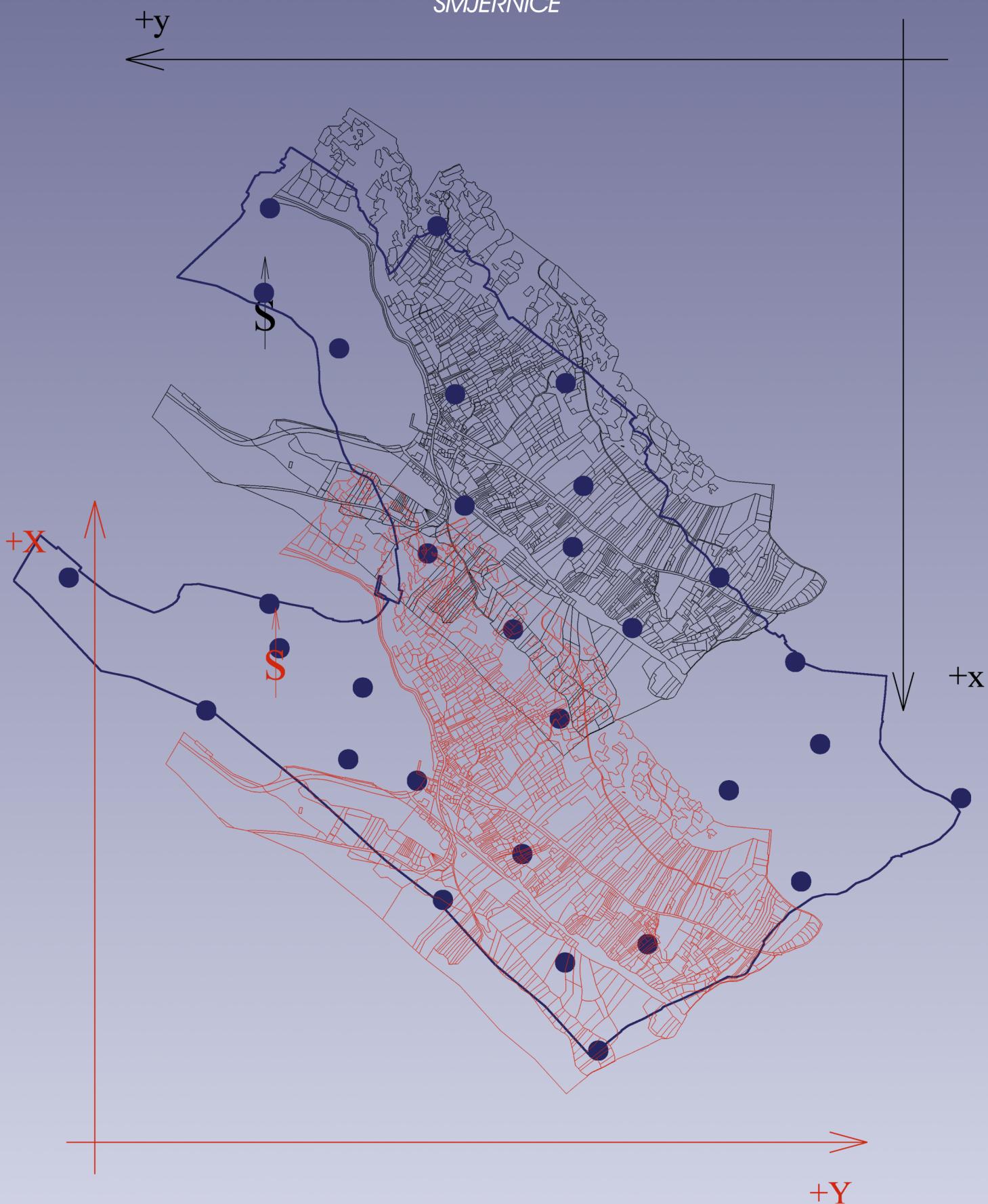




REPUBLIKA HRVATSKA
DRŽAVNA GEODETSKA UPRAVA

POBOLJŠANJE KATASTARSKOG PLANA SMJERNICE



POBOLJŠANJE KATASTARSKOG PLANA

SMJERNICE

Naručitelj:



REPUBLIKA HRVATSKA
DRŽAVNA GEODETSKA UPRAVA

Izvoditelj:



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU - GEODETSKI FAKULTET
UNIVERSITY OF ZAGREB - FACULTY OF GEODESY
Zavod za inženjersku geodeziju - Institute of Engineering Geodesy

Voditelj projekta:

Prof. dr. sc. Miodrag Roić dipl. inž. geod.

Suradnici:

Prof. dr. sc. Zdravko Kapović dipl. inž. geod.

Dr. sc. Siniša Mastelić Ivić dipl. inž. geod.

Hrvoje Matijević dipl. inž. geod.

Vlado Cetl dipl. inž. geod.

Marijan Ratkajec dipl. inž. geod.

Zagreb, svibanj 2001.

POBOLJŠANJE KATASTARSKOG PLANA

smjernice

SADRŽAJ

1. UVOD	2
2. CILJEVI I METODE.....	5
3. POLAZNE OSNOVE	9
3.1 KATASTARSKI PODACI	9
3.1.1 <i>Knjižni dio</i>	10
3.1.2 <i>Tehnički dio</i>	10
3.2 OSTALI PODACI.....	15
3.2.1 <i>Zračni / satelitski snimci</i>	15
3.2.2 <i>Digitalni model reljefa</i>	18
3.2.3 <i>Digitalni ortofoto</i>	19
4. ORGANIZACIJA RADOVA	21
4.1 OPREMA, HARDVER I SOFTVER	22
4.2 VEZE S DRUGIM PROJEKTIMA	22
5. TRANSFORMACIJE OPĆENITO.....	23
5.1 HELMERTOVA	27
5.2 AFINA	28
6. POSTUPAK POBOLJŠANJA.....	30
6.1 ORGANIZACIJA PODATAKA	36
6.2 PREGLED POHRANE	37
6.3 KORIŠTENJE DIGITALNOG ORTOFOTA	38
6.4 KOORDINATE MEĐNIH TOČAKA	41
6.5 TERESTRIČKE IZMJERE	42
6.6 IZBOR IDENTIČNIH TOČAKA.....	44
6.7 TRANSFORMACIJE.....	46
6.7.1 <i>Globalna</i>	49
6.7.2 <i>Lokalna</i>	52
6.8 USKLAĐIVANJE GRANICA KATASTARSKIH OPĆINA	54
7. KONTROLE I ANALIZE	56
8. ZAKLJUČAK.....	57

1. Uvod

Katastar kao evidencija o položaju, obliku, površini, načinu iskorištavanja i vlasniku (posjedniku) svake pojedine katastarske čestice služi za pravne, tehničke, gospodarske i statističke potrebe. Da bi katastar mogao udovoljiti tim namjenama mora se neprekidno održavati u suglasnosti sa stvarnim stanjem u naravi i po potrebi obnavljati.

Povijesno, registracija zemljišta i nekretnina rađena je i prije 19. stoljeća na našim prostorima ali te su evidencije izgubile značaj jer su izgubljene ili se nisu održavale te su ih zamijenili katastar i zemljišna knjiga izrađeni u 19. stoljeću. Transformacija feudalnog društva u društvo temeljeno na privatnom vlasništvu zahtijevalo je izradu katastra.

Čestice jednog naselja izmjerene su i upisane u popis (broj, površina, vrijednost...) te izrađeni katastarski planovi i popisi. Današnji katastarski sustav većinom još uvijek temeljen je na tim područjima (katastarske općine) za koje se izrađuje katastarski operat. Iako je tom katastru prvenstvena svrha bila nametanje poreza on je kasnije iskorišten i za utvrđivanje i prijenos vlasništva i drugih stvarnih prava.

Dakle Hrvatski katastarski sustav može se definirati kao klasični europski katastar, uspostavljen kao podrška sveobuhvatnjem vrednovanju i oporezivanju zemljišta. Ulogu temelja za izradu zemljišnih knjiga dobio je kasnije, a kroz razdoblje SFRJ ona je znatno narušena. Možemo reći da za područja za koje je u vrijeme SFRJ obnovljen katastar ne postoji jednoznačnost prostornih jedinica (katastarskih čestica), a i vlasnička prava koja su u zemljišnoj knjizi, uspostavljena su u odnosu na katastarske čestice kakve su bile definirane u vrijeme Austro-Ugarske.

Povijesnim razvojem katastra u Hrvatskoj, nastale su velike razlike u kakvoći podataka u različitim područjima. Jedna od bitnih osobina katastarskog sustava Hrvatske je da su na velikom dijelu još uvijek u službenoj uporabi radni originali katastarskih planova izrađeni grafičkom metodom izmjere u više koordinatnih sustava u prošlom stoljeću. U katastarskim uredima, kao podloga za održavanje katastarskog operata, koristi se više od 30 000 radnih originala koji su dobiveni grafičkim izmjerama ili različitim metodama reprodukcije izrađenih kopija, u različitim mjerilima (1:2880, 1:1440, 1:2904, 1:570 itd.).

Kako su katastarski planovi nastali na različite načine i uz različito zakonodavstvo postoje razne predodžbe o tome što je sadržaj katastarskog plana. Tako držimo da su na katastarskom planu podaci o katastarskim česticama za koje se naplaćivao porez, ali isto tako da su prikazane međe koje razgraničavaju vlasništvo i druga stvarna prava.

Održavanje i obnova katastarskih planova također su se mijenjali kroz povijest u ovisnosti o promjenama pravnih sustava i dostupne tehnologije. No, cijelo to vrijeme, podaci izmjera su uklapani u postojeće katastarske planove, odnosno u granice postojećih katastarskih čestica niže točnosti. Kako je tehnologija

prikupljanja podataka napredovala, tako je dolazilo do uklapanja "točnih" podataka u "netočne" katastarske planove. Ako se ovome pridoda i neodržavanje katastra u skladu sa stanjem u naravi, pa i propisi koji nisu pratili ubrzani razvitak, stanje katastarskih planova postaje i u samom podatkovnom smislu sve lošije.

Katastarska izmjera i izrada katastarskog plana često se kritiziraju kao spori i neučinkoviti postupci koji usporavaju gospodarski razvitak države, ali su svi suglasni o neophodnosti katastarskog sustava. Svi se slažu da je njegova kompjutorizacija neophodna međutim ona nailazi na mnoge organizacijske, pravne, stručne i upravne zapreke.

U više od sedam desetljeća od uvođenja Gauss-Krügerove projekcije na našim prostorima, tek za $\approx 20\%$ područja obnovljen je Franciskanski katastar ponovnim izmjerama. Ova, a i druge činjenice, kao i iskustva drugih zemalja, zahtijevaju i drugačije pristupe modernizaciji kataстра.

Želja za uspostavom digitalnog katastarskog sustava potaknuta je i razvitkom tehnologija izmjere, prikupljanja podataka, obrade, komunikacija koje se koriste za potrebe kataстра.

Analogni katastarski planovi nisu u državnom referentnom sustavu, a održavanjem vremenom su se i deformirali. Sama digitalizacija neće osigurati tražene ciljeve. Potrebno je iznaći najniži prihvatljivi standard dobivanja digitalnog katastra, a da bi se uz što manje troškove i u razumnom roku postigli željeni ciljevi.

Uspostava digitalnog katastra jedinstvenog za cijelu državu je izazov za cijelu struku, ali je važno i jasno upoznavanje korisnika s mogućnostima i ograničenjima upotrebe tih podataka. Oni moraju razumjeti prirodu, porijeklo i pravnu snagu podataka. Digitalni podaci temelj su višenamjenskoj funkciji katastra.

Katastar se danas mora temeljiti na prostornim podacima ("katastarskom planu") u državnom koordinatnom sustavu, a kako nije moguće u kratkom vremenskom roku izmjeriti cjelokupni prostor Republike Hrvatske, moguće je primjeniti jedan od često korištenih i uspješno primjenjenih načina obnove katastarskih podataka u mnogim zemljama - poboljšanje.

Razvojem tehnologija izmjera, kartiranja i računala, postupak poboljšanja katastarskog plana mijenja se u pojedinim segmentima, ali su ciljevi ostali isti. Tako su radovi na poboljšavanju u Austriji započeli već 1958. godine (Ernst i Mayer, 1994). Tada je to bilo, obzirom na postojeću tehnologiju, preslikavanje kod kojeg su elaborati unošeni na astralonsku foliju, u sustavu državne podjele na listove, a praznine su se postupno popunjavale.

Promjenama metoda i pratećih propisa u Austriji, modernizacija katastra (Roić i Mastelić-Ivić, 1992), a tako i postupak poboljšanja, provodi se neprekidno sve do današnjih dana. Značajno pojačane aktivnosti, javljaju se pojmom računala i softvera (CAD i GIS programa) koji uvelike olakšavaju i ubrzavaju rad na poboljšavanju katastarskog plana. Poboljšanjem se homogeniziraju i prevode podaci katastra u jedinstveni državni koordinatni sustav.

Poboljšanje katastarskog plana potrebno je, kako zbog udovoljavanja sve većim zahtjevima korisnika, tako i zbog iskorištavanja mogućnosti koje nam pružaju nove tehnologije pri prikupljanju, obradi i prikazu podataka o prostoru. Postupak poboljšanja katastarskog plana provodi se i u drugim državama uz postizanje dobrih rezultata (Carosio 1991).

Ovaj postupak ne dira u evidentirane pravne odnose već samo podiže razinu kvalitete tehničkih podataka. Osim tehničkih poboljšanja ostvaruju se i druge prednosti kao npr.:

- vremenska očekivanja korisnika bit će prije ispunjena,
- službena izmjera zadržava kod sebe podatke i sprječava njihovu zloupotrebu,
- moguća su daljnja postupna poboljšanja.

Postupak poboljšanja ne rješava usklađenost podataka katastra sa stanjem u naravi niti usklađenost sa zemljишnom knjigom. Poboljšanjem se podiže razina homogenosti i točnosti postojećih podataka i stvara prepostavke da se svakom novom izmjerom i najmanjeg dijela katastarske općine ti podaci, pri unosu na digitalni katastarski plan, neće morati kvariti.

Ove smjernice su rezultat ispitivanja stručnog problema poboljšanja kvalitete vektoriziranih katastarskih podataka i odnosi se na katastarske planove izrađene grafičkom metodom izmjere za porezne potrebe u 19. stoljeću., kojih u Hrvatskoj danas ima za oko 80% prostora u službenoj uporabi.

2. Ciljevi i metode

Općeniti je cilj reformi katastra sve geodetske podatke o prostoru dobiti u digitalnom obliku prema propisanim normama. Prelazak poslovanja na elektronske načine provodi se svugdje te će obuhvatiti i katastar. Za to je prepostavka postojanje prostornih podataka u digitalnom obliku. Prema predviđanjima papir i olovka nestati će iz katastra do 2010. godine, što je za naše uvjete veliki izazov i potrebno je uložiti mnogo truda da bi se postiglo.

Zahtjevi korisnika za katastarskim planom su različiti i zadovoljiti će ih samo višenamjenski geometrijski kvalitetni digitalni katastarski plan.

Opravdanje kompjutorizacije katastarskog sustava je:

- izbjegavanje višestrukog održavanja za više korisnika
- transfer iz sustava u sustav (mjerila, mjernih jedinica...)
- podrška GIS/ZIS primjenama

U općem procesu digitalizacije katastra (slika 1) poboljšanje ima svoje mjesto na kraju (faza III). Prelazak s analognog na digitalno, za katastarske planove obavlja se vektorizacijom (faza I i II).

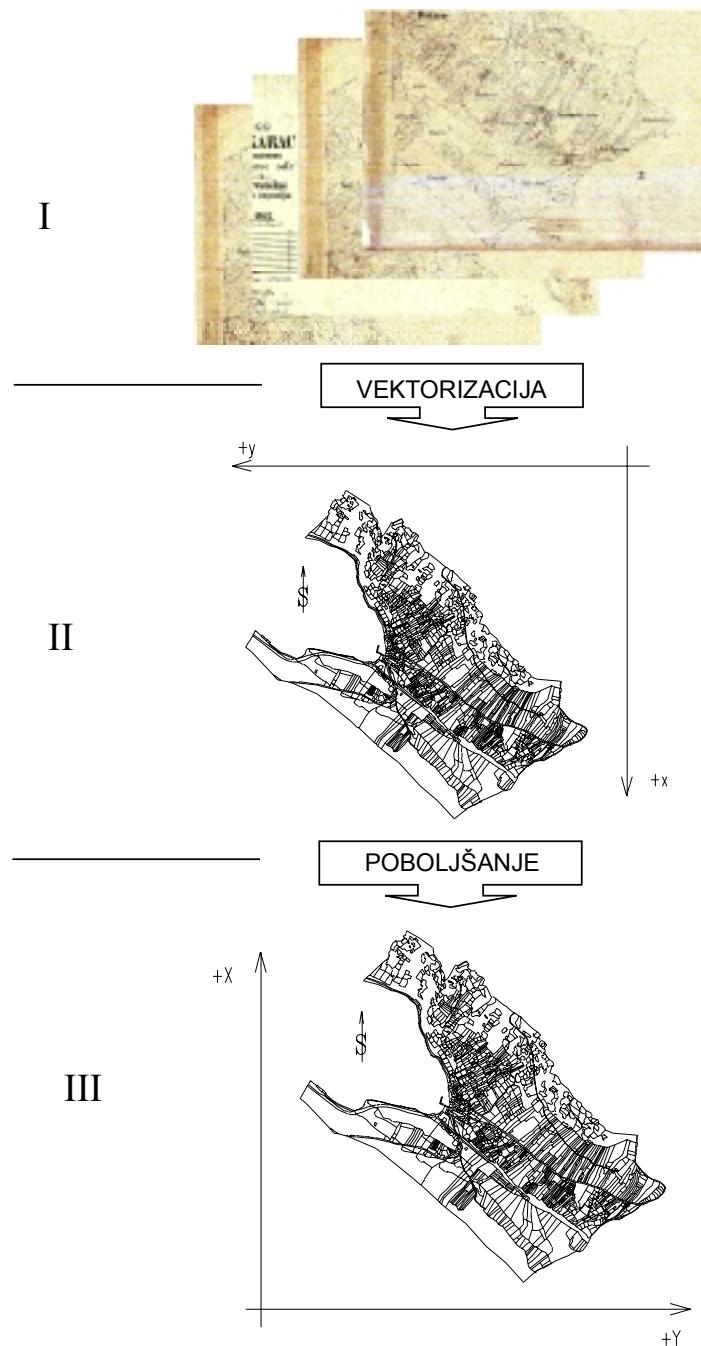
Proces vektorizacije mora završiti s ispitivanjem i usklađivanjem sukladnosti svih podataka povezanih s katastarskim planom. Završetkom druge faze imati ćemo digitalno stanje katastarskog operata kakvo je bilo u analognom obliku. Svi nedostaci biti će preslikani i nadalje ćemo imati iste probleme s održavanjem. Osnovni nedostaci su:

- podaci nisu u HDKS
- položajna točnost međa je loša
- podaci su općenito nehomogeni

Ispravljanje ovih nedostataka tj.:

- transformacija podataka u HDKS
- poboljšanje apsolutne točnosti
- homogenizacija podataka

temeljni su ciljevi postupka poboljšanja.



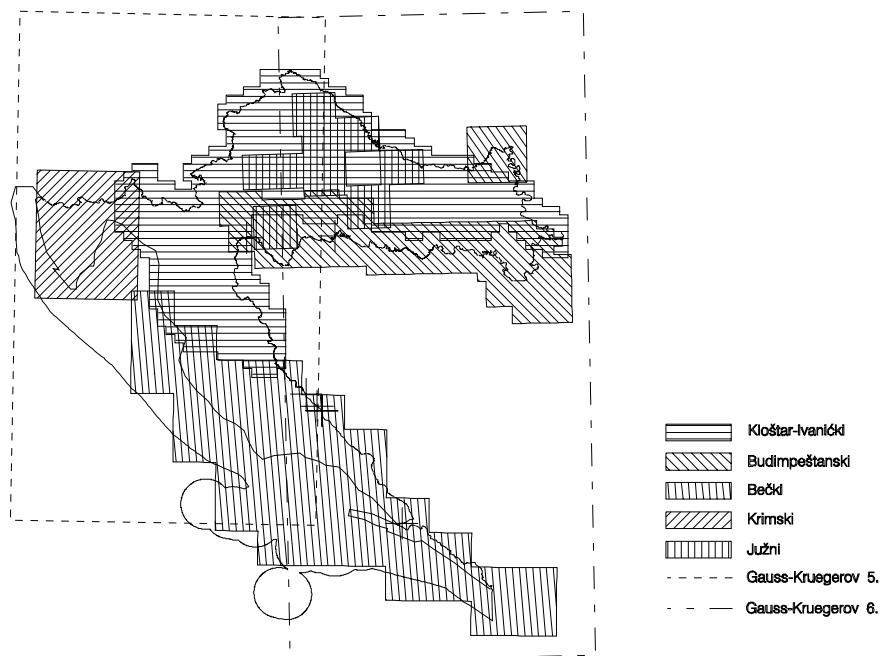
slika 1. Proces digitalizacije katastra

Katastarski podaci su temeljni zemljišnim informacijskim sustavima i to u prvom redu prostorni referentni sustav i opći elementi (katastarske čestice, zgrade, ...).

Osnovu katastarskog sustava čini jedinstveni referentni koordinatni sustav za pohranjene podatke, koji omogućava i olakšava povezivanje s drugim podacima o prostoru.

Geometriju prostornim podacima daju koordinate međnih točaka koje su temeljni čimbenik daljnjoj topološkoj i tematskoj nadogradnji sustava.

Problemi različitih koordinatnih sustava poznati su nam iz svakodnevnog geodetskog života (slika 2), a kao što je i u uvodu naglašeno katastarski sustav treba težiti jedinstvenom referentnom koordinatnom sustavu. U postupku poboljšanja se dakle postojećih podaci transformiraju u državni koordinatni sustav, čime se ubrzano ide izradbi jedinstvenog "katastarskog plana" cijele države.



slika 2. Referentni sustavi katastra u Hrvatskoj

Za razliku od uklapanja "točnih" podataka u "netočne", u postupku poboljšanja pristup je suprotan. Podaci s postojećih katastarskih planova uklapaju se u podatke dobivene mjerenjima. Podaci mjerjenja mogu biti dobiveni isključivo za tu namjenu, a koriste se i postojeći podaci iz raznih izvora. Daljnje provođenje promjena nakon dovršenog poboljšanja olakšano je, a izmjere se provode isključivo s mreže stalnih geodetskih točaka. U procesu poboljšanja osobita pažnja poklanja se geometrijskoj točnosti i smislenom skladu (konzistenciji) operata, a dodatno se može postići aktualnost i potpunost.

Postupak poboljšanja (Quality improving, Qualitätsverbesserung) općenito vodi homogenizaciji katastarskih podataka u državnom referentnom koordinatnom sustavu. Podaci u digitalnom obliku pohranjeni su u mjerilu 1:1, a izradba prikaza "katastarski plan" može uslijediti u željenom mjerilu.

Točnost geometrije katastarskih podataka usko je povezana s troškovima odnosno sredstvima koja smo spremni u nju uložiti. Tako će i cilj koji se poboljšanjem želi postići (točnost, potpunost) biti prilagođen uloženim sredstvima u određenom području. Naime za naseljena područja gdje je vrijednost zemljišta veća traže se i kvalitetniji podaci (točniji i pouzdaniji). Poboljšanje u geometrijskom smislu je izazovan posao jer je često nepoznata kvaliteta postojećih planova. Kako se poboljšanje plana temelji na kvalitetnom izboru identičnih točaka,

neophodan je stručni i odgovorni pristup toj zadaći. Na taj način se koriste prednosti modernih tehnologija te znanje i iskustvo katastarskih stručnjaka.

Postupak poboljšanja u pravnom smislu ne mijenja stanje katastarskih podataka. Prikaz katastarskih čestica se djelomično razlikuje nakon poboljšanja, no kako su topološki odnosi sačuvani, smatra se da nije došlo do promjene ni položaja, ni oblika, ni površine katastarske čestice. Promjenu površine moguće je izvršiti (kada se utvrde veća odstupanja), ali prema propisanom postupku za ispravak utvrđenih pogrešaka. Postupkom poboljšanja se dakle ne dira u stečena prava pa nije neophodno voditi dugotrajne i skupe postupke, kao kod katastarskih izmjera, osim kod ispravaka.

3. Polazne osnove

Kada govorimo o obnovi kataстра i digitalizaciji katastarskih planova, povijest postojećih planova i drugih dokumenata je nezaobilazna. Ako je povijest kratka možemo je zaobići i početi izgrađivati potpuno novi katastarski sustav. Ali ako je povijest duga, kao što je to u Hrvatskoj, treba mnoge činjenice uzeti u obzir, a također i podatke pri izgradnji novog sustava. Ako se ograničimo na zemljишnu knjigu onda možemo zaključiti kako digitalizacija katastra i nije neophodna. Međutim, na nju nas tjeraju druge potrebe i korisnici. Jedinstvene podatke katastra za cijelu Republiku Hrvatsku dobiti ćemo logičkim i/ili fizičkim povezivanjem podataka razvrstanih po katastarskim općinama.

Za izvedbu projekta poboljšanja dakle, najpogodnija prostorna jedinica je katastarska općina. Za jednu katastarsku općinu izrađuje se katastarski operat i u pravilu su tehnički i knjižni podaci homogeni. Granica katastarske općine je na terenu obilježena vidljivim oznakama koje mogu poslužiti i kao identične točke.

3.1 Katastarski podaci

Katastarske operate održavaju nadležni katastarski uredi. Kompjutorizacija knjižnih dijelova, koji sadrže opisne katastarske podatke, započela je odavno i uglavnom je završena. Podaci su organizirani većinom po relacijskom modelu i održavaju se sustavima za upravljanje bazama podataka.

Katastarski operat katastra zemljišta dijeli se na tehnički i knjižni dio.

Tehnički dio katastarskog operata sadrži: zapisnik omeđavanja granica katastarske općine, detaljne skice izmjere ili fotoskice, kopije katastarskih planova (radni originali i indikacijske skice), popis koordinata i apsolutnih visina stalnih geodetskih točaka.

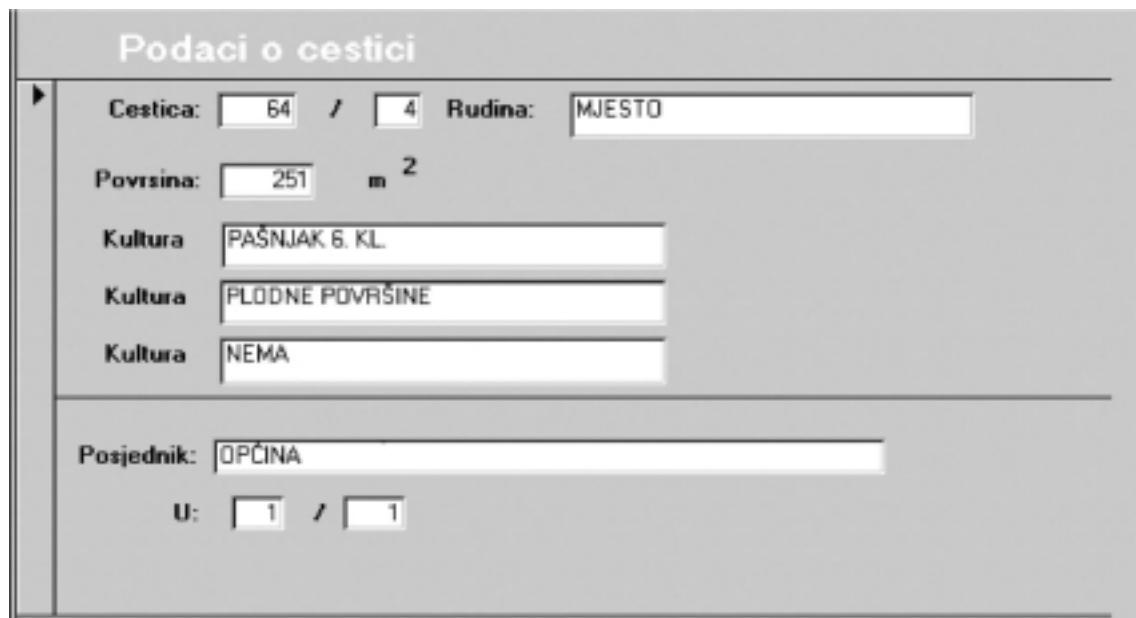
Knjižni dio katastarskog operata sadrži: popis katastarskih čestica, posjedovne listove, (prilozi), sumarnik posjedovnih listova, pregled po katastarskim kulturama i klasama zemljišta, abecedni popis posjednika zemljišta, popis promjena, popis promijenjenih posjedovnih listova.

Katastarski planovi se uglavnom održavaju na papiru i da bi bili podvrgnuti poboljšanju potrebna je njihova prethodna vektorizacija. Ostali tehnički podaci: o omeđavanju katastarske općine, skice izmjere ... nalaze se u arhivama katastarskih ureda i vrlo su značajni te ih obvezno treba koristiti u postupku poboljšanja.

Neorganizirani i raznolik pristup kompjutorizaciji knjižnog dijela katastarskog operata razlog je trenutno različitim strukturama pa i sadržajima tih baza (slika 3).

3.1.1 Knjižni dio

Knjižni dio katastarskog operata održava se računalima te su podaci već u digitalnom obliku kod nadležnog katastarskog ureda. Ti podaci su pri unosu provjereni, a mogućnost preuzimanja podataka u digitalnom obliku smanjuje troškove, pogreške i olakšava njihovu obradu u postupku poboljšanja katastarskog plana.



Podaci o cestici			
Cestica:	64 / 4	Rudina:	MJESTO
Povrsina:	251	m ²	
Kultura	PAŠNJAK 6. KL.		
Kultura	PLODNE POVRŠINE		
Kultura	NEMA		
Posjednik:	OPĆINA		
U:	1	/	1

slika 3. Podaci o katastarskoj čestici

Za potrebe poboljšanja koriste se ti podaci u okviru radne baze katastarskih podataka (rBKP). Radna baza katastarskih podataka formira se iz postojećih podataka koji se dopunjavaju. U rBKP ulaze podaci knjižnog dijela katastarskog operata, zemljische knjige, koordinate stalnih geodetskih točaka, koordinate međnih točaka, itd.

Struktura, oblik i sadržaj rBKP je u nadležnosti izvoditelja radova i izrađuje se kako bi osigurala učinkovit rad te sigurnost i pouzdanost podataka.

3.1.2 Tehnički dio

Iзворне izmjere katastarskih općina potječu iz pretprošlog stoljeća. Izmjere su izvršene grafičkom metodom, a planovi su nastali na terenu. Katastarske općine prikazane su na listovima planova u mjerilu 1:2880 ili izvedenom iz njega. S listova planova obično možemo zaključiti u kojem od koordinatnih sustava Austro-ugarskog katastra su izrađeni (Kloštar-Ivanički ...).

Obrada (vektorizacija) tih podataka nije predmet ovog projekta, ali mora zadovoljiti uvjete kvalitete. Uvjeti kvalitete propisani su, a u tijeku je izrada novih propisa o tim pitanjima. Postupak poboljšanja ne postavlja nikakve dodatne zahtjeve već samo poštovanje postojećih propisa (zakona, pravilnika) pri vektorizaciji.

Da bi pristupili postupku poboljšanja potrebno je imati sve listove katastarske općine vektorizirane u jedinstvenom digitalnom prikazu s koordinatama u izvornom koordinatnom sustavu (slika 4).



slika 4. Vektorizirana katastarska općina

Obvezno je da podaci budu topološki ispravni te ispitani i usklađeni s opisnim podacima u knjižnom dijelu katastarskog operata.

3.1.2.1 Mreža stalnih geodetskih točaka

Jedan od osnovnih preduvjeta pristupanja poboljšanju postojećeg katastarskog plana jednog područja (u pravilu katastarska općina) je postojanje dopunske mreže stalnih geodetskih točaka (slika 5). Dovoljno gusta dopunska mreža homogenog polja točaka je uvjet za bilo koji ozbiljniji rad s katastarskim podacima pa tako i za poboljšanje katastarskih planova.

Treba napomenuti da termin "dovoljno gusta mreža" može biti široko tumačen. Razvitak umjetnih satelitskih tehnologija i mogućnosti određivanja položaja drugačijim pristupom od klasičnog, relativiziraju potrebu za količinom stalnih geodetskih točaka koje se mogu na području gospodarske opravdanosti

nadomjestiti i mrežom permanentnih referentnih stanica (SAPOS ...). Zato je ovdje potrebno naglasiti da bi načelni kriterij za potrebe katastra trebao biti postavljen u odnosu na položajnu točnost određivanih međnih točaka.

Preporučena srednja pogreška određivanja koordinata međne točke katastarske čestice od ± 5 cm s relativnom točnošću u intravilanu od ± 2 cm zadovoljava sve tehničke i pravne nadogradnje prostorne informacije, a ne iziskuje napore za postizanje.

Za sam postupak poboljšanja s obzirom na razvijenu mjernu tehnologiju koja se koristi na većoj površini u kratkom vremenu moguće je koristiti dopunska mreža mnogo manje gustoće. To može biti i poligonska mreža, a jedini je uvjet dovoljna točnost "identičnih točaka" određenih s mreže.

Od ukupnog broja katastarskih općina, 3329 u Republici Hrvatskoj, za manje od 500 postoji proglašena mreža stalnih geodetskih točaka (najčešće poligonska mreža izjednačena uobičajenim metodama), a u njima je uglavnom obnovljen katastar izmjerom. Ovdje je potrebno primijetiti da je koncepcija stabilizacije novih geodetskih točaka preuzeta iz doba kada intravilani nisu imali razvijenu podzemnu komunikacijsku infrastrukturu koja danas podliježe brzim izmjenama i po tehnologiji i po položaju. Zbog ovih problema vrlo je teško održati proglašenu mrežu stalnih geodetskih točaka na duži period te voditi valjanu evidenciju o stanju samih točaka u naravi.



slika 5. Mreža stalnih geodetskih točaka

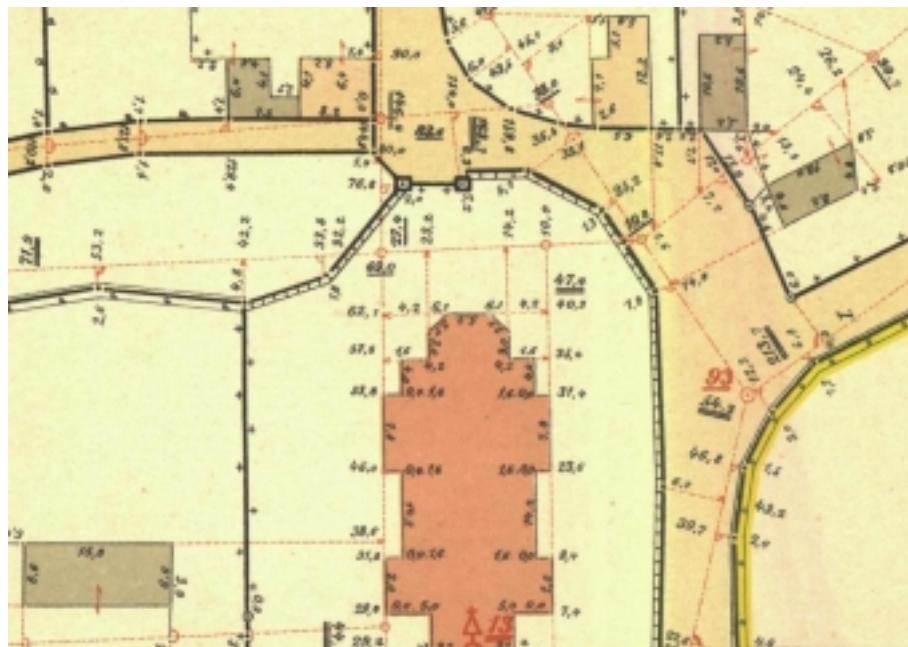
U današnje vrijeme uz korištenje umjetnih satelitskih tehnologija potrebna gustoća dopunske mreže treba biti prilagođena postizanju propisane točnosti za detaljnu točku novim metodama mjerena (RTK) i o eventualnom prostornom dosegu takvih uređaja.

Obzirom na gustoću točaka, metodu mjerena i način izjednačenja, te postignutu točnost, treba ocijeniti dali se radi o dovoljno gustoj i homogenoj mreži stalnih geodetskih točaka koja se može koristiti za potrebe poboljšanja kataстра. Kod starijih mreža solidne stabilizacije može se ispitati gospodarska opravdanost uspostave nove ili nadopune postojeće geodetske osnove. Povezivanje na mrežu stalnih geodetskih točaka daje podacima visoku apsolutnu točnost unutar državnog koordinatnog sustava uz očuvanje postojeće relativne točnosti.

3.1.2.2 Skice izmjere

Katastarski operati održavaju se već dulje vrijeme pojedinačnim izmjerama (slika 6), koje same po sebi imaju mnogo veću točnost nego prvobitna izmjera na temelju koje je izrađen katastarski plan. Uklapanjem ovih podataka u postojeći katastarski plan, kao metodom održavanja, obezvrjeđuje se trud i tehnološki napredak prikupljanja.

Broj elaborata parcelacija i izmjere objekata kojima se održava katastarski operat u katastarskim uredima, veći je od 30 000 godišnje. Pri tome nisu uračunati elaborati katastra vodova koji bi uz korektnu izmjерu s mreže stalnih geodetskih točaka bitno doprinijeli kakvoći poboljšanja katastarskog plana.



slika 6. Skica izmjere numeričkom metodom (ortogonalna)

Ako su podaci ovih izmjera (kao dio geodetskog elaborata) sačuvani u svom izvornom obliku, u postupku poboljšanja daju veliki doprinos uspjehu. Geodetski instrumenti, kojima se danas mjeri, omogućavaju zapise izvornih mjerena u digitalnom obliku, a u postupku održavanja treba osigurati njihovo uključivanje u fond podataka.

Nažalost veliki broj tih podataka nije pouzdan zbog pristupa "ionako se kartira u 2880", ali i nepostojanja odgovarajućih propisa. Pojačana izgradnja 70-tih godina

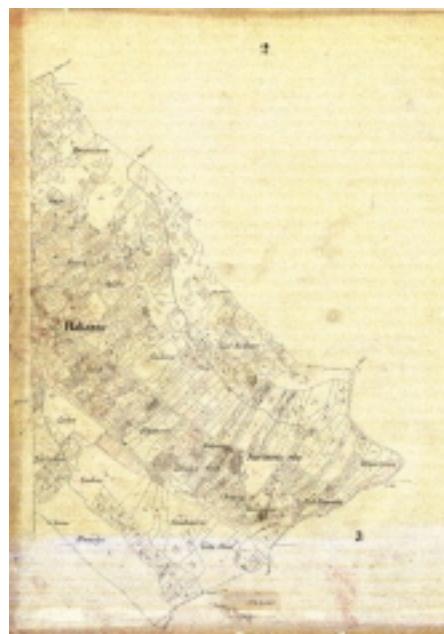
uzrokovala je više promjena na zemljištu koje su provođene na uobičajen način, a izmjere su obavljane tako da se svaki pojedini slučaj provodio uklapanjem. Tek od 1970. godine imamo na raspolaganju neke elaborate kod kojih je izmjera napravljena polarnom metodom, ali ne s mreže stalnih geodetskih točaka već uglavnom s proizvoljno odabranim stajališta. I takvi elaborati često nisu upotrebljivi jer zbog načina arhiviranja najčešće nedostaju zapisnici mjerjenja.

3.1.2.3 Katastarski planovi

Katastarski planovi značajan su čimbenik upravljanja zemljišnim informacijama. Iako s njima radimo, njihove osobine i uloga često su predmet nerazumijevanja, a ne rijetko su proizvod geodetske djelatnosti koju korisnici najmanje razumiju.

Geometrijska kvaliteta jasna je samo geodetima, a čak i srodne struke (građevinari, pravnici) očekuju milimetarsku točnost kada se pojavi problem. Građani zahtijevaju od mjernika bolje poznavanje njihovih međa od njih samih. Stručna izradba i sustavno održavanje moglo bi jamčiti vrlo veliku točnost.

Teško je ili skoro nemoguće razumjeti osobine katastarskog plana ako se ne poznaje katastarski sustav vremena u kojem je nastao. Svim dosadašnjim katastarskim sustavima primarni cilj bio je podrška oporezivanju zemljišta, dok se danas nastoji iz toga izgraditi katastarski sustav kojem će osnovna svrha biti osiguranje prava na nekretninama i podrška učinkovitom tržištu. U Franciskanskoj izmjeri međe u intravilanu mjerene su manjom pozornošću (točnošću) jer čestice u urbanim područjima nisu podlijegale oporezivanju. Raznolikost katastarskih planova nastalih kroz povijest u Hrvatskoj ne dozvoljava nam jednostavan i jednostran pristup. Nije moguće definirati "uobičajeni" katastarski plan u Hrvatskoj, a poboljšavanju se podvrgavaju prvenstveno katastarski planovi koje prepoznajemo po grafičkoj metodi izmjere kojom su nastali (slika 7). Na slici je prikazan umanjeni list takvog plana mjerila 1:2880.



slika 7. List katastarskog plana grafičke izmjere



Ti katastarski planovi nastali su s jasnom svrhom, tada najboljim pristupom, vrlo stručnim i brižnim radom što danas moramo cijeniti. Tu kvalitetu moramo dograditi tehnološkim napretkom kako bi i u budućnosti imali kvalitetne podloge.

Tijekom održavanja narušena je kvaliteta katastarskih planova, a i kod precrtavanja načinjene su pogreške. Na praznim prostorima detaljnih listova iscrtavani su izdvojeni dijelovi katastarskog plana na kojem su ucrtavane promjene ili su formirani novi listovi koji su loše povezani s osnovnim listom. Dijelovi naselja nečitki su jer nisu kartirani zasebno što uzrokuje poteškoće u radu. Promjene katastarskih čestica na rubu lista provođene su i izvan okvira tako da obično imamo dvostrukе prikaze istog prostora.

3.2 Ostali podaci

U sklopu poboljšanja katastarskog plana vrlo bitan je gospodarski čimbenik. Glede istoga svrshodno je koristiti postojeće materijale ako postoje za područje odnosno katastarsku općinu za koju se izvodi poboljšanje. Takvi materijali, bilo u analognom ili digitalnom obliku mogu se koristiti za identifikacije, kontrole, odabir identičnih točaka i slično.

Državna geodetska uprava u svom katalogu proizvoda nudi širok spektar različitih kartografskih i fotogrametrijskih materijala koji se mogu iskoristiti pri poboljšanju katastarskog plana. Iz spomenutog kataloga mogu se izdvojiti aerofotogrametrijski materijali iz cikličnih snimanja, Hrvatska osnovna karta 1:5000 te digitalni model reljefa DMR 5/0. Korištenje postojećih podataka nalazi veliku opravdanost u postupku poboljšanja katastarskog plana i pridonosi ukupnoj uštedi u provedbi.

3.2.1 Zračni / satelitski snimci

Državna geodetska uprava od 1996. godine provodi aerofotogrametrijska ciklična snimanja teritorija Republike Hrvatske u mjerilu snimanja 1:20000. U međuvremenu je završen kompletan ciklus te je za područje cijele države na raspolaganju fotomaterijal. Snimke su dostupne u analognom i digitalnom obliku. Skaniranje se može naručiti u raznim rezolucijama (tiff zapis) i to prema veličini slikovnog elementa (pixel) od $7\mu\text{m}$, $14\mu\text{m}$, $21\mu\text{m}$, $28\mu\text{m}$, $56\mu\text{m}$, $112\mu\text{m}$, i $224\mu\text{m}$. Format snimaka je 23×23 cm, što obzirom na mjerilo snimanja odgovara području od približno 4.6×4.6 km (slika 8). Već na snimku se mogu dobro raspoznati veći objekti i karakteristične prirodne strukture.



slika 8. Snimak cikličnog snimanja

U postupku poboljšanja ti snimci mogu se koristiti za izradu digitalnog ortofota (DOF-a). Obzirom na veličine katastarskih općina jedan snimak u prosjeku prekriva njihov teritorij. Na osnovu snimka, izrađuju se prikazi različitih mjerila koji se koriste pri terenskoj identifikaciji i izmjeri identičnih točaka, a također se izrađuje i DOF.

Ako postoji zanimanje investitora za kvalitetnijim podacima može se naručiti naknadno snimanje u krupnjem mjerilu (slika 9). Mjerilo snimanja 1:8000 trebalo bi zadovoljiti potrebe većine korisnika izradom DOF-a veličine slikovnog elementa (pixel) od 20 cm.



slika 9. Fotogrametrijski snimak

Iz tog mjerila snimanja moguće je napraviti DOF kvalitete "1:2000". Ovo snimanje može biti naručeno u boji što će pridonijeti boljoj interpretaciji i identifikaciji detalja.

Napredak računalne tehnologije znatno je olakšao i osobito pojeftinio obradu fotografija. Neke države imaju izgrađene ortofotografije za cijela svoja područja i to vrlo visoke kvalitete. Privatne tvrtke također nude kvalitetne snimke ili ortofotografije po povoljnim uvjetima, a satelitski snimci su sve bolje rezolucije (manje od 1 m) te se već koriste za interpretacije i identifikacije u katastru (slika 10). Na ovom snimku (pixel=1 m) dobro se razaznaju prirodni i umjetni objekti na zemlji.

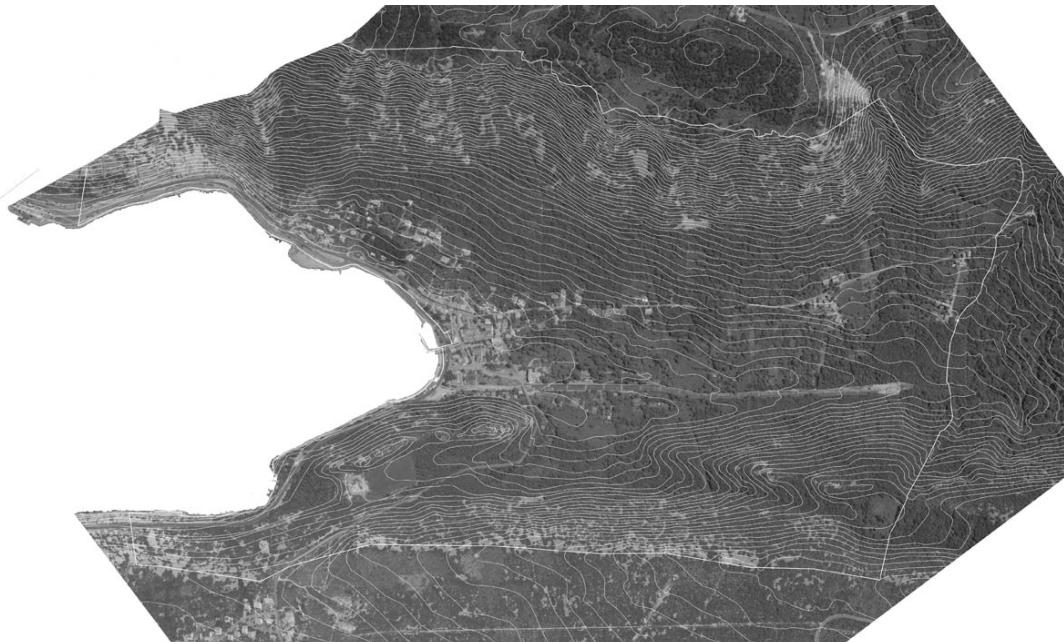


slika 10. Satelitski snimak

3.2.2 Digitalni model reljefa

Korištenje HOK 1:5000, koje su još uvijek u analognom obliku, također je u određenoj mjeri dobar izvor različitih podataka u postupku poboljšanja. Na osnovu slojnica moguće je dobiti visinsku predstavu terena, a također i izraditi DMR ukoliko ne postoji za područje gdje se izvodi poboljšanje. Obzirom na aktualnost podataka prednost cikličnih snimaka u odnosu na HOK je neusporediva. Strukturiranost informacija i sadržaj koji na snimku nije moguće spoznati (vrsta objekta itd.) daju prednost korištenju karte. Najbolji rezultati će se postići korištenjem oba izvora i to prema potrebi i ocjeni kojem izvorniku treba dati prednost.

U ponudi kataloga DGU nalazi se i digitalni model reljefa izrađen na osnovu reprodukcijskih originala karte 1:5000 (slika 11). DMR nažalost još ne pokriva cjelokupni teritorij Hrvatske već samo neka područja ali za očekivati je brzu prekrivenost cijele države s podacima DMR 5/0. Izradi DMR-a za pojedina područja može se dati prioritet ako je planirano poboljšanje katastarskih podataka.



slika 11. Slojnice vektorizirane s HOK-e

Kvaliteta tog modela reljefa zadovoljava izradu ortofota iz snimaka cikličnog snimanja. Iako je visinska predstava terena dosada uglavnom smatrana nepotrebnom u katastru, pri višenamjenskoj upotrebi katastarskih podataka ona se neće moći zaobići. Interpretacija moguće namjene ili proizvodne sposobnosti katastarske čestice traži poznavanje npr. nadmorske visine, nagiba terena itd. Prema tome nameće se potreba razvoja prema "3D katastru".

3.2.3 Digitalni ortofoto

Na temelju raspoloživih snimaka i digitalnog modela terena izrađuje se DOF koji nam daje informacije o topografskim oblicima terena. Iz dostupnog materijala realno je izraditi DOF veličine slikovnog elementa od 60 cm (slika 12).



slika 12. Digitalni ortofoto sitnog mjerila

Ovakav DOF nije dovoljan za dobivanje mjernih podataka, ali će dobro poslužiti u identifikacijske svrhe i za potrebe interpretacije i izbora identičnih točaka.

Ako postoji mogućnost osiguravanja fotogrametrijskog snimanja u krupnijem mjerilu npr. $M_s 1:8000$ može se izraditi DOF veličine slikovnog elementa od 20 cm (slika 13). Takav DOF nam pruža mogućnost određivanja koordinata međnih točaka koje su prepoznatljive na snimku s točnošću zadovoljavajućom za poboljšanje.



slika 13. Digitalni ortofoto krupnog mjerila

Interpretacija snimaka obavlja se u pravilu interaktivno i vizualno. Ako nam na raspolaganju stoe alati za digitalnu obradu slike možemo primjenom odgovarajućih funkcija olakšati interpretaciju (slika 14).



slika 14. Filtriranjem izdvojeni bridovi (međe?...)

4. Organizacija radova

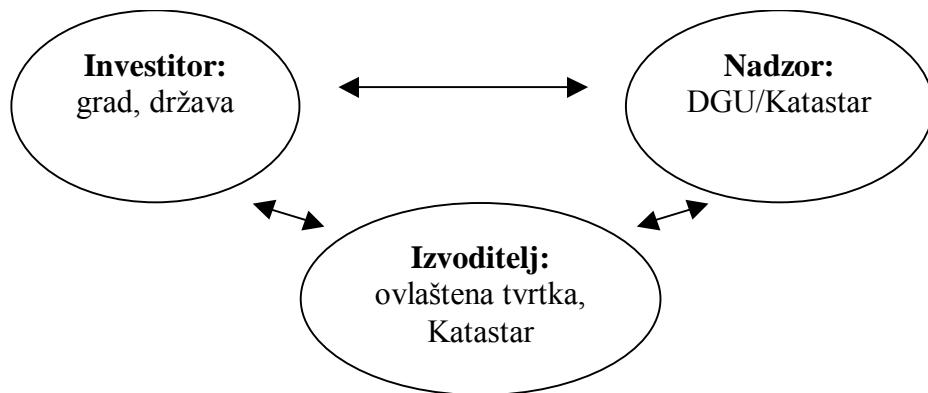
Organizacija radova i izvođenje poslova poboljšanja obuhvaća širu suradnju više ustanova koje se bave geodetskom djelatnošću u Republici Hrvatskoj te eventualno uključivanje stranih stručnjaka i tvrtki. Osim Državne geodetske uprave i nadležnog katastarskog ureda u projekt će biti uključeni ovlašteni geodetski inženjeri u svojstvu izvoditelja (slika 15). Podjela poslova, količina i zaduženja među sudionicima su različiti od slučaja do slučaja.

Postupak poboljšanja katastarskog plana može se organizirati u okviru redovne djelatnosti katastarskog ureda ili u suradnji s ovlaštenim geodetskim tvrtkama. Glede slobodnih kapaciteta katastarskih ureda vrlo teško je zamisliti brzu provedbu poboljšanja. U slučaju potrebe brze izrade kvalitetnijih geodetskih podloga za neka područja, angažiraju se privatne tvrtke koje obavljaju stručne poslove, a Državna geodetska uprava obavlja nadzor i po završenom poslu preuzima poboljšani katastarski plan kao službeno važeći. Poslovi moraju biti organizirani i koordinirani te obavljeni u što kraćem razdoblju kako bi zaostatak u provođenju promjena bio što manji.

Rad na projektu organizira se tako da se pojedini zadaci podijele između izvoditelja i tijela uprave obzirom na vrstu poslova. Većim uključivanjem gospodarstva posao će prije biti završen.

Najzainteresiraniji za poboljšane katastarske podatke su jedinice lokalne samouprave te je realno njihovo najveće sudjelovanje u financiranju.

Ovlaštene tvrtke trebaju biti odabrane natječajima u kojima će jasno biti definiran projektni zadatak kako se ne bi nestručnim radovima pokvarila kvaliteta postojećih podataka.



slika 15. Suradnja u procesu poboljšanja

Za izvedbu projekta potrebna su odobrenja Državne geodetske uprave, drugih državnih tijela te jedinica lokalne samouprave, za korištenje postojećih evidencijskih podataka te pristup terenu. Ta odobrenja vrlo su slična kao i u procesu izvođenja katastarske izmjere.

4.1 Oprema, hardver i softver

Postupak poboljšanja katastarskog plana ne zahtjeva posebnu opremu, hardver a ni specijalna softverska rješenja. Ovisno o postojećim resursima biti će potrebno izraditi manje prilagodbe (menu-i, macro ...).

Za izvođenje terenskih mjerena koristi se uobičajena oprema, od mjerne stanice do satelitskih prijamnika. Za obradu od hardvera, potrebne su grafičke radne stanice (PC uobičajene konfiguracije). Softverski paketi koji se već koriste u katastarskim uredima u pravilu će zadovoljiti potrebe poboljšanja. Ako se nabavlja, novi softver treba podržavati tražene modele transformacija.

Kod izbora softvera potrebno je voditi računa o pravnom značaju podataka te se mora posvetiti pozornost sigurnosti i pouzdanosti izborom višekorisničkih operativnih sustava. Danas dostupni CAD/GIS softverski paketi sadržavaju sve funkcije neophodne za izvođenje poboljšanja, a njihova otvorenost prema DBMS-u omogućava provedbu automatiziranih kontrola i analiza podataka.

4.2 Veze s drugim projektima

Drugi projekti Državne geodetske uprave, završeni ili još u tijeku, posredno su ili neposredno povezani s poboljšanjem te se oni ovdje navode.

Model podataka:

Model digitalnog katastarskog operata u postupku je izrade, a značajan je jer konačni rezultati poboljšanja jesu podaci digitalnog katastarskog operata te moraju biti modelirani prema odgovarajućem pravilniku. Model podataka za potrebe procesa poboljšanja katastarskog plana jednostavan je i lako uskladiv s bilo kojim eventualno propisanim modelom na razini Hrvatske.

Banka zemljjišnih podataka:

Pristup, odnosno povezivanje s Bankom zemljjišnih podataka (BZP), kako je ona najavljena u Zakonu o zemljjišnim knjigama mora se još razraditi i definirati, a posebnu pažnju treba posvetiti mogućnosti pristupa podacima od strane korisnika, već prema organizaciji i planu umrežavanja katastarskih ureda.

Vektorizacija:

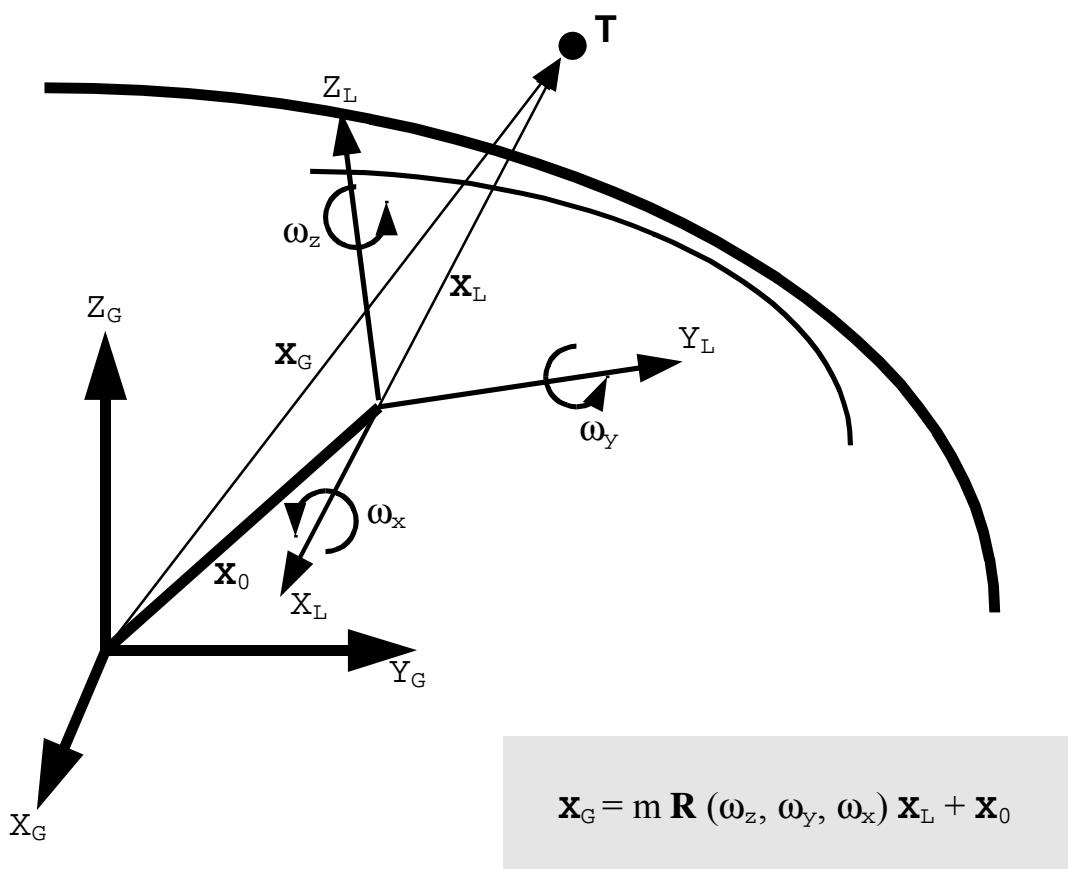
Prije postupka poboljšanja potrebno je provesti vektorizaciju listova planova te ih povezati u jedinstvenu cjelinu topološki obrađenu. Katastarski model terena prikazan na papiru u postupku vektorizacije treba osloboditi od vremenom nastalih deformacija (usuš, rasteg ...). Uobičajenim topološkim kontrolama treba pronaći eventualne pogreške izvorne izmjere, kartiranja ili održavanja.

Nova geodetska osnova:

Izrada nove geodetske osnove ("10 km mreža") satelitskim tehnologijama može pridonijeti bržoj i jeftinijoj provedbi postupka poboljšanja.

5. Transformacije općenito

Ako podatke želimo međusobno uspoređivati i kombinirati oni trebaju biti u istom sustavu. Ali povijest je učinila da danas imamo istovrsne podatke u različitim sustavima te se često moramo služiti njihovim transformiranjem. Transformirati podatke iz jednog sustava u drugi možemo pomoću funkcije za transformaciju (slika 16). Ta funkcija traži poznavanje parametara.



slika 16. Transformacija koordinata

U svakodnevnom životu rijetko nam parametri stoje na raspolaganju te ih moramo sami određivati za svaki slučaj zasebno. Određivanje parametara se obavlja preko identičnih točaka poznatih po koordinatama u izvornom i ciljnog sustavu. Kako se kod geodetskih podataka (mjerena) radi o veličinama kojima je teško do kraja dokučiti uzrok i modelirati ga, ne možemo govoriti o općim globalnim parametrima. Češće će se ti parametri određivati za manja područja (lokalno) da bi bolje odgovarali konkretnom slučaju. Ovo se osobito odnosi na katastarske podatke kojih ima mnogo i vrlo su heterogeni i nehomogeni.

Polazeći od činjenice da su katastarski podaci prikazani s dvije dimenzije, računanje transformacija se pojednostavljuje.

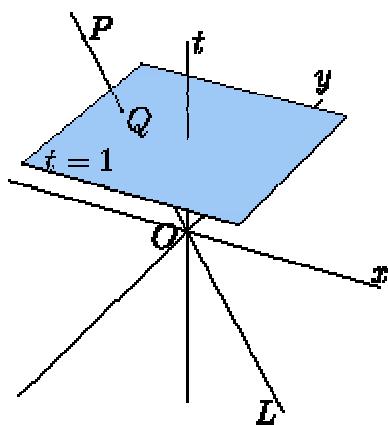
Većina podataka, koji se nalaze na katastarskim planovima, stoji nam danas na raspolaganju samo u grafičkom obliku. Te informacije lako je interpretirati, a njihova točnost ograničena je metodom izmjere, tehnikom kartiranja, kakvoćom podloge itd. i u pravilu je manja od točnosti izvornih mjerena.

Da bi povezali podatke o geometriji prostora iz različitih izvora, u ovom slučaju koordinate stalnih geodetskih točaka, odnosno identičnih točaka i digitalizirane koordinate, poslužit ćemo se nekom od transformacija. Gotovo svi softverski paketi, koji omogućavaju crtanje računalom, stavlju na raspolaganje transformacije, kao što su Helmertova, afina itd. Uzimanje prekobrojnih identičnih točaka za određivanje parametara transformacije, omogućava i ocjenu točnosti, a povezivanjem identičnih i digitaliziranih točaka postižemo homogenizaciju podataka katastarskog plana.

Transformacije kao metode za promjenu geometrijskih podataka možemo razvrstati u dvije skupine: linearne i nelinearne. Kod linearnih, pravci se preslikavaju u pravce, dok se kod nelinearnih pravci mogu preslikati u krivulje. Transformacije vektorskih podataka očituju se u promjeni položaja karakterističnih točaka vektora kojima su definirani objekti pojedinog tematskog sadržaja. Kod transformacija rasterskih podataka preračunava se vrijednost svakog slikovnog elementa (piksel).

Jednoznačni prikaz svih transformacija u matričnom obliku moguće je homogenim koordinatama (Bill i Fritsch 1996). Dodavanjem prividne treće (četvrte) dimenzije ravninskim (prostornim) koordinatama, proizlaze homogene koordinate. Prividno, to znači da su 2D homogene u stvari 3D koordinate, a 3D homogene postaju 4D koordinate. Triplet (engl. *triple*, njem. *Tripel*) (x, y, t) gdje je $t \neq 0$, predstavlja set homogenih koordinata za točku s ravninskim koordinatama $(x/t, y/t)$.

Veza između točke u prostoru s kartezijevim koordinatama (x, y, t) i točke s homogenim koordinatama u ravnini jasnija je ako se u prostoru odabere $t=1$ (slika 17).



slika 17. Homogene koordinate

Pravac (L) točke P i ishodišta koordinatnog sustava O , presijeca ravninu $t=1$ u točki Q s kartezijevim koordinatama $(x/t, y/t)$. Koordinate $(x/t, y/t, 1)$ predstavljaju homogene koordinate točke Q . Uporaba homogenih koordinata od

velike je važnosti u jedinstvenom prikazu različitih vrsta transformacija i simetrija u ravnini.

U geodetskoj praksi koriste se, za različite svrhe, različite vrste transformacija. Linearne transformacije aktualne su pri geometrijskim ispravkama deformiranih planova i karata (usuš, rasteg, pogreške skaniranja ...). Primjenom odgovarajuće transformacije, slika se ispravlja na unaprijed zadane (poznate) teorijske dimenzije. Obično se radi o 2D podacima te su ovdje dane teorijske osnove za rješenje tog problema.

Četiri osnovna tipa transformacija su translacija, promjena mjerila, rotacija i rotacijsko rastezanje. Sve linearne transformacije mogu se izraziti u matričnom obliku korištenjem homogenih koordinata. Triplet homogenih koordinata (x, y, t) ,

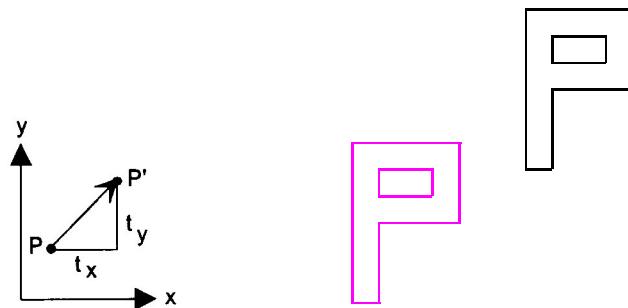
može se u matričnom obliku prikazati kao $\begin{bmatrix} x \\ y \\ t \end{bmatrix}$.

Translacijom se obavlja pomak objekta bez promjene njegovog oblika ili orientacije (slika 18). Ako se neka točka prikaže $p = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$, tada se translacija u matrično može prikazati

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} tx \\ ty \end{pmatrix},$$

gdje je t parametar translacije. Ili homogenim koordinatama:

Translacija $P' = PT(t_x, t_y) \mid [x', y', 1] = [x, y, 1] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ t_x & t_y & 1 \end{bmatrix};$



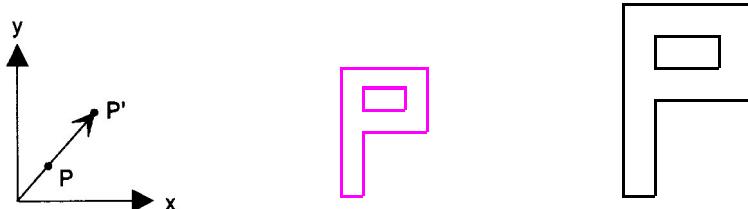
slika 18. Translacija

Promjenom mjerila se mijenja veličina objekta, bez promjene orientacije (slika 19). U matričnom obliku promjena mjerila se može prikazati

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_x & 0 \\ 0 & s_y \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix},$$

gdje je s parametar promjene mjerila.

Promjena mjerila $P' = PS(s_x, s_y) | [x', y', 1] = [x, y, 1] \begin{bmatrix} s_x & 0 & 0 \\ 0 & s_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$



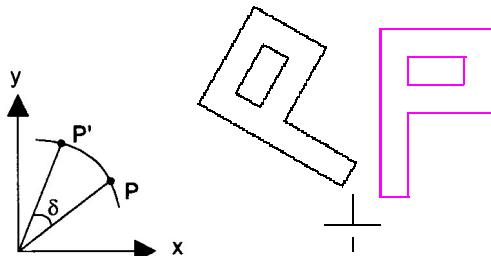
slika 19. Promjena mjerila

Rotacijom se mijenja orientacija i položaj objekta, bez promjene njegove veličine i oblika (slika 20). U matričnom obliku

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \delta & -\sin \delta \\ \sin \delta & \cos \delta \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix},$$

gdje je δ kut rotacije.

Rotacija $P' = PR(\delta) | [x', y', 1] = [x, y, 1] \begin{bmatrix} \cos \delta & \sin \delta & 0 \\ -\sin \delta & \cos \delta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$



slika 20. Rotacija

Rastezanje s rotacijom (engl. *Shearing*, njem. *Scherung*), može se obavljati duž x ili y osi (slika 21). U matričnom obliku, duž x osi

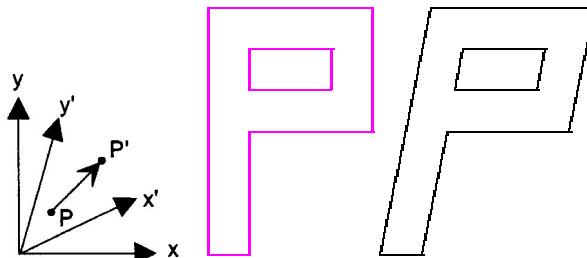
$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & h_x \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix},$$

a duž y osi

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ h_y & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix},$$

gdje je h parametar transformacije.

Rotacijsko rastezanje duž osi x i y $P' = PU(u, v) \quad [x', y', 1] = [x, y, 1] \begin{bmatrix} 1 & u & 0 \\ v & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$.



slika 21. Rotacijsko rastezanje

Sve složene ravninske transformacije (Helmertova, afina i sl.) kombinacija su osnovnih tipova transformacija. Osnovna homogena transformacijska matrica za sve tipove složenih 2D transformacija (tablica 1), može se prikazati kao

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ t' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ t \end{bmatrix}.$$

tablica 1. Tipovi složenih transformacija u 2D prostoru

Tip	Učinak transformacije
2 – Parametra	2 Translaciјe
4 – Parametra	2 Translaciјe, 1 Rotacija, 1 Promjena mjerila
5 – Parametara	2 Translaciјe, 1 Rotacija, 2 Promjene mjerila
6 – Parametara	2 Translaciјe, 1 Rotacija, 2 Promjene mjerila, 1 Rotacijsko rastezanje

5.1 Helmertova

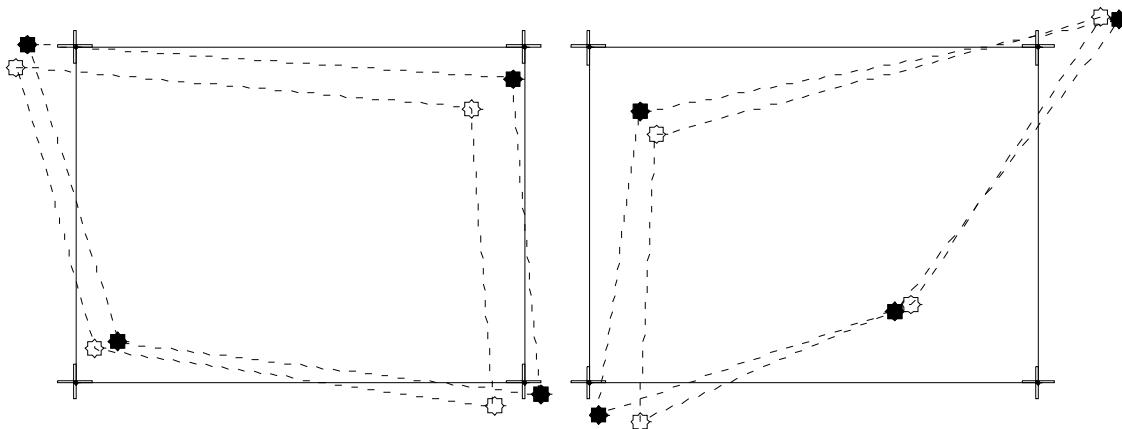
Helmertova transformacija (linearna konformna transformacija ili transformacija sličnosti) je 4-parametarska transformacija koja omogućava dvije translacije, jednu rotaciju i jednu promjenu mjerila.

U matričnom obliku

$$\begin{pmatrix} y' \\ x' \\ t' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & x_t \\ a_{21} & a_{22} & y_t \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} y \\ x \\ t \end{pmatrix}, \text{ pri čemu je } \begin{array}{l} a_{22} = a_{11} \\ a_{21} = -a_{12} \end{array}.$$

Za izračunavanje parametara transformacije potrebno je poznavati koordinate najmanje dviju točaka u oba koordinatna sustava. Uz postojanje više točaka, odnosno prekobrojnih podataka, moguće je ocijeniti točnost parametara transformacije i transformiranih koordinata. Helmertovom transformacijom objekti zadržavaju oblik, pa se ona često naziva i ortogonalna transformacija.

Djelovanje Helmertove transformacije u geometrijskom ispravljanju različito deformiranih pravokutnika prikazuje slika 22. Deformirani pravokutnici (ima) prikazani su crtanom linijom, a njihove rubne točke kružićima. Vrhovi teorijskog pravokutnika (treba) prikazani su križićima. U oba slučaja za transformaciju su korištene četiri točke. Rubne točke rezultata transformacija prikazane su zapunjениm kružićima. U oba slučaja, obzirom na relativno velike i nehomogene deformacije, Helmertovom transformacijom nisu postignuti zadovoljavajući rezultati.



slika 22. Helmertova transformacija na različito deformirane pravokutnike

Ova vrsta transformacije pogodna je kod homogenih podataka gdje se na cijelom setu mogu definirati globalni parametri koji vrijede na svakom dijelu područja koje se transformira.

5.2 Afina

Afina transformacija ubraja se u 6 parametarske transformacije (tablica 1). Transformacija uključuje: *dvije translacije, jednu rotaciju, dvije promjene mjerila i jedno rotacijsko rastezanje*.

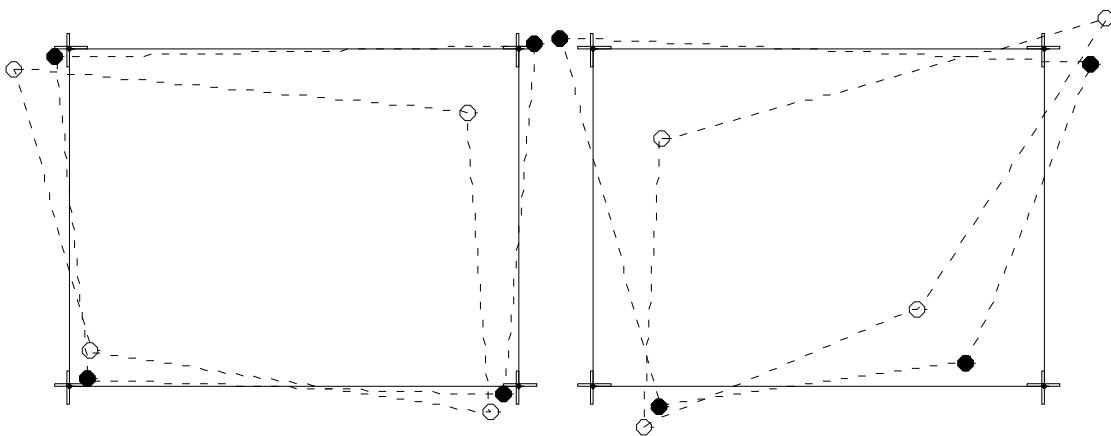
U matematičkoj i geodetskoj literaturi uobičajeno može se pronaći parametarski opis afine transformacija. Parametarski algoritam, obično se koristi za geometrijsko ispravljanje digitaliziranih planova i karata, kao i za geokodiranje, i ugrađeno je u gotovo sve CAD i GIS aplikacije.

U matričnom obliku

$$\begin{pmatrix} y' \\ x' \\ t' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} y \\ x \\ t \end{pmatrix}.$$

Šest parametara transformacije moguće je izračunati poznavanjem koordinata barem triju točaka u oba koordinatna sustava. Ukoliko postoji više od tri para afino pridruženih točaka (identičnih) odnosno prekobrojni podaci, tada je moguće provesti ocjenu točnosti parametara transformacije i ocjenu točnosti transformiranih koordinata.

Učinak afine transformacije, na jednakо deformirane likove kao u prethodnom slučaju prikazuje slika 23.



slika 23. Afina transformacija na različito deformirane pravokutnike

Za oba lika afinom transformacijom su dobiveni bolji rezultati, u odnosu na rezultate Helmertove transformacije. Uspoređujući Helmertovu i afinu transformaciju, a i obzirom na geometrijske karakteristike svake od njih, može se zaključiti da odabir odgovarajuće transformacije ovisi o tipu deformacije.

Ako imamo deformacije za koje procjenjujemo kako nisu homogene tj. jedan parametar promjene mjerila ne odgovara karakteru deformacija, moramo proširiti model.

Za listove katastarskih planova znamo da su deformacije obično različite u smjeru osi x i y. Prema tome ako želimo ispraviti te deformacije uz primjenu jednog parametra za mjerilo (Helmert) nećemo dobiti odgovarajuće rezultate. Za ispravljanje usuha i rastega lista katastarskog plana, dakle, treba uzeti u obzir različite parametre mjerila za osi x i y, što nam omogućava afina transformacija.

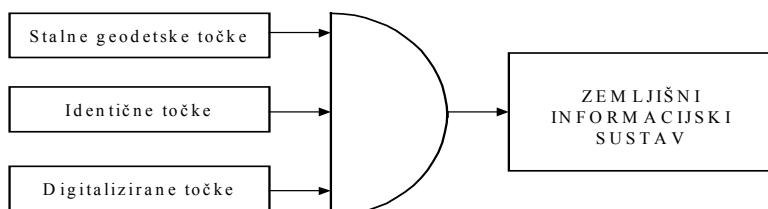
Iz navedenog se može zaključiti da pri ispravljanju nehomogenog katastarskog plana nedvojbeno treba koristiti afinu transformaciju.

6. Postupak poboljšanja

Geodetski zadaci su manje više kroz stoljeća ostali isti. Nasuprot tome metode rada stalno se prilagođavaju tehnološkom razvitku. Tako se i postupak poboljšanja katastarskog plana, kao realna mogućnost i potreba, pojavio tek pedesetih godina. Danas je on već, u mnogim zemljama jedan od prioriteta ili pred dovršetkom.

Korisnici katastarskih podataka značajno utječu na sadržaj i izgled katastarskog plana, a u budućnosti i na digitalni katastarski operat. Digitalne tehnologije omogućuju izgradnju višenamjenskog katastra kojem će digitalizacija postojećih podataka biti začetak i jezgra budućeg zemljišnog informacijskog sustava.

Stalne geodetske točke definiraju nam referentni sustav za geokodiranje podataka, a uz pomoć identičnih točaka i transformacije dobivamo osnovu ZIS-a (slika 24). Topološki odnosi i tematski sadržaj ne mijenjaju se u postupku poboljšanja. Tematski sadržaj se može aktualizirati, ako se ocjeni neophodnim i opravdanim.



slika 24. Stvaranje osnove ZIS-a

Izrada digitalnog katastarskog operata je složen zadatak jer su postojeći analogni katastarski planovi nastali u svrhu oporezivanja zemljišta, a zahtjevi prema zemljišnom informacijskom sustavu danas nadilaze tu svrhu. ZIS možemo definirati kao: ostvarivanje mogućnosti pristupa, lokaliziranja u prostoru, prikaza i međusobnog kombiniranja podacima o nekretninama informatičkim alatima. Prilog ostvarivanju ovih mogućnosti daje provođenje postupka poboljšanja katastarskog plana.

Rezultati izmjera i drugih postupaka utvrđivanja međa moraju biti točno uneseni u digitalni katastarski operat. Da bi se ostvario taj cilj moraju se upotrijebiti svi mogući izvori podataka, stručno obraditi i izabrati najpogodnije metode rada.

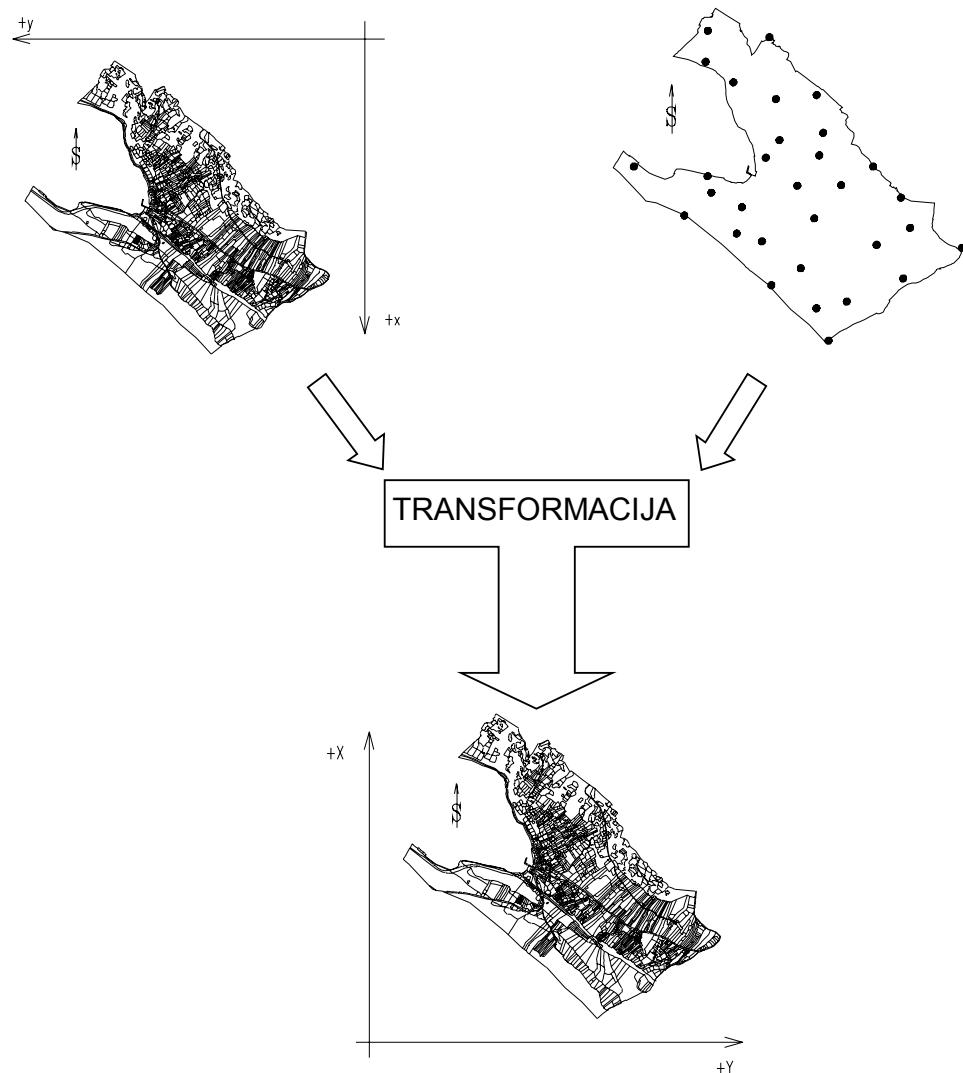
Osnovne podloge koje ulaze u poboljšanje su katastarski planovi nastali grafičkom metodom izmjere (slika 7). Da bi postigli poboljšanje ovih podataka u postupku transformacije neophodno je koristiti sve podatke kao što su:

- mreža stalnih geodetskih točaka,
- elaborati promjena,
- fotogrametrijsko snimanje - ortofoto,

te po potrebi izvršiti dodatnu izmjjeru u cilju određivanja povoljnog broja identičnih točaka potrebnih za transformaciju, te evidentiranja stvarnog stanja u naravi.

Definicija projekta poboljšanja za Republiku Hrvatsku obuhvaća opći i posebni model. Opći model mora se provesti za sve katastarske općine (slika 25). Na slici prikazana katastarska općina transformira se preko identičnih točaka u državni koordinatni sustav. Posebni model je proširenje općeg modela u kojem će se dodatnim sredstvima osigurati veća točnost, obaviti dodatna mjerena i izraditi kvalitetniji ortofoto.

Opći model obuhvaća korištenje postojećih podataka i određivanje minimalnog broja identičnih točaka za transformaciju. Određivanje identične točke na 5 ha postavlja se kao minimalan zahtjev kod općeg modela. Za prosječnu katastarsku općinu u Hrvatskoj ($P=1700$ ha) potrebno je dakle odrediti 340 identičnih točaka.



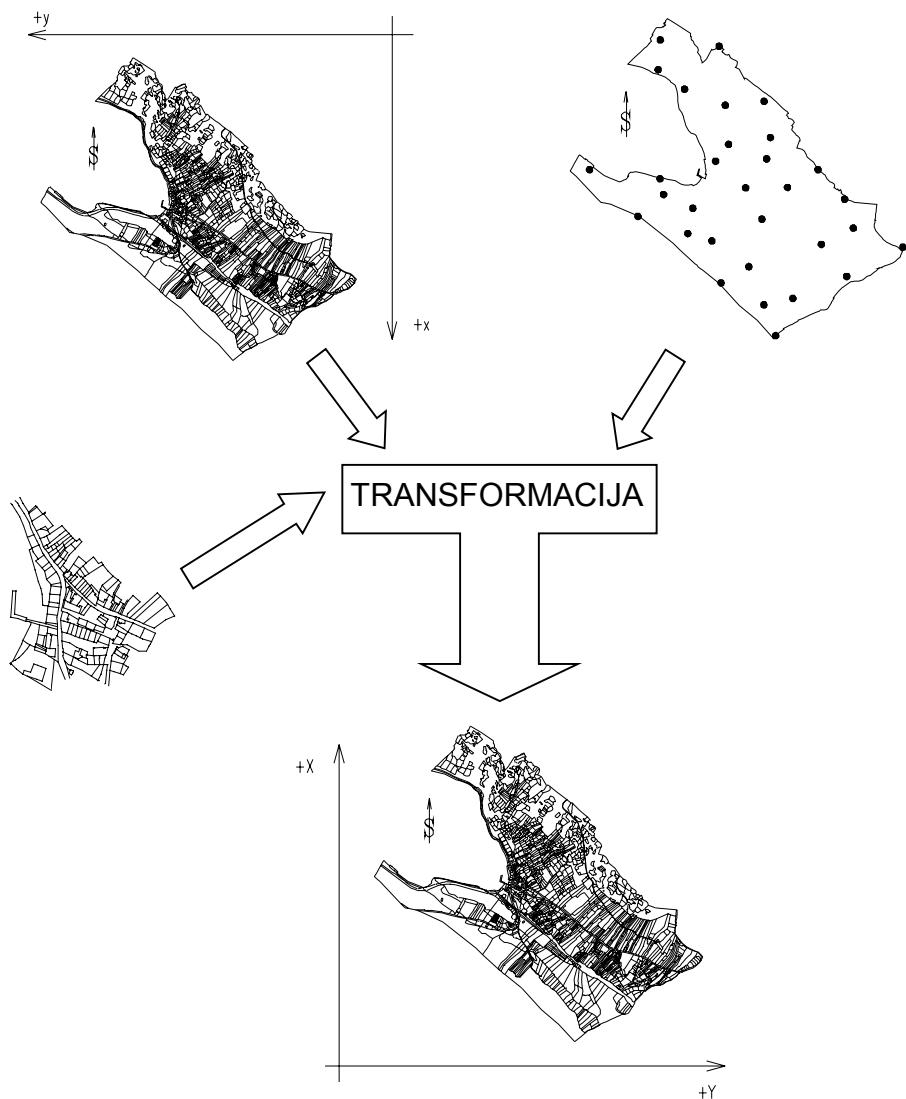
slika 25. Opći model poboljšanja

On također zahtijeva izradu ortofota iz postojećih podataka cikličnog snimanja. Za njegovu izradu koriste se postojeći podaci DMR 5/0. Poboljšanje plana na temelju općeg modela moguće je provesti za svaku katastarsku općinu u Republici Hrvatskoj uz vrlo mala sredstva i u kratkom roku.

Podaci iz elaborata o promjenama u HDKS provode se numerički u općem modelu, a izrada ortofota iz cikličnih snimanja i izmjera minimalnog broja identičnih točaka, te transformacija ne iziskuju velika sredstva.

Ako postoje korisnici spremni uložiti sredstva za dobivanje kvalitetnijih podataka opći model potrebno je proširiti. Proširenje će umnogome ovisiti o zahtjevima korisnika i spremnosti ulaganja. Takav pristup ćemo nazvati posebnim modelom poboljšanja i opisati neke značajnije mogućnosti. Pored već opisanih dijelova općeg modela, koji su sastavni dio posebnog modela, izmjere i/ili (tehničke) reambulacije čine posebni model.

U posebnom modelu do izražaja će doći veća kvaliteta podataka iz općeg modela i/ili proširenje korištenih podataka (slika 26). Veću kvalitetu podataka iz općeg modela možemo postići fotogrametrijskim snimanjima u krupnjem mjerilu posebno za ovu svrhu. To snimanje može poslužiti za izradu DOF-a veće razlučivosti, izradu točnijeg digitalnog modela reljefa i restituciju. Restituirati će se sadržaj koji je predmet evidencije, a zbog neodržavanja nije evidentiran (zgrade, prometnice, ...). Restitucijom vidljivih međnih točaka katastarskih čestica i drugih postojećih sadržaja katastarskog plana proširiti će se fond identičnih točaka dobre geometrijske kvalitete u HDKS. U posebnom se modelu, dakle, veći dio podataka dobiva neposredno izmjerama koje mogu biti izvedene terestričkim metodama, što će i biti slučaj većinom u naseljenim područjima. Izlaganje podataka na javni uvid i provođenje postupaka za izmjenu stanja u katastru i zemljišnoj knjizi dio je posebnog modela. To će znatno produžiti vrijeme te ga u planiranju treba predvidjeti.

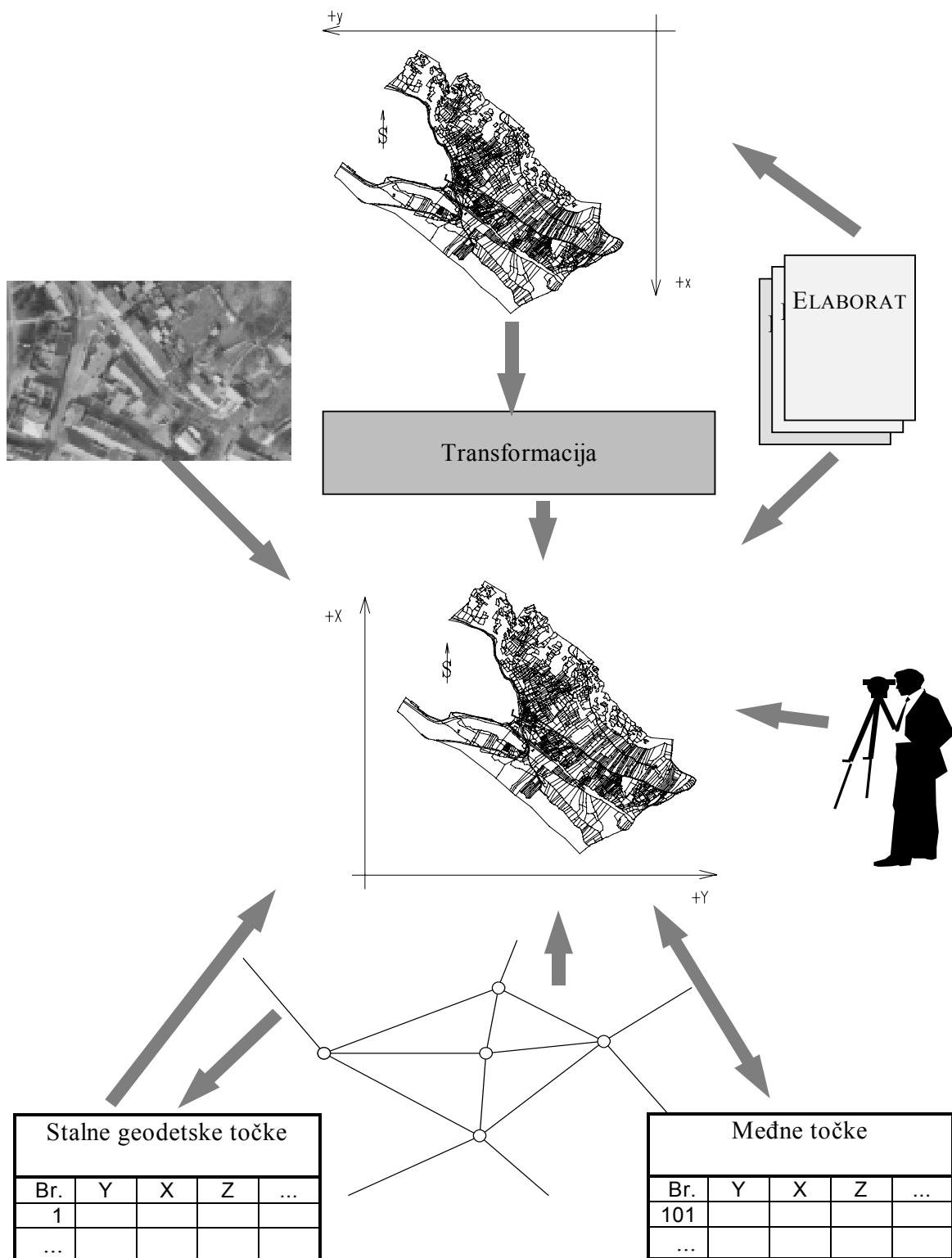


slika 26. Posebni model poboljšanja

Katastarski planovi imaju svoj pravni značaj i prikaz međa treba odgovarati stvarnom stanju na terenu. Da bi se to uskladilo potrebno je prvo u digitalnu bazu unijeti sve po koordinatama poznate elemente katastarskog plana, a zatim ostali sadržaj transformirati u te podatke. Ovim pristupom točnost koordinata međnih točaka bit će vrlo različita. Za izmjerene međne točke ona će biti nekoliko centimetara, a za transformirane međne točke može biti i nekoliko metara. Treba uočiti da koordinate međnih točaka dobivene transformacijom ostaju ipak grafičke kvalitete i ne treba ih uspoređivati s onima dobivenih numeričkom izmjerom.

Proces održavanja digitalnog katastarskog plana nastalog transformacijama je upravo suprotan procesu održavanja analognih katastarskih planova. Pri održavanju analognih planova, numerički izmjerene točke međa su kvarenjem uklapane u grafičke podatke planova. Kod digitalnog katastarskog plana svaka nova katastarska izmjera (makar i jedne međne točke) koristi se za ispravke postojećih ("grafičkih") međa.

Naglasak u postupku poboljšanja daje se na korištenju postojećih podataka (slika 27). Njihovim kombiniranjem postižu se sinergijski učinci uz zнатне uštede sredstava i vremena.



slika 27. Interakcija podataka kod poboljšanja



Različiti, međusobno zavisni podaci, izrađuju se i pohranjuju odvojeno čime ne dolazi do izražaja njihova iskoristivost.

Infrastruktura prostornih podataka u Republici Hrvatskoj rascjepkana je i puna dvostrukih baza podataka. U okviru katastarskog sustava možemo pronaći takve primjere, koje štete njegovom funkcioniranju. Elaborati o promjenama u pravilu sadrže kvalitetne numeričke podatke o zemljištu i objektima na njemu, a ti isti podaci (pokvarene kvalitete) u grafičkom obliku na katastarskom planu službeni su podaci koji se daju korisnicima. Postupak poboljšanja uvažava te činjenice te se temelji na pristupu objedinjavanja najkvalitetnijih podataka. Da bi se to ostvarilo potrebno je napraviti učinkovitu organizaciju i sustavan pristup obradi najkvalitetnijih podataka te njihovu integraciju u budući (digitalni) katastarski operat.

U tijeku postupka poboljšanja dolazi do novih saznanja o neaktualnosti stanja u katastru koja se, ako su većeg obima i značajnija, a za to ima sredstava, mogu riješiti tijekom rada.

Najčešće će se raditi o neprovedenim promjenama sporednih pa i glavnih prometnica. Za ta područja katastarske općine, u postupku poboljšanja katastarskog plana, bilo bi potrebno prethodno provesti izmjeru i izraditi elaborat kojim bi se stanje u katastarskom operatu uskladilo sa stanjem na terenu. Izmjerom bi u ovom slučaju bilo obuhvaćeno više katastarskih čestica što bi dalo nove identične točke. Isto tako, razlike u prikazu dodirne crte između kopna i mora, kao posljedica nasipanja ili uređenja obale može se riješiti izmjerom (pomorsko dobro).

6.1 Organizacija podataka

Različiti izvori i velike količine podataka u rasterskom, vektorskom, analognom ... obliku zahtijevaju sustavan pristup u njihovoj organizaciji kako bi u procesu poboljšanja svi oni bili dostupni, povezani i međusobno usklađeni. Podatke možemo podijeliti u horizontalnom i vertikalnom smislu.

U horizontalnom smislu podatke dijelimo na:

- listovi planova
- dijelovi listova
- skice izmjere iz elaborata
- prostorne jedinice
- ostali podaci.

Postojeća horizontalna podjela analognih podataka proizvod je povijesnih okolnosti i (ne)mogućnosti obrade širih prostora. Logična podjela na listove u okviru ravnine projekcije olakšala je rukovanje, a listovi planova i karata prilagođeni su čovjekovim dimenzijama.

Jedinstvenom obradom podataka u okviru katastarske općine omogućena je njihova smislena veza s realnim svjetom. Rubovi listova planova umjetna su granica nepostojeća na terenu nastala iz praktičnih razloga.

Današnje tehnologije obrade ne traže takav pristup već zahtijevaju horizontalnu podjelu po logičkim/fizičkim objektima (granice: k.o., ...).

U vertikalnom smislu imamo:

- katastarske rasterske podatke
- fotogrametrijske (rasterske) podatke
- katastarske vektorske podatke
- karte
- DMR
- ostale podatke.

....

Vertikalne podatke dijelimo prema temama kojima se bave. Jedinstveni geodetski referentni sustav osigurava njihov geometrijski sklad. Sadržaji pojedinih tema (katastar, topografija, ...) definirani su propisima i sukladno njihovim promjenama, mogu biti različiti. Postojeći podaci sadržavat će iz prošlosti drugačije definirane teme i u postupku poboljšanja one se mogu razdvojiti. Eventualni topografski sadržaj na katastarskom planu može, ali ne mora, biti predmet poboljšanja u ovisnosti o ocjeni (trošak/dobitak).



6.2 Pregled pohrane

U arhivama katastarskih ureda postoje elaborati kojima su održavani katastarski operati. Oni sadrže mjerene veličine koje treba koristiti. Potrebno je obraditi sve elaborate kojima je održavan katastarski operat i koji se nalaze u pohrani te prikupiti druge podatke (katastar vodova, ...).

Područja intenzivne izgradnje predmet su češćih promjena stanja u katastru te će za njih biti raspoloživ veći broj podataka u arhivi.

Po pregledu pohrane i analizi upotrebljivosti elaborata provodi se njihova klasifikacija prema metodi izmjere i to:

- polarna
- ortogonalna
- odmjeranja
- ostalo

Nažalost vrlo mali broj elaborata izrađen je na temelju izmjere s mreže stalnih geodetskih točaka. Za elaborate koji su izrađeni numeričkim metodama može se provesti neophodna mjerena u cilju njihovog povezivanja na državni koordinatni sustav. Međutim, ako elaborat sadrži manje od 50 međnih točaka taj pristup nije gospodarski opravдан već je bolje taj elaborat zanemariti. Dodatne točke mjere se sukladno potrebama za transformaciju cijele katastarske općine.

Svaki pojedini elaborat pregledom se razvrsta u jednu od skupina. Najveći broj elaborata neće sadržavati podatke koji će pomoći poboljšanju ali budući sadrže originalna mjerena (npr. izmjera objekata od međa) mogu se naknadno provesti ili poslužiti kao kontrola nakon transformacija.

Ocjena elaborata rezultira procjenom iskoristivosti te treba napraviti dodatna mjerena i transformirati podatke ili elaborat treba po završenom poboljšavanju provesti. Neki od elaborata neće biti korisni na bilo koji način.

Kod elaborata s malim brojem izmjerih točaka teško je pronaći pouzdano identične točke, preko kojih će se koordinate transformirati u državni koordinatni sustav, osobito ako se držimo pravila da transformaciju koordinata radimo uvijek s prekobrojnim identičnim točkama.

Određivanje koordinata iz postojećih elaborata u pravilu je neučinkovito i složeno. Iz ovoga proizlazi da treba koristiti samo veće elaborate koji su kvalitetno izrađeni. To znači uzimanje u obradu samo elaborata novijeg datuma izrađenih s geodetske osnove i koji zahvaćaju veća područja.

Izmjere provedene s mreže stalnih geodetskih točaka za koje postoje originalni podaci mjerena i identifikacije katastarskih čestica treba obvezno koristiti. Identične točke utvrđene u postupku izrade elaborata su identične točke i u postupku poboljšanja.

6.3 Korištenje digitalnog ortofota

Podudarnost s topografskim sadržajima podiže se korištenjem (digitalnog) ortofota. Kako su podaci cikličkog snimanja sitnog mjerila to iz njega izrađeni DOF ne daje mogućnost točnih mjerjenja ali se usporedbe mogu napraviti. Vektorizirani katastarski plan prije poboljšanja u odnosu na DOF može prikazati velika odstupanja (slika 28).

Digitalni katastarski plan nastao vektorizacijom analognih listova planova koji su u Austro-ugarskim sustavima biti će deformirani u odnosu na DOF izrađen u HDKS. Sama različitost projekcija za ta dva seta podataka uzrokuje dio tih deformacija. Mnogo veći utjecaj na deformaciju imaju različiti datumi i njihovo ostvarenje u prostoru. Mreža stalnih geodetskih točaka za potrebe Franciskanske izmjere izvedena je prije dva stoljeća i uz vrlo brižna mjerjenja ne zadovoljava točnost i homogenost koja se danas traži. Zbog toga nije moguće pronaći jedinstvene parametre transformacija. Kada bi to bilo moguće izraziti jednostavnim matematičkim vrijednostima globalno za cijeli sustav, postupak poboljšanja bi bio nepotreban.

Veću vrijednost imaju ti podaci u pogledu relativne točnosti te koristeći tu činjenicu promatramo manja područja kao dobra i zadovoljavajuće kvalitete. Zadovoljavajuća kvaliteta definira se kao grafička točnost plana ($\pm 0.1 \times M$). Približna transformacija (translacija) manjeg područja u odabranu identičnu točku pomoći će nam u definitivnoj ocjeni radi li se o identičnoj točki ili ne. Vizualnim pregledom okoliša uočiti ćemo i dodatne identične točke (slika 29).

Uz podršku odgovarajućih softverskih alata ovaj posao je brz i pouzdan za izbor identičnih točaka koje će onda i na terenu biti lako pronaći te odrediti njihove koordinate.



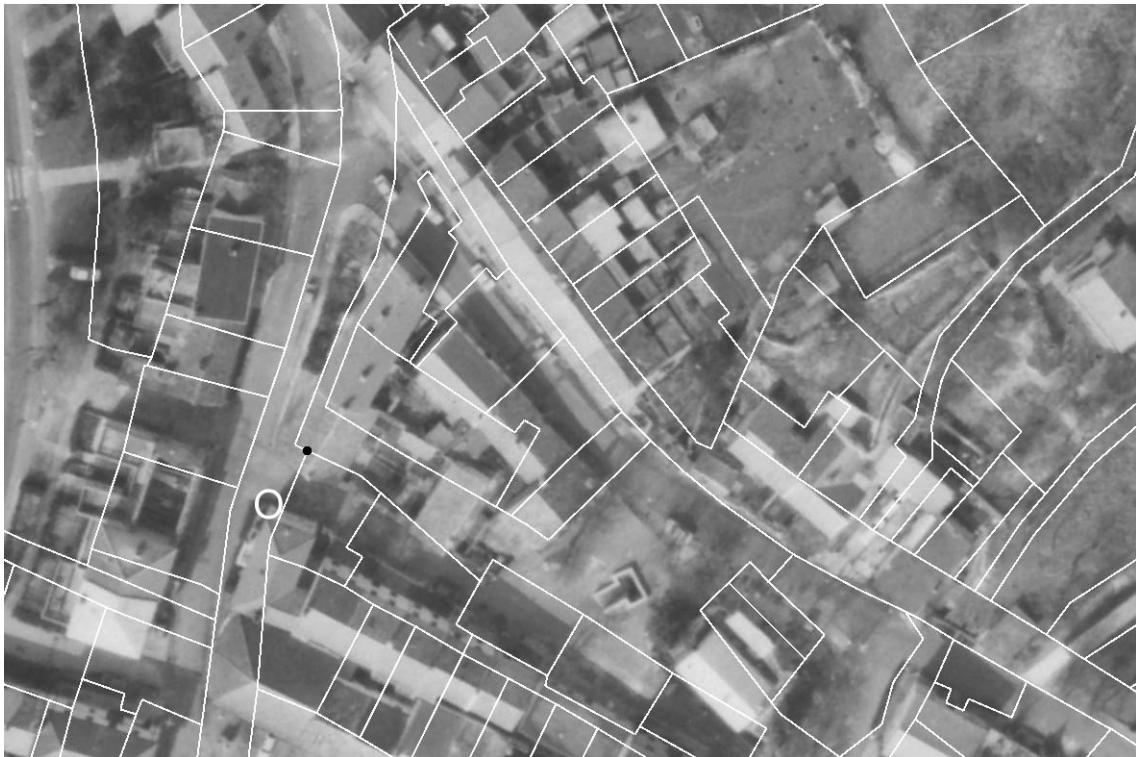
slika 28. DOF i katastarske čestice

Nehomogenost grafičke izmjere i loša apsolutna točnost uzrok je nepodudarnosti. Pomakom plana u izabranu identičnu točku možemo utvrditi dobru relativnu točnost okolnog sadržaja (slika 29).



slika 29. Približno uklopljeni katastarski plan

Ako su korisnici zainteresirani i spremni uložiti dodatna sredstva tada se može napraviti DOF veće razlučivosti na kojem je onda moguće određivanje koordinata. Fotogrametrijska snimanja koja odgovaraju potrebama katastarskih izmjera mogu doći u obzir. Preklapanje snimaka s katastarskim planom prije poboljšanja ukazati će na deformacije plana (slika 30).



slika 30. DOF krupnijeg slikovnog elementa

Približnim uklapanjem vektorskih podataka (slika 31) možemo zaključiti koje od međnih točaka se mogu proglašiti identičnim i za njih s DOF-a očitati koordinate.

Kvaliteta ortofota treba nam garantirati položajnu točnost, a da bi ovako određene koordinate bile korištene za određivanje parametara transformacije. Za ruralna područja to će češće biti moguće dok je u naseljenim područjima ionako otežano fotogrametrijsko određivanje koordinata.



slika 31. Približno uklopljeni vektorski podaci

U konkretnom slučaju poboljšanja katastarskog plana, na raspolaganju neće biti ovako kvalitetnog materijala, ali će se iz snimaka cikličnog snimanja napraviti DOF mjerila $\approx 1:5000$ zadovoljavajuće kvalitete.

Korišteni DOF umnogome olakšava i pojeftinjuje rad i treba ga smatrati važnom pretpostavkom, uz mrežu stalnih geodetskih točaka, da bi se uopće pristupilo postupku poboljšanja katastarskog plana.

6.4 Koordinate međnih točaka

Poseban dio projekta je definiranje "kostura" kvalitetnih geometrijskih podataka tj. koordinata stalnih geodetskih točaka i međnih točaka. Postojeće baze podataka koriste se u njihovom izvornom obliku i dopunjavaju novim podacima tako da čine geometrijsku osnovu budućeg digitalnog katastarskog operata.

Nakon završenog poboljšanja sve međne točke jedne katastarske općine biti će unesene u bazu. One međne točke čije su koordinate rezultat poboljšanja dobivaju atribut poboljšana. Važno je pri tome da svaka međna točka dobiva jedinstveni identifikator (broj).

Temeljna načela modernog višenamjenskog katastra uključuju kvalitetne položajne podatke o međnim točkama katastarske čestice, za razliku od poreznog katastra koji garantira površinu katastarske čestice. To zahtjeva formiranje baze podataka koordinata međnih točaka sa svim potrebnim atributima. Formiranje ove baze u postupku poboljšanja katastarskog plana omogućava sustavno

klasificiranje kvalitete podataka koja je u katastru od njegovog nastanka do danas vrlo heterogena. Međne točke klasificiraju se prema načinu stabilizacije:

- kamen,
- bolcna,
- prirodna oznaka,
- umjetna oznaka.
- ostalo.

Ta klasifikacija značajna je za terensku identifikaciju i pronalaženje međnih oznaka na terenu dok će opći pristup kvaliteti koordinata biti posredno definiran atribuiranjem međnih točaka prema načinu određivanja njihovih koordinata:

- terestrička,
- fotogrametrijska,
- konstruirana,
- digitalizirana
-

Općenito, međna točka u službenoj bazi dobiva jedan par koordinata i to one koordinate koje su najbolje položajne točnosti, ovdje prema načinu određivanja koordinata. Klasifikacija međnih točaka prema metodi određivanja njihovih koordinata imat će i u budućnosti veliki značaj. Usvojena klasifikacija omogućiti će posredno izvođenje zaključaka o točnosti i pouzdanosti pojedinih točaka.

Treba napomenuti da ova baza podataka čini jezgru digitalnog katastarskog operata i da se svi ostali tehnički podaci (prikazi, površine...) izvode iz nje. Daljnji topološki odnosi u prostoru, bazirani na koordinatama međnih točaka, obrađuju se CAD i GIS alatima prema modelu.

6.5 Terestričke izmjere

Dodatne izmjere su neophodne. Raspoložive postojeće podatke potrebno je dopuniti najmanje izmjerom odabranih identičnih točaka, minimalne gustoće. Time bi bila ispunjena potreba za izmjerama u općem modelu. Najvažniju razliku između općeg i posebnog modela predstavljaju dodatne izmjere manjih ili većih područja (slika 32).

Dodatne izmjere se preporučuju ako postoji korisnik (jedinica lokalne samouprave, javno poduzeće ...) koji je spremان sufincirati te radove. Najčešće će se provesti izmjera urbaniziranih područja i to samo tehnički bez provođenja postupka utvrđivanja imovinskopopravnih odnosa na zemljištu i nekretninama.

Ako na području katastarske općine postoje dijelovi znatno promijenjenih katastarskih čestica, a to nije evidentirano u katastru, to se može ispraviti u postupku poboljšanja. Takva područja identificirati će se usporedbom katastarskog plana i ortofota.

Taj posao obavlja se uobičajenim procesom provođenja promjene definiranim propisima. Kako će to zahtijevati i rad sa strankama treba planirati vrijeme za te poslove, a također i izvor financiranja.

Rast cijena građevinskih zemljišta i prihodi jedinica lokalne uprave od toga, logični su izvor sredstava za uređenje katastarskog stanja.



slika 32. Izmjerен dio katastarske općine

Za područja, za koja se traže kvalitetniji podaci (npr. urbanizirana područja) od onih koji se mogu dobiti poboljšanjem, treba obaviti izmjera nekom od geodetskih metoda (slika 32). Budući da se obično radi o izgrađenim područjima dolazi u obzir neka od terestričkih metoda, a rjeđe fotogrametrija. Za ta područja izradit će se digitalni katastarski plan iz izvornih podataka izmjere, a za preostala područja provodi se poboljšanje pri čemu se izmjerene točke koriste za određivanje parametara transformacije.

6.6 Izbor identičnih točaka

Jedan od najvažnijih dijelova postupka poboljšanja je izbor osnove koja će dati matematičke parametre za transformaciju. U postupku poboljšanja, osnova za određivanje parametara jesu identične točke poznate po koordinatama u oba sustava.

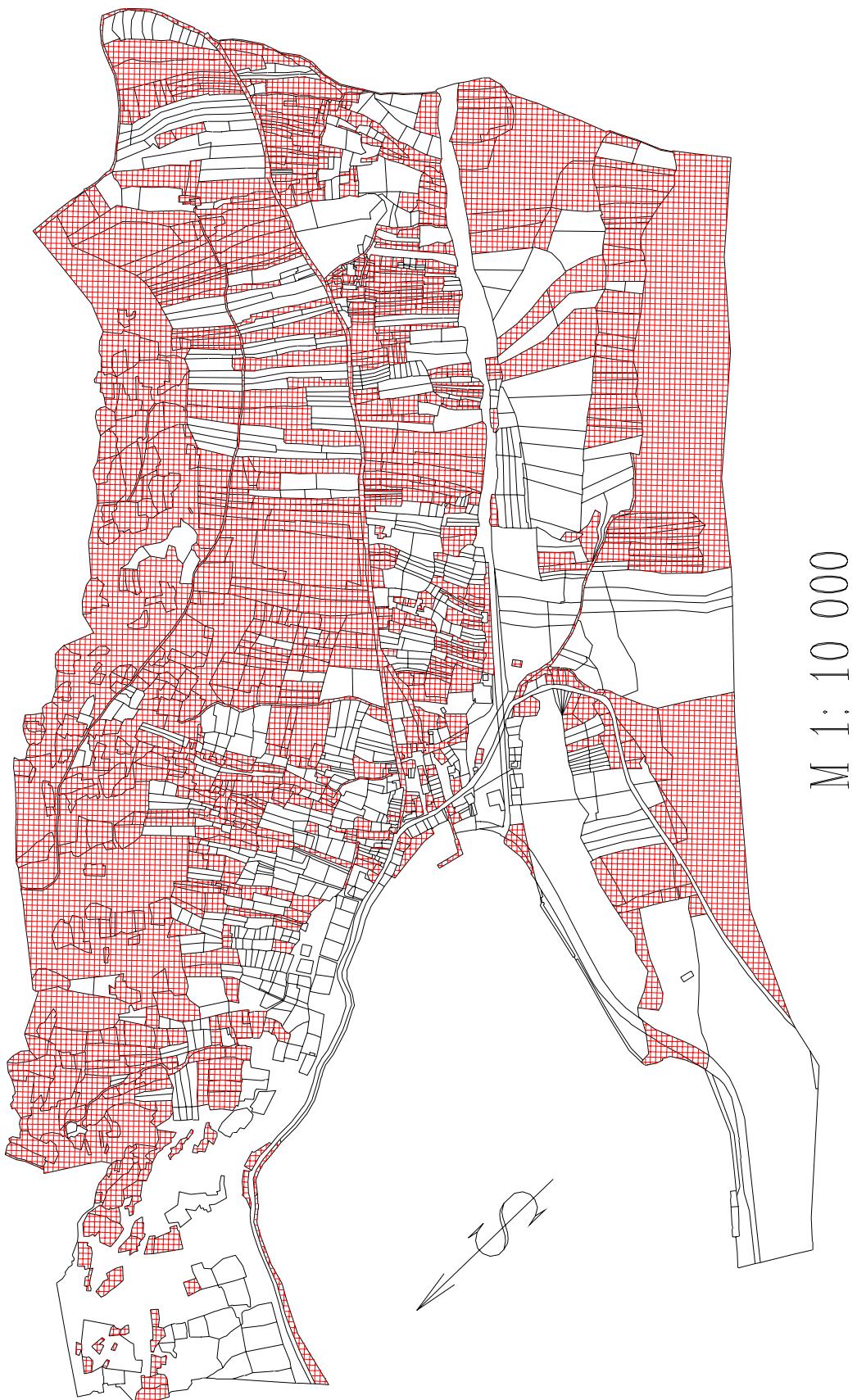
Izbor identičnih točaka obavlja se na fotomaterijalu, kopijama postojećih katastarskih planova te obilaskom terena. Karakteristične linije na terenu prepoznaju se na DOF-u, a za određivanje koordinata pojedinih identičnih točaka treba napraviti terenska mjerena.

Za opći model poboljšanja dovoljan broj identičnih točaka je prosječno 1 identična točka na 5 hektara površine. U posebnom modelu broj identičnih točaka može biti višestruko veći. Treba naglasiti da je broj identičnih točaka u tom slučaju ograničen samo financijskim uvjetima.

Temeljni kriterij za izbor točke identičnom je nepromijenjenost u odnosu na trenutak izmjere. Kako su ove izmjere izvedene prije dva stoljeća to identičnih točaka nema previše na raspolaganju. Pouzdane identične točke biti će međne točke čestica koje nisu mijenjale oblik u katastru od izvorne izmjere (slika 33). To zaključujemo po tome što njihov identifikator (broj) nema podbroj, a izdvojeno prikazane na ekranu ili papiru dobiti ćemo upitom na bazu. Na slici su šrafirano prikazane sve katastarske čestice koje zadovoljavaju taj upit. Sve ove točke su "kandidati" međutim velik broj na DOF-u i terenu nije lako identificirati pa će nam izbor biti sužen.

Međne točke čestica unesene na katastarski plan tijekom održavanja obično nisu pouzdane i treba ih izbjegavati.

Točke objekata i drugih detalja na katastarskom planu zbog razloga i načina na koji su one tamo došle nije preporučljivo koristiti.



slika 33. Nepromijenjene katastarske čestice

Kod izbora identičnih točaka u najvećoj mjeri dolazi do izražaja znanje i iskustvo geodetskog stručnjaka koji je dobro upoznat s lokalnim prilikama na terenu, ali isto tako i s postojećim katastarskim planovima. Matematičkim modelom teško je eliminirati pogreške koje se mogu napraviti u ovoj fazi radova.

Broj identičnih točaka za potrebe transformacije određuje se prema ulaznim podacima i to prosječno 30-50 točaka po listu izvornog plana odnosno 1 identična točka na 5 hektara. U nekim slučajevima ove veličine neće odgovarati, a to ovisi o:

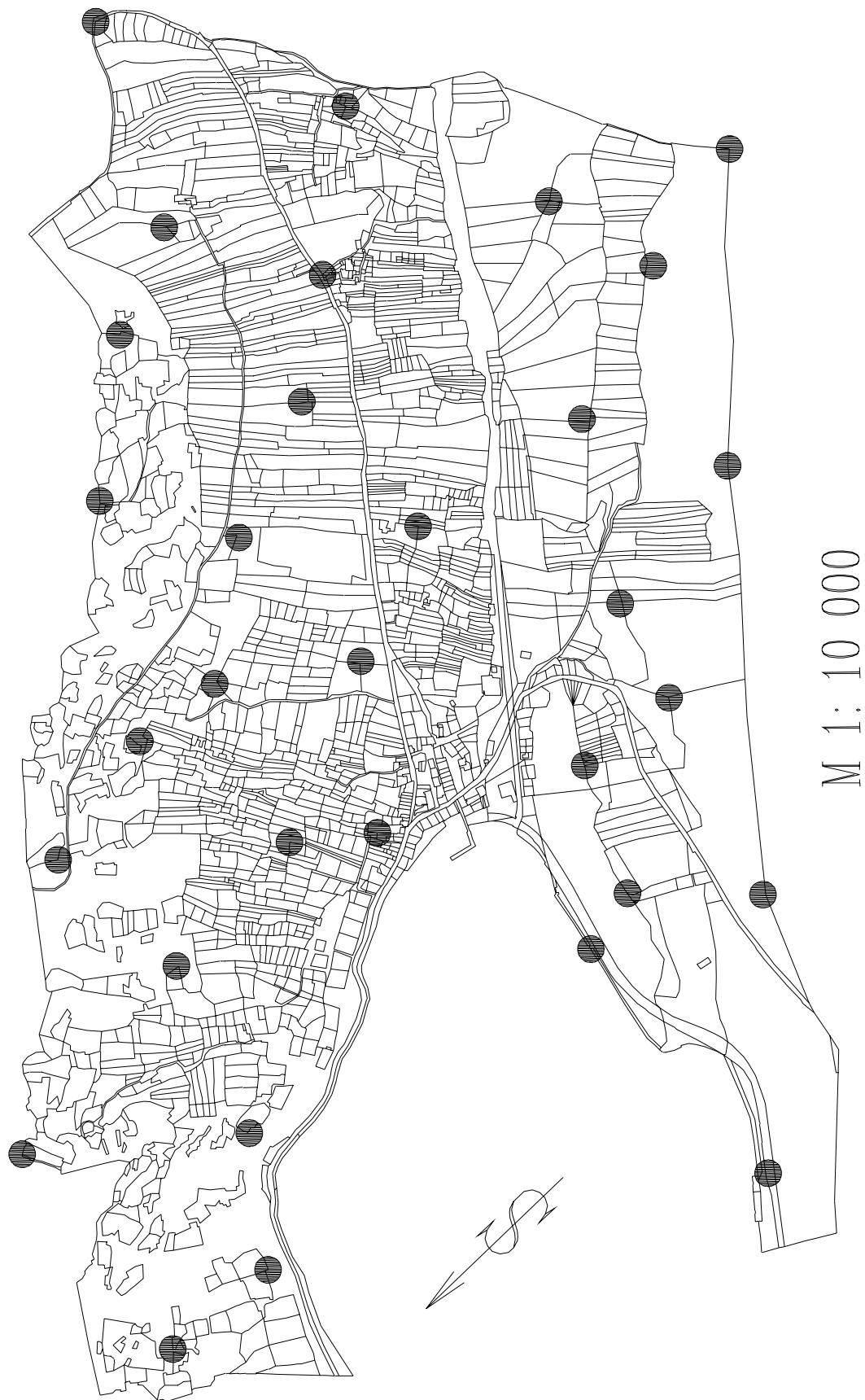
- homogenosti prvočitne izmjere,
- veličini katastarskih čestica,
- mogućnosti identifikacije identičnih točaka itd.

Za potrebe određivanja koordinata identičnih točaka u sustavu u koji se transformira, rade se izmjere, svakako s mreže stalnih geodetskih točaka. Današnje katastarske izmjere povezuju se na državnu mrežu stalnih geodetskih točaka, te su pogodne za izravan unos u bazu i korištenje kod transformacija.

6.7 *Transformacije*

Transformacija koordinata iz jednog sustava u drugi najjednostavnije se obavlja ako su poznati parametri. U katastru nam u pravilu nisu poznati parametri te ćemo ih morati odrediti. Za to nam je potreban dovoljan broj točaka poznatih po koordinatama u sustavu izmjere i HDKS. Prije spomenutim metodama dobiti ćemo potencijalne identične točke koje još treba analitički ispitati te pomoći potvrđeno pouzdanih izvršiti konačnu transformaciju svih podataka. Glede osobina podataka i pretpostavljenih uzroka deformacija najbolje rezultate postići ćemo ako to obavimo afinom transformacijom.

Na kopiji plana katastarske općine označe se sve potencijalne identične točke (slika 34). Na slici je prikazan broj i gustoća identičnih točaka preporučen za opći model (1 it /5 ha). Njihove koordinate u državnom koordinatnom sustavu moraju biti određene izmjerom.



slika 34. Raspored pronađenih identičnih točaka

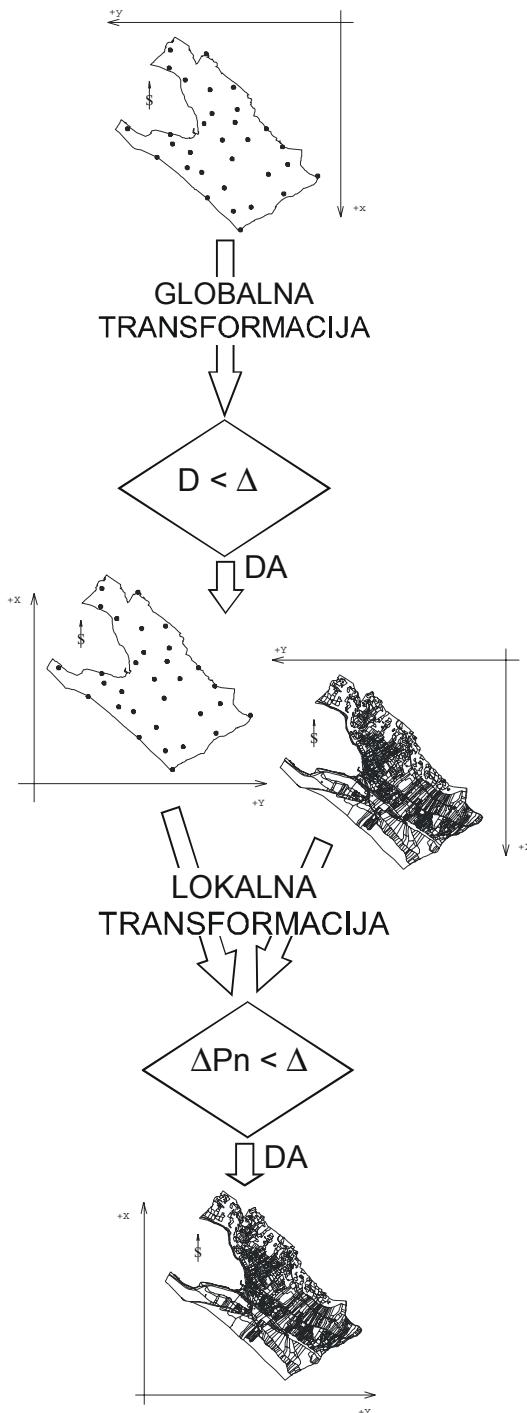
Dalnjom provjerom, testovima, ispituje se identičnost ovih točaka i globalnom transformacijom određuju odstupanja na njima nakon transformacije. Odstupanja nakon transformacije koja izlaze iz okvira za tu katastarsku općinu ukazuju na nepouzdanoću identične točke. Sve točke koje se u postupku provjere pokažu dvojbenim, nadalje se promatraju kao nove točke.

Globalna transformacija koordinata obavlja se afinim modelom, uzimanjem prekobrojnih točaka, pri čemu se daje ocjena točnosti i računaju preostala odstupanja na identičnim točkama nakon transformacije.

Postupak homogenizacije podataka izvršiti će se lokalnom transformacijom nakon što su identične točke ispitane i potvrđena njihova ispravnost, afinom transformacijom uz zadržavanje koordinata identičnih točaka nakon transformacije nepromijenjenima. Utjecaj na susjedne točke koje se transformiraju najbolje je modelirati inverzno udaljenostima. Zadržavanje koordinata identičnih točaka postiže se zadavanjem težine $p=1$ za te točke.

Radove na transformaciji (slika 35) možemo podijeliti u dva dijela. Prvi dio, provjera identičnih točaka ponavlja se dok ne otkrijemo sve nepouzdane točke i isključimo ih iz utjecaja na konačni rezultat.

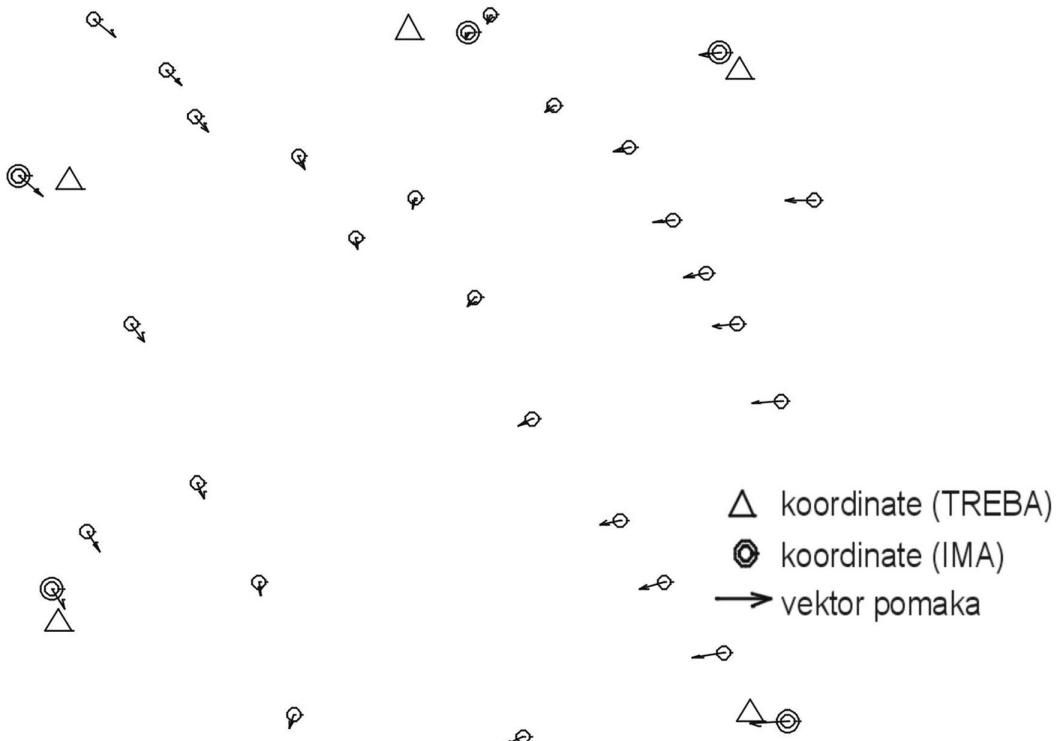
Drugi dio, lokalna transformacija, također će nam ukazati na eventualno preostale nepouzdane identične točke. Lokalnu transformaciju ponavljamo do postizanja zadanih uvjeta. Zadržavanje površina katastarskih čestica u granicama točnosti dopuštenim kod analognog rada osiguravamo kontinuitet podacima.



slika 35. Tijek radova kod transformacija

6.7.1 Globalna

Utjecaj globalne transformacije (afini model) prikazuje slika 36. Kao što se vidi, nakon transformacije na identičnim točkama ostaju određena odstupanja koja nam ukazuju općenito na razinu homogenosti podataka. One točke na kojima su preostala odstupanja nakon transformacije znatno iznad prosječnih, trebaju u dalnjem radu biti isključene iz računanja parametara transformacije.



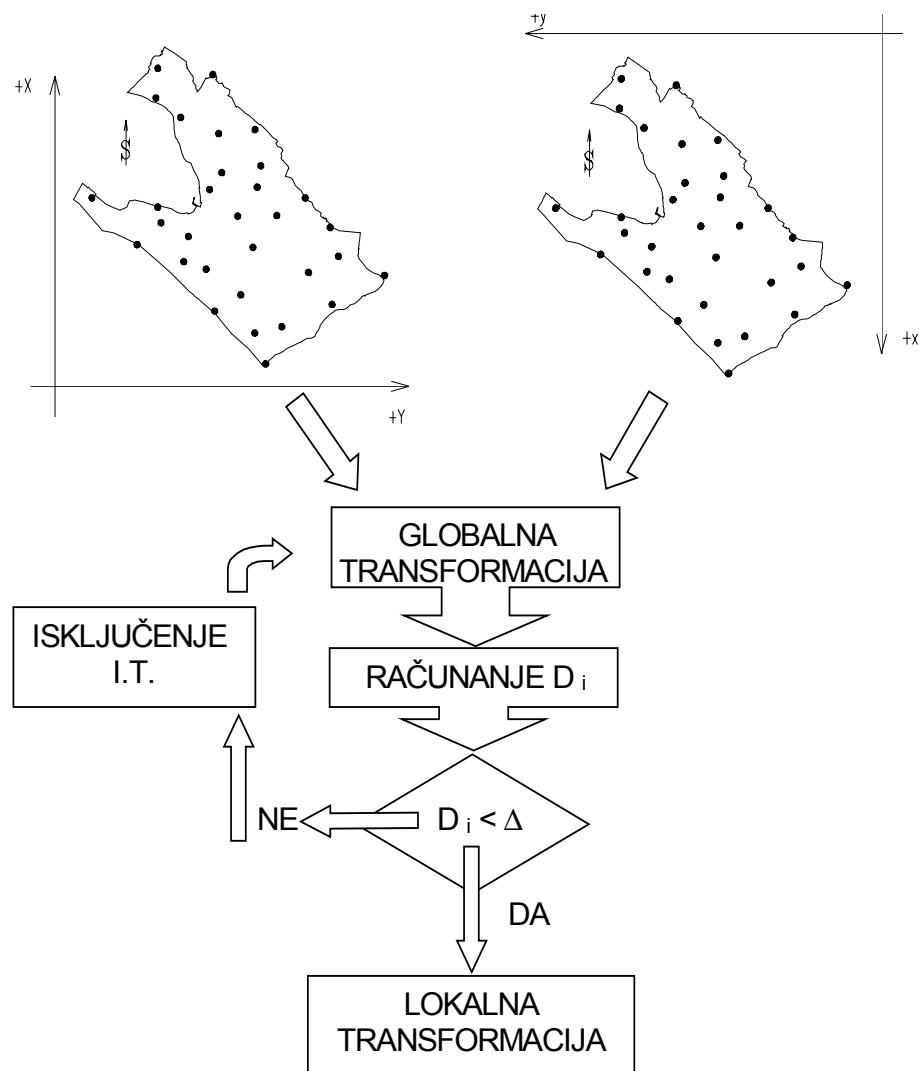
slika 36. Pomak točaka nakon globalne transformacije

Uključivanjem svih potencijalnih identičnih točaka na području katastarske općine u afini model transformacije dobiti ćemo transformacijske parametre (globalne). Budući imamo znatno veći broj točaka od minimalnog ovi parametri će dobro odgovarati potrebama ocjene pouzdanosti identičnih točaka. S tim parametrima transformiraju se sve točke koje su služile za računanje parametara. Na svim točkama ćemo imati preostala odstupanja kojima treba prepoznati uzrok. U tu svrhu ćemo točke poredati prema veličini preostalog odstupanja (tablica 2). Kontrolom točke na kojoj je to odstupanje najveće, ispitati ćemo prethodno postavljenu pretpostavku da se radi o identičnoj točki. Ako utvrdimo da je pretpostavka bila pogrešna isključiti ćemo je i ponoviti postupak računanja globalnih parametara (slika 37). Taj proces ponavljamo dok ne utvrdimo da se kod točke s najvećim preostalim odstupanjima radi o identičnoj točki. Veličina tog preostalog odstupanja daje nam opću ocjenu točnosti i homogenosti postojećih podataka.

Računanje preostalih odstupanja obavlja se po formuli:

$$D_i = \sqrt{(y_{Gi} - y_{0i})^2 + (x_{Gi} - x_{0i})^2},$$

a Δ će biti empirijski rezultat postupka.



slika 37. Ispitivanje pouzdanosti identičnih točaka globalnom transformacijom

Nakon provedene globalne transformacije odstupanja nam ukazuju na pogrešku kod izbora identične točke. Na ovom primjeru točke T10, T1 i T9 imaju znatno veća odstupanja od ostalih, te se mogu odjednom isključiti.

tablica 2. Odstupanja na identičnim točkama

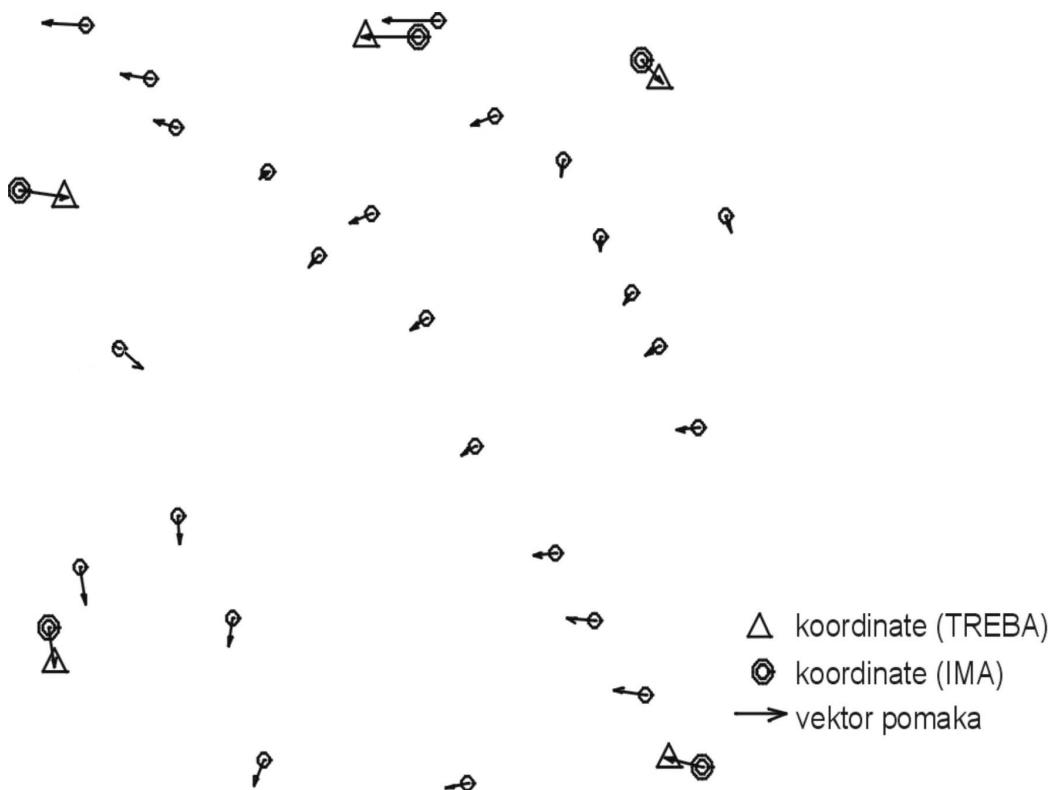
broj točke	y	x	Δ
T10	5467468,55	5015542,70	8,07
T1	5466801,08	5015244,72	7,28
T9	5467459,68	5014795,28	6,03
T11	5467485,21	5015485,39	4,32
T2	5467082,65	5015148,65	3,30
T25	5467991,03	5014159,12	3,11
T4	5467268,50	5016004,81	3,01
T5	5467270,13	5015132,29	2,64
T27	5468181,10	5015291,93	2,02
...			...

Maksimalna odstupanja na transformiranim točkama kod globalne transformacije razlikovat će se po katastarskim općinama. Zbog toga se primjenjuje iterativni postupak, a ona mogu biti od 1-2 m pa i više od 10 m.

6.7.2 Lokalna

Lokalnom transformacijom nazivamo model afine transformacije pri čemu sve identične točke nakon transformacije dobivaju zadane koordinate u ciljnem sustavu ($p=1$). Postavljanje ovog uvjeta zahtjeva računanje parametara transformacije za svaku točku prostora koja se transformira. Na te parametre utječu sve identične točke ali znatno više one koje su najbliže identičnoj točki. Ovdje se nameće potreba uvođenja težina kojom će one utjecati na parametre.

Određivanje težine obrnuto proporcionalno udaljenosti ($p = \frac{1}{d}$) ispravan je pristup i ovdje ga treba primijeniti. Ovakvim pristupom kvalitetne koordinate identičnih točaka u ciljnem sustavu se zadržavaju, a vektorizirani detalj u njihovoј okolini im se geometrijski prilagođava (slika 38).



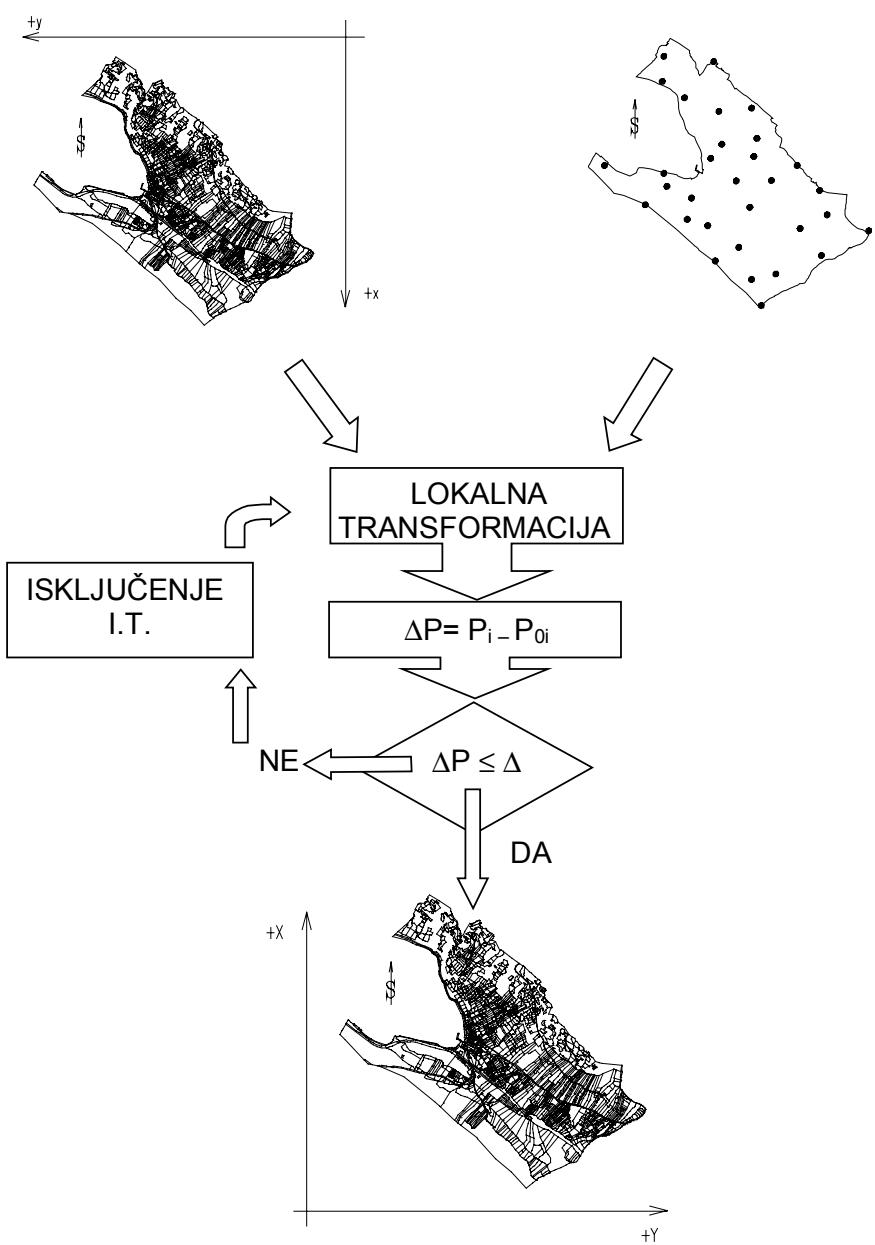
slika 38. Pomak točaka nakon lokalne transformacije

Pri odabiru ovog kriterija, točke koje se koriste za transformaciju su čvrste, tj. tijekom transformacije one se transformiraju na unaprijed zadan položaj, dok sve ostale točke dobivaju popravku koja se može izraziti formulama (Carosio 1991):

$$\Delta Y = \frac{\sum (p_i (Y_{GL} - Y_{LOK}))}{\sum p_i} \quad i \quad \Delta X = \frac{\sum (p_i (X_{GL} - X_{LOK}))}{\sum p_i},$$

gdje p_i predstavlja težinu.

Lokalnom transformacijom najbolje ćemo približiti katastarski model preko provjerениh identičnih točaka. Identičnim točkama provjerenim globalnom transformacijom transformiraju se vektorizirani podaci (slika 39).



slika 39. Konačna (lokalna) transformacija i kontrola

Koordinate iz ove transformacije konačni su rezultat poboljšanja ako je zadovoljen uvjet da su površine transformiranih katastarskih čestica ostale nepromijenjene ($\Delta P < \Delta$). Dozvoljenu razliku (Δ) računamo prema formuli:

$$\Delta = 0.7 \frac{M}{1000} \sqrt{P},$$

koju koristimo kod kontrole računanja površina s analognih podloga na dva neovisna načina.

Prije usvojene pretpostavke i ovdje definirani pristup poboljšanju govore da bi ovaj uvjet trebao biti ispunjen za sve katastarske čestice. Međutim ako se ipak pojave veća odstupanja ona nam ukazuju na lošu kvalitetu prvobitne izmjere u tom području ili češće na pogrešnu identičnu točku. Identična točka u blizini čestica za koje je $\Delta P > \Delta$ se isključi i ponovi postupak lokalne transformacije, te ponovi kontrola površina. To bi trebalo potvrditi pretpostavku da se radi o pogrešnoj identičnoj točki. Površine P_{0i} su površine katastarskih čestica izračunate iz vektoriziranih podataka (bez ikakvih transformacija), a P_i površine istih katastarskih čestica nakon provedene lokalne transformacije na tim podacima.

Katastarski plan ima svoj pravni značaj, međe i površine imaju pravnu snagu te ne smiju biti transformacijama pokvareni izvan dopuštenih granica (tablica 3).

tablica 3. Razlike površina prije i nakon transformacije

Broj k.č.	P_o	P_i	ΔP	Δ	$\Delta P - \Delta$
154	95	150	55	20	35
555	14	14	0	7	✓
931/2	14	14	0	8	✓
...					
482	478	476	1	44	✓
790/2	501	498	2	45	✓
...					
1072/1	49825	49788	37	450	✓
269/1	83889	83879	10	584	✓

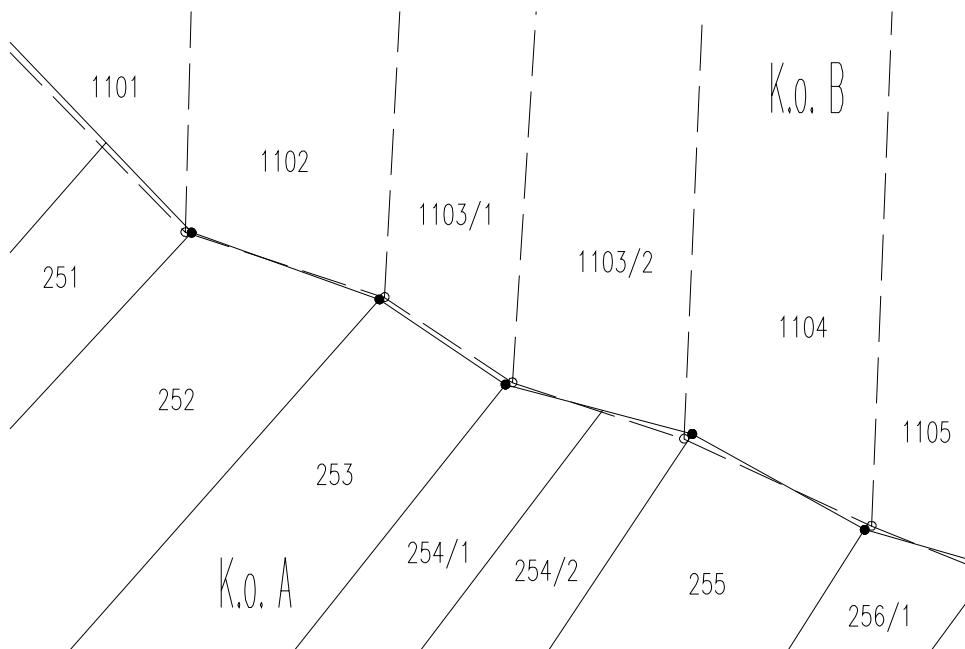
Redovi u tablici su poredani od najvećeg iznosa u posljednjem stupcu prema najmanjem. Tako nam na vrh tablice dolaze katastarske čestice koje treba provjeriti. Pozitivne vrijednosti u tom stupcu ukazuju na promjenu površine katastarske čestice iznad usvojene najveće dopuštene vrijednosti (Δ).

6.8 Usklađivanje granica katastarskih općina

Prije provođenja postupka poboljšanja treba provjeriti stanje susjednih katastarskih općina. Ako su te katastarske općine u digitalnom obliku, treba preuzeti ili uskladiti podatke za međne točke koje su zajedničke.

Granicama katastarskih općina u postupku katastarske izmjere poklanja se osobita pozornost. One se na terenu obilježavaju vidljivim oznakama, a o tome se vodi zapisnik. Ti zapisnici nam nisu uvjek dostupni ali ćemo na terenu pronaći dosta oznaka, međe katastarskih općina koje su istodobno i međe rubnih katastarskih čestica. Ove oznake same po sebi se nameću kao identične točke i kao takve ih treba koristiti. Korištenjem tih istih točaka kod poboljšanja susjednih katastarskih općina one će jednoznačno biti povezane i nećemo imati preklapanja ili praznih prostora u jedinstvenom sustavu. Međutim kada postupak provedemo, a da na granicama nismo mogli pronaći identične točke to neće biti slučaj.

Nakon provedenog postupka poboljšanja za dvije susjedne katastarske općine pojavit će se neslaganja na njihovim granicama. To će se dogoditi i ako poboljšana katastarska općina graniči s katastarskom općinom koja je na bilo koji način već unesena u bazu. Potrebno je uskladiti podatke prema već definiranom načelu zadržavanja kvalitetnijih koordinata međnih točaka (slika 40).



slika 40. Neusklađenost granica susjednih katastarskih općina

Ako su obje koordinate iste međne točke jednake kvalitete može se usvojiti aritmetička sredina kao konačna vrijednost ako razlika nije značajna. Kod značajnijih razlika moraju se terenskim uvidom/izmjerom pravilno interpretirati te jednoznačno rješiti.

Ovim usklađivanjem ostvaruje se logička i podatkovna jedinstvenost katastarskog sustava za prostor cijele Republike Hrvatske. Cijeli prostor se prikazuje i održava neovisno o podjeli na listove ili prostorne jedinice (katastarske općine, općine, gradove, ...) u tehničkom pogledu. Organizacione i upravne podjele u takvoj bazi postaju samo atributi već pohranjenih entiteta.

7. Kontrole i analize

Kontrole rezultata mogu se općenito podijeliti na:

- metričke (kontrole geometrije prostora),
- topološke i
- tematske.

Ove kontrole mogu se obaviti uz podršku računala i/ili vizualno nakon iscrtavanja. Računalom podržane kontrole imaju veliki značaj za ubrzanje i pojeftinjenje postupka poboljšanja.

Jedan od važnijih zadataka projekta je analiza postignutih rezultata pri čemu se ocjenjuje homogenost planova područja katastarske općine, ispituju pojedinačni slučajevi pogrešaka te mogućnosti aktualizacije plana.

Cijela katastarska općina obrađuje se jedinstveno što osigurava slobodu pri izradbi različitih listova planova. Kod računanja površina katastarskih čestica moguće je ispitati usklađenost površina. Svakako treba pristupiti obradi cjelokupne katastarske općine i ne samo zbog problema s usklađenosti površina katastarskih čestica na rubovima listova.

Automatske kontrole provode se za broj katastarskih čestica i brojeve katastarskih čestica te površine, a kao dijelovi procesa rada u postupku poboljšanja opisane su na za to predviđenim mjestima.

Postupak poboljšanja prepostavlja vektorizirane podatke za cijelu katastarsku općinu sukladne opisnim podacima "knjižnog dijela operata". Nakon dovršetka postupka takvo stanje mora biti sačuvano jer postupak ne utječe na tu sukladnost. Zbog pogrešaka (softver, ljudski čimbenik) može ipak doći do narušavanja te sukladnosti te je obavezno nakon provedenog postupka provesti topološke i tematske kontrole.

Broj katastarskih čestica i brojevi moraju biti identični onome prije poboljšanja. Ovime kontroliramo provedbu postupka transformacija i općenito radi se o unutrašnjoj kontroli poboljšanja.

Nakon izvršenog poboljšanja dobro je predvidjeti terensku izmjenu nekoliko katastarskih čestica koja će nam dati koordinate transformiranih točaka. Te koordinate uspoređene s koordinatama istih točaka dobivenih poboljšanjem govore nam o postignutim rezultatima u apsolutnom smislu. Kontrola postignutih rezultata bit će trajna u tijeku održavanja. Svaki novi elaborat o promjeni omogućiti će usporedbu s mjerenim podacima te će se ubrzo moći dati ocjena rezultata poboljšanja.

Sve mjerene veličine i druge elemente koji su utjecali na krajnji rezultat potrebno je pohraniti u obliku tehničkog izvještaja i priloga. Tijekom održavanja mogu se pojaviti dvojbe te se iz tehničkog izvještaja mora jasno vidjeti što je i na koji način poboljšanjem mijenjano.



8. Zaključak

Osnovna svrha digitalnog katastarskog plana ostaje ista kao i analognog. Međutim, digitalni katastarski plan zbog suvremenog medija, ima višestruku i višenamjensku upotrebu i mogućnost nadopunjavanja s drugim zemljишnim podacima (namjena, infrastruktura). Za to je potrebna tehnička sukladnost s topografskim podacima čemu će umnogome pridonijeti poboljšanje vektoriziranih katastarskih podataka. Katastarski podaci su jedini podaci krupnog mjerila koji postoje za cijeli prostor Republike Hrvatske.

Vrijednost digitalnog katastarskog plana umnogome ovisi o stupnju pametnog korištenja njime, pri čemu korisniku mora biti poznata kvaliteta podataka.

Kvaliteta poboljšanjem dobivenih podataka ne smije se uspoređivati s podacima dobivenim neposrednim metodama (izmjerom), ali do ostvarivanja tog cilja morat ćemo se njome zadovoljiti.

Može se sa sigurnošću reći da je postupak poboljšanja katastarskog plana u potpunosti primjenjiv za područje Hrvatske. Položaj, oblik i površina katastarskih čestica dovoljno će dobro odgovarati te ne bi trebalo biti nikakvih ozbiljnijih poteškoća u održavanju poboljšanog katastarskog plana.

Ovi podaci moraju se proglašiti radnim originalom katastarskih podataka i nadalje održavati.

Ovako poboljšani katastarski podaci održavaju se suprotno od dosadašnjeg pristupa. Naime novim izmjerama prilagođavaju se stari (netočniji) podaci. To osigurava daljnje trajno poboljšavanje točnosti podataka dok je na analognim podlogama bilo obrnuto.

**Literatura:**

Bill, R., Fritsch, D. (1996): Grundlagen der Geo-Informations-systeme. Band 1 i 2, Herbert Wichmann Verlag, Hüthig GmbH, Heidelberg.

Carosio, A. (1991): Überblick über Zweck und Verfahren der Numerisierung. Plannumerisierung, Beiträge zur Weiterbildungstagung vom 5. September 1991 an der ETH-Hönggerberg, Zürich.

Ernst, J., Mayer, P. (1994): Anlegung der Katastralmappe bzw. DKM im Landessystem in Österreich. Beč.

Roić, M., Mastelić-Ivić, S. (1992): Pregled razvoja na automatizaciji katastra u Austriji. Geodetski list 4, str. 479-488.

**Popis slika:**

slika 1. Proces digitalizacije katastra.....	6
slika 2. Referentni sustavi katastra u Hrvatskoj.....	7
slika 3. Podaci o katastarskoj čestici	10
slika 4. Vektorizirana katastarska općina	11
slika 5. Mreža stalnih geodetskih točaka.....	12
slika 6. Skica izmjere numeričkom metodom (ortogonalna)	13
slika 7. List katastarskog plana grafičke izmjere	14
slika 8. Snimak cikličnog snimanja	16
slika 9. Fotogrametrijski snimak	17
slika 10. Satelitski snimak	17
slika 11. Slojnice vektorizirane s HOK-e	18
slika 12. Digitalni ortofoto sitnog mjerila	19
slika 13. Digitalni ortofoto krupnog mjerila.....	20
slika 14. Filtriranjem izdvojeni bridovi (međe?...)	20
slika 15. Suradnja u procesu poboljšanja	21
slika 16. Transformacija koordinata.....	23
slika 17. Homogene koordinate	24
slika 18. Translacija	25
slika 19. Promjena mjerila.....	26
slika 20. Rotacija	26
slika 21. Rotacijsko rastezanje	27
slika 22. Helmertova transformacija na različito deformirane pravokutnike.....	28
slika 23. Afina transformacija na različito deformirane pravokutnike.....	29
slika 24. Stvaranje osnove ZIS-a	30
slika 25. Opći model poboljšanja	31
slika 26. Posebni model poboljšanja	33
slika 27. Interakcija podataka kod poboljšanja	34
slika 28. DOF i katastarske čestice	39
slika 29. Približno uklopljeni katastarski plan	39
slika 30. DOF krupnijeg slikovnog elementa	40
slika 31. Približno uklopljeni vektorski podaci	41
slika 32. Izmijeren dio katastarske općine	43
slika 33. Nepromijenjene katastarske čestice	45
slika 34. Raspored pronađenih identičnih točaka	47
slika 35. Tijek radova kod transformacija	49
slika 36. Pomak točaka nakon globalne transformacije.....	50
slika 37. Ispitivanje pouzdanosti identičnih točaka globalnom transformacijom ...	51
slika 38. Pomak točaka nakon lokalne transformacije	52
slika 39. Konačna (lokalna) transformacija i kontrola	53
slika 40. Neusklađenost granica susjednih katastarskih općina.....	55

Popis tablica:

tablica 1. Tipovi složenih transformacija u 2D prostoru	27
tablica 2. Odstupanja na identičnim točkama	51
tablica 3. Razlike površina prije i nakon transformacije.....	54