

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo



Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

V zbirki je originalna različica izdajatelja.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

University
of Ljubljana
Faculty of
*Civil and Geodetic
Engineering*



Jamova 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is a publisher's version PDF file.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Čeh, M., Lisec, A., Ferlan, M., Šumrada, R. 2011. Geodetsko podprta prenova grafičnega dela zemljiškega katastra. Geodetski vestnik 55, 2: 257–268.

GEODETSKO PODPRTA PRENOVA GRAFIČNEGA DELA ZEMLJIŠKEGA KATASTRA

THE RENOVATION OF THE LAND CADASTRE'S GRAPHICAL PART BASED ON
SURVEYING PRINCIPLES

Marjan Čeh, Anka Lisec, Miran Ferlan, Radoš Šumrada

UDK: 528.44

IZVLEČEK

Položajna natančnost zemljiškokatastrskega prikaza (ZKP) kot enega od temeljnih elementov kakovosti zbirk prostorskih podatkov je v Republiki Sloveniji pereča tema. Ob pritisku institucionalnih in drugih uporabnikov se je Geodetska uprava Republike Slovenije odločila za uvajanje izboljšav. Na Oddelku za geodezijo Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani smo ob tej pobudi ustanovili skupino, ki je začela natančneje preskušati tako imenovano membransko metodo. Najprej smo začeli razvijati programski modul za metodo končnih elementov in geodetske izravnave, zatem pa smo za namen testiranja uporabili tržno različico nemškega proizvajalca. Z uporabo membranske metode in vključitvijo domeritev je mogoče učinkovito izboljšati homogenost položajne natančnosti ZKP, če se pri tem nedvoumno uporabljajo osnovna načela geodetske stroke (metode koordinatne geometrije, topologija, izravnava, zakon o prenosu pogreškov itd.). Prispevek je namenjen bolj prikazu obstoječih in mogočih metod izboljšave položajne natančnosti ZKP kot pa predstavitvi rezultatov naših prvih raziskav.

KLJUČNE BESEDE

zemljiški kataster, katastrski načrt, zemljiškokatastrski prikaz (ZKP), homogenizacija, membranska metoda

Klasifikacija prispevka po COBISS-u: 1.09

ABSTRACT

The positional accuracy of the land cadastral index map (a graphical presentation termed 'ZKP'), as one of the basic elements of spatial database quality, is a topic of on-going interest in the Republic of Slovenia. Mainly due to the pressures of institutional and other users of these data, the Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia has decided to implement improvements. At the Department of Geodesy, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, University of Ljubljana, a working group was established in order to analyse and test in particular the so-called membrane method for this purpose. At the beginning, we started to develop our own program for the finite element method of geodetic adjustments, and then we continued to test the commercial solution of German provider. The membrane method, together with additional measurements, provides the possibility for an effective improvement of the heterogeneity of land cadastral graphical presentation (ZKP), where the basic principles of geodesy must be strongly respected (methods of the coordinate geometry, topology, adjustments, error propagation law, etc.). This article is meant to introduce existing and possible solutions for the improvements of the positional accuracy of the ZKP and not to present the results of our first research.

KEY WORDS

land cadastre, cadastral map, land cadastre index map, homogenization, membrane method

1 UVOD

Za razumevanje obravnavane tematike, ki se nanaša na težavo položajne nenatančnosti in heterogenosti dela digitalnih grafičnih podsistemov zemljiškega katastra v Republiki Sloveniji, natančneje zemljiškokatastrskega prikaza (ZKP), za območja grafične izmere velja najprej predstaviti zgodovinski kontekst nastajanja zemljiškokatastrskih načrtov grafične izmere. Na območjih, na katerih ni bilo izvedenih novejših katastrskih izmer, so katastrski načrti grafične izmere podlaga za nastanek danes tako imenovanega zemljiškokatastrskega prikaza (ZKP), termina, uvedenega z Zakonom o evidentiranju nepremičnin (2006). Kot je opredeljeno v zakonu, je ZKP slika oblike in medsebojne lege parcel ter se ne sme neposredno uporabljati za ugotavljanje poteka meje po podatkih zemljiškega katastra. Vendar pa je zemljiškokatastrski prikaz dejansko digitalizirana vsebina analognih katastrskih načrtov in položajna natančnost teh podatkov je med drugim pogojena s kakovostjo analognih načrtov, zato je pri obravnavi kakovosti podatkov ZKP treba poznati kakovost originalnih (digitaliziranih) podatkov oziroma katastrskih načrtov.

Izvorni in posodobljeni (reambulirani) katastrski načrti prvotne grafične izmere so se uporabljali predvsem za določitev prostorskih razsežnosti obdavčljivih zemljišč in pregled razdelitve teh zemljišč med tedanje uporabnike. Zaradi tega so nekaterim grafičnim točkam in iz njih izvedenim grafičnim objektom (na primer stavbam, mejam rabe in podobnemu) posvečali manj pozornosti in imajo torej slabšo položajno natančnost kot tiste, od katerih se je pričakoval pomembnejši delež (katastrskega) dohodka. Posledica tega je nehomogena položajna natančnosti izvornih analognih katastrskih načrtov.

