

UDK 528.44:528.91
Stručni članak / Professional paper

Poboljšanje katastarskih planova grafičke izmjere

**Jeronim MOHARIĆ – Čakovec¹, Jozo KATIĆ – Sisak²,
Antonio ŠUSTIĆ, Damir ŠANTEK – Zagreb³**

SAŽETAK. O homogenizaciji kao metodi poboljšanja katastarskih planova grafičke izmjere govori se u Republici Hrvatskoj već više od 20 godina. U tom vremenu (a i prije) izrađeno je više projekata i studija, objavljeno je niz radova na tu temu, ali taj postupak nikako da se dogodi kao sustavna mjera. Državna geodetska uprava angažirala je sredinom 2015. godine pojedinačnog vanjskog savjetnika za homogenizaciju s obvezom izrade poslovnog procesa i pripremu projekta homogenizacije. U sklopu tih priprema provedene su sveobuhvatne analize stanja, postojeće metodologije i tehničkih rješenja, a početkom 2017. Državna geodetska uprava osnovala je povjerenstvo za pripremu i provođenje homogenizacije. Na temelju provedenih analiza bilo je potrebno dopuniti metodologiju, doraditi i izraditi potrebna tehnička rješenja, te su svi koraci poslovnog procesa testirani na dvjema lokacijama na 40 katastarskih općina. Ovime se želi stručna javnost upoznati s rezultatima razrade i pripreme projekta poboljšanja katastarskih planova grafičke izmjere kao sustavne mjere.

Ključne riječi: analiza održavanja DKP-a, homogenizacija, izolirana područja, metodologija homogenizacije, poboljšanje digitalnih katastarskih planova grafičke izmjere.

1. Uvod

Katastarski planovi grafičke izmjere izvorno su nastali većinom u 19. stoljeću, a u službenoj su upotrebi na većini teritorija Republike Hrvatske, te se na njima kontinuirano provode promjene.

Već površnim pogledom na preklape tih katastarskih planova sa stvarnim stanjem (sa snimkama iz zraka, tj. digitalnim ortofoto planovima), uočavaju se veća ili

¹ Jeronim Moharić, mag. ing. geod. et geoinf., GEO-GAUSS d.o.o., Ulica hrvatskih branitelja 1, HR-40000 Čakovec, Hrvatska, e-mail: geo@geo-gauss.hr,

² Jozo Katić, dipl. ing. geod., Državna geodetska uprava, Područni ured za katastar Sisak, Trg hrvatskih branitelja 9, HR-44000 Sisak, Hrvatska, e-mail: jozo.katic@dgu.hr,

³ Antonio Šustić, dipl. ing. geod., Državna geodetska uprava, Središnji ured, Gruška 20, HR-10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: antonio.sustic@dgu.hr,

dr. sc. Damir Šantek, dipl. ing. geod., Državna geodetska uprava, Središnji ured, Gruška 20, HR-10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: damir.santek@dgu.hr.

manja položajna odstupanja (nepoklapanja). Ovdje treba razlikovati ona nepoklapanja kojima su uzrok *promjene na terenu koje nisu evidentirane* na katastarskom planu od *netočnosti katastarskog plana u položajnom smislu*. Nepoklapanja kojima je uzrok netočnost katastarskog plana grafičke izmjere u pravilu su različita od područja do područja, te generalno govorimo o *nehomogenosti*.

Nova katastarska izmjera najbolji je način kojim bi se postigao cilj katastarske evidencije na području cijele katastarske općine, tj. *točan, precizan i ažuran prostorni podatak*, ali u čekanju da se katastarskim izmjerama riješi stanje evidencija na cijelom području RH ovlaštenu inženjeri geodezije svakodnevno prijavljuju promjene u sklopu geodetskih elaborata, a provođenje (ucrtavanje) promjena obavlja se u sklopu održavanja digitalnih katastarskih planova grafičke izmjere najčešće (još uvijek) metodom uklopa. Tom se metodom mjereni podatak mora uklopiti (kviri mu se položaj, a katkad i oblik) i onda se ucrtava u službeni digitalni katastarski plan. Nakon toga se takav (pokvareni) podatak izdaje stranci kao službena isprava.

Ako se princip održavanja digitalnoga katastarskog plana grafičke izmjere okrene tako da se katastarski plan uklopi na mjerene podatke (pобољša se) i onda ucrtava promjena bez kvarenja mjenog podatka na stvarnim koordinatama, tada bi barem na dijelu gdje je ucrtana promjena u sklopu elaborata cilj bio postignut, a to je da u službenoj evidenciji postoje *točni i precizni prostorni podaci*, pa makar (za sada) samo na tom dijelu.

To je osnovna intencija poboљшanja katastarskih planova grafičke izmjere – preokrenuti način održavanja digitalnih katastarskih planova nastalih grafičkom izmjerom tako da se promjene u službene evidencije ucrtavaju preklapom.

Državna geodetska uprava (DGU) angažirala je pojedinačnog vanjskog savjetnika za homogenizaciju s obavezom izrade poslovnog procesa i pripremu projekta homogenizacije. U sklopu tih priprema provedene su sveobuhvatne analize stanja, analiza postojeće metodologije i tehničkih rješenja. Na temelju provedenih analiza bilo je potrebno dopuniti metodologiju, doraditi i izraditi potrebna tehnička rješenja, te su svi koraci poslovnog procesa testirani na dvije lokacije na 40 katastarskih općina.

Ovime se stručna javnost želi upoznati s rezultatima razrade i pripreme projekta poboљшanja katastarskih planova grafičke izmjere kao sustavne mjere.

Osnovna je svrha homogenizacije, dakle, geometrijsko poboљшanje digitalnoga katastarskog plana (DKP) grafičke izmjere u mjeri koja će na cijelom području homogeniziranog DKP-a omogućiti kartiranje novosnimljenog detalja preklapom.

To je vrlo zahtjevan zadatak ako će se pritom voditi briga da se dobri podaci sačuvaju, odnosno da se ne pokvare. Dakle, dijelovi katastarskog plana koji su već kartirani preklapom moraju zadržati svoj položaj nepromijenjenim (očuvanjem koordinata stvarnog položaja takvih točaka), te po mogućnosti detaljne točke na DKP-u koje su kartirane uklopom i za koje postoje dostupne stvarne (“mjerene”) koordinate treba dovesti (prekartirati) na njihov stvarni položaj.

Ako je to moguće postići u kratkom vremenu, bez prevelikih ulaganja, može se reći da je to kompromis gdje će svi biti zadovoljniji (i geodeti i stranke) jer će finalni produkt stručnoga geodetskog posla (na dijelovima gdje se provode elaborati) moći biti predstavljen (i označen) u službenim evidencijama kao točan i precizan.

2. Provedene analize

Na početku ovog projekta obavljene su šire analize trenutačnog stanja, a u tijeku razrade poslovnog procesa homogenizacije razmatrana su i mnoga druga pitanja koja su na kraju bitno utjecala na dopunu metodologije i konačni poslovni proces, pa su tako na kraju promijenjene i neke od polazišnih pretpostavki.

Analizirano je geometrijsko stanje digitalnih katastarskih planova grafičke izmjere, način nastanka i održavanja, razlozi nastanka deformacija, tijek migracija i stanje podataka u zajedničkom informacijskom sustavu (ZIS). Isto tako, analizirani su dosadašnji radovi i razrađene metodologije i tehnička rješenja, te rezultati proizašli na temelju toga.

2.1. Analiza dosadašnjih studija i radova

Iako postoje i raniji radovi o poboljšanju katastarskih planova grafičke izmjere, analizirani su radovi i studije od 2001. godine, i to najprije rad koji je izradio Geodetski fakultet prema narudžbi Državne geodetske uprave *Poboljšanje katastarskog plana – smjernice* (Roić i dr. 2001).

U tom radu dane su osnovne smjernice za poboljšanje katastarskog plana, a kasniji radovi uglavnom slijede te smjernice i razrađuju teoriju – *Homogenizacija katastarskog plana I. i II. faza* (Roić i dr. 2008, Roić i dr. 2009a, Roić i dr. 2009b), te je provedeno nekoliko homogenizacija gdje se u postupku primjenjivala metoda globalne i lokalne transformacije na temelju identičnih točaka za homogenizaciju gustoće prosječno 0,2 točke/1 ha, odnosno prosječno 1 identična točka na 5 ha.

2.2. Analiza nastanka digitalnih katastarskih planova grafičke izmjere

Digitalni katastarski planovi nastali su precrtavanjem (vektorizacijom) skeniranih analognih (papirnatih) planova u digitalni vektorski oblik prema specifikacijama (Državna geodetska uprava 2012), i to većinom u razdoblju od 2000. do 2010. godine i pritom su smješteni u Hrvatski državni koordinatni sustav (HDKS).

Osim nehomogenosti grafičkih podataka na analognim katastarskim planovima koje su nastale izvorno prilikom grafičke izmjere i postupka održavanja u analognom obliku, prilikom vektorizacije nastale su i nove deformacije (npr. na mjestima spajanja listova, slika 1, prilikom uklapanja priloga i sl.), a “smještanje” u državni koordinatni sustav (čitaj: transformacija, georijentacija) obavljeno je



Slika 1. Deformacije nastale nepravilnim spajanjem skeniranih analognih planova.

uglavnom preračunavanjem rubova listova prema parametrima izračunatim još 1969. godine (Borčić i Frančula 1969), koji su evidentno za mnoge katastarske općine približni.

Dobra strana vektorizacije, osim prijelaza u digitalni oblik, bila je i usporedba s knjižnim dijelom operata, tj. izrada listi razlika.

2.3. Analiza održavanja katastarskih planova grafičke izmjere

Katastarski planovi grafičke izmjere nastali su u 19. stoljeću, a upotrebljavaju se i održavaju na pretežitom području cijele države do danas. Točnost određivanja položaja tijekom vremena se poboljšavala, ali katastarski su se planovi održavali analogno, uglavnom prilagodbom mjerenih podataka postojećim podlogama (metodom uklopa, tj. kvarenjem položaja mjerenih podataka).

Nakon precrtavanja (vektorizacije), tj. prenošenja u digitalni vektorski oblik, održavanje se nastavilo u digitalnom obliku u CAD-alatima.

Tada se očekivalo da će se odmah nakon vektorizacije, na temelju izrađenih studija i projekata, obaviti poboljšanje (homogenizacija). Umjesto toga, dogodila se migracija podataka (pa tako i digitalnoga katastarskog plana) u nove informacijske sustave, da bi danas svi podaci bili objedinjeni u jednom, zajedničkom informacijskom sustavu (ZIS).

Tijekom 2013. godine donesena je uputa za održavanje digitalnoga katastarskog plana (Državna geodetska uprava 2013b), prema kojoj se razlikuju dva načina kartiranja promjena za planove grafičke izmjere – metodu preklopa i metodu uklopa. U slučaju *kada je katastarski plan dovoljno homogen*, na njemu se može primijeniti *metoda preklopa* uz prilagodbu prikaza okolnih katastarskih čestica (slučaj 3.0), a rješenje se donosi samo za predmetnu katastarsku česticu. U slučaju *kada katastarski plan nije dovoljno homogen*, na njemu se primjenjuje *metoda uklopa* uz prilagodbu prikaza okolnih katastarskih čestica (slučaj 4.0), a rješenje se također donosi samo za predmetnu katastarsku česticu.

Analizirajući način održavanja, zaključeno je da je nerazumijevanje, odnosno nestručnost ovlaštenih inženjera geodezije i/ili katastarskih službenika u pojedinim slučajevima u radu, odnosno provođenju promjena također uzrokovalo nastanak anomalija na terenu i na katastarskim planovima u digitalnom obliku.

Pojavom digitalnih katastarskih planova pojedini su kolege geodeti u početku smatrali da su ti planovi *zakon*, te su koordinate očitane iz DKP-a grafičke izmjere isključivali na terenu modernim mjernim sustavima (GPS, GNSS) i pritom pomicali postojeće granice više parcela u nizu tvrdeći kako su one *satelitske točnosti*. To se danas naziva *anomalija na terenu*. Takav je pristup danas sve rjeđi.

S druge strane, pojavljuje se sve više situacija gdje se mimo propisa predlažu i ucrtavaju promjene preklopom kada to nije opravdano, bez obzira na okolinu. Takvi se slučajevi nazivaju *anomalijom na katastarskom planu*.

Analizom se mogu prepoznati i slučajevi tj. elaborati u kojima mjerene koordinate nisu baš pouzdane jer nisu stvarno mjerene ili zbog drugih razloga (u svakidašnjem govoru poznati kao “namješteni elaborati”). I to su anomalije o kojima treba voditi računa.

Prilagodбом prikaza okolnih katastarskih čestica na mjestima kartiranja promjene također se narušava kontinuitet prostornih podataka na mjestima prilagodbe, ali ako je kartiranje obavljeno sukladno zapisima, te deformacije su male.

Nasuprot tomu, tijekom održavanja katastarskih planova u digitalnom obliku ima najviše ispravnih i točnih podataka jer su nastali na temelju preciznih mjerenja.

Na temelju te analize zaključeno je da su tijekom održavanja katastarskog plana grafičke izmjere također nastale vrlo značajne anomalije koje bi po mogućnosti trebalo ispraviti, ali da postoji i velika količina točnih podataka koje se nikakvim transformacijama ne bi smjelo pokvariti.

2.4. Analiza migracije podataka i transformacije u novi koordinatni sustav

Nakon prelaska katastarskih planova u digitalni oblik, podaci DKP-a migrirani su u ZIS. Dio podataka (oko 1/3 svih katastarskih općina u RH) najprije je migriran iz CAD-programa u program za održavanje DKP-a Vektorija, a tek poslije iz Vektorije u ZIS.

Prilikom migracije podataka iz Vektorije u ZIS nastao je problem hijerarhijske topološke nekonzistentnosti podataka.

Tijekom posljednje migracije u ZIS obavljena je i geometrijska transformacija u novi koordinatni sustav, pri čemu su grafički podaci opet pretrpjeli određene promjene zbog transformacije u novi datum. Kako se u ovom radu govori isključivo o katastarskim planovima nastalim grafičkom izmjerom, svi su oni transformirani iz starog u novi datum uglavnom uporabom jedinstvenog transformacijskog modela T7D, koji je Odlukom ravnatelja Državne geodetske uprave iz 2011. godine postao služben za transformaciju podataka državne izmjere, kartografskih i katastarskih podloga između postojećih i službenih referentnih sustava. Ta transformacija uključuje i ispravljanje geometrije zbog nehomogenosti geodetske osnove, te se može smatrati da su podaci koji su nastali mjerenjem naslonjeni na geodetsku osnovu iz koje su računate distorzije time poboljšani.

Zaključak je te analize da je u tim migracijama određeni dio podataka pretrpio i promjene u atributnom dijelu, najčešće izostavljanjem, odnosno zanemarivanjem određenih podataka, pa će se stoga u postupku homogenizacije voditi računa da se po mogućnosti ti *izgubljeni* atributi u najvećoj mjeri dopune, što se također može smatrati poboljšanjem, ali u atributnom smislu.

2.5. Pristup grafičkim podacima u ZIS-u i analiza podataka u ZIS-u

Digitalni katastarski planovi (kao početni podaci za homogenizaciju) nalaze se danas u ZIS-u, te su na početku razmatrane mogućnosti pristupa podacima digitalnoga katastarskog plana za potrebe homogenizacije.

Homogenizacija katastarskih planova na podacima koji se nalaze u ZIS-u ima svoje prednosti jer su podaci u ZIS-u standardizirani i transformirani u novi službeni Hrvatski terestrički referentni sustav za epohu 1995.55 poprečne Mercatorove projekcije (HTRS96/TM), ali i nedostatke jer je primjerice pristup podacima bio ovisan o dobavljaču ZIS-a, a editiranje takvih grafičkih podataka je teže.

S obzirom na to da je u postupku poboljšanja katastarskog plana prioritetno riječ o promjeni geometrije (uz ažuriranje atributa), razmatrana je mogućnost da se obavi ažuriranje koordinata i atributa svih elemenata direktno na bazi ZIS-a, ali tu je mogućnost otklonio dobavljač ZIS-a na samom početku. Poslije je dogovoren pristup podacima na način da se grafički podaci izvoze (eksportiraju) iz ZIS-a za potrebe homogenizacije u razmjenskom SHP-formatu (Državna geodetska uprava 2011), a nakon što se na tako izvezenim podacima obavi poboljšanje (homogenizacija), oni će se vratiti (uvesti, importirati) ponovno u ZIS.

Za to je bio potreban razvoj ZIS-funkcionalnosti *izvoz* (eksport) i *uvoz* (import) za potrebe homogenizacije, kako bi tijekom homogenizacije bili neovisni o dobavljaču ZIS-a. Razmjenski SHP-format je dopunjen, a omogućen je izvoz i uvoz cijele katastarske općine.

Za analizu podataka koji se nalaze u ZIS-u izvezeni su podaci nekoliko katastarskih općina u razmjenskom SHP-formatu, te su analizirani u topološkom i atributnom smislu.

2.5.1. Točke i koordinate u ZIS-u

Radi lakšeg razumijevanja, ovdje se navodi kako su označavane koordinate u daljnjem tekstu (iako to nije u potpunosti ispravno): E i N – stvarne koordinate točaka (“mjerene”, tj. određene na terenu) u koordinatnom sustavu HTRS96/TM; Y i X – koordinate za održavanje digitalnoga katastarskog plana (te su koordinate također, većinom, u koordinatnom sustavu HTRS96/TM pa bi ih ispravnije bilo nazvati e i n , odnosno E_{odr} i N_{odr}).

