LOKACIJSKA IZBOLJŠAVA ZEMLJIŠKOKATASTRSKEGA PRIKAZA

POSITIONAL ACCURACY IMPROVEMENT OF LAND CADASTRE INDEX MAP

Marko Rotar, Kristina Murovec

1 UVOD

Za učinkovito in enostavno izvajanje procesov na področju prostorskega načrtovanja, graditve objektov in upravljanja nepremičnin so potrebne sodobne informacijske rešitve ter kakovostni podatki o prostoru. Zemljiški kataster, kot temeljna prostorska evidenca o zemljiščih, je podlaga številnim drugim evidencam o prostoru, zato je kakovost njegovih podatkov še posebej pomembna. Obstoječi grafični podatki zemljiškega katastra ne omogočajo njihove polne in racionalne uporabe, ker jih omejuje predvsem slaba položajna natančnost in točnost. Geodetska uprava Republike Slovenije (v nadaljevanju: GURS) želi izboljšati kakovost podatkov nepremičninskih evidenc, da bodo lahko v podporo učinkovitemu upravljanju prostora in gospodarjenju z nepremičninami.

Najkakovostnejše položajne (lokacijske) podatke o poteku mej lastništva na zemljiščih, to je mej zemljiških parcel, dobimo z izmero zemljiškokatastrskih točk (v nadaljevanju: ZK-točke) s predpisano natančnostjo (na primer ureditve mej, parcelacije, komasacije, nove izmere). Vendar zahtevnost teh postopkov ne omogoča pridobitve ustreznih položajnih podatkov za vso državo, kar je pogosto povezano z visokimi stroški teh postopkov. GURS bo zato kakovostnejše položajne podatke zemljiškega katastra za celotno državo zagotovil postopoma v roku treh let, in sicer z izboljšavo kakovosti položajnih podatkov zemljiškokatastrskega prikaza (v nadaljevanju: ZKP), to je grafičnega zveznega podatkovnega sloja mej zemljiških parcel, v okviru projektov eProstor (eProstor, 2019). Naloge iz projekta *Lokacijska izboljšava zemljiškokatastrskega prikaza* je GURS začel izvajati v začetku leta 2018. Projekt sofinancirata Republika Slovenija in Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj in se izvaja v okviru Operativnega programa za izvajanje evropske kohezijske politike v obdobju 2014–2020 (Operativni program 2014–2020, 2015).

Postopek položajne oziroma lokacijske izboljšave zemljiškokatastrskega prikaza (v nadaljevanju: lokacijska izboljšava ZKP) se izvaja z membransko metodo homogenizacije na podlagi obstoječih grafičnih podatkov in obstoječih kakovostno izmerjenih koordinat ZK-točk iz baze zemljiškega katastra, dodatno na novo izmerjenih točk ter relativnih odnosov med ZK-točkami (Čeh in sod., 2015a, 2015b; Čeh in sod., 2019).

2 CILJ IN NAMEN PROJEKTA

Cilj projekta *Lokacijske izboljšave ZKP* je izboljšava položajne natančnosti ZKP na območju celotne države. Izboljšani podatki o položaju lomnih točk zemljiških parcel in zemljišč pod stavbo bodo evidentirani kot koordinate v državnem koordinatnem sistemu D96/TM (E, N) ZK-točk v bazi zemljiškega katastra – skupaj z že obstoječimi ZK-točkami, katerih položaj je že opredeljen s koordinatami E, N in katerih obodi (poligoni) so grafično prikazani v posebnem topološko pravilnem grafičnem sloju, to je zemljiškokatastrskem načrtu (v nadaljevanju: ZKN). Ker bo grafični podatkovni sloj ZKN po končanem projektu postal zvezen, bo v postopkih učinkovitega upravljanja prostora lahko zamenjal sedanji ZKP ter tako zagotavljal kakovostnejšo podporo odločitvam in upravljanju prostora.

3 ORGANIZACIJA IN TERMINSKI NAČRT IZVEDBE

Projekt *lokacijske izboljšave ZKP* vodi in izvaja GURS. Del dejavnosti v okviru projekta po naročilu opravlja tudi Geodetski inštitut Slovenije, v postopku oddaje javnega naročila za nalogo *Lokacijska izboljšava ZKP* (pridobitev dodatnih podatkov) pa so bila izbrana še partnerska podjetja (v nadaljevanju: izvajalec).

Geodetski inštitut Slovenije spremlja in nadzira proces lokacijske izboljšave ZKP. Za ta namen je izdelal sistem *IzbA* za spremljanje, administracijo in kontrolo vseh faz lokacijske izboljšave ZKP. Sistem IzbA omogoča:

- spremljanje pripravljalnih del,
- spremljanje in nadzor dela izvajalca pri pripravi dodatnih podatkov v nalogi lokacijska izboljšava ZKP,
- komunikacijo med referenti geodetskih pisarn in referenti izboljšave (zadolženi za izvajanje izboljšave) ter spremljanje lokacijske izboljšave ZKP,
- oddajo, kontrolo in arhiviranje rezultatov,
- grafični prikaz stanja projekta in
- statistično obravnavo.

Izvajalec je bil izbran na javnem razpisu in v svoji nalogi zagotavlja dodatne podatke za izvedbo projekta. Tako analizira obstoječe podatke zemljiškega katastra, na območjih brez ustreznega števila referenčnih oziroma veznih točk s terenskimi meritvami določa koordinate dodatnim veznim točkam in dodatne geometrijske pogoje za podatke iz arhivskih elaboratov, z interpretacijo analitičnega senčenja podatkov laserskega skeniranja Slovenije (PAS) in državnega ortofota (DOF) pa določa tudi pomožne vezne točke. Poleg tega izračuna in analizira standardne odklone koordinat teh dodatnih veznih točk ter analizira novo stanje podatkovne zbirke, ki se bo uporabila za lokacijsko izboljšavo ZKP (obstoječe podatke zemljiškega katastra in dodatno določene vezne točke). Rezultat naloge so določene koordinate (E, N) dodatnih veznih točk in dodatni pogoji za ohranitev relativnih razmerij, ki služijo kot dodatni podatki za izboljšavo položajne kakovosti ZKP.

GURS je v namen lokacijske izboljšave ZKP vzpostavil:

- *vodstvo projekta*,
- *ekipo referentov izboljšave*, ki operativno izvaja projekt *Lokacijske izboljšave ZKP*,
- *ekipo referentov geodetskih pisarn*, ki na lokaciji območnih geodetskih uprav (OGU) oziroma geodetskih pisarn (GP) skrbijo za pripravo vhodnih podatkov iz baz zemljiškega katastra za izvajalca

in referenta izboljšave, odpravljajo napake, ugotovljene med postopkom izboljšave, ter poskrbijo za evidentiranje končnih rezultatov v bazi zemljiškega katastra.

Projekt *Lokacijske izboljšave ZKP* se izvaja od februarja 2018 do oktobra 2020 (preglednica 1).

Preglednica 1: Terminski načrt projekta Lokacijske izboljšave ZKP.

Murska Sobota*, Lendava	februar, marec 2018
v celoti koordinatno vzdrževane KO po Sloveniji	april 2018
Novo mesto, Črnomelj, Kočevje – delno	maj–september 2018
Litija, Trbovlje, Sevnica, Krško, Brežice	oktober–december 2018
Slovenj Gradec, Mozirje, Velenje, Slovenske Konjice, Slovenska Bistrica	januar–april 2019
Gornja Radgona, Ljutomer	maj, junij 2019
Šmarje pri Jelšah, Šentjur pri Celju, Celje, Žalec	julij–september 2019
Ljubljana, Grosuplje, Domžale, Logatec, Kočevje – delno	oktober–december 2019
Maribor, Ptuj	januar–april 2020
Radovljica, Kranj, Škofja Loka	maj, junij 2020
Tolmin, Idrija, Ajdovščina, Nova Gorica	julij, avgust 2020
Sežana, Postojna, Koper	september, oktober 2020

**Vse ZK-točke so že imele določene koordinate v D48/GK. Postopek izboljšave se ni izvedel z membransko metodo homogenizacije, ampak so bile zgolj izračunane koordinate v D96/TM z metodo transformacije z državnim modelom transformacije v4 (Berk in sod., 2016).*

Homogenizacija se izvaja po posameznih katastrskih občinah (v nadaljevanju: KO). Rezultati izboljšave se sproti evidentirajo v bazi zemljiškega katastra in so v naslednjem trenutku na voljo za (obvezno) uporabo v ostalih postopkih. GURS o stanju izboljšanih podatkov ZKP po katastrskih občinah tedensko obvešča strokovno javnost: Gospodarsko interesno združenje geodetskih izvajalcev (GIZ-GI), Inženirsko zbornico Slovenije (IZS) ter Društvo sodnih izvedencev in cenilcev geodetske stroke Slovenije.

4 METODA DELA IN STROKOVNA IZHODIŠČA

Med pripravo na projekt je GURS skupaj z Oddelkom za geodezijo Fakultete za gradbeništvo in geodezijo pri Univerzi v Ljubljani razvil metodologijo dela in ob izdatni pomoči fakultete našel učinkovito programsko opremo za izvajanje projekta (Čeh in sod., 2015a, 2015b). Lokacijska izboljšava podatkov ZKP se izvaja s tako imenovano membransko metodo homogenizacije, ki omogoča prenos izboljšave položajev merjenih (veznih) točk, ki imajo kakovostne koordinate, na model ZKP na zvezen način (Čeh in sod., 2019). Metoda temelji na mehanskem načelu, ki geometrijo ZKP definira kot elastično membrano. Kakovostne merjene točke so točke, na katere pritrdimo navedeno elastično membrano, ki jo nato na podlagi izboljšanih položajev merjenih točk in z uvedbo dodatnih geometrijskih pogojev (pravokotnost, kolinearnost, poravnava točk v linijo ipd.) raztegujemo in krčimo. Metoda omogoča prilagajanje glede na oddaljenost med točkami (angl. *proximity fitting*).

Za operativno računalniško izvedbo postopka lokacijske izboljšave ZKP je izvajalec projekta pridobil licenco za program *Systra* nemškega podjetja *Technet, GmbH*, iz Berlina. Systra je zmogljivo programsko orodje, ki omogoča geometrijsko integracijo geodetskih meritev in različnih podatkovnih slojev geografskih informacijskih sistemov (GIS). Da bi postopek čim bolj avtomatizirali, je GURS ob pomoči domačega

izvajalca *Geodetska družba, d. d.*, razvil program *SysGeoProTM*, s katerim zagotavlja vmesnik za prenos podatkov med zbirko zemljiškega katastra in programom *Systra.*

5 OPERATIVNI POSTOPEK

Lokacijska izboljšava ZKP se izvaja na podlagi obstoječih podatkov zemljiškega katastra in z dodatnimi podatki, zbranimi posebej za ta projekt v nalogi, za katero je zadolžen izvajalec. Pred lokacijsko izboljšavo je treba zagotoviti ustrezne pogoje za njeno izvedbo. GURS je pri tem opravil mnoga pripravljalna dela (skeniranje arhiva zemljiškega katastra, prevedba vrst rabe v zemljišča pod stavbami, oštevilčenje lomnih točk ZKP). Med drugim je v celoti analiziral evidenco zemljiškega katastra ter iz nje odstranil številne napake in nepravilnosti, ki so se kopičile skozi vsa leta vzdrževanja.

Operativni postopek lokacijske izboljšave ZKP se izvaja v več iteracijah zaradi odprave ugotovljenih napak in zagotavljanja topološko pravilnega rezultata. Da bi postopki izboljšave čim manj ovirali redne postopke vzdrževanja podatkov zemljiškega katastra, se lokacijska izboljšava ZKP obdelovane katastrske občine izvaja v dveh korakih. Prvi korak obsega celoten postopek do konkretnega rezultata, vendar poteka brez zapore vzdrževanja v zemljiškem katastru. Sledi drugi korak z novimi vhodnimi podatki zemljiškega katastra ob zapori vzdrževanja, kjer se postopek ponovi, vendar je izvedba tega koraka hitra, saj so vse vsebinske težave razrešene že v prvem koraku.

5.1 Vhodni podatki

Podlaga za lokacijsko izboljšavo ZKP so podatki iz baze zemljiškega katastra – **ZKP in ZK-točke**, ki jih delimo na:

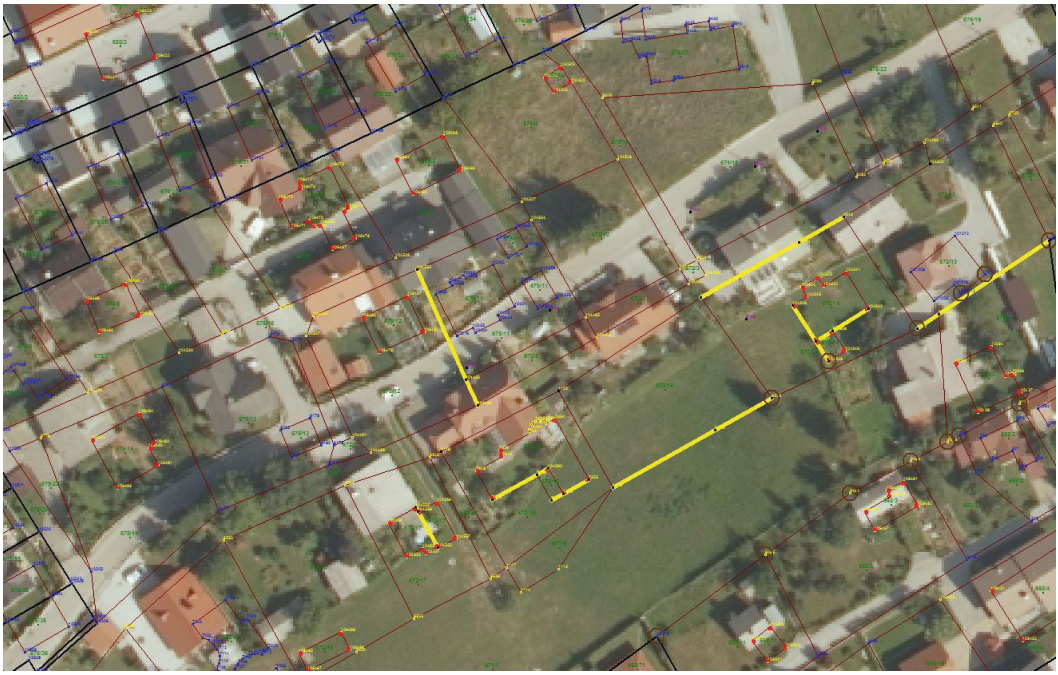
- vezne točke, to so točke s koordinatami v državnem koordinatnem sistemu D96/TM (E, N), in
- preostale točke, ki imajo samo tako imenovane grafične koordinate v državnem koordinatnem sistemu D96/TM (GE, GN).

Med vezne točke se uvrščajo vse točke iz baze zemljiškega katastra, ki imajo koordinate v državnem koordinatnem sistemu D96/TM (E, N), razen točk z METEN = 88 (nekdanja MD = 95 in 96), ki v izboljšavo niso vzete kot vezne točke. Pri izravnavi in homogenizaciji so upoštevani tudi **dodatni pogoji** (opazovanja):

- Pogoj pravokotnost dodan na centroide parcel s šiframi 201 (stanovanjska stavba), 202 (poslovna stavba), 203 (gospodarsko poslopje), 204 (garaža), 219 (stanovanjske stavbe – stavbišče), 220 (zemljišče pod stavbo) in 221 (zemljišče pod stavbo pred letom 2006). Pri dodajanju pogojev pravokotnosti je upoštevan tolerančni kot:
  - 6° za ZKP/ZKN, izdelanih v merilih 1 : 2000, 1 : 2500, 1 : 2880, 1 : 4000, 1 : 5000 in 1 : 5760, in
  - 3° za ZKP/ZKN, izdelanih v merilih 1 : 500, 1 : 1000 in 1 : 1440.
- Poravnave točk v linijo (dolžinski objekti ipd.).

Za kakovosten rezultat izravnave in homogenizacije ZKP je pomembna uporaba ustreznega števila kakovostnih veznih točk in njihova optimalna razporeditev. Vpliv veznih točk na popravke položajev lomnih točk poligonov, ki označujejo meje zemljiških parcel ali zemljišč pod stavbo, namreč z oddalje-

nostjo pada, zato je pomembno, da imamo ustrezno enakomerno razporejene kakovostne vezne točke po celotnem obravnavanem območju.



Slika 1: Prikaz situacije iz *SysGeoProTM* – obdelava vhodnih podatkov za uvoz v ***Systro***: ZK-točke so razdeljene na vezne (modre barve) in nevezne (rumene barve). Dodani so tudi geometrijski pogoji: pravokotnost na stavbah, kolinearnost – odebeljena rumena linija.

Za katastrske občine ali območja, ki imajo način vzdrževanja ZKP z vklopom ali koordinatni z vklopom, tega pogoja z obstoječimi veznimi točkami iz baz zemljiškega katastra ne moremo zagotoviti. Zato se v postopku uporabijo še dodatni, **domeritveni podatki,** da se ustrezno zgosti mreža veznih točk. Dodatne podatke za zgoščevanje mreže veznih točk zagotovi zunanji izvajalec v obliki koordinat dodatnih veznih točk in pomožnih točk. Tem točkam so koordinate v državnem koordinatnem sistemu D96/TM (E, N) določene z izmero (točke brez koordinat iz elaboratov), če ustreznih arhivskih elaboratov ni, pa lahko tudi na podlagi (foto)interpretacije na PAS in DOF. Dodatne vezne točke in pomožne točke so uporabljene samo za postopek lokacijske izboljšave. V nalogi jim izvajalec pripiše eno izmed metod določitve (predpisane in uporabljene samo v tem postopku), kot je prikazano v preglednici 2.

Preglednica 2: Metode določitve koordinat dodatnim veznim točkam za lokacijsko izboljšavo ZKP.

Šifra MD	Opis metode določitve dodatnih veznih in pomožnih točk
101 / DOF	Določitev uživalne meje s fotointerpretacijo DOF.
102 / PAS	Določitev uživalne meje z interpretacijo PAS.
103 / IZM	Terenska izmera meje (mejnik v naravi, na terenu konstruirana točka iz elaborata).
104 / IZT	Transformacija točke iz elaborata, ki ni bila izmerjena na terenu, na podlagi dodatno izmerjenih točk iz elaborata.
105 / IZU	Terenska izmera uživalne meje.

Referent izboljšave lahko zaradi zagotavljanja boljšega rezultata tudi sam zagotovi dodatne podatke, in sicer dodatne vezne in pomožne točke na podlagi preračunov iz arhivskih elaboratov ali na podlagi (foto)interpretacije PAS in DOF. Prav tako lahko določi dodatne pogoje (poravnava v linijo, merjene dolžine iz elaborata, vzporednost z odmikom ipd.). Uporaba dodatnih pogojev v postopku je pogosta pri reševanju topoloških napak.

5.2 Enota obdelave in vrstni red

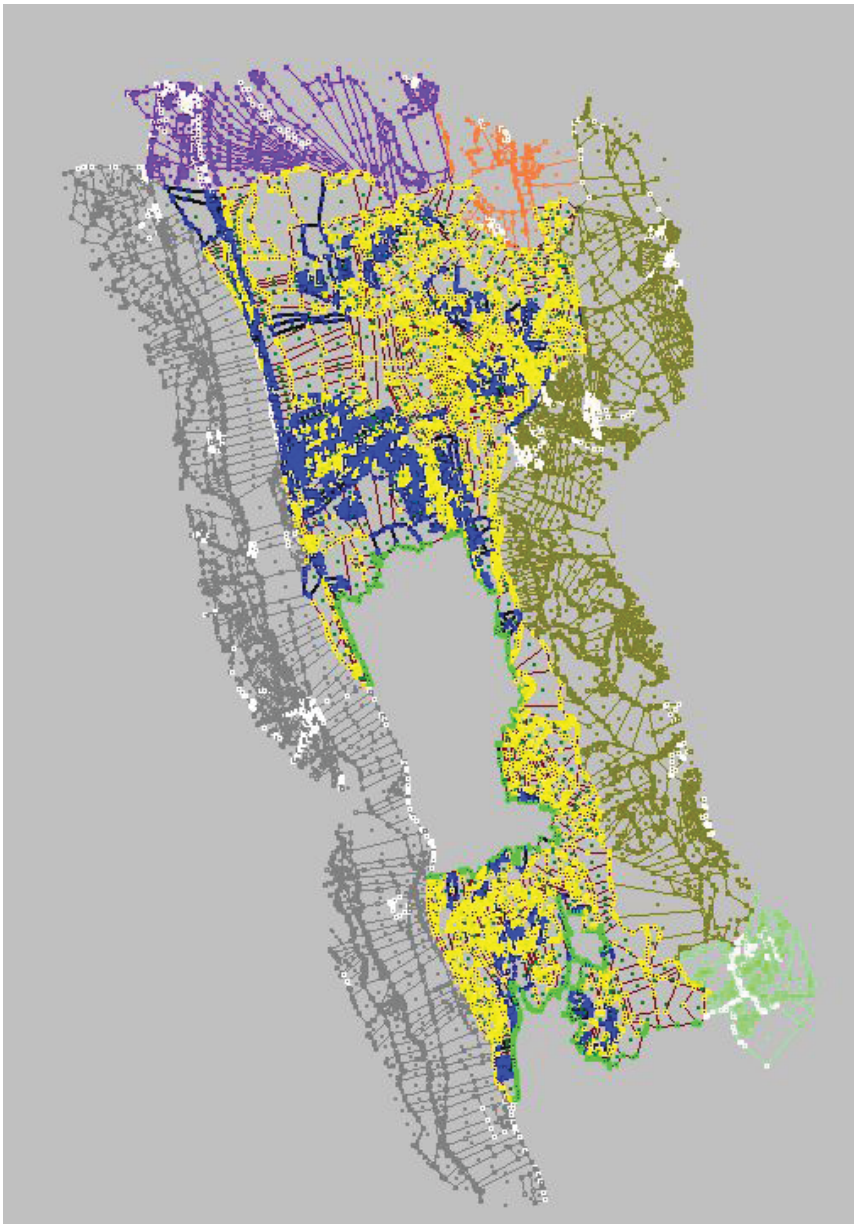
Lokacijska izboljšava ZKP se izvaja po posameznih katastrskih občinah. Evidentiranje izboljšanih podatkov posamezne katastrske občine se v zemljiškem katastru izvede v enem postopku (en IDPOS), ne glede na število delov, v katerih so evidentirani grafični podatki zemljiškega katastra posamezne katastrske občine. Ob evidentiranju izboljšanih podatkov za posamezno katastrsko občino se hkrati evidentirajo spremembe v mejnih katastrskih občinah, in sicer samo izboljšani podatki na meji katastrske občine (na meji med sosednjima katastrskima občinama tako uskladimo podatke). V sosednjih katastrskih občinah, ki se izboljšujejo naknadno, se torej meja s predhodno izboljšano katastrsko občino ne spreminja več. Najprej so bili lokacijsko izboljšani zvezni grafični podatkovni sloji zemljiškega katastra za vse katastrske občine, ki se v celoti vzdržujejo koordinatno.

Enota obdelave v postopku izravnave je del ali več delov katastrske občine z istim načinom vzdrževanja. Zato se deli katastrskih občin obdelujejo v *podprojektih*. Vrstni red in način obdelave se določata po naslednjih pravilih:

- Najprej so obdelani vsi »koordinatno« vzdrževani deli iste katastrske občine (način vzdrževanja: *1 – koordinatno),* kjer so vsa opazovanja izravnana skupaj in brez vpliva podatkov sosednje katastrske občine ali sosednjih delov iste katastrske občine.
- Temu sledi obdelava »nekoordinatno« vzdrževanih delov iste katastrske občine (način vzdrževanja: *2 – metoda z vklopom* in *3 – koordinatni način z vklopom*) po naslednjih pravilih:
  - »Nekoordinatno« vzdrževani sosednji deli iste katastrske občine so obravnavani skupaj in skupaj vključeni v postopek izravnave.
  - Fizično ločeni »nekoordinatno« vzdrževani deli katastrskih občin so obravnavani ločeno – izravnava se izvede ločeno.
  - Če »nekoordinatno« vzdrževani del katastrske občine meji na sosednjo »koordinatno« vzdrževano katastrsko občino ali pa na sosednji »koordinatno« vzdrževani del katastrske občine, mora biti le-ta lokacijsko izboljšan pred »nekoordinatno« vzdrževanim delom. Točke na meji s takšno katastrsko občino ali delom katastrske občine so vezne točke (se ne izravnavajo ponovno – fiksne vezne točke).
  - Če »nekoordinatno« vzdrževani del katastrske občine meji na sosednjo že izboljšano »nekoordinatno« vzdrževano katastrsko občino ali sosednji že izboljšan »nekoordinatno« vzdrževani del katastrske občine, se vse točke na meji s tako katastrsko občino ali delom katastrske občine štejejo za vezne točke (se ne izravnavajo ponovno – fiksne vezne točke).

Če »nekoordinatno« vzdrževani del katastrske občine meji na drugo neizboljšano »nekoordinatno« vzdrževano katastrsko občino ali neizboljšan »nekoordinatno« vzdrževani del katastrske občine, se pri izravnavi upošteva njihov vpliv z vplivnim območjem, običajno širokim 300 metrov.

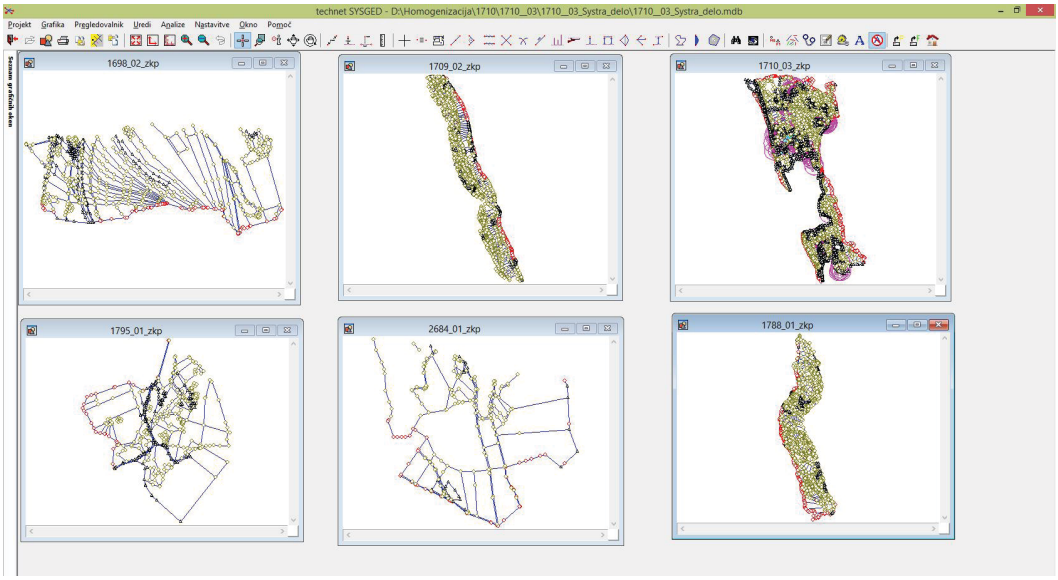
Vse naštete vhodne podatke spremenimo v ustrezno obliko za *Systro* s programsko rešitvijo *SysGeoPro TM* (slika 2). Program je razvit namensko za izvedbo projekta in omogoča hiter ter večinoma popolnoma avtomatiziran postopek obdelave vhodnih podatkov v ustrezno obliko. Takšni podatki se uvozijo v okolje *Systr*a, kjer se izvede izračun (na koncu postopka pa tudi obdelavo rezultata izboljšave v obliko, ki je primerna za evidentiranje v zemljiškem katastru).



Slika 2: Prikaz iz *SysGeoProTM* – obdelava vhodnih podatkov za uvoz v *Systro*: primer obdelovane katastrske občine s pasovi sosednjih katastrskih občin, vzetih v obdelavo.

5.3 Izračun

V programu *SysGeoProTM* vhodne podatke pripravimo tako, da podatke za posamezno katastrsko občino ali njen del uvozimo v svoj sistem v *Systri*, vezne točke pa v različne skupine (slika 3). S tem je omogočeno, da lahko podatkom v *Systri* pripišemo različne vhodne natančnosti.



Slika 3: Primer projekta *Systre* – sistemi obdelovane katastrske občine in pasov sosednjih katastrskih občin.

Vezne točke iz baze zemljiškega katastra se v postopku ne izravnavajo. Vhodna natančnost za te točke (σ_p) je 0,00 metra. Izjema so vezne točke z metodo določitve 85, 86 in 87, ki jim je določena vhodna natančnost in se izravnavajo (preglednica 3).

Preglednica 3: Vhodna natančnost določitve položaja veznih točk.

Šifra MD	Metoda določitve	Vhodna natančnost (σ_p)
85	Koordinate točk, določene z izboljšavo lokacijskih podatkov (1 m ≤ X ≤ 2 m)	1,00 m
86	Koordinate točk, določene z izboljšavo lokacijskih podatkov (2 m ≤ X ≤ 5 m)	2,00 m
87	Koordinate točk, določene z izboljšavo lokacijskih podatkov (5 m ≤ X ≤ 10 m)	5,00 m

Točke z metodo določitve 85, 86 in 87, ki so na meji obdelovane katastrske občine s sosednjimi predhodno homogeniziranimi (končanimi) katastrskimi občinami, so prav tako fiksne in zanje ne veljajo opredeljene natančnosti iz preglednice 3.

Dodatne vezne točke in pomožne točke se izravnavajo. Vhodna natančnost za te točke je odvisna od metode določitve (preglednica 4).

Preglednica 4: Vhodna natančnost določitve položaja dodatnih veznih in pomožnih točk

Šifra MD	Vhodna natančnost (σ_p)
101 / DOF	1,00 m
102 / PAS	1,00 m
103 / IZM	0,04 m
104 / IZT	0,30 m
105 / IZU	1,0 m

Natančnost grafičnih koordinat (GE, GN) oziroma vhodna položajna natančnost ZKP je izračunana kot povprečje vektorjev odstopanj med grafičnimi koordinatami (GE, GN) in koordinatami veznih točk (E, N) in se določa za vsak del katastrske občine posebej. Vhodno natančnost ZKP določimo na podlagi izračunanega povprečnega vektorja odstopanj in naslednjih pravil:

- Določitev vhodne natančnosti je odvisna od načina vzdrževanja ZKP obravnavanega dela katastrske občine.
- Za posamezno vrsto vzdrževanja so določene minimalne vrednosti vhodne natančnosti:
  - koordinatni način vzdrževanja ZKP: 0,50 m (šifra vzdrževanja 1 – koordinatno),
  - koordinatni način vzdrževanja ZKP z vklopom: 0,50 m (šifra vzdrževanja 3 – koordinatni način z vklopom),
  - nekoordinatni način vzdrževanja ZKP: 3,00 m (šifra vzdrževanja 2 – metoda z vklopom).
- Če je vrednost izračunane vhodne natančnosti pod minimalno vrednostjo, je za takšne dele katastrskih občin upoštevana minimalna vrednost vhodne natančnosti (v odvisnosti od metode vzdrževanja).
- Če vrednost izračunane vhodne natančnosti dosega oziroma presega minimalno vrednost (v odvisnosti od metode vzdrževanja), je upoštevana izračunana vrednost.

Izboljšava z uporabo membranske metode homogenizacije poteka v več korakih:

1. **korak izravnave: izračun približnih vrednosti**
   V prvem koraku se za neznane koordinate in transformacijske parametre za lokalne sisteme določijo približne vrednosti koordinat, ki se uporabljajo kot privzete vrednosti v naslednjem koraku posredne izravnave. V postopku izračuna približnih vrednosti se izvede samodejna eliminacija najbolj grobo pogrešenih opazovanj.
2. **korak izravnave: posredna izravnava in analiza**
   V postopku se preučijo opazovanja in obravnavajo grobi pogreški opazovanj. Izhodne koordinate so izračunane z izravnavo po metodi najmanjših kvadratov, pogreški opazovanj pa odkriti s statistično analizo (izračun standardiziranega popravka NV, ki je razmerje med popravkom opazovanja in standardnim odklonom popravka opazovanja).
3. **korak izravnave: homogenizacija**
   Po uspešni analizi in odpravi grobo pogrešenih opazovanj sledi homogenizacija. Pri homogenizaciji se upošteva položajno sosedstvo točk. Pri tem se še enkrat opravi sicer v 2. koraku že izvedena posredna izravnava. Grafične koordinate se ob upoštevanju vnesenih dodatnih geometrijskih pogojev izravnavajo. Namesto opazovanj koordinat se kot opazovanja uvozijo razlike koordinat stranic mreže trikotnikov, ki se v tem koraku vzpostavi med točkami ZKP.

Po posredni izravnavi (po 2. koraku izračuna) posebno pozornost namenimo analizi podatkov oziroma

rezultatov. Na podlagi izračunanih standardiziranih popravkov (NV) pregledamo vsa opazovanja, pri katerih so izračunani standardizirani popravki večji od mejne vrednosti standardiziranega popravka, saj pri teh opazovanjih obstaja velika možnost prisotnosti grobega pogreška. Mejna vrednost standardiziranega popravka je določena izkustveno in znaša 3,3 metra. Izjema so koordinatno vzdrževane katastrske občine in deli katastrskih občin, pri katerih je za mejno vrednost standardiziranega popravka vzeta vrednost 0,8 metra, ker so le tako ustrezno obravnavana grobo pogrešena opazovanja. Če je ugotovljena groba napaka v vhodnih podatkih iz baze zemljiškega katastra, se ugotovitev posredujejo geodetski pisarni v reševanje in odpravo. Izračunani standardizirani popravki, večji od mejnega standardiziranega popravka, so večinoma posledica slabih ali napačnih vklopov podatkov izmer v zvezni grafični podatkovni sloj ZKP. Če je v postopku ugotovljeno, da so grafične koordinate (GE, GN) veznih točk grobo pogrešene, njihov vpliv na izboljšavo okoliških točk v postopku izključimo. Z naraščajočo oddaljenostjo od veznih točk se popravki grafičnih koordinat manjšajo (vpliv veznih točk z oddaljenostjo upada).

6 REZULTATI

Med množico datotek rezultatov postopka so koordinate (E, N) vseh lomnih točk ZKP (ZK-točk) tiste, ki predstavljajo rezultat lokacijske izboljšave ZKP. Datoteko z izravnanimi in homogeniziranimi koordinatami točk iz okolja *Systra* prenesemo v *SysGeoPro TM*. Tam rezultate skrbno analiziramo, preverimo in na koncu pripravimo v obliko za uvoz v bazo zemljiškega katastra. Ob tem se ZK-točkam poleg izboljšanih koordinat pripišejo tudi ustrezne metode določitve. Upravni status ter grafične koordinate ZK-točk se z izboljšavo ne spreminjajo. Rezultat projekta lokacijske izboljšave ZKP bo izboljšana položajna natančnost ZKP za območje celotne Slovenije. S tem bomo dobili nov zvezni grafični, topološko pravilen, podatkovni sloj zemljiškega katastra, v katerem imajo vse lomne točke poligonov, ki prikazujejo meje zemljiških parcel in zemljišč pod stavbo, določene koordinate v državnem koordinatnem sistemu D96/TM (sliki 4 in 5).

Slika 4: Grafični prikaz rezultata iz *SysGeoProTM*: stanje ZKP pred lokacijsko izboljšavo je prikazano z belo črtkano linijo.

Slika 5: Vektorji premikov položajev točk ZKP na grafičnem prikazu rezultata izboljšave (vektorji kažejo približno v isto smer in so primerljivih dolžin): rumene nevezne točke dobijo koordinate v državnem koordinatnem sistemu (E, N) glede na vektorje na modrih veznih točkah in ob upoštevanju vnesenih dodatnih geometrijskih pogojev.

V sedanjem informacijskem sistemu zemljiškega katastra ostane ZKP nespremenjen, položajno izboljšani ZKP pa se šteje kot ZKN, pri čemer se obstoječi ZKN dopolni s podatki položajno izboljšanega ZKP in tako postane zvezen grafični podatkovni sloj. Zaradi zveznosti in izboljšane položajne natančnosti je podatkovni sloj ZKN tisti, ki je/bo pri uporabnikih zamenjal dosedanji zvezni grafični podatkovni sloj ZKP (slika 6).

Slika 6: Nov ZKN po izvedeni lokacijski izboljšavi ZKP: rdeče so urejene meje, katerih lomne točke so vezne točke (vir: izsek ZKN sloja iz grafičnega pregledovalnika PREG).

Po evidentiranju izboljšanih podatkov so v evidenci zemljiškega katastra pri ZK-točkah vidne naslednje spremembe:

- **ZK-točkam, ki so bile v bazi zemljiškega katastra brez koordinat (E, N) z METEN = 90:**
  - so določene koordinate v državnem koordinatnem sistemu (E, N) s homogenizacijo,
  - se je metoda določitve spremenila v METEN =77 – homogenizacija;
- **(veznim) ZK-točkam, ki so bile v bazi zemljiškega katastra vpisane z METEN = 85, 86, 87**:
  - so določene nove koordinate v državnem koordinatnem sistemu (E, N) s homogenizacijo,
  - metoda določitve je ostala nespremenjena;
- **(veznim) ZK-točkam, ki so bile v bazi zemljiškega katastra vpisane z METEN = 85 (ki so nastale iz METDYX = 94) in za katere je bilo pri postopku homogenizacije ugotovljeno, da so koordinate napačne:**
  - so določene koordinate v državnem koordinatnem sistemu (E, N) s homogenizacijo,
  - se je metoda določitve spremenila v METEN =77 – homogenizacija;
- **dodatne vezne ZK-točke (MD = DOF, PAS, IZM, IZT, IZU)**, ki jih je določil izvajalec namensko za potrebe tega projekta, ne pomenijo posebne kategorije, saj so to ZK-točke iz prve alineje in zanje velja enako, kot je navedeno v prvi alineji.

Vezne točke, ki v postopku izboljšave ne pridobijo spremenjenih koordinat v državnem koordinatnem sistemu (E, N), se v bazi ne spremenijo v nobenem atributu. Na vseh parcelah, ki imajo spremenjeno vsaj eno koordinato (E, N) na vsaj eni ZK-točki, je pripisan IDPOS s postopkom 77 – HOMOGENIZACIJA ZK.

7 RAZPRAVA

7.1 Ugotovitve in izkušnje

Po dosedanjih ugotovitvah je rezultat lokacijske izboljšave ZKP odvisen predvsem od:

- ustreznega števila veznih točk in njihove optimalne razporeditve,
- kakovosti obstoječih veznih točk (izločitev manj kakovostnih virov),
- vhodne položajne natančnosti ZKP,
- ustrezno evidentiranega stanja v ZKP in
- metod vzdrževanja podatkov zemljiškega katastra.

Najboljši rezultati lokacijske izboljšave ZKP so na območju stavbnih zemljišč (na območjih urbane rabe), kjer je gostota veznih točk večja. Slabše rezultate dobimo na zaraščenih gozdnih območjih, kjer imamo manjše število slabše razporejenih veznih točk. Težave v postopku povzročajo predvsem:

- slabi vklopi podatkov izmere v zvezni grafični podatkovni sloj zemljiškega katastra – ZKP,
- vklopi dolžinskih objektov v ZKP in
- ZKP na mejah katastrskih občin oziroma na mejah med deli katastrskih občin.

Zaradi metod zajema podatkov grafične izmere in kasnejšega usklajevanja meja katastrskih občin pri

digitalizaciji načrtov so v ZKP na mejah katastrskih občin in na mejah listov prvotnih katastrskih načrtov lahko tudi precejšnje nepravilnosti. Te pridejo v postopku izboljšave precej do izraza. Skušamo si pomagati z elaborati usklajevanja meja (pri postopku digitalizacije katastrskih načrtov). Primerov, ko so bila pri postopku uskladitve meja katastrskih občin porušena relativna razmerja v ZKP, z izboljšavo po sedanji metodologiji dela ne moremo optimalno reševati. Za reševanje teh težav bi lahko uporabili membransko metodo homogenizacije ob zadostni količini dodatno pridobljenih podatkov (dodatne terenske izmere mejnih lomnih točk, ki določajo potek meje katastrskih občin ali pa potek parcelnih meja ob mejah katastrskih občin). Vsekakor pa bi za to potrebovali tudi več časa.

Projekt bo brez dvoma prispeval h kakovostnejšim podatkom zemljiškega katastra v Sloveniji. Odpravljene bodo številne napake, ker je to pogoj za začetek postopka izboljšave in hkrati za uspešno izvedbo lokacijske izboljšave ZKP. Matematično-statistične analize, ki jih omogoča uporabljena metoda, zagotavljajo učinkovito orodje za odkrivanje grobo pogrešenih opazovanj v bazi zemljiškega katastra. Te nato v sodelovanju z geodetskimi pisarnami ustrezno rešujemo. Veliki del procesa lokacijske izboljšave ZKP je popolnoma avtomatiziran, kar omogoča hitro delo in osredotočanje na vsebinske težave ter ne toliko na samo izvajanje postopka. Z uporabljeno metodo izravnave in homogenizacije ZKP dosegamo precejšnjo izboljšavo položajne natančnosti grafičnega prikaza parcel: učinkovito se odpravljajo predvsem sistematični položajni zamiki ZKP, pri tem pa se nedvoumno uporabljajo načela geodetske stroke (metode koordinatne geometrije, topologija, izravnava, zakon o prenosu pogreškov itn.). V prihodnosti bi lahko v postopek vključili še rekonstrukcijo kakovostnih podatkov relativne geometrije iz arhivskih elaboratov katastrskih postopkov, izmerjenih v lokalnih sistemih. V tej fazi dela te sicer uporabimo, vendar samo tiste, ki so na območjih brez zadostnega števila ali z neustrezno razporeditvijo veznih točk iz baze zemljiškega katastra, ter v primeru reševanja grobo pogrešenega ZKP na manjših območjih. Ti elaborati vsebujejo še velike količine kakovostnih podatkov. Lokacijska izboljšava zveznega grafičnega podatkovnega sloja zemljiškega katastra ni enkratno dejanje, ampak proces.

7.2 Uporabnost, vplivi in posledice

Postopka lokacijske izboljšave ZKP ne smemo enačiti z upravnimi postopki urejanja ali spreminjanja mej zemljiških parcel. Z izboljšavo ne moremo odpraviti neskladij med neevidentiranim stanjem v zemljiškem katastru in dejanskim stanjem na terenu. Tovrstna neskladja se lahko rešijo samo z rednimi katastrskimi upravnimi ali sodnimi postopki. Z rezultati projekta ne posegamo v lastninske in stvarnopravne pravice. Prav tako se ne spreminjajo uradni podatki o površini parcel. Z lokacijsko izboljšavo ZKP se lahko sicer spremenijo podatki o vrsti in deležu dejanske rabe na parceli, vrednost bonitetnih točk zemljišč, vrednost nepremičnine in preračun katastrskega dohodka na parceli. Razlog za to je metodologija določanja deležev, ki izhaja iz »grafičnih presekov« podatkov zemljiškega katastra z ostalimi podatkovnimi sloji. Ker z lokacijsko izboljšavo ZKP nastaja tudi nov grafični zvezni sloj za vso državo, bo to imelo posledice tudi za druge uporabnike in njihovo izvajanje nalog, kot so: izdelava občinskih prostorskih načrtov, pogoji za zaščitene kmetije, dodeljevanje kmetijskih subvencij, izračun pristojbin za gozdne ceste, izvajanje nove prostorske in gradbene zakonodaje, pravice do socialnih transferjev, določanje davčne politike ipd.

8 SKLEP

Izvedba projekta lokacijske izboljšave ZKP poteka v skladu s terminskim načrtom. Do začetka decembra

2019 je dokončano delo v približno 1650 od 2698 katastrskih občinah na območju Republike Slovenije, kar pomeni približno 61 %. Po rezultatih opravljenega dela v okviru projekta se je izboljšanje homogenosti in položajne natančnosti ZKP z membransko metodo homogenizacije izkazalo za učinkovit pristop.

Na Geodetski upravi RS postopek lokacijske izboljšave ZKP razumemo kot proces in ne enkratno dejanje. S pridobitvijo dodatnih podatkov iz rednih postopkov vzdrževanja grafičnih podatkov zemljiškega katastra ali pa podatkov, ki bi bili zbrani namensko za postopek izboljšave v prihodnje, se povečuje nabor veznih točk in geometrijskih pogojev. S tem se povečuje tudi možnost, da s ponovno izboljšavo pridobimo tudi boljši rezultat. Izkušnje pri delu nam že zagotavljajo, da lahko ob naboru novih kakovostnih meritev z izvedbo homogenizacije vpliv teh meritev učinkovito prenesemo na okolico. Zavedamo se, da s postopkom lokacijske izboljšave ZKP ne moremo nadomestiti postopka nove izmere in da s projektom ne moremo odpraviti vseh napak, ki so vsa leta nastajale v podatkovni zbirki zemljiškega katastra. Vendar pa lahko ob optimalni razporeditvi kakovostnih veznih točk precej izboljšamo položajno natančnost in homogenost položajne kakovosti ZKP. Poleg »množičnih« izboljšav nova zakonodaja v Sloveniji z uvedbo *Zakona o spremembah in dopolnitvah Zakona o evidentiranju nepremičnin – ZEN-A* omogoča tudi izvedbo lokacijskih izboljšav na manjših območjih. S tem je mogoče ob pridobitvi dodatnih (novih) podatkov za namen izboljšave reševati problematična območja tudi po izvedeni »množični« izboljšavi.

Literatura in viri:

Berk, S., Fabiani, N., Bric, V., Žagar, T., Janežič, M., Mivšek, E., Oven, K., Lisec, A., Čeh, M., Pavlovčič Prešeren, P., Stopar, B. (2016). Kontrola, izboljšava in verifikacija modela trikotniške transformacije za potrebe prehoda sloja ZK in drugih prostorskih zbirk iz D48/GK v D96/TM. Končno poročilo. Ljubljana: Geodetski inštitut Slovenije.

Čeh, M., Gielsdorf, F., Trobec, B., Krivic, M., Lisec, A. (2019). Improving the positional accuracy of traditional cadastral index maps with membrane adjustment in Slovenia. ISPRS international journal of geo-information, 8 (8), 1–22. DOI: https://doi.org/10.3390/ijgi8080338

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

Čeh, M., Lisec, A., Trobec, B., Ferlan, M. (2015a). Analiza možnosti izboljšave položajne točnosti, natančnosti in zanesljivosti zveznega grafičnega sloja zemljiškega katastra (ZKP). Poročilo projekta. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Čeh, M., Lisec, A., Trobec, B., Brumec, M., Farič, T:, Koleša, J. (2015b). Izboljšava položajne točnosti zemljiškokatastrskega prikaza z urejanjem mej katastrskih občin in uporabo podatkov iz elaboratov geodetskih meritev. Poročilo projekta. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Čeh, M., Stopar, B., Trobec, B., Brumec, M., Tekavec, J., Lisec, A. (2017). Pilotni projekt izboljšave kakovosti zemljiškokatastrskega prikaza v katastrski občini Črešnjice. Geodetski vestnik, 61 (1), 102–114.

eProstor (2019). Spletna stran projekta eProstor. https://www.projekt.e-prostor.gov.si, pridobljeno 15. 10. 2019.

GURS (2017). Razpisna dokumentacija za oddajo javnega naročila po odprtem postopku. Lokacijska izboljšava zemljiškokatastrskega prikaza. Ljubljana: Geodetska uprava Republike Slovenije.

GURS (2019). Poročilo izboljšave. Elaborat homogenizacije GURS. Ljubljana: Geodetska uprava Republike Slovenije.

GURS (2019). Tehnične specifikacije na podlagi Pravilnika o evidentiranju podatkov zemljiškega katastra. Uradni list RS, št. 48/2018 in 51/2018.

Operativni program 2014–2020 (2015). Operativni program za izvajanje evropske kohezijske politike v obdobju 2014–2020. Ljubljana : Služba Vlade RS za razvoj in evropsko kohezijsko politiko.

Marko Rotar, dipl. inž. geod.
Geodetska uprava RS
Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: marko.rotar@gov.si

Kristina Murovec, univ. dipl. inž. geod.
Geodetska uprava RS, Geodetska pisarna Tolmin
Tumov drevored 4, SI-5220 Tolmin
e-naslov: kristina.murovec@gov.si