Drug razlogi za nehomogenost položajne natančnosti katastrskih načrtov grafične izmere izhajajo iz lastnosti metodologije grafične izmere, pri kateri niso bili ustrezno upoštevani popravki zaradi različnih vplivov na opazovanja (na primer orientacije merske mize, pogreška viziranja, pogreška postavljanja ravnila na triangulacijsko točko in risanja ter redukcije in merjenja dolžin) in pri kateri se ni ustrezno upoštevala kartografska projekcija. Nazivno so bile enote homogene natančnosti tako imenovane ledine (teh podatkov žal ni v digitalni bazi zemljiškega katastra, obstajajo pa v arhivih), vendar to ne drži popolnoma. Delež napak, predvsem na robovih listov katastrskih načrtov, je tudi posledica prostorske organizacije izmere na enote snemalnih sekcij oziroma listov grafične izmere (otočne karte). Navedene napake v podatkih na izvorno analognih medijih uvrščamo med *preddigitalne težave*.

S prenosom katastrskih načrtov v digitalno vektorsko obliko, ki se je v Sloveniji množično izvajal v zadnjih desetletjih preteklega stoletja, je preskušanje pravilnosti topoloških odnosov geometričnih elementov na načrtih omogočilo odpravo nekaterih napak katastrskih načrtov iz predigitalne dobe, kot so parcele brez številke, prekrivanje poligonov meja zemljiških parcel in podobno. Pri izpolnjevanju takratnih ciljev digitalizacije analognih katastrskih načrtov, in sicer, da bi z grafičnim podatkovnim slojem zemljiškega katastra neprekinjeno pokrili vso državo ter ustvarili topološko urejen vektorski sloj podatkov o zemljiških parcelah za vso državo, so bile med drugim odkrite topološke napake prekrivanja oziroma reže na mejah katastrskih občin, napake pri združevanju listov katastrskih načrtov itn. Odpravljale so se zgolj lokalni ravni, in sicer »ročno« (interaktivno) ter s »prilagajanjem na oko«, pri čemer so nastale anomalije pa

tudi napake, predvsem na mejah katastrskih občin in na mejah listov analognih katastrskih načrtov. Pri vzpostavljanju meja katastrskih občin je pomembno opisati njihov potek, saj je ta informacija lahko koristna pri iskanju obnovi meja (za k. o. Žažar glej tudi Hudolkin, 1997), na območjih grafične izmere pa jih je mogoče pogosto še danes identificirati prek mejnih znamenj na terenu (slika 1).



Slika 1: Mejni kamen, ki označuje mejo katastrske občine in tromejo zemljiških parcel v KO Žažar.

Z digitalizacijo katastrskih načrtov smo v Republiki Sloveniji dobili digitalno geometrično-topološko strukturo ozemlja države v obliki zemljiških parcel, ki pa je ostala neuskaljena in nehomogene položajne natančnosti. Dodatne težave, ki so slabšale stopnjo homogenosti položajne natančnosti katastrskih načrtov, so slaba kakovost grafičnih podlog, predvsem pa težave pri izbiri veznih točk za transformacijo katastrskih načrtov ob digitalni pretvorbi ter precej velika odstopanja ob transformaciji v državni koordinatni sistem.

Pri digitalnih grafičnih podatkih zemljiškega katastra v Sloveniji se srečujemo tudi s težavami položajne (ne)kakovosti zaradi vnašanja aktualnih sprememb (tj. pri vzdrževanju), ki so povezane predvsem z:

- vrisi novih meja in prevezav do stare grafike (vrisi novih zemljiških parcel cest, železnice, razdelitev vaških zemljišč, gozdov in posestev po letu 1920; vrisi parcelacij ureditvenih območij oziroma zazidalnih načrtov po letu 1970);
- »popravljanjem« obstoječih meja z reambulacijo načrtov po letu 1864, po letu 1976 MUP;
- malomarnostjo oziroma nedoslednostjo pri delu ter nesledljivostjo katastrske izmere (na primer premalo veznih točk tehnične izmere za vklop, prenos grafičnih koordinat v naravo brez vklopa, po uveljavitvi novega koordinatnega sistema pa netransparentno in neenotno upoštevanje vhodnih podatkov in transformacijskih parametrov itn.).