Analizom i vizualizacijom atributa i položaja točaka utvrđeno je da u ZIS-u postoji nekoliko slučajeva koji se redovito pojavljuju:

- točke imaju samo koordinate za održavanje DKP-a (Y i X), a ne postoje stvarne koordinate (E i N) ili su one jednake 0 – to su *obične lomne točke* u DKP-u nastale uglavnom vektorizacijom i većina ih je takva,
- točke imaju koordinate za održavanje DKP-a (Y , X) i postoje stvarne koordinate (E i N) kao atributi – to su *točke s parovima koordinata* u DKP-u, i pritom postoji nekoliko različitih situacija:
 - koordinate za održavanje DKP-a (Y i X) jednake su stvarnim koordinatama (E i N) ili se vrlo malo razlikuju (unutar 0–2 cm) – naizgled je riječ o preklopu, ali može biti da su na mjestu stvarnih koordinata E i N unesene koordinate za održavanje DKP-a (Y i X). Takve je slučajeve potrebno posebno razmotriti i razdvojiti jer je to čest slučaj koji proizlazi iz ZIS-a zbog toga što su se do verzije ZIS-a 3.0.4. od 29. 10. 2016. iz standardne CSV-datoteke u atribut stvarne koordinate učitavale koordinate za održavanje DKP-a (kolone 2 i 3, te 10 i 11 iz CSV-a obrnuto su se očitavale u ZIS do tog datuma, nakon čega je to ispravljeno),
 - koordinate za održavanje DKP-a (Y i X) različite su od stvarnih koordinata (E i N); u tom slučaju postoji vektor pomaka na stvarni položaj i načelno je riječ o uklopu,
 - koordinate za održavanje DKP-a (Y i X) različite su od stvarnih koordinata, ali se na mjestu stvarnih koordinata (E i N) nalaze koordinate u HDKS-u (vektori pomaka na stvarni položaj su golemi) – ako se te točke žele upotrebljavati u homogenizaciji, treba ih prethodno transformirati u novi datum.

Prilikom provođenja promjena, odnosno učitavanja točaka iz standardnih CSV-datoteka u ZIS, za točke uklopa popunjavaju se atributi E i N sa stvarnim koordinatama, a za točke preklopa ne, dok se drugi atributi (pa tako i *nastanak*) popunjavaju za sve točke. Tako pri izdavanju podataka iz ZIS-a putem GML-a postoje točke s popunjenim atributima E i N i one kojima su ti atributi prazni (ili jednaki 0). Za točke koje nemaju popunjen atribut E i N , a vrijednost atributa *nastanak* ima vrijednost između 3 i 7, indirektno bi se moglo zaključivati da je riječ o “mjerenim” točkama na stvarnom položaju. Zbog jednoznačnosti, ali i nekih drugih razloga, prevladalo je stajalište da se ubuduće promijeni ZIS tako da se svim “mjerenim” točkama popunjavaju atributi stvarnih koordinata E i N .

Zaključak je ove analize da u ZIS-u postoji šaroliko stanje atributnih podataka, a posebno atributa o stvarnim koordinatama, te će u homogenizaciji trebati voditi računa o tome i ispraviti podatke gdje god je to moguće, a pokrenuta je inicijativa da će se održavanjem atributi o stvarnim (“mjerenim”) koordinatama (E i N) popunjavati, bez obzira je li riječ o uklopu ili preklopu. Time će podaci biti jednoznačni, pa će se prilikom izdavanja podataka iz ZIS-a znati što je kakve kvalitete.

2.5.2. Topologija u ZIS-u

Iako se u javnosti smatra da su u ZIS-u podaci topološki ispravni (tako je barem proklamirano), stanje s podacima nije takvo. Postoji niz topološki neispravnih podataka koji se mogu podijeliti na inicijalno migrirane kao topološki neispravne, te na one koji su nastali u postupku održavanja.

Inicijalno migrirani podaci kao topološki neispravni uglavnom su oni koji su migrirani iz Vektorije. Ti podaci vrve topološkim pogreškama, koje se u postupku održavanja i dalje proizvode (npr. na dodiru poligona uporabe i poligona katastarske čestice ne postoji točka (*verteks*) pa poligon uporabe ne korespondira s katastarskom česticom, poligon uporabe se nalazi ispod zgrade i sl.), ali postoje napori da se spriječi nastanak novih topoloških pogrešaka u održavanju.

Zaključak je ove analize da će se prioritetno započeti homogenizacija na katastarskim općinama koje nisu prethodno održavane u Vektoriji. Daljnji je zaključak da će se na početku homogenizacije obaviti kontrola kvalitete digitalnoga katastarskog plana kako bi se znalo s kakvim podacima se ulazi u postupak homogenizacije. Ako se utvrdi da su pogreške takve da neće utjecati na homogenizaciju, naložit će se katastarskim uredima da se uočene pogreške isprave nakon što se katastarska općina homogenizira, jer ako bi se takve pogreške ispravljale prije homogenizacije, to bi zaustavilo proces homogenizacije na nepoznati rok.

3. Dopuna metodologije

U razdoblju od 2013. do 2015. proveden je projekt IPA 2010, u kojem su donesene *Tehničke specifikacije s procedurama za kontrolu kvalitete homogenizacije katastarskih planova* (Zavod za fotogrametriju 2015) i tehničko rješenje primjenom programa FME (engl. *Feature Manipulation Engine*), te se smatralo da su ostvareni svi tehnički preduvjeti za provođenje postupka homogenizacije. Kako je navedeni projekt korespondirao s migracijom DKP-a u ZIS, u službenu je uporabu

stavljen samo dio homogeniziranih katastarskih općina, dok je dio katastarskih općina homogeniziran nakon migracije, ali tako homogenizirane nisu migrirane u ZIS i nisu u službenoj uporabi.

Za izradu poslovnog procesa obavljena je sveobuhvatna analiza postojećeg stanja digitalnih katastarskih planova grafičke izmjere, analiza postojeće metodologije i postojećih tehničkih rješenja i procedura, te je zaključeno da metodologija i tehnička rješenja koja podrazumijevaju odabir identičnih točaka za homogenizaciju prosječne gustoće 0,2 točke/1 ha, odnosno prosječno 1 identična točka na 5 ha na temelju kojih se obavlja transformacija (globalna + lokalna) dala bi (vjerojatno) dobre rezultate da se homogenizacija provela neposredno nakon vektorizacije, ali danas to više nije dostatno.

Postojeća metodologija i tehnička rješenja ne mogu riješiti niz anomalija na digitalnim katastarskim planovima grafičke izmjere, od kojih su neke nastale izvorno prilikom grafičke izmjere, a većina prilikom vektorizacije i održavanja (u analognom i digitalnom obliku). Većina je tih anomalija navedena u poglavlju analize, a zajedničko im je da su to uglavnom iznenadne i nagle promjene kontinuiteta prostornih podataka. Dodatna poteškoća bila je činjenica da su svi digitalni planovi migrirani u ZIS.

Digitalni katastarski plan cijele katastarske općine često u sebi ima dijelove različite kvalitete. To su primjerice veća područja s pouzdanim položajem točaka (parcela) za koje su provedeni elaborati (dio nove izmjere, gospodarske zone, regulacije potoka i rijeka, lokalno poboljšan DKP i sl.) i/ili područja koja u pogledu svog položaja znatno odstupaju od okoline, odnosno ostatka katastarske općine (prilozi, enklave, otoci, elaborati kartirani preklonom kada to nije bilo opravdano i sl.).

Takva se područja ne mogu (i ne smiju) homogenizirati (transformirati) s istim parametrima kao ostatak katastarske općine. Na takvim je dijelovima bilo potrebno uvođenje tzv. lomnih linija (engl. *break, constraint*), a mogu se prepoznati prije početka homogenizacije i/ili u prvim iteracijama homogenizacije (na temelju matematičkih i/ili vizualnih rezultata kontrole kvalitete). To su, dakle, zaokružena područja koja u pogledu (ne)homogenosti znatno odstupaju od svoje bliže okoline i/ili ostatka katastarske općine.

Ona se definiraju tako da se nacrtana granica oko tih područja, čime se *izoliraju* od ostatka, a transformacija će se tada obaviti za svako *izolirano područje* posebno, i to samo na temelju parametara transformacije unutar tog područja, ali istovremeno u sklopu homogenizacije cijele katastarske općine. Granice izoliranih područja se dakle definiraju na mjestima prostornog diskontinuiteta grafičkih podataka.

