestica 9239/50 na VDKP-u nakon homogenizacije u mjerilu 1:5000	56
Slika 7.5. Katastarska čestica 717/29 na VDKP-u nakon homogenizacije u mjerilu 1:2880 ..	57
Slika 7.6. Dio atributne tablice sloja postotaka razlike površina k.č.	58
Slika 7.7. Spajanje slojeva u izborniku Layer Properties.....	59
Slika 7.8. Dio atributne tablice sloja brojeva katastarskih čestica	60
Slika 7.9. Položaj 5% k.č. s najvećim promjenama površine u odnosu na identične točke	61

POPIS TABLICA

Tablica 6.1. Dio standardnih slojeva DKP-a (DGU, 2018)	21
Tablica 6.2. Ocjena kvalitete VDKP-a.....	25
Tablica 6.3. Ocjena kvalitete DOF-a.....	26
Tablica 6.4. Tablica Zupanije unutar GML baze podataka.....	27
Tablica 6.5. Dio tablice Katastar unutar GLM baze podataka	28
Tablica 6.6. Aktivne postavke projekta u GLM bazi podataka.....	28
Tablica 6.7. Koordinate ishodišta i veličina radne površine	29
Tablica 6.8. Dio katastarskih čestica sa duplim brojevima	36
Tablica 6.9. Dio liste površina katastarskih čestica	39
Tablica 6.10. Dio odabranih identičnih točaka	45
Tablica 6.11. Koordinate dijela identičnih točaka nakon transformacije.....	49
Tablica 7.1. Dio tablice površina katastarskih čestica nakon homogenizacije	55
Tablica 7.2. Kontrola kvalitete homogenizacije.....	62
Tablica 7.3. Kontrola sadržaja i strukture VDKP-a	62

OSOBNJE INFORMACIJE

Franka Čubrić

Stjepana Radića 56A, 22000 Šibenik, Republika Hrvatska

fcubric9@gmail.com

Spol Ž | Datum rođenja 07/06/1998 | Državljanstvo hrvatsko

RADNO ISKUSTVO

03/2024 - Trenutačno

Geodet

Geodetski zavod d.d. Split (Split)

- izrada digitalnih geodetskih elaborata
- rad u SDGE sustavu
- ažuriranje digitalnog katastarskog plana
- izrada geodetskih snimaka i podloga

06/2023 – 03/2024

Geodet

Geodist d.o.o. (Zagreb)

- digitalizacija analognih geodetskih elaborata infrastrukture
- rad u SKI sustavu

10/2020 – 02/2023

Geodet

Ured ovlaštenog inženjera geodezije Dunko Klarić (Šibenik)

- izrada digitalnih geodetskih elaborata
- rad u SDGE sustavu
- izrada geodetskih snimaka

OBRAZOVANJE I
OSPOBLJAVANJE

2022 - Trenutačno

Magistar inženjer geodezije i geoinformatike

Geodetski fakultet (Zagreb)

2017 - 2022

Sveučilišni prvostupnik inženjer geodezije i geoinformatike

Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije (Split)

2013 - 2017

Arhitektonski tehničar

Tehnička škola Šibenik (Šibenik)

OSOBNJE VJEŠTINE

Materinski jezik

Hrvatski

Ostali jezici

Engleski

RAZUMJEVANJE		GOVOR		PISANJE
Slušanje	Čitanje	Govorna interakcija	Govorna produkcija	
B1	B1	B1	B1	B1

Digitalne vještine

OSTALE VJEŠTINE

- AutoCAD
- ZWCAD
- Quantum GIS
- GRASSGIS
- ArchiCAD
- MS Office
- GisLandManager

Vozačka dozvola B