Poleg naštetih tehničnih težav obstaja pravna težava pri osveževanju podatkov o položaju mejnih točk, ki izhaja iz dejstva, da posestniki/lastniki zemljišč velikokrat ne uveljavljajo pravice do registracije sprememb položajev mejnih točk lastninske pravice v grafičnem podsistemu zemljiškega katastra, kar je s pravnega vidika tako pomembno kot vpis lastninske pravice v zemljiško knjigo. To lahko zaradi individualno dogovorjenih, vsiljenih ali samovoljnih sprememb mej privede do izgube neposredne posesti, izgube posredne posesti, nelastniške posesti oziroma nedobroverne posesti. Pri zavestnih, a neregistriranih spremembah položajev mejnih točk, ki se kažejo kot posestna meja v naravi, ostaja stvarnopravno veljavna meja lastninske pravice tista, ki je registrirana v zbirkah podatkov zemljiškega katastra in jo je mogoče spremeniti v upravnem, nepravdnem ali pravdnem postopku. Zato je treba biti posebno pazljiv pri izbiri metodologije razvoja grafičnega podsistema zemljiškega katastra, ki mora biti podprta z geodetsko metodologijo obdelave meritev, in brezpogojno upoštevati najbolj kakovostna in ustrezna arhivska gradiva, ki so dosegljiva.

Torej je treba ločiti med konceptom meje po podatkih zemljiškega katastra – katastrske meje, ki je v splošnem abstraktna (meja, zarisana v katastrskem modelu oziroma načrtu, ali zapisana – opisni potek meje v pogodbi, zapisniku), a včasih tudi materializirana meja lastninske pravice (mejno znamenje), in konceptom posestne meje, ki izhaja iz dejanskega stanja, ki se v naravi kaže kot dejanska oblast nad stvarjo oziroma pravico (na primer obdelovanje, uporaba prehoda, postavitve ograje, izvrševanje najemne pravice). V posebnih primerih se lahko meji prekrivata, v splošnem pa ne. Treba je tudi vedeti, da se lastninska pravica od posestnih pravic razlikuje predvsem po sposobnosti razpolaganja, ki nosilcu lastninske pravice omogoča, da svojo pravico prenese na drugega ali jo voljno omeji.

V Sloveniji je v zemljiškem katastru uveljavljen koordinatno zasnovan katastrski prikaz za vse katastrske občine (zvezni prikaz), uradno je uveljavljen nov koordinatni sistem D96/TM, uveljavljena je tehnologija GNSS za vzdrževanje katastrskih načrtov (glej Tehnično navodilo ..., 2007). Občasno se izvaja nadzor kakovosti meritev v zemljiškem katastru (glej Mozetič in Komadina, 2008). Dejstvo je, da je ZKP za pretežni del območja države nehomogen. Vzdrževanje ZKP se izvaja z lokalnim grafičnim vklopom novo izmerjenih položajev mejnih točk v ZKP, ki se registrirajo tudi v podatkovni sloj, imenovan zemljiškokatastrski načrt (ZKN), v koordinatnem sistemu D96/TM (uradno EPSG:4937).

2 KAKOVOST NAČRTOV GRAFIČNE IZMERE

Težave kakovosti sistema zemljiškega katastra je mogoče uvrstiti v standardne vidike kakovosti modelov informacijskih sistemov:

- *(ne)popolnost konceptualnega modela* (necelostno obravnavanje pravnih vidikov prostora, vprašljiva mnogonamenskost katastra);
- *(ne)celovitost* (nepopolnost entitet in nepopolnost atributov);
- *logična (ne)konsistentnost modelov*;
- *položajna (ne)natančnost*;

- časovna (ne)natančnost;
- tematska (ne)natančnost.

Med težave kakovosti obstoječih grafičnih podsistemov zemljiškega katastra je mogoče uvrstiti tudi pogosto odsotnost razlikovanja med:

- težavo položajne (ne)natančnosti modela ZKP (vključno s prikazom ZKtoc) v referenčnem sistemu (rešitev: izboljšava položajne natančnosti);
- težavo neskladnosti modela ZKP (mej lastninskih pravic) in neposredne posesti/soposesti brez vzpostavljenega posestno-posredovalnega razmerja (rešitev: katastrsko urejanje zemljišč);
- težava razumevanja različnih konceptualnih modelov (dejanska raba, zemljiška parcela ipd.).

Zanesljiva topologija načrtov grafične izmere in zadovoljiva relativna natančnost grafičnih načrtov, ki zagotavljata pravilnost oblike parcel in natančnost medsebojne lege sosednjih lastniških mejnih točk posamezne parcele, je bila ugotovljena na območjih, kjer ni bilo vklapljanja ob vzdrževanju ZKP. To dejstvo je lastnost ZKP, ki jo je treba nujno upoštevati pri izbiri metode izboljšave ZKP. Zato bi bilo treba v predstavitvah ZKP nazorno označiti območja različnih razredov položajne natančnosti in opisne zanesljivosti.

Grafični podsistem zemljiškega katastra v Sloveniji sestoji iz:

- zemljiškokatastrskega prikaza (ZKP),
- segmentov zemljiškokatastrskega načrta (ZKN) urejenih (delov) meja,
- zemljiškokatastrskih točk (ZK-točke),
- meritev položajev identičnih točk in linij za grafični vklop modela (tehničnih elementov),
- meritev položajev končnega stanja urejenih točk,
- nadzornih meritev (fronte in križne mere), arhiva elaboratov z grafičnimi sestavinami,
- mreže merskih geodetskih točk.

Vsako od naštetih sestavin je mogoče oceniti s standardnimi parametri kakovosti. V grafičnem podsistemu zemljiškega katastra je najpogosteje uporabljen element kakovosti ocena položajne natančnosti, četudi obstajajo tudi drugi. Najbolj kritična, poleg položajne natančnosti, je časovna skladnost (posodobljenost) in veljavnost podatkov grafičnega podsistema, predvsem za nekatera območja franciscejske grafične izmere.

Kakovost grafičnega sistema zemljiškega katastra se izboljšuje tudi s katastrskim urejanjem zemljišč, ki se izvaja kot: vzpostavitev poteka meja pravic v naravi, izvedba sprememb potekov meja pravic ali ustvarjanje novih meja pravic, če so izpolnjeni predpisani pogoji.

3 PRENOVA GRAFIČNEGA PODSISTEMA ZEMLJIŠKEGA KATASTRA

3.1 Cilji prenove grafičnega podsistema zemljiškega katastra

Sedanji cilj geodetke stroke na področju sistema zemljiškega katastra je izboljšava grafičnega podsistema, pri čemer se zaradi potreb zunanjih uporabnikov poudarja predvsem težava kakovosti

zemljiškokatastrskega prikaza (ZKP). *Geodetsko podprta prenova grafičnega dela zemljiškega katastra* mora kot zahtevo postaviti uporabo osnovnih načel geodetske stroke z izravnavo na čelu, kar velja tudi za ZKP. Vprašanje obravnavamo v nadaljevanju tega prispevka, in sicer za območja katastrskih načrtov pretežne grafične izmere.

Za izboljšavo položajne natančnosti ZKP je treba na obravnavanih območjih izvesti analizo obstoječe natančnosti podatkov, opredeliti ciljne natančnosti podatkov in izvesti izravnavo. Ob tem je treba zagotoviti učinkovit prenos izboljšave položaja s točk, ki imajo preverjeno kakovostne koordinate (na primer terensko izmerjene »stare« mejne točke in izbrane, koordinatno kakovostno določene identične »vezne« ZK točke itd.), na model ZKP območja manj in bolj oddaljenih okoliških zemljiških parcel na zvezen način. V ta namen je treba določiti optimalno količino in razporeditev veznih točk za izboljšavo ZKP pri izbrani stopnji položajne natančnosti. Dodatno je treba:

- upoštevati zveznost izvedbe položajne izboljšave ZKP;
- upoštevati relativne geometrične odnose med entitetami (mejnimi točkami na geodetski način - izravnava);
- uporabiti optimalni dele tehničnih domeritev visoke absolutne natančnosti - pomen kakovostnega in materializiranega referenčnega sistema;
- ugotoviti optimalni delež domeritev analitično;
- uvesti interaktivni pregled časovnih različic stanja ZKP po fazah (preglednost in sledljivost);
- uporabiti najkakovostnejše arhivirane katastrske vire podatkov na geodetski način (merski podatki);
- izločiti vire podatkov slabe kakovosti iz neposredne izvedbe izboljšave;
- terensko identificirati točkovne entitete modela ZKP (veznih točk) in izvesti domeritve materializiranih katastrskih in geodetskih točk;
- numerično oceniti kakovosti za vsako entiteto.

Za doseganje teh ciljev je treba naenkrat obravnavati območje ZKP, na primer območje systemske skice, območje snemalnega lista, območje ledine, območje celotne katastrske občine ali več katastrskih občin skupaj. Prenos izboljšave položajne natančnosti ZKP na območjih grafične izmere naj se izvaja ob največji stopnji ohranitve njihovih relativnih razmerij (vsota kvadratov odstopanj naj bo minimalna). Izboljšava mora temeljiti na geodetski doktrini, ki je zasnovana na metodah koordinatne geometrije in topologije, nadštevilčnih opazovanjih, zakonu o prenosu pogreškov in izravnalnem računu. Na položajno izboljšanih območjih, ki ostanejo grobo pogrešena, je treba:

- določiti merila za analitično ugotavljanje območja topološko/geometrično grobo pogrešenega modela ZKP;
- na manjših območjih topološko/geometrično grobo pogrešenega modela ZKP izvesti izboljšave na podlagi katastrske preureditve zemljišč (preureditev po planu, »hitra« komasacija itd.);
- na večjih območjih topološko/geometrično grobo pogrešenega modela ZKP izvesti izboljšave na podlagi množične mejne obravnave - »nove katastrske izmere«.

3.2 Možnosti: pregled nekaterih rešitev

Poleg množične mejne obravnave oziroma nove katastrske izmere obstajajo za območja, na katerih ni težave katastrske neurejenosti zemljišč, tri večje skupine teoretičnih rešitev. Prva vsebuje *vklope* oziroma transformacijo, kot je na primer vklop po metodi najmanjših kvadratov, pri čemer določimo optimalne parametre transformacije (Ochis in Russell, 1998). Druga skupina vsebuje *razpačenja*, pri čemer vrsta transformacije ni znana, zato moramo ugotavljati njene lastnosti empirično s polinomi. Tretja skupina rešitev pa so *izravnave*.

Nova katastrska izmera (množična mejna obravnava) je v slovenski zakonodaji opredeljena kot postopek urejanja mej zemljiških parcel na območju, ki zajema najmanj deset zemljiških parcel, ali na območju, večjem od 3 ha, ki ga izvede geodetsko podjetje v okviru geodetske storitve za celotno območje nove izmere. V postopku nove izmere geodetsko podjetje izdelava elaborat nove izmere, ki je strokovna podlaga za uvedbo postopka evidentiranja nove izmere, v katerem se evidentirajo urejene meje. Pogoj za izvedbo nove izmere in postopka njenega evidentiranja je, da se za najmanj polovico parcel na območju te izmere soglasno ugotovi vsaj del meje parcele, zato jo lahko imenujemo tudi *množična mejna obravnava*. Postopek evidentiranja nove izmere uvede geodetska uprava po uradni dolžnosti ali na podlagi prijave naročnika nove izmere. Evidentirajo se *samo meje, o poteku katerih lastniki soglašajo in ki se ne razlikujejo od mej po podatkih zemljiškega katastra*. Če lastniki zahtevajo, jim mora geodet pokazati potek meje po podatkih zemljiškega katastra in jih opozoriti na stopnjo natančnosti katastrskih podatkov. Za zagotovitev kakovostne storitve geodet torej predstavi predlog meje, ki izhaja iz podatkov zemljiškega katastra. Če se lastniki ne udeležijo mejne obravnave, ali se pokazane meje in predlagana meja razlikujejo oziroma vsi lastniki parcel ne soglašajo s potekom predlagane meje, se *ta meja parcele v novi izmeri ne uredi* (Zakon o evidentiranju nepremičnin, 2006).

Slabost pristopa z novo katastrsko izmero so visoki stroški, ker zahteva udeležbo lastnikov in geodetov na terenu. V bistvu gre za *množično mejno obravnavo*, izvaja pa se predvsem kot podlaga ob večjih posegih v prostor, kjer je finančna podlaga zagotovljena s projektnim financiranjem. Zato se nova izmera uporablja relativno redko. Nova izmera sicer ne vpliva samodejno na položajno natančnost katastrskih podatkov sosednjih območij, so pa njeni podatki uporabni za ta namen, če se podatki (katastrski načrt) vključijo kot eden od vhodnih podatkov za izboljšavo ZKP.

Navedeno podpira tezo, da nova katastrska izmera ne rešuje težav *neskladnosti modela ZKP* (mej lastninskih pravic) in *stanja neposredne posesti/soposesti* (brez vzpostavljenega posestno-posredovalnega razmerja, npr. najemnega), kar izkazuje primer »javnih« cestnih teles, ki potekajo čez lastniške parcele v zasebni lasti. V takšnih primerih je zgolj nova katastrska izmera nezadosten ukrep za ureditev stanja, ki ga je mogoče urediti z naprednejšimi oblikami katastrskega urejanja zemljišč (preureditev ali komasacija).

Trikotniška odsekoma afina transformacija je metoda, ki so jo razvili na Geodetskem inštitutu Slovenije (Berk, 2001). Avtor navaja, da metoda ne zadovoljuje postavljenega pogoja »čim manj deformirati zajeto vsebino, hkrati pa doseči, da bodo odstopanja na mejah katastrskih občin tako majhna, da bo le-te mogoče uskladiti«.

Skeletno-mozaična metoda je bila uporabljena v Avstriji še v preddigitalnem obdobju, ko so novejšje katastrske meritve (terestrične in fotogrametične) uporabili kot okvir, vanj pa vnašali izreze grafičnega katastra (podobno kot pri izdelavi preglednih katastrskih načrtov – PKN, ki so jo v preteklem stoletju zasnovali pri nas) ter potem izvedli vektorizacijo v digitalno obliko.

Na simuliranih polarnih meritvah zasnovana izravnava je metoda, ki jo je opredelil Buyong v začetku devetdesetih let preteklega stoletja (Buyong in Kuhn, 1992). Preizkus je bil uspešno izveden na TU Dunaj v Avstriji. Pri tem so uporabili geodetski modul Survey Analyst za izravnavo geodetskih meritev, ki deluje v okviru programskega paketa Esri ArcGIS. V postopku priprave so simulirali zgostitev geodetskih (katastrskih) točk in nadštevilčne detajlne meritve, ki so se uporabljale za obdelavo prenosa pogreškov. Mreža meritev se izravnava ob vsaki novi meritvi, ki je izvedena na območju katastrske izmere. Prenos sprememb na druge, odvisne sloje (na primer sloj prostorskih planov) omogočajo meritve, ki so povezane z obstoječo topologijo zemljiških parcel prek dejanskih povezav na mejnih točkah, ki se zato samodejno premikajo ob novih izračunih meritev. Izravnane koordinate parcelnih mejnih točk so se za avstrijski primer izračunale ob vsaki novi meritvi na območju ledine s prenosom popravkov na simulirane meritve nemerjenih točk. Kakovost sistema raste z večanjem števila vnesenih meritev – vsakič se uporabijo stare in nove meritve (Buyong in Kuhn, 1992).

Geometrična izboljšava georeferenciranih podatkov zemljiškega katastra po *membranski metodi* z upoštevanjem relativnih mer je bila razvita na Katedri za izravnalni in geodetski račun Tehniške univerze (TU) v Berlinu. Metodo nekoliko podrobneje predstavljamo v nadaljevanju.

3.2.1 Membranska metoda

Membranska metoda (Gielsdorf, 2005) omogoča *prilagajanje glede na oddaljenost med točkami* (angl. proximity fitting). Večina prostorskih podatkovnih modelov v orodjih GIS ne podpira tovrstne obdelave podatkov, zato vzdrževanje podatkov (transformacije brez izravnave) vodi v nekonsistentnost rezultatov zaradi neupoštevanja načela »prilagajanja glede na oddaljenost med točkami«. Kontrolno položajne natančnosti je mogoče izvesti na podlagi izmere na terenu jasno določenih (stabiliziranih) točk, ki so identične s točkami modela podatkovnega sloja.

Pri zemljiškem katastru lahko rečemo, da položaji »katastrskih« točk v naravi ostajajo načeloma nespremenjeni. Na sliki 2 je prikazan izsek katastrskega načrta grafične izmere z vnesenimi identificiranimi in stabiliziranimi identičnimi točkami na terenu v k. o. Žažar. Na tem študijskem območju je bilo mogoče najti številne na terenu stabilizirane stare »katastrske« točke, ki jih je mogoče nedvoumno identificirati tudi na starem katastrskem načrtu. Na podlagi izmere smo določili koordinate teh točk (tehnične domeritve) ter jih uporabili za oceno položajne natančnosti in nato položajno izboljšavo ZKP na območju obravnave po membranski metodi.



Slika 2: Identifikacija stabiliziranih točk na terenu, ki ustrezajo »katastrskim« točkam starih katastrskih načrtov grafične izmere v delu k. o. Žažar.

Vzdrževanje položajev točk z novimi meritvami se manifestira kot navidezni odmik od ustreznih grafičnih točk v prikazu (podatkovni sloj GIS). Brez upoštevanja sosedskih razmerij do sosednjih točk, ki niso bile na novo izmerjene, bi se relativna geometrična razmerja med novo izmerjenimi in neizmerjenimi točkami v prikazu spremenila oziroma porušila. Na negeodetski način to težavo rešujemo z grafičnim vklopom, ki kopiči deformacije v vektorjih prevezav na grafično stanje.

Težave pri interpretaciji in tudi uporabi podatkov grafičnega dela zemljiškega katastra, zemljiškokatastrskega prikaza, so se pojavile predvsem zaradi nerazumevanja podatkov, ki jih uporabljamo v danes široko uporabljenih okoljih GIS. V domeni tehnologije GIS se koordinate točk obravnavajo kot deterministične vrednosti. Takšna zasnova sistema se odraža v stališču programskih inženirjev: če se položaj točke v naravi ne spremeni, je tudi ni treba spreminjati v zbirki podatkov. Vse relativne geometrične količine (dolžine in koti) je mogoče izračunati iz koordinat točk. Koordinate in relativne meritve so popolnoma ekvivalentne.

Stališče geodeta je drugačno: koordinate so vedno izračunane iz opazovanj. Opazovanja so nadštevilčne in odvisne količine (podvržene negotovosti). Iz tega sledi, da so tudi koordinate odvisne vrednosti, poleg tega so korelirane. Natančnost relativne geometrije je večja od absolutne natančnosti. Koordinate in relativne geometrične količine (merjene) niso ekvivalentne. Izpeljava koordinat iz opazovanj je enolična, vendar ni reverzibilna operacija (ni enolične preslikave).

a) Integracija relativne geometrije

Pri izboljšavi položajne natančnosti ZKP je pomembno upoštevati različno natančnost relativne in absolutne geometrije, ki se manifestira pri navideznem zamiku točk pri vzdrževanju prikaza. Teoretično je to mogoče z uvedbo zelo velike kovariančne matrike, vendar ta metoda ni praktična. Namesto tega je mogoče kot nosilce informacije o relativni natančnosti uvesti relativne mere (dolžine, smeri in kote). Pri tem ločimo dva primera, in sicer:

- izvorna opazovanja ne obstajajo,
- izvirne meritve obstajajo.

b) Izvorna opazovanja ne obstajajo

Tipičen predstavnik tega primera so točke digitaliziranih katastrskih načrtov, ki so že obdelani s helmertovo ali afino transformacijo. Pri teh transformacijah se ne upoštevajo korelacije med sosednjimi točkami. Zato so za prenos pogreškov po membranski metodi uvedena umetna (simulirana) opazovanja, ki se pripravijo za izravnavo. Običajno se za uvedbo sosedskih razmerij uporabi Delaunayeva triangulacija. Stranice trikotnikov pa so nosilci umetnih opazovanj. Za tip opazovanj se običajno izberejo dolžine stranic ali koordinatne razlike. Prav tako se običajno uvedejo geometrični pogoji, kot so kolinearnost in/ali pravokotnost, zasnovane na predpostavki pravokotnosti stavb in obstoječih linijskih mejnih točk.

c) Izvirne meritve obstajajo

Izvirne meritve so za nekatera območja dosegljive v obliki zapisnikov in skic katastrske izmere, nastalih med starejšimi množičnimi meritvami (elaborati nove izmere, ekspropriacije dolžinskih objektov), novejšimi posamičnimi meritvami (elaborati MUP ali mejne obravnave) ali s stereofotogrametričnimi meritvami. Tipi opazovanj so lahko razdalje, linijski nizi merjenih razdalj, smeri, lokalne koordinate, ločni preseki. Ker so tovrstne meritve nadštevilske, to vsekakor vodi do izravnave. Metode izravnave omogočajo integracijo izvornih in umetnih opazovanj in torej izračun enoličnih absolutnih koordinat.

Najboljši pristop za obravnavo sosedskih razmerij omogočajo metode izravnave s »*prilagajanjem glede na oddaljenost*« (angl. proximity fitting adjustment methods). Napredni programi za izravnavo v ta namen uporabljajo *metode končnih elementov* (MKE), ki so zasnovane na trikotnikih.

Položajna kakovost ZKP je odvisna od položajne kakovosti vhodnih podatkov. Geodetska in fotogrametrična opazovanja lahko pripomorejo k izboljšanju položajne natančnosti zemljiškokatastrskega prikaza z uporabo postopkov GIS, vendar jih je treba uresničiti po korakih. Geometrična kakovost katastrskega prikaza bi se morala izboljševati postopno z integracijo natančnih geodetskih opazovanj ter na podlagi *preteklih terestičnih opazovanj na terenu* (podatki v elaboratih) in stereoopazovanj fotogrametričnih posnetkov. Pri tem je pomembno, da je mogoče natančnost položajnih podatkov zemljiškega katastra (in drugih tematik, npr. urbanističnih načrtov) izboljšati, ne da bi izgubili notranjo geometrično kakovost.

3.3. Razvoj konceptualnega modela sistema zemljiškega katastra

Ob težavi položajne natančnosti zemljiškokatastrskega prikaza ne smemo zanemariti drugih parametrov kakovosti podatkovnega niza oziroma zbirk prostorskih podatkov. Tudi zemljiški kataster v Sloveniji bi moral slediti smernicam mnogonamenskega katastra, ki zahteva razširitev trenutnega pojmovnega (konceptualnega) modela. Tu poskušamo podati nekaj predlogov za izboljšave konceptualnega modela zemljiškega katastra, in sicer na podlagi izkušenj nekaterih tujih držav, mednarodni smernic, predvsem pa potreb današnje družbe (to bi se odražalo tudi v grafičnih podsistemih zemljiškega katastra). Danes zemljiški kataster v Sloveniji evidentira meje lastninskih pravic, toda na zemljišča se nanaša množica pravic in omejitev, ki pomembno vplivajo na upravljanje nepremičnin. Treba bi bilo zagotoviti povezavo med nosilci oblastitvenih pravic in nosilci omejitev v prostoru.

Zaradi učinkovite podpore zemljiškega katastra upravljanju zemljišč oziroma nepremičnin bi bilo treba tudi tematsko razširiti vsebine meje pravic in trenutno vsebino. Zemljiški kataster v Sloveniji vsebuje podatke o razmejitvi objektov lastninske pravice: zemljišča in zemljišča pod stavbo. Vsebino bi lahko razširili na evidentiranje naslednjih omejitev lastninske pravice (to bi se odražalo tudi v vsebini grafičnega podsistema zemljiškega katastra):

- meje civilnopravnih omejitev lastninske pravice (stvarne služnosti ipd.);
- meje javnopravnih omejitev lastninske pravice (namenska raba, dolžnost izvajanja ali opuščanja nekaterih ravnanj, dolžnost trpeti dejanja drugih (neškodni prehod), služnost v javno korist, razlastitev za zagotavljanje javnega interesa, agrarne operacije, omejitve razpolaganja – predkupne pravice itn.).

4 SKLEP

Rezultati tujih študij (Gielsdorf, 2005) in naših preliminarnih študij kažejo, da je mogoče z uporabo membranske metode učinkovito izboljšati *homogenost položajne natančnosti ZKP*, pri tem pa nedvoumno uporabljati osnovna načela geodetske stroke (metode koordinatne geometrije, topologija, izravnava, zakon o prenosu pogreškov). Pri tem se izpostavlja težava optimizacije deleža terenskih in pisarniških opravil, predvsem *identifikacija*, število in *prostorska razporeditev* dodatno kakovostno izmerjenih točk in *uporaba arhiviranih podatkov*. Cilj je učinkovit prenos izboljšave položaja s točk, ki imajo preverjeno kakovostne koordinate (na primer ZK-točke), na model (ZKP) za območja manj in bolj oddaljenih okoliških parcel na zvezen način. Za doseganje tega cilja je treba naenkrat obravnavati neko območje ZKP, na primer območje systemske skice, območje snemalnega lista, območja ledine, območja celotne katastrske občine ali več katastrskih občin skupaj, kar je pri sedanjih zmogljivostih programskih rešitev mogoče učinkovito organizirati in hitro izvajati.

Za manjša območja, kjer tako položajno izboljššan ZKP kot model ne ustreza stanju v naravi, je treba izvesti eno od oblik katastrskega urejanja zemljišč, na primer preureditev po planu, »hitro« komasacijo, množično mejno obravnavo – »novo katastrsko izmero«. Izboljšave položajne natančnosti ZKP namreč ne smemo enačiti z upravno-tehničnimi postopki. Ločiti moramo izboljšavo položajne natančnosti ZKP od postopkov »spreminjanja objekta lastninske pravice«, ki

se nanaša na katastrsko (pre)urejanje zemljišč. Ob tem pa se vsekakor pojavlja izziv nadgradnje konceptualnega modela zemljiškega katastra zaradi vzpostavljanja večnamenskega katastra, predvsem s tematskimi vsebinami, ki se nanašajo na pravne vsebine in vplivajo na upravljanje zemljišč oziroma nepremičnin.

Literatura in viri:

Berk, S. (2001). Možnosti transformacije katastrskih načrtov grafične izmere v državni koordinatni sistem. Geodetski vestnik, 45(1,2): 91–10.

Buyong, T., Kuhn, W. (1992). Local Adjustment for Measurement-Based Cadastral Systems. Journal of Surveying Engineering and Land Information Systems, 52(1): 25–33.

Gielsdorf, F. (2005). Data Integration with Adjustment Techniques. Interno gradivo. Berlin: University of Technology Berlin, Department for Geodesy and Adjustment Techniques.

Hudoklin, A. (1997). Obnova mej katastrskih občin na primeru k. o. Žažar. Diplomski naloga. Ljubljana: UL, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Mozetič, B., Majcen, D., Komadina, Ž. (2008). Nadzor kakovosti podatkov zemljiškega katastra v novem državnem koordinatnem sistemu D96/TM, Geodetski vestnik, 52(4): 728–742.

Ochis, H., Russel E., (1998). Comparison of triangle-based piecewise transformation to polynomial-based geometric correction algorithms, (<http://www.ctmap.com/assets/pdf/projects/geotin.pdf>).

Tehnično navodilo za uporabo novega koordinatnega sistema v zemljiškem katastru (2007). Ljubljana: Geodetska uprava Republike Slovenije.

Zakon o evidentiranju nepremičnin. Uradni list RS št. 47, z dne 9. 5. 2006: 5029–5056.

Prispelo v objavo: 5. maj 2011

Sprejeto: 2. junij 2011

dr. Marjan Čeh, univ. dipl. inž. geod.

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo

Jamova 2, SI-1000 Ljubljana

e-pošta: marjan.ceh@fgg.uni-lj.si

doc. dr. Anka Lisec, univ. dipl. inž. geod.

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo

Jamova 2, SI-1000 Ljubljana

e-pošta: anka.lisec@fgg.uni-lj.si

viš. pred. dr. Miran Ferlan, univ. dipl. inž. geod.

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo

Jamova 2, SI-1000 Ljubljana

e-pošta: miran.ferlan@fgg.uni-lj.si

izr. prof. dr. Radoš Šumrada, univ. dipl. inž. geod.

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo

Jamova 2, SI-1000 Ljubljana

e-pošta: rados.sumrada@fgg.uni-lj.si