

Univerza  
v Ljubljani

Fakulteta  
za gradbeništvo  
in geodezijo



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

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

To je izvirna različica zaključnega dela.

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

Granda, J., 2016. Identifikacija veznih točk in izboljšava položajne natančnosti zemljiško-katastrskega prikaza z membransko metodo v k.o. Črešnjice. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentorica Lisec, A., somentor Čeh, M.): 70 str.

Datum arhiviranja: 02-06-2016

University  
of Ljubljana

Faculty of  
Civil and Geodetic  
Engineering



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

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

This is original version of final thesis.

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

Granda, J., 2016. Identifikacija veznih točk in izboljšava položajne natančnosti zemljiško-katastrskega prikaza z membransko metodo v k.o. Črešnjice. Master Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Lisec, A., co-supervisor Čeh, M.): 70 pp.

Archiving Date: 02-06-2016

Univerza  
v Ljubljani

Fakulteta za  
*gradbeništvo in  
geodezijo*



Jamova 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
telefon (01) 47 68 500  
faks (01) 42 50 681  
fgg@fgg.uni-lj.si

MAGISTRSKI ŠTUDIJSKI  
PROGRAM DRUGE STOPNJE  
GEODEZIJA IN  
GEOINFORMATIKA

Kandidat:

**JOŽE GRANDA**

**IDENTIFIKACIJA VEZNIH TOČK IN IZBOLJŠAVA  
POLOŽAJNE NATANČNOSTI ZEMLJIŠKO-  
KATASTRSKEGA PRIKAZA Z MEMBRANSKO  
METODO V K.O. ČREŠNJICE**

Magistrsko delo št.: 15/II.GIG

**IDENTIFICATION OF TIE POINTS AND POSITIONAL  
ACCURACY IMPROVEMENT OF LAND CADASTRE  
INDEX MAP USING THE MEMBRANE METHOD IN  
THE CADASTRAL MUNICIPALITY OF ČREŠNJICE**

Graduation – Master Thesis No.: 15/II.GIG

**Mentorica:**

izr. prof. dr. Anka Lisec

**Somentor:**

asist. dr. Marjan Čeh

Ljubljana, 11. 05. 2016

## **ERRATA**

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

**IZJAVE**

Podpisani Jože Granda izjavljam, da sem avtor diplomskega dela z naslovom »Identifikacija veznih točk in izboljšava položajne natančnosti zemljiškokatastrskega prikaza z membransko metodo v k. o. Črešnjice«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Ljubljana, 10. 4. 2016

Jože Granda

## BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

<b>UDK:</b>	528.2:528.4(497.4)(043)
<b>Avtor:</b>	Jože Granda
<b>Mentor:</b>	izr. prof. dr. Anka Lisec
<b>Somentor:</b>	asist. dr. Marjan Čeh
<b>Naslov:</b>	Identifikacija veznih točk in izboljšava položajne natančnosti zemljiškokatastrskega prikaza z membransko metodo v k. o. Črešnjice
<b>Tip dokumenta:</b>	Magistrska naloga – univerzitetni študij
<b>Obseg in oprema:</b>	70 str., 12 pregl., 23 sl.
<b>Ključne besede:</b>	geodetska izmera, zemljiški kataster, položajna natančnost, katastrski načrt, zemljiškokatastrski prikaz, membranska metoda, Systra, Črešnjice, Novo mesto