Nadalje, po dosadašnjoj metodologiji i tehničkim rješenjima, bez uporabe detaljnih točaka iz provedenih elaborata (za koje postoje stvarne koordinate), katastarski bi se planovi pokvarili, a ne poboljšali, i to u svojem najboljem dijelu. Pritom je trebalo riješiti *gravitacijski utjecaj* nejednolikog rasporeda detaljnih točaka, a to je postignuto ograničenjem njihova utjecaja samo na svoju okolinu.

Stoga je postojeća metodologija izmijenjena (dopunjena) tako da se u postupak homogenizacije osim *identičnih točaka za homogenizaciju* dodatno uključe *granice izoliranih područja* čime se omogućava da se područja različite (ne)homogenosti transformiraju zasebno, kao i točke iz elaborata koje u postupku transformacije dodatno utječu na poboljšanje katastarskog plana tako da se svim točkama koje su kartirane preklonom očuva položaj na DKP-u, a točke koje su kartirane uklopom

da se dovode na stvarni položaj i da pritom utječu i na svoju okolinu uz ograničeni utjecaj. Uza sve navedeno, pritom se ažuriraju (poboljšavaju) atributi (i točkama i katastarskim česticama).

Daljnje dodatno poboljšanje proizlazi iz utjecaja na koncept održavanja gdje je pokrenuta aktivnost da se svim točkama koje imaju “mjerene” koordinate one unose u ZIS kao atribut, jer danas to nije dosljedno. Sve će se to uskladiti s razvojem sustava digitalnoga geodetskog elaborata.

3.1. Identične točke za homogenizaciju

Osnova za homogenizaciju su identične točke. 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 DOF-a ili dr.) prema propisanoj gustoći i rasporedu. Njihova pouzdanost pak ovisi ponajprije o ispravnoj identifikaciji točke na katastarskom planu i na terenu.

Identične točke za homogenizaciju definiraju se kao vektori sa svojom početnom i krajnjom koordinatom, gdje je početna točka vektora – *ima* (točka na katastarskom planu, tj. koordinate za održavanje DKP-a), a krajnja točka vektora – *treba* (točka stvarnog položaja, tj. koordinate *E*, *N* stvarnog položaja). Identične točke za homogenizaciju određuju se dakle crtanjem linija u smjeru *ima* – *treba* na za to pripremljenom sloju *IT-vektori* u za to pripremljenoj DWG-datoteci.

Izbor pouzdanih identičnih točaka za homogenizaciju najviše ovisi o iskustvu stručnjaka koji dobro poznaje katastarski plan i načine njegova održavanja. Nisu svi podaci na digitalnom katastarskom planu jednake točnosti i međusobno homogeni (nastali su u različitom vremenu, različitom metodom ucrtavanja, od različitih izvođača, različitom tehnologijom mjerenja i sl., treba uvažavati razlike intravilana i ekstravilana i sl.). Odabir identičnih točaka za homogenizaciju trebaju obavljati vrsni geodetski stručnjaci s višegodišnjim iskustvom. Svako područje u RH ima svoje specifičnosti i probleme i zato je prilikom odabira odnosno kontrole odabira identičnih točaka za homogenizaciju potrebno uključiti i najbolje stručnjake iz katastarskih ureda.

3.2. Metoda izoliranih područja

Izolirana područja zaokružena su područja koja znatno odstupaju u pogledu (ne) homogenosti od svoje bliže okoline i/ili ostatka katastarske općine. Takav pristup ekstremno proširuje mogućnosti homogenizacije, jer se svako zaokruženo (izolirano) područje može:

- Zadržati na svom položaju ako se unutar tog područja ne zada ni jedna identična točka za homogenizaciju (vektor) ili se zada jedan ili više nul-vektora.
- Cijeli blok (izolirano, zaokruženo područje) može se pomaknuti (engl. *move*) potpuno neovisno o ostatku katastarske općine ako se zada samo jedan vektor unutar tog područja.
- Cijeli blok (izolirano, zaokruženo područje) može se translirati, rotirati i mijenjati mjerilo (potpuno neovisno o ostatku katastarske općine), ako se zadaju samo dva vektora.

- Ako se zadaju tri vektora, za cijelo izolirano područje obavlja se samo lokalna (adaptivna) transformacija (u tom slučaju nema ocjene točnosti).
- Ako se zadaju četiri ili više vektora, za cijelo izolirano područje obavlja se i globalna (afina) i lokalna (adaptivna) transformacija (u tom se slučaju daje ocjena točnosti).

Identične točke za homogenizaciju definiraju se kao vektori (linije u smjeru *ima – treba*), a identične točke za homogenizaciju (vektori) unutar izoliranog područja pritom nemaju nikakav utjecaj na ostatak katastarske općine, niti identične točke izvan izoliranog područja utječu na transformaciju unutar izoliranog područja.

Područje se izolira tako da se nacrtta zatvorena (poli)linija oko željenog dijela (ili detalja), a to je praktično za korištenje u sljedećim primjerima:

- Ako se određena područja žele zadržati na svom položaju (npr.: gospodarska zona kartirana je preklpom uz prilagodbu okoline, a ostatak treba homogenizirati, tada je dovoljno samo oko gospodarske zone nacrtati zatvorenu (poli)liniju i gospodarska zona ostaje na mjestu; ako je elaborat kartiran preklpom kada to nije bilo opravdano, dovoljno je samo zaokružiti to područje – u tom slučaju sve unutar zaokruženog područja ostaje na mjestu, a ostatak, izvan granice, transformira se prema parametrima homogenizacije za vanjsko područje; katastarska općina ima dio na kojem je provedena nova izmjera, u tom je slučaju dovoljno oko tog dijela nacrtati granicu i to područje se ne homogenizira).
- Ako se određeni detalj želi transformirati neovisno o ostatku katastarske općine (npr.: kvart (otok) između ulica može se neovisno pomaknuti ako se to područje zaokruži i zada samo jedan vektor; područje s jedne strane ulice potrebno je translahirati (transformirati) u jednom smjeru, a područje s druge strane u drugom smjeru – potrebno je samo zaokružiti područja i unutar njih zadati “svoje” vektore; izoliranje područja treba primjenjivati i u slučajevima kada je potrebna transformacija neovisna o ostatku katastarske općine, npr. u slučajevima gdje postoje priloz, enklave, otoci i sl.).

Veličina i broj izoliranih područja nisu ograničeni, pa se tako izolirano područje može definirati kao veće područje različitog mjerila, cijeli kvartovi, dijelovi kvartova, pojedinačni elaborati, cijela parcela ili dio nje, pa čak i jedna točka.

Hijerarhija između izoliranih područja ne postoji, pa ako se definira izolirano područje unutar izoliranog područja, ona su ravnopravna. Ako se definira jedno izolirano područje, ostatak katastarske općine automatski se smatra drugim izoliranim područjem, ako se ne definira ni jedno izolirano područje, cijela katastarska općina automatski se smatra jednim izoliranim područjem.

3.3. Detaljne točke iz elaborata

Postoji velik broj provedenih elaborata (pojedinačni elaborati, ceste, zone i dr.) koji su kartirani *preklpom* i kojima bi se homogenizacijom samo na temelju identičnih točaka promijenio (pokvario) položaj ako se ne bi koristile i detaljne točke iz elaborata.

Osim toga, zakonska rješenja previđaju evidentiranje stvarnog položaja već evidentiranih katastarskih čestica, te svakako ne bi bilo opravdano da se katastarskim česticama kojima je stvarni položaj već evidentiran taj položaj promijeni.

Uporaba detaljnih točaka iz provedenih elaborata je, dakle, potrebna kako se homogenizacijom katastarski plan ne bi pokvario na dijelovima gdje su promjene provedene preklomom (time se one mogu zadržati na stvarnom položaju).

Detaljne točke iz provedenih elaborata koji su kartirani uklopom (i ako postoje stvarne koordinate) mogu se upotrebljavati za automatsko prekartiranje na stvarni položaj, te pritom sudjelovati u dodatnom poboljšanju svoje okoline.

Geodetski izvoditelji već godinama dostavljaju “mjerene” koordinate, odnosno koordinate stvarnog položaja “mjerenih” točaka u sklopu elaborata, te će sada katastarski uredi trebati prikupiti te datoteke, koliko god ih imaju i koliko god ih mogu prikupiti. Kako se to ne bi pretvorilo u dug i beskrajan zadatak, razrađen je postupak prikupljanja i uporabe točaka iz elaborata za postupak homogenizacije. U sklopu tog projekta izrađena je uputa za prikupljanje datoteka točaka iz elaborata u svrhu homogenizacije i pomoćno tehničko rješenje CeeSVE za visokoautomatiziranu obradu datoteka točaka iz elaborata.

Testiranjem na stvarnim pilot lokacijama u PUK-u Varaždin i PUK-u Sisak utvrđeno je da prikupljanje i obrada točaka iz elaborata ne traje duže od nekoliko dana po katastarskoj općini.

Svrha je uporabe točaka iz elaborata: (1) za očuvanje položaja točaka DKP-a koje su kartirane preklomom, (2) po mogućnosti za dovođenje na stvarni položaj točaka koje su kartirane uklopom, (3) unosom tih (stvarnih) koordinata u ZIS za trajno označavanje tih točaka kao točaka sa stvarnim koordinatama u DKP-u, te (4) dijelom za odabir identičnih točaka za homogenizaciju.

4. Pomoćna tehnička rješenja

Kako bi se teorijski postupak homogenizacije mogao praktično provoditi, potrebno je bilo izraditi pomoćna tehnička rješenja te ih testirati na stvarnim podacima. Izrađena pomoćna tehnička rješenja omogućuju da se uporaba točaka iz elaborata krajnje pojednostavni, a algoritam za homogenizaciju dopunjen je s novom metodom izoliranih područja i uporabom detaljnih točaka iz elaborata, gdje se sve obrađuje zajedno i istovremeno, tako da je postupak transformacije krajnje pojednostavnjen. Testiranje je provedeno u dva područna ureda za katastar (PUK) na 40 katastarskih općina.

4.1. Upitnik – prikupljanje inicijalnih podataka o katastarskoj općini

U pripremnom razdoblju katastarski uredi popunjavaju inicijalne podatke za sve katastarske općine. U Središnjem uredu Državne geodetske uprave (SU DGU) postoji niz podataka o katastarskim općinama, ali za potrebe homogenizacije bilo je potrebno još podataka, te je za tu svrhu izrađen *Upitnik* kao samostalna aplikacija (slika 2).

Prethodno je popunjena baza sa svim raspoloživim podacima o katastarskim općinama, tako da je popunjavanje upitnika osmišljeno kao dopuna, provjera i po potrebi ažuriranje postojećih podataka.

Pregled i unos podataka za homogenizaciju katastarskih planova

Baranjsko Petrovo Selo <- ODABIR KAT. OPĆINE Popunjavanje za KO završeno Popunjavanje upitnika zaključano od SU DGU Središnji ured DGU -

Upute | Osnovni podaci | Podaci o državljanju | Podaci za homog... | Susjedne KO | Resursi | Karta | Analiza

Ime KO: Baranjsko Petrovo Selo MB: 300012 Površina: 2.885 ha

Podaci o katastarskom planu

| Izvorno mjerilo | Metoda izmjere | Godina nastanka | Godina reprodukcije katastarskog plana |
|-----------------|----------------|-----------------|--|
| 2000 | Komasacija | | |
| 2880 | Grafička | | |
| | | | |
| | | | |

Digitalni katastarski plan postoji DA NE DIO Način nastanka DKP-a

Imate li skenirane analogne katastarske planove u uredu? DA NE DIO

Ocjena kvalitete vektorizacije: DOBRO LOŠE NE ZNAM Spajanje rasterskih listova ispravno DA NE NE ZNAM Spajanje različitih mjerila ispravno DA NE NE ZNAM

Opis anomalija (napomena - spajanje detaljnih listova, različitih mjerila, kvaliteta izvršene vektorizacije i dr.)

Ostale prostorne podloge (digitalna ortofoto karta, Hrvatska osnovna karta, ostalo)

Opišite Vama poznate specifičnosti prostornih podloga (primjećene položajne netočnosti na DOF-u, HOK-u i sl.)

Napomena katastarskog ureda
Kratka napomena katastarskog ureda o predmetnoj katastarskoj općini

Slika 2. Upitnik kao samostalna aplikacija.

Upitnik omogućava prijavu svakom katastarskom uredu na razini Područnog ureda za katastar i/ili Odjela za katastar nekretnina odnosno Ispostave, a Središnji ured Državne geodetske uprave ima trenutni pregled, mogućnost administriranja, dodjeljivanje PIN-ova za pristup i mogućnost daljinskog zaključavanja popunjavanja. Svi se podaci spremaju na centralno mrežno razmjensko mjesto.

Upitnik ima i mogućnost grafičkog pregleda i analize. Na temelju analize prikupljenih podataka u upitniku određuju se najpogodnije katastarske općine na kojima će se obaviti homogenizacija. Iz upitnika se može automatski generirati nacrt elaborata o provedenoj homogenizaciji, izvješće o osnovnim podacima i ulaznim podacima za odabranu katastarsku općinu koje sadržava i sve metapodatke svake katastarske općine i dr.

4.2. Program za učitavanje i obradu datoteka točaka – CeeSVE

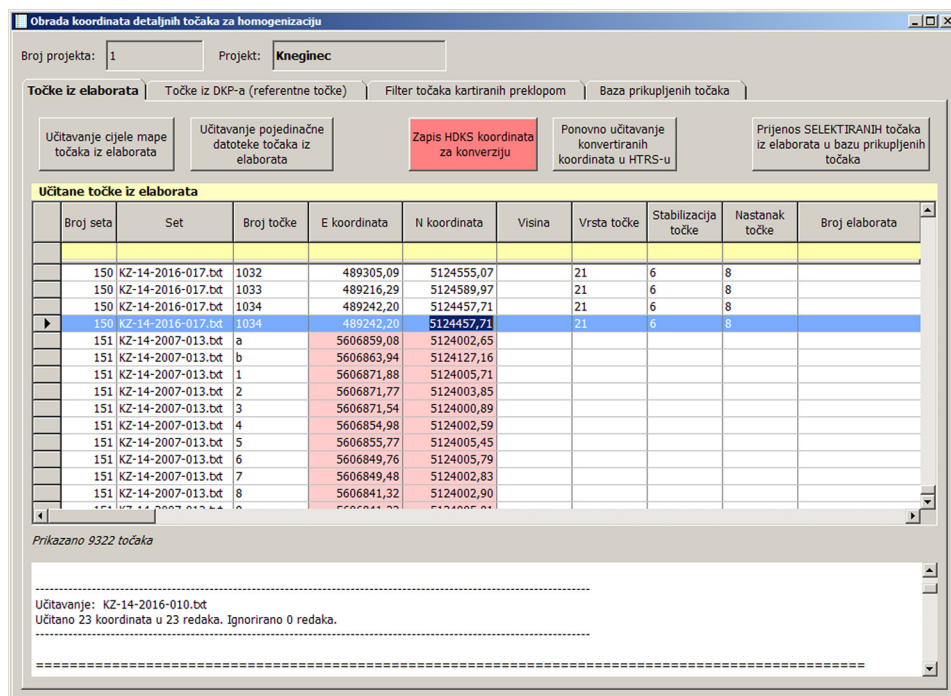
Prikupljanje točaka iz elaborata za potrebe homogenizacije naizgled je velik zadatak, ali da se to ne bi pretvorilo u složen i beskrajan zadatak, izrađene su *Upute za prikupljanje datoteka s koordinatama iz elaborata u svrhu homogenizacije katastarskog plana* i pomoćno programsko rješenje koje obavlja visokoautomatiziranu obradu prikupljenih datoteka s koordinatama.

Katastarski uredi u pripremnom razdoblju prikupljaju datoteke točaka s koordinatama iz provedenih elaborata prema izrađenoj uputi. Točke se mogu prikupiti iz

ZIS-a (one koje su već unesene u ZIS), iz standardnih CSV-datoteka koje katastarski uredi posjeduju, iz DWG-datoteka prije migracije (cijele katastarske općine ili većeg dijela ako takve DWG-datoteke postoje), iz popisa katastarskih čestica koje su kartirane preklpom (ako je takav popis moguće napraviti), te iz drugih (nestandardnih) datoteka ako ih katastarski uredi posjeduju, i iz nekih drugih izvora.

Sve prikupljene datoteke točaka iz elaborata učitavaju se u pomoćno programsko rješenje.

Izrađeno pomoćno programsko rješenje CeeSVE (slika 3) obavlja visokoautomatiziranu obradu datoteka točaka iz elaborata u 4 koraka:



Slika 3. Pomoćno tehničko rješenje CeeSVE.

- Korak 1 – učitavanje datoteka točaka iz elaborata, a pritom ima funkcionalnost:
 - učitavanja datoteka točaka iz elaborata (učitanje cijele mape točaka iz elaborata s koordinatama i/ili učitavanje pojedinačnih datoteka),
 - prilikom učitavanja prepoznaje i čita većinu formata (.txt, .csv, .lst, .f25, .xls i sl.), automatski obavlja strukturiranje, uklanja (preskače) prazne redove i redove koji ne sadrže koordinate, automatski prepoznaje razmake (engl. *delimiter*) između podataka (razmak – engl. *space*), tab, zarez, točka-zarez, ...), automatski prepoznaje postoji li unutar broja točke razmak (npr.: IT 1), automatski prepoznaje način odvajanja decimalnog mjesta koordinata (točka ili zarez), automatski zaokružuje koordinate na dvije decimale te pruža

moгуćnost naknadne ručne korekcije (editiranje, dodavanje, brisanje i sl.). Sve učitane točke iz elaborata zapisuje u internu memoriju kao jedan skup podataka za svaku datoteku, a svaka točka sadrži naziv datoteke kao atribut (naziv datoteke iz koje je učitana),

- automatski prepoznaje i označava koordinate u HDKS-u, nudi rješenje za takve točke (izvoz za transformaciju u novi datum i ponovni uvoz nakon transformacije),
 - prijenos (zapisivanje) u bazu prikupljenih točaka (sve točke, samo selektirane ili samo filtrirane).
- Korak 2 – učitavanje svih točaka DKP-a iz ZIS-a kao referentne datoteke:
 - to su sve koordinate iz DKP-a proizašle iz ZIS-a (datoteka za učitavanje je generirana procedurom SHP2DWG i nikakve se druge točke ovdje ne mogu učitati osim DKP-a),
 - točke koje u atributima *E* i *N* imaju vrijednosti u HDKS-u automatski prepoznaje i označava, te nudi rješenje (izvoz za transformaciju u novi datum i ponovni uvoz nakon transformacije),
 - prijenos (zapisivanje) u bazu prikupljenih točaka (selektirane i/ili filtrirane, te prema popisima katastarskih čestica i elaborata).
 - Korak 3 – automatska obrada točaka:
 - automatska obrada točaka provodi se na bazi prikupljenih točaka u kojoj se nalaze točke iz elaborata i točke DKP-a, a podrazumijeva: svođenje bliskih točaka na DKP (engl. *snap*) unutar tolerancije, svođenje bliskih točaka sa stvarnim koordinatama na jednu prema važnosti, eliminiranje dvostrukih (ili višestrukih) točaka unutar tolerancije (i po koordinatama za održavanje i po koordinatama stvarnog položaja), razvrstavanje pogodnih točaka uklopa (za automatsko prekartiranje) i preklopa (za automatsko zadržavanje stvarnog položaja), te slobodnih točaka (za eventualnu kasniju ručnu uporabu) i dr.
 - Korak 4 – zapis točaka u DXF/CSV:
 - zapis obrađenih koordinata iz baze prikupljenih točaka u standardne zapise (CSV, DXF) za uporabu u homogenizaciji.

Baza prikupljenih točaka sadrži, dakle, prikupljene točke iz elaborata i odabrane točke iz ZIS-a, na njoj se provodi automatska obrada, te se na kraju točke razvrstavaju za automatsko korištenje u homogenizaciji.

Testiranjem na stvarnim lokacijama (PUK Sisak i PUK Varaždin) na 40 katastarskih općina utvrđeno je da cijeli postupak prikupljanja datoteka koordinata prosječno ne traje duže od nekoliko dana po katastarskoj općini, a pomoćno programsko rješenje CeeSVE u funkcionalnom je stanju i ocjena je da radi pouzdano te oslobađa većine manualnog rada s točkama, a obrada točaka se za jednu katastarsku općinu može obaviti unutar sat-dva.

4.3. Procedura za homogenizaciju

Kako bi se homogenizacija mogla provoditi prema teorijskoj razradi izrađena je i FME-procedura *Homogenizacija_2017.fmw*, koja sadrži transformacijski algoritam za homogenizaciju DKP-a. Taj algoritam ima ugrađene sljedeće korake, koji se na temelju prethodno definiranih parametara za homogenizaciju odvijaju automatski jedan iza drugoga:

- 1) *Globalna transformacija* – afina transformacija svih identičnih točaka za homogenizaciju. Svrha joj je poboljšanje smještaja DKP-a cijelog tretiranog područja u državni koordinatni sustav, tj. uklanjanje one komponente deformacije (ili pomaka položaja) koja je zajednička ili svojstvena cijelom području. Ta se transformacija provodi pomoću FME-transformera *AffineWarper* i vektora identičnih točaka za homogenizaciju.
- 2) *Lokalna transformacija* – adaptivna transformacija svake pojedine točke zahvaćenog područja DKP-a metodom interpolacije inverznim kvadratnim udaljenostima. Svrha joj je poboljšanje nehomogenosti DKP-a zbog lokalnih deformacija nastalih grafičkom izmjerom, tj. uklanjanje komponente deformacije položaja točke koja je svojstvena njezinu lokalnom području. Ta se transformacija provodi pomoću FME-transformera *RubberSheeter* i vektora identičnih točaka za homogenizaciju.
- 3) *Korištenje detaljnih točaka iz elaborata* (s poznatim stvarnim koordinatama) za dodatno poboljšanje DKP-a – adaptivna transformacija koja točke kartirane preklpom zadržava na svom položaju, a točke kartirane uklopom dovodi na stvarni položaj i pritom dodatno poboljšava i svoju okolinu. Svrha je toga koraka očuvanje položaja točaka kartiranih preklpom te dovođenje točaka kartiranih uklopom s poznatim stvarnim koordinatama na stvarni položaj, uz dodatni utjecaj na poboljšanje DKP-a u svojoj okolini. Ta se transformacija provodi pomoću FME-transformera *RubberSheeter* i detaljnih točaka iz elaborata, a uklanja preostale pogreške između položaja DKP-a nakon provedene lokalne transformacije i stvarnih koordinata točaka iz elaborata, uz ograničenje utjecaja na okolinu prema metodi inverzne kvadratne udaljenosti računane prema veličini preostale pogreške.
- 4) *Korištenje metode izolacije područja različite unutarne (ne)homogenosti* – taj dio algoritma upotrebljava sve tri prije opisane transformacije unutar svakog izoliranog područja. Transformacije se obavljaju automatski na temelju ucrtane granice izoliranog područja unutar svakog područja. Svrha je toga koraka potpuno neovisna transformacija izoliranog područja o njegovoj okolini. Takav je pristup potreban zbog onih dijelova DKP-a grafičke izmjere koje karakterizira diskontinuitet (ne)homogenosti od svoje okoline i/ili ostatka DKP-a, pa ih se jedinstvenim transformacijskim parametrima za cijelo područje ne može ispravno transformirati (poboljšati). S obzirom na broj identičnih točaka unutar svakog izoliranog područja ono se može:
 - zadržati na svom položaju ako se unutar tog područja ne zada ni jedna identična točka (vektor) za homogenizaciju ili se zada jedan ili više nul-vektora,
 - pomaknuti (translatirati) cijeli blok (izolirano, zaokruženo područje) potpuno neovisno o ostatku katastarske općine ako se zada samo jedan vektor unutar tog područja,
 - translatirati, rotirati i mijenjati mjerilo na jednom dijelu (unutar izoliranog, zaokruženog područja), potpuno neovisno o ostatku katastarske općine, ako se zadaju samo dva vektora,
 - obaviti lokalnu transformaciju za cijelo izolirano područje (samo adaptivna transformacija) ako se zadaju tri vektora (u tom slučaju nema ocjene točnosti),
 - ako se zadaju četiri ili više vektora, za cijelo izolirano područje obavlja se i globalna (afina) i lokalna (adaptivna) transformacija.

Identične točke za homogenizaciju (vektori) unutar izoliranog područja nemaju nikakav utjecaj na ostatak katastarske općine, niti identične točke izvan izoliranog područja utječu na transformaciju unutar izoliranog područja.

Detaljne točke iz elaborata (ako postoje) utječu na okolinu samo unutar izoliranog područja u kojem se nalaze.

Algoritam za homogenizaciju osim metode izoliranih područja upotrebljava dvije razine vektora, odnosno dvije razine transformacije. Prva razina transformacije koristi se identičnim točkama za homogenizaciju i na temelju njih računa parametre globalne i lokalne transformacije. Pritom je važno da identične točke za homogenizaciju imaju propisanu gustoću (oko 1 identična točka na 5 ha) i relativno pravilan raspored. Nepravilan raspored identičnih točaka za homogenizaciju odnosno znatno veća gustoća vektora s jedne strane može prouzročiti efekt *gravitacije*. Zbog toga pripremna procedura konstruira pravilnu mrežu kvadrata 200x200 m radi lakšeg i pravilnijeg izbora identičnih točaka za homogenizaciju.

Druga razina transformacije koristi se detaljnim točkama iz elaborata, ali uključuje i identične točke za homogenizaciju. U tom se slučaju upotrebljava ista metoda lokalne transformacije, ali je pritom utjecaj detaljnih točaka ograničen na svoju okolinu i pada prema metodi inverzne kvadratne udaljenosti računane prema veličini pogreške, odnosno popravke do stvarnog položaja, čime je minoriziran i znatniji utjecaj *gravitacije* nepravilnim rasporedom detaljnih točaka.

Taj je složeni algoritam za homogenizaciju DKP-a središnji dio ugrađen u FME-proceduru za homogenizaciju DKP-a koja nakon pokretanja provodi sva četiri transformacijska koraka potpuno automatski.

Procedura za homogenizaciju ima ugrađene i komponente ocjene točnosti i kontrole kvalitete.

5. Homogenizacija – skraćeni opis poslovnog procesa

Razrađeni poslovni proces predviđa tri osnovne razine sudionika: Središnji ured DGU-a, katastarski uredi i izvoditelji homogenizacije, te svatko u procesu ima svoju ulogu. Izvoditelji homogenizacije su u pilot-projektu na 40 katastarskih općina bili djelatnici dvaju područnih ureda za katastar, a za daljnjih 360 katastarskih općina raspisan je javni natječaj za ovlaštene geodetske tvrtke.

5.1. Ulazni podaci za homogenizaciju

U razrađenom poslovnom procesu izvoditelji trebaju prikupiti ulazne podatke za homogenizaciju, i to: inicijalne podatke o katastarskoj općini, detaljne točke iz elaborata, digitalni ortofoto i digitalni katastarski plan (DKP).

5.1.1. Inicijalni podaci o katastarskoj općini

U pripremnom razdoblju katastarski uredi popunjavaju inicijalne podatke za sve katastarske općine na temelju kojih je provedena analiza i određene su najpogodnije katastarske općine na kojima će se obaviti homogenizacija. Svi tako

prikupljeni podaci koji sadrže sve metapodatke svake katastarske općine isporučuju se izvoditeljima homogenizacije za izradu izvješća i elaborata o provedenoj homogenizaciji.

5.1.2. Detaljne točke iz elaborata

Detaljne točke iz elaborata prikupljaju se također u pripremnom razdoblju prema uputi za prikupljanje datoteka s koordinatama iz elaborata u svrhu homogenizacije katastarskog plana. Te podatke prikupljaju katastarski uredi u pripremnom razdoblju i dostavljaju ih izvoditeljima koji ih trebaju obraditi s pomoćnim programskim rješenjem CeeSVE i upotrebljavati ih u postupku homogenizacije.

5.1.3. Digitalni ortofoto – DOF

Digitalni ortofoto upotrebljavat će se kao podloga, za kontrolu prikupljenih točaka iz elaborata, te za odabir i proglašivanje identičnih točaka za homogenizaciju, posebno na dijelovima gdje ne postoje točke iz elaborata (prostori s velikim površinama poljoprivrednog, šumskog ili neplodnog zemljišta i područja na kojima ima malo promjena).

Dobava DOF-a omogućena je preko WMS-a (Web Map Service), te izvoditelji homogenizacije sami preuzimaju DOF-ove preko WMS-a. Prioritetno će se upotrebljavati DOF 2014, a potrebno je preuzeti minimalno dvije vrste DOF-a jer je osim prioritetskoga potrebno upotrebljavati i minimalno jedan DOF kao kontrolni (na raspolaganju je DOF 2011 i DOF 2009).

5.1.4. Digitalni katastarski plan (DKP)

Podaci digitalnoga katastarskog plana (DKP) se za potrebe homogenizacije izvoze iz ZIS-a u SHP-formatu i potom se konvertiraju u DWG za potrebe vizualizacije i odabira parametara za transformaciju.

Prilikom konverzije iz SHP-a u DWG-format automatski se priprema i datoteka (tzv. DWG_IT-datoteka) s pripremljenim slojevima u kojoj će se definirati parametri transformacije (*IT-vektori*, *IP-granice*, *DT-točke* i *DT-vektori*), te kontrolne točke (*KT-vektori*), kao i pomoćna mreža 200x200 m za lakši odabir identičnih točaka, te datoteka svih točaka DKP-a u CSV-formatu koji je prilagođen i proširen za potrebe homogenizacije.

Nakon eksporta, a prije isporuke podataka obavlja se i inicijalna kontrola kvalitete kako bi se utvrdilo i dokumentiralo stanje DKP-a prije homogenizacije.

Taj dio pripreme za isporuku podataka obavlja Središnji ured DGU-a, koji će točno prema dinamičkom planu elektronički dostavljati izvoditeljima i katastarskim uredima netom eksportirane podatke iz ZIS-a za predmetnu katastarsku općinu, kao i rezultate kontrole kvalitete isporučenih podataka DKP-a, te podatke za susjedne katastarske općine.

5.2. Definiranje parametara transformacije

Parametre transformacije definira izvoditelj u CAD-programu u pripremljenoj DWG_IT-datoteci prema Uputi za odabir identičnih točaka za homogenizaciju.

Prema razvijenoj metodologiji, na transformaciju utječu tri vrste parametara: *identične točke za homogenizaciju*, *granice izoliranih područja* i *detaljne točke iz elaborata*.

- *Identične točke za homogenizaciju* – definiraju se crtanjem vektora tj. linija u smjeru *ima – treba* na sloju *IT-vektori*.
- *Granice izoliranih područja* – definiraju se crtanjem zatvorenih linija oko područja na sloju *IP-granica*.
- *Detaljne točke iz elaborata* – učitaju se iz programa CeeSVE, a u postupku homogenizacije se kontroliraju te ako se ustanovi da su pojedine točke nepouzdana jer nepovoljno utječu na rezultate, jednostavno se obrišu i više ne sudjeluju u transformaciji, a ako se pronađu dodatne točke, one se mogu naknadno uključiti crtanjem *DT-vektora* u smjeru *ima – treba*.

Kontrolne točke ne utječu na transformaciju nego služe za kontrolu transformacije:

- *Kontrolne točke* – definiraju se crtanjem vektora, tj. linija u smjeru *ima – treba* na sloju *KT-vektori* (ne utječu na transformaciju nego služe za ocjenu točnosti).

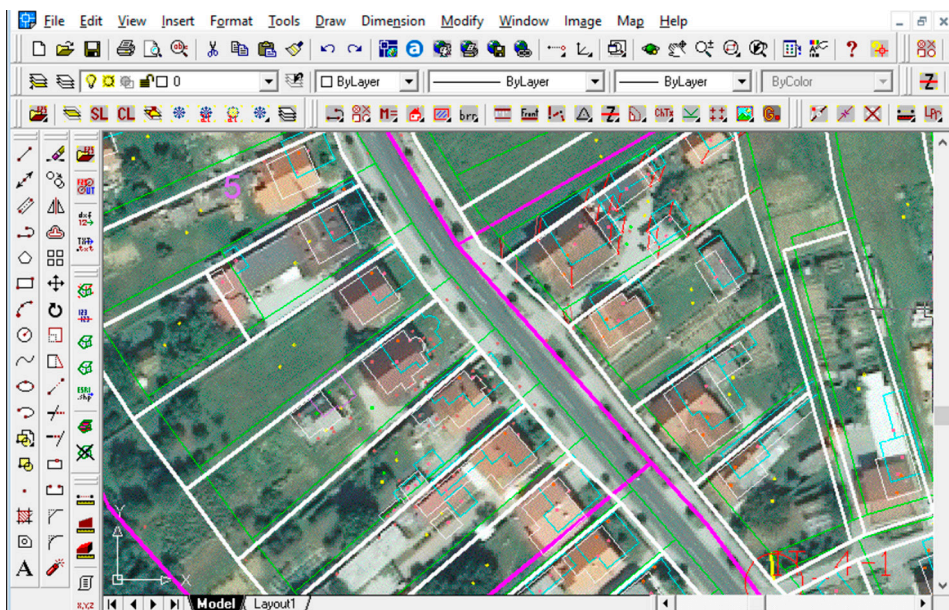
Metodologija i algoritam za homogenizaciju omogućuju da se kombiniranjem svih parametara što utječu na transformaciju postignu kvalitetni rezultati homogenizacije, koji na kraju ovise i o uloženoj trudu i kvaliteti rada operatera koji određuje identične točke za homogenizaciju, o prikupljenim detaljnim točkama iz elaborata i definiranim granicama izoliranih područja.

5.3. Transformacija

Prema definiranim parametrima za transformaciju izvoditelj obavlja radne transformacije DKP-a u DWG-u pomoću FME-aplikacije za homogenizaciju DWG-datoteke.

Rezultate treba nakon svake radne transformacije (iteracije) prekontrolirati (matematički i vizualno) te po potrebi obaviti reizbor identičnih točaka za homogenizaciju (dodavanjem, izbacivanjem, promjenom, i dr.), granica izoliranih područja i detaljnih točaka iz elaborata, te ponavljati radnu transformaciju sve dok rezultati ne budu zadovoljavajući (slika 4).

Kada transformacija nakon nekoliko iteracija daje vizualno zadovoljavajuće rezultate, a matematički se utvrdi da nema grubih pogrešaka, znači da je definiranje parametara za homogenizaciju dobro i konačno. Konačne parametre transformacije i rezultate posljednje transformacije izvoditelj dostavlja katastarskim uredima na kontrolu.



Slika 4. Stanje prije homogenizacije (zelene i plave linije), parametri za transformaciju (ljubičaste linije izoliranih područja, žuti vektori identičnih točaka za homogenizaciju, crveni vektori detaljnih točaka iz elaborata) i stanje nakon transformacije (bijele linije).

5.4. Kontrola kvalitete

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.

Kontrolu kvalitete provodi izvoditelj, a katastarski ured provjerava je li kontrola kvalitete provedena i jesu li rezultati homogenizacije zadovoljavajući. Kontrolu kvalitete potrebno je provoditi tijekom cijelog postupka. O provedenoj kontroli kvalitete izvoditelj treba izraditi tehničko izvješće koje sadrži predviđene podatke i tablice o provedenoj kontroli kvalitete. Svaki provedeni korak kontrole kvalitete potrebno je dostaviti odgovornoj osobi u katastarskom uredu na uvid i odobrenje. Odgovorna osoba u katastarskom uredu potvrđuje uvid i odobrenje provedene kontrole kvalitete upisom datuma odobrenja, i to potvrđuje svojim potpisom.

Nakon što izvoditelji obave svoj dio posla (imaju gotov prijedlog homogenizirane katastarske općine), katastarski ured će kontrolirati odabir konačnih parametara za transformaciju neposredno u nazočnosti izvoditelja. Takav način kontrole omogućava da se neposredno, u zajedničkom radu katastarskog službenika i izvoditelja odmah isprave pogreške ako se uoče.

Konačnu kontrolu kvalitete obavlja SU DGU prije uvoza homogenizirane katastarske općine u ZIS.

5.5. Završetak homogenizacije

Nakon što se utvrdi da posljednja iteracija transformacije daje zadovoljavajuće rezultate, a sve su kontrole kvalitete uspješno provedene, potrebno je izraditi elaborat o provedenoj homogenizaciji, te konačni skup parametara za homogenizaciju dostaviti u Središnji ured DGU-a.

Prema konačnom skupu parametara za transformaciju koje je dostavio izvoditelj, Središnji ured DGU-a obavlja stvarnu transformaciju DKP-a u SHP-formatu pomoću FME-aplikacije za transformaciju SHP-datoteka, a nakon provedene stvarne transformacije slijedi povratak (import, uvoz) homogeniziranih podataka u ZIS.

Ciklus trajanja homogenizacije od početka (početak postupka homogenizacije je dobava DKP-a iz ZIS-a) do ponovnog povratka homogenizirane katastarske općine u ZIS procijenjen je na 10 dana po pojedinoj katastarskoj općini.

6. Zaključak

Katastarski planovi grafičke izmjere još uvijek su u službenoj uporabi na velikoj većini teritorija Republike Hrvatske, ali svojom kvalitetom ne mogu zadovoljiti mnoge potrebe suvremenog društva.

Nova katastarska izmjera najbolji je način kojim bi se dobilo precizno i ažurno stanje prostorne evidencije, ali u tom čekanju da se katastarskim izmjerama riješi stanje evidencija na cijelom području RH, ovlaštene inženjeri geodezije svakodnevno prijavljuju promjene geodetskim elaboratima, a provođenje (ucrtavanje) promjena obavlja se u sklopu održavanja digitalnih katastarskih planova grafičke izmjere najčešće (još uvijek) metodom uklopa. Tom se metodom mjereni podatak mora uklopiti (kvari mu se položaj, a katkad i oblik) i onda se ucrtava u službeni digitalni katastarski plan. Nakon toga se takav (pokvaren) podatak izdaje stranci kao službena isprava.

To se može promijeniti ako se digitalni katastarski plan grafičke izmjere geometrijski tako poboljša da se omogući kartiranje novosnimljenog detalja preklpom, pazeći pritom da se u tom postupku ne pokvare njegovi najbolji dijelovi.

Treba stalno naglašavati da je homogenizacija tehnička radnja kojom se ne mijenja stanje katastarskih podataka u pravnom smislu. Homogenizacija nije evidentiranje stvarnog položaja oblika i površine katastarskih čestica, i ni na koji način ne može zamijeniti katastarsku izmjeru, ali će do trenutka katastarske izmjere održavanje biti olakšano jer će se omogućiti da se rezultati pojedinačnih geodetskih elaborata u službenim evidencijama predstave ispravno (preklpom).

Homogenizacija je, dakle, tehnički postupak geometrijskog poboljšanja katastarskih planova grafičke izmjere pri kojem se vodi briga da se ne pokvare najbolji dijelovi DKP-a (katastarske čestice za koje postoje koordinate stvarnog položaja, a kartirane su preklpom, zadržavaju se na stvarnom položaju, a katastarske čestice koje su kartirane uklopom prekartiraju se na stvarni položaj). U tom se postupku poboljšavaju i atributi (ažuriraju i označavaju), te će

shodno tome i izdavanje podataka biti jednoznačno gdje će se znati što je kakve kvalitete.

Taj je postupak utjecao i na standardizaciju daljnjeg održavanja (unos atributa stvarnih koordinata uvijek, i za uklop i za preklop), a u predstojećoj će se izmjeni propisa kroz elaborate omogućiti dodatno lokalno poboljšanje okoline.

Ipak i dalje postoji opasnost od nestručnoga korištenja homogeniziranih podataka ako se stručna javnost ne osvjesti (educira, upozori) da je homogenizirani podatak – homogenizirani podatak i da ne može biti osnova za prijenos digitalnih podataka na teren (iskolčenja, vještačenja i dr.), jer bi se time činile iste pogreške kao i s pojavom vektoriziranih digitalnih katastarskih planova grafičke izmjere.

Homogenizacija zbog geometrijske promjene DKP-a može u prijelaznom razdoblju prouzročiti kratkotrajne poteškoće, i to u situacijama gdje se pri izradi prostornih prikaza upotrebljavao DKP prije homogenizacije kao podloga (npr. prostorni planovi i sl.). Da bi se omogućilo geometrijsko poboljšanje i takvih prostornih podloga na isti način, parametri transformacije će biti pohranjeni i dostupni.

Literatura

- Borčić, B., Frančula, N. (1969): Stari koordinatni sustavi na području SR Hrvatske i njihova transformacija u sustave Gauss-Krügerove projekcije, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Državna geodetska uprava (2011): Specifikacije za strukturu razmjenskog shape formata i migracija podataka u ZIS (verzija 3.4. od 8. 9. 2011.), Državna geodetska uprava, Zagreb.
- Državna geodetska uprava (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.
- Državna geodetska uprava (2013a): Tehničke specifikacije za određivanje koordinata točaka u koordinatnom sustavu Republike Hrvatske, Državna geodetska uprava, Zagreb.
- Državna geodetska uprava (2013b): Uputa vezana uz postupak izrade parcelacijskih i drugih geodetskih elaborata kao tehničke osnove za održavanje katastarskog operata (digitalnog katastarskog plana), Državna geodetska uprava, Zagreb.
- Roić, M., Kapović, Z., Mastelić Ivić, S., Matijević, H., Cetl, V., Ratkajec, M. (2001): Poboljšanje katastarskog plana – smjernice, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Državna geodetska uprava, Zagreb.
- Roić, M., Cetl, V., Mađer, M., Stančić, B. (2008): Homogenizacija katastarskog plana – I. faza, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Roić, M., Cetl, V., Mađer, M., Tomić, H., Stančić, B. (2009a): Homogenizacija katastarskog plana – II. faza, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Roić, M., Cetl, V., Mađer, M., Tomić, H., Stančić, B. (2009b): Homogenizacija katastarskog plana – tehničke specifikacije, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Zavod za fotogrametriju (2015): Tehničke specifikacije sa procedurama kontrole kvalitete za homogenizaciju katastarskih planova, Zavod za fotogrametriju, Zagreb.

Improvement of Cadastral Maps of Graphic Survey

ABSTRACT. About the homogenization as a method of cadastral maps of graphic survey improvement in the Republic of Croatia has been talked for more than past 20 years. In this time (and before) several projects and studies on this topic were conducted, a lot of expert papers were published, but the implementation of the improvement has not occurred as a systematic process. In mid-2015, the State Geodetic Administration engaged an individual external consultant for the homogenization to develop the business process and to prepare the homogenization project for implementation. Within these preparations, a comprehensive analysis of the current situation, the existing methodology and technical solutions was carried out, as well as in early 2017, the director of the SGA adds an additional expert team for the preparation and implementation of the homogenization project. Based on the analyses carried out, it was necessary to fulfil the methodology, to modify and create technical solutions, and every single step of business process was tested at two locations on 40 cadastral municipalities. The authors hereby want to acquaint the expert public with the results of the project of improvement of cadastral maps of graphic survey as a systematic measure development and implementation.

Keywords: analysis of DCM maintenance, homogenization, isolated areas, methodology of homogenization, improvement of digital cadastral maps of graphic survey.

Primljeno / Received: 2017-09-11

Prihvaćeno / Accepted: 2017-12-12