### Izvelek

Namen naloge je bil preveriti možnosti izboljšave položajne kakovosti zemljiškokatastrskega prikaza (ZKP) na temelju tako imenovanih veznih točk. Kot vezne točke smo obravnavali mejne točke zemljiških parcel, katerih položaj je dan v enem od referenčnih državnih koordinatnih sistemov (D48/GK ali D96/TM). Domnevali smo, da lahko poleg kakovostnih zemljiškokatastrskih točk (ZK-točk) k položajni kakovosti zemljiškokatastrskega prikaza prispevajo dodatne merjene vezne točke. V okviru naloge smo na študijskem območju, to je v katastrski občini Črešnjice pri Novem mestu, v naravi identificirali potencialne dodatne vezne točke, ki niso ZK-točke, vendar so v naravi materializirane. Z geodetsko izmero smo v skladu z obstoječimi pravilniki za izmero v zemljiškem katastru določili položaj teh točk v državnem koordinatnem sistemu D96/TM in jih vključili v postopek izboljšave položajne natančnosti ZKP. Ocenili smo položajno kakovost tako imenovanih homogeniziranih mejnih točk v podatkovnem sloju ZKP in izvedli primerjavo med različnimi pristopi (različni scenariji izboljšave glede na število in lokacijo dodatnih veznih točk, ki so bile vključene v izboljšavo). Za izvedbo homogenizacije smo uporabili programsko rešitev *Systra*. Rezultate smo predstavili tudi grafično v programskem okolju *ArcGIS*.

**BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT**

<b>UDC:</b>	528.2:528.4(497.4)(043)
<b>Author:</b>	Jože Granda
<b>Supervisor:</b>	Assoc. Prof. Anka Lisec, Ph.D.
<b>Cosupervisor:</b>	Assist. Marjan Čeh, Ph.D.
<b>Title:</b>	Identification of tie points and positional accuracy improvement of land cadastre index map using the membrane method in the cadastral municipality of Črešnjice
<b>Document type:</b>	Master Thesis – University studies
<b>Scope and tools:</b>	70 p., 12 tab., 23 fig.
<b>Keywords:</b>	land surveying, land cadastre, positional precision, cadastral map, cadastral index map, membrane method, <i>Systra</i> , Črešnjice, Novo mesto

**Abstract**

Our thesis aimed to explore the possibilities of improving the positional quality of the cadastral index map (ZKP) based on the so called tie points. The discussed tie points included boundary points of land parcels, the positions of which are provided in one of the national coordinate reference systems (D48/GK or D96/TM). We assumed that in addition to using quality land cadastre points, the positional quality of the land cadastre representation can also be improved by additionally measured tie points. For the purposes of the thesis, we inspected the study area, i.e. the cadastral municipality of Črešnjice near Novo mesto, and identified potential additional tie points, which are not considered land cadastre points but are nevertheless materialized in nature. A geodetic survey was conducted in accordance with the existing regulations on land cadastre surveying. We determined the position of the discussed points in the national coordinate system D96/TM and applied them in the process of improving the positional precision of the ZKP. We evaluated the positional quality of the so called homogeneous boundary points in the data layer of the ZKP and performed a comparison across different approaches (different scenarios according to the number and location of additional tie points included in the improvement). The homogenization was carried out using the *Systra* software tool. The results have also been graphically presented in the *ArcGIS* software environment.

## ZAHVALA

Za pomoč, podporo in potrpežljivost pri nastajanju diplomskega dela se iskreno zahvaljujem mentorici izr. prof. dr. Anki Lisec ter somentorju asist. dr. Marjanu Čehu. Prav tako se zahvaljujem Barbari Trobec za pomoč pri obdelavi podatkov.

Posebna zahvala za finančno in moralno podporo tekom študija gre tudi moji družini ter puncu Mateju. Hvala vsem.

»It matters not how strait the gate,  
How charged with punishments the scroll,  
I am the master of my fate,  
I am the captain of my soul.«  
(William Ernest Henley)

**KAZALO VSEBINE**

IZJAVE.....	II
BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK .....	III
BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION .....	IV
ZAHVALA .....	V
<b>1 UVOD.....</b>	<b>1</b>
1.1 Vsebina in cilji .....	3
<b>2 PREGLED LITERATURE NA OBRAVNAVANEM PODROČJU .....</b>	<b>5</b>
2.1 Zgodovinski pregled razvoja zemljiškega katastra na območju Slovenije .....	5
2.1.1 Franciscejski kataster .....	6
2.1.1.1 Natančnost detajlne izmere .....	9
2.1.2 Obdobje od leta 1861 do leta 1945 .....	10
2.1.3 Obdobje po drugi svetovni vojni .....	12
2.1.4 Digitalizacija katastrskih načrtov .....	13
2.2 Izboljšava kakovosti katastrskih načrtov – pregled literature .....	14
2.2.1 Problemi in izzivi.....	14
2.2.2 Pregled del v tujini.....	15
2.2.3 Pregled del v Sloveniji .....	17
<b>3 METODE DELA IN VIRI PODATKOV .....</b>	<b>19</b>
3.1 Uporabljeni podatki.....	20
3.2 Študijsko območje k.o. Črešnjice .....	22
3.2.1 Analiza območja .....	23
3.2.2 Ocena kakovosti zemljiškokatastrskega prikaza.....	25
3.3 Terenska izmera .....	26
3.3.1 Praktični preizkus natančnosti meritev .....	27
3.3.2 Mejna znamenja.....	28
3.3.3 Identifikacija veznih točk .....	31
3.4 Obdelava podatkov v programskem paketu Systra .....	35



3.4.1	Programski paket <i>Systra</i> .....	35
3.4.2	Vnos vhodnih podatkov .....	36
3.5	Vključevanje vhodnih podatkov in geometričnih pogojev v homogenizacijo .....	37
3.5.1	Vzpostavitev identitet veznih točk.....	37
3.5.2	Pogoj pravokotnosti in vzporednosti.....	38
3.6	Primerjalna analiza vpliva izbranih vhodnih podatkov ter geometričnih pogojev .....	38
4	REZULTATI IN RAZPRAVA.....	41
4.1	Primerjalna analiza vpliva izbranih vhodnih podatkov ter geometričnih pogojev .....	41
4.1.1	Analiza vpliva uporabe ZK-točk z ustrežno natančnostjo kot referenčnih točk (scenarij I) .....	42
4.1.2	Analiza vpliva vključitve geometričnega pogoja pravokotnosti (scenarij II) .....	45
4.1.3	Analiza vpliva uporabe dodatno izmerjenih veznih točk, ki so v naravi dobro materializirane (scenarij III) .....	48
4.1.4	Analiza vpliva uporabe dodatno izmerjenih veznih točk, ki so v naravi slabše materializirane (scenarij IV) .....	49
4.1.5	Analiza vpliva vključitve geometričnega pogoja vzporednosti (scenarij V) .....	52
4.2	Vpliv natančnosti ZKP na končno natančnost.....	53
4.3	Identificiranje značilnih območij in njihova analiza.....	54
4.3.1	Analiza območja A .....	55
4.3.2	Analiza območja B.....	57
4.3.3	Analiza območja C.....	58
4.3.4	Analiza območja D .....	59
4.3.5	Analiza območja E.....	61
4.3.6	Analiza območja F .....	62
5	ZAKLJUČEK .....	65
	VIRI .....	67

**KAZALO SLIK**

Slika 1: Koordinatni sistemi za katastrsko izmero na območju Slovenije v 19. stoletju (Ferlan, 2005: str. 54).....	7
Slika 2: Izvedba meritev z mersko mizo (Vir: Mlakar, 1996: str. 19) .....	8
Slika 3: Grafični katastrski načrt iz časa franciscejskega katastra (Vir: Arhiv RS, 2016).....	9
Slika 4: Grafični katastrski načrt iz časa reambulacije katastra (Vir: Arhiv RS, 2016).....	11
Slika 5: Izravnava katastrskih načrtov v Severozahodni Virginiji - z modro so označeni izboljšani, z zeleno pa podatki originalnih katastrskih načrtov. Z rdečo so označene zidane ograje (Vir: Gielsdorf, 2007).....	17
Slika 6: Izsek podlage, uporabljene na terenu za določevanje območij izmer ter identifikacijo dodatno izmerjenih veznih točk.....	22
Slika 7: Prikaz lege katastrske občine Črešnjice in sosednjih katastrskih občin .....	23
Slika 8: Katastrska občina Črešnjice s prikazanimi ZK točkami in delitvijo na območja .....	24
Slika 9: Mejniki, s katerimi so označevali parcelne meje v drugi polovici 20. stoletja (Vir: Mlakar, 1996: str. 29) .....	30
Slika 10: Mejna znamenja in lastniške oz. posestne meje – betonski mejnik s križem, naravni kamen z vklesanim križem, podporni zid in naravna brežina .....	31
Slika 11: Prikaz dodatnih veznih točk, vključenih v izmero, na območju k. o. Črešnjice .....	34
Slika 12: Primerjava originalnega ZKP ter ZKP po izvedbi homogenizacije z uporabo samo ZK-točk kot referenčnih (scenarij I) .....	44
Slika 13: Primerjava ZKP po izvedbi scenarija I ter ZKP po izvedbi analize vpliva uporabljenega geometričnega pogoja pravokotnosti (scenarij II) .....	47
Slika 14: Primerjava originalnega ZKP z ZKP-jem po izvedbi analize vpliva uporabe ZK-točk (scenarij I) in vpliva dodatnih veznih točk, ki so v naravi dobro materializirane (scenarij III) .....	49
Slika 15: Primerjava originalnega ZKP z ZKP-jem po izvedbi izboljšave z uporabljenimi veznimi točkami, ki so v naravi dobro (scenarij III) in tudi slabše materializirane (scenarij IV).....	51
Slika 16: Primerjava originalnega ZKP z ZKP-jem po izvedbi izboljšave z vključenimi dobro materializiranimi veznimi točkami (scenarij III) in vključenimi pogoji vzporednosti (scenarij V) .....	53
Slika 17: Prikaz območij analize rezultatov položajne izboljšave ZKP v k. o. Črešnjice.....	55
Slika 18: Analiza izboljšave ZKP na območju A .....	56
Slika 19: Analiza izboljšave ZKP na območju B .....	57
Slika 20: Analiza izboljšave ZKP na območju C .....	59
Slika 21: Analiza izboljšave ZKP na območju D .....	60
Slika 22: Analiza izboljšave ZKP na območju E.....	61
Slika 23: Analiza izboljšave ZKP na območju F.....	62

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Izbrane ZK-točke glede na metodo določitve ZK-točk in njihove natančnosti (Vir: Geodetska uprava Republike Slovenija, 2013).....	21
Preglednica 2: Ocena kakovosti zemljiškokatastrskih točk za k.o. Črešnjice in sosednje k.o. (Vir: Geodetski inštitut Slovenije, 2008).....	26
Preglednica 3: Preizkus natančnosti RTK-metode izmere s praktičnim preizkusom .....	27
Preglednica 4: Pregled analiz in vključenih parametrov izvedenih v programskem paketu Sysstra.....	39
Preglednica 5: $\sigma_0$ in položajna natančnost $SL$ po strogi izravnavi in po homogenizaciji. ....	42
Preglednica 6: Odstopanja koordinat izboljšane ZKP od koordinat, določenih z izmero, na kontrolnih točkah – po izvedbi homogenizacije z uporabljenimi ZK-točkami kot referenčnimi. ....	43
Preglednica 7: Odstopanja koordinat izboljšane ZKP od koordinat, določenih z izmero, na kontrolnih točkah – po izvedbi homogenizacije z dodatno upoštevanjem vplivom geometričnega pogoja pravokotnosti .....	45
Preglednica 8: Odstopanja koordinat izboljšane ZKP od koordinat, določenih z izmero, na kontrolnih točkah – z uporabljenimi ZK-točkami in dodatno izmerjenimi veznimi točkami kot referenčnimi.....	48
Preglednica 9: Odstopanja koordinat izboljšane ZKP od koordinat, določenih z izmero, na kontrolnih točkah – z uporabljenimi ZK-točkami ter dodatno izmerjenimi dobro in slabše materializiranimi veznimi točkami kot referenčnimi .....	50
Preglednica 10: Odstopanja koordinat izboljšane ZKP od koordinat, določenih z izmero, na kontrolnih točkah – z uporabljenimi ZK-točkami in dodatno izmerjenimi veznimi točkami kot referenčnimi ter upoštevanjem vpliva geometričnega pogoja vzporednosti .....	52
Preglednica 11: Vpliv položajne natančnosti ZKP na ocenjeno natančnost izboljšane ZKP .....	54
Preglednica 12: Natančnost kontrolnih točk z uporabo samo ZK-točk kot referenčnih te z uporabo dodatno izmerjenih veznih točk kot referenčnih.....	58

## **OKRAJŠAVE IN SIMBOLI**

DKN – digitalni katastrski načrt

k. o. – katastrska občina

ZKN – zemljiškokatastrski načrti

ZKP – zemljiškokatastrski prikaz

ZK-točke – zemljiškokatastrske točke

»Ta stran je namenoma prazna.«



## 1 UVOD

Zemljiški kataster je v Republiki Sloveniji uradna in temeljna evidenca o zemljiščih. Skupaj z zemljiško knjigo umesti lastnino v prostor ter jo poveže z lastnikom, zato je kakovost zemljiškega katastra zelo pomembna za upravljanje zemljišč in varovanje pravic, ki se nanašajo na zemljišča. Za številne uporabnike je zelo pomemben grafični del zemljiškega katastra, saj se je z razvojem tehnologij za zajem in predstavitev prostorskih podatkov, tudi z uporabo svetovnega spleta, krog uporabnikov zelo povečal. Tako so na internetu dostopne različne rešitve (Prostorski informacijski sistem občin – PISO, UrbInfo za območje Ljubljane ipd.), ki uporabnikom z izborom različnih grafičnih podatkovnih slojev prikazujejo različne prostorske informacije. Zelo pomemben grafični podatkovni sloj v teh rešitvah je zemljiškokatastrski prikaz (v nadaljevanju ZKP), ki je le en od podatkovnih slojev grafičnega podsistema zemljiškega katastra v Sloveniji in je zvezni vektorski podatkovni sloj parcel za območje cele Slovenije.

Uporaba ali prikaz podatkovnega sloja ZKP z različnimi podatkovnimi sloji je lahko tudi zavajajoče, saj se uporabniki velikokrat ne zavedajo, da je tak prikaz zgolj informativen. Položajna natančnost in točnost uporabljenih podatkovnih slojev je namreč raznolika. Še več, tudi položajna natančnost enega podatkovnega sloja, v našem primeru obravnavamo ZKP, je raznolika in je posledica uporabe raznolike merske metodologije in tehnologije ter metodologije hranjenja in grafičnega prikaza podatkov o zemljiščih (Čeh in sod., 2011a).

Za razumevanje raznolike natančnosti ZKP je treba razumeti zgodovino zajema in vzdrževanja zemljiškega katastra. Na območju Slovenije segajo začetki zemljiškega katastra v začetek 19. stoletja. Takratna katastrska izmera v okviru vzpostavitve tako imenovanega franciscejskega zemljiškega katastra je imela geodetsko (matematično osnovo), saj je bila predhodno praviloma razvita geodetska mreža, a sama katastrska izmera je bila grafična in je temeljila na uporabi grafične merske mizice, območje zajema pa je bilo razdeljeno na katastrske občine (v nadaljevanju k. o.), ki so z manjšimi spremembami v uporabi še v današnjem času. Slabša natančnost rezultatov, to je grafičnih katastrskih načrtov, izhaja iz grafičnega načina izmere, dodatno pa se razlike v kakovosti načrtov zemljiškega katastra pojavijo v odvisnosti od značilnosti reliefa (na položnejših in dostopnejših delih je natančnost zemljiškega katastra boljša), gostote vegetacije in vrste rabe zemljišč (bolj natančno so bile izmerjene parcele travnikov in njiv, manj gozdov, saj je bil prvotni namen zemljiškega katastra predvsem obdavčitev rodovitnih kmetijskih zemljišč). V preteklosti so zemljiški kataster sicer vzdrževali oziroma posodabljali, vendar pogosto ne na zadovoljivi ravni (Lisec 2011a, 2011b).

Z izboljšanjem tehnologije, tako merske kot informacijske, imamo možnost, da bi kakovost podatkov zemljiškega katastra celotne države izboljšali. Slaba, pogosto omenjena nezadovoljiva kakovost zemljiško katastrskega prikaza, je rezultat pomanjkanja sredstev za vzdrževanje in izboljševanje kakovosti podatkov zemljiškega katastra v skladu z zmožnostmi nove tehnologije, deloma pa problem izvira tudi pri samih lastnikih zemljišč, ki ne urejajo svojih zemljišč z naročilom postopka ureditve meje (Čeh in sod. 2011a).

V Sloveniji se pojavlja vprašanje, kako čim bolj kakovostno prostorsko umestiti in pravilno predstaviti ZKP. Po 19. členu Zakona o evidentiranju zemljišč (ZEN, 2006) je ZKP slika oblike in medsebojne lege parcel. Geodetska uprava ga po potrebi lahko spremeni (tehnično izboljša) zaradi položajno bolj točne predstavitve mej parcel. Ta sprememba naj ne bi vplivala na stvarnopravne pravice lastnikov parcel, tako geodetska uprava o tehnični izboljšavi ne obvešča o njej lastnikov parcel. Poudariti velja, da se ZKP praviloma ne sme neposredno uporabljati za ugotavljanje poteka meje po podatkih zemljiškega katastra, lahko pa se uporablja za prikaz drugih podatkov v geografskih informacijskih sistemih ali za druge podobne namene z informacijo, da je prikaz mej informativen. ZKP ne smemo zamenjati z zemljiškokatastrskimi načrti (v nadaljevanju ZKN), ki je po 19. členu Zakona o evidentiranju nepremičnin načrt (ZEN, 2006), kjer so meje parcel in zemljišča pod stavbo v državnem koordinatnem sistemu predstavljeni s koordinatami zemljiškokatastrskih točk (v nadaljevanju ZK-točk) s predpisano natančnostjo.

Pomembna naloga službe v Sloveniji je danes izboljšava dela grafičnega podsistema zemljiškega katastra – ZKP, ki jo je mogoče v primerjavi s sodobno novo izmero izvesti hitreje in z manjšimi stroški. Dolgoročni cilj bi morala še vedno ostati nova izmera, saj podatki zemljiškega katastra na velikem deležu ozemlja Slovenije še vedno pretežno izvirajo iz 19. stoletja, za katere je bilo že pred več desetletji ugotovljeno, da so omejene kakovosti (glej: Lego 1967).

Za namene izboljšave položajne in geometrijske kakovosti ZKP je bilo predstavljenih več načinov izboljšave ZKP, za zelo primerno pa se je po mnenju Čeha in sodelavcev (2011a, 2011b, 2011c) izkazala membranska metoda z upoštevanjem relativnih mer, ki so jo razvili Gielsdorf in sodelavci (2004) v sodelovanju s Tehniško univerzo v Berlinu, Katedro za izravnalni in geodetski račun (Gielsdorf in sodelavci). Membranska metoda omogoča prilagajanje popravkov položajev lomnih točk zemljiških parcel glede na oddaljenost med točkami ter upošteva načela koordinatne geometrije.



Za uporabo te metode potrebujemo kakovostne vhodne podatke, ki so koordinate zemljiškokatastrskih točk ter koordinate drugih lomnih točk parcelnih mej, ki imajo dovolj natančno določene koordinate v referenčnem koordinatnem sistemu in so bile določene z uporabo geodetskih merskih metod. Te točke uporabimo kot vezne točke za povezavo tako imenovanih grafičnih koordinat ZKP s »pravim položajem točk« v naravi (koordinate veznih točk v tem primeru obravnavamo kot »prave« oziroma z znano natančnostjo določitev položaja teh točk v referenčnem koordinatnem sistemu).

## 1.1 Vsebina in cilji

Delovna hipoteza magistrskega dela pravi, da *»je mogoče z večjo gostoto ter ustrezno razporeditvijo geodetsko domerjenih veznih točk, ki niso ZK-točke, so pa v naravi materializirane, izboljšati položajno natančnost in točnost ZKP z uporabo membranske metode.«*

Ključni poudarek bo torej na vključevanju izmerjenih dodatnih veznih točk v izboljšavo položajne in geometrijske natančnosti ZKP, na interpretaciji vključitve dodatnih veznih točk in primerjavi položajne kakovosti homogeniziranih ZKP-točk pred vključitvijo in po vključitvi domerjenih točk.

Delovno hipotezo bomo preverili na območju katastrske občine Črešnjice (k. o. Črešnjice). K. o. Črešnjice na območju Mestne občine Novo mesto obsega pretežno gričevje z vinogradi, kjer je veliko število dobro materializiranih mejnih znamenj v naravi, ki niso ZK-točke, zato je to območje primerno za tako obravnavo. Izpostaviti velja, da je velik del območja tudi poraščen z gozdom, kjer so meje med parcelami slabo določljive in kjer so terenske meritve zaradi zaraščenosti težje izvedljive.

Magistrsko delo je sestavljeno iz dveh delov. V teoretičnem delu je poudarek na kronologiji nastanka in vzdrževanja zemljiškega katastra na območju Slovenije ter pregledu literature izboljšave položajne in geometrijske kakovosti zveznega grafičnega sloja zemljiških parcel v zemljiškem katastru. Zgodovina zemljiškega katastra je sicer zelo pomembna za razumevanje vsebine in kakovosti podatkov zemljiškega katastra, vendar pa je bil ta del že večkrat predstavljen v več diplomskih in magistrskih delih (glej: Švab 2012, Muhič 2014), zato je poudarek na vključevanju dodatnih veznih točk, katerih položaj je določen na temelju geodetske izmere v referenčnem koordinatnem sistemu, v postopek položajne kakovosti ZKP. V teoretičnem delu je uporabljena opisna metoda, kjer na kratko predstavljamo razvoj zemljiškega katastra na območju Slovenije ter literaturo na področju obravnave, predstavljeni so tudi temeljni pojmi iz zakonodaje, ki so ključni za razumevanje naloge.

V empiričnem delu se ukvarjamo z identifikacijo in domeritvami dodatnih veznih točk na terenu, z interpretacijo le-teh in interpretacijo učinkov vključitve dodatnih veznih točk v postopek izboljšave položajne in geometrijske natančnosti ZKP z membransko metodo. Z uporabo domerjenih veznih točk, ki niso ZK-točke, vendar so materializirane v naravi, bomo izvedli homogenizacijo z membransko metodo z uporabo programske opreme *Systra*.

V sklepnem delu so uporabljene metode primerjalne analize. Primerjamo vpliv vključitve različnih geometričnih pogojev ter dodatno domerjenih veznih točk na izboljšavo ZKP na obravnavanem območju, vpliv razporeditve in gostote le-teh na rezultate izboljšave. Pri primerjavi rezultatov položajne in geometrijske izboljšave ZKP so uporabljene metode in orodja prostorskih analiz in vizualizacije v okoljih geografskih informacijskih sistemov (GIS).

## **2 PREGLED LITERATURE NA OBRAVNAVANEM PODROČJU**

Zemljiškokatastrski prikaz (ZKP) je digitalizirana oblika katastrskih načrtov, povezanih v neprekinjen vektorski sloj za območje celotne Slovenije, sam ZKP pa se stalno vzdržuje (spreminja) v okviru katastrskih postopkov. Za izboljšavo položajne in geometrijske kakovosti ZKP je pomembno, da razumemo zgodovino nastanka katastrskih načrtov, njihovo izdelavo ter vzdrževanje. Zanimajo nas tehnologija in postopki pri izdelavi in vzdrževanju katastrskih načrtov, ki so ključnega pomena za razumevanje kakovosti podatkov. V tem poglavju tako podajamo kratek zgodovinski razvoj zemljiškega katastra v Sloveniji. Poleg razumevanja nastanka, vzdrževanja in kakovosti katastrskih načrtov oziroma ZKP nas zanima, kako bi lahko izboljšali položajno kakovost teh načrtov na optimalen način. V magistrskem delu smo uporabili metodo izboljšave in homogenizacije kakovosti katastrskih načrtov z membransko metodo, zato smo v drugem delu pregledali literaturo na tem področju, posebej pa smo pregledali objave, ki se nanašajo na možnosti izboljšave položajne in geometrijske kakovosti katastrskih načrtov z membransko metodo tako v tujini kot tudi v Sloveniji.

### **2.1 Zgodovinski pregled razvoja zemljiškega katastra na območju Slovenije**

Prve evidence zemljišč segajo v daljno človeško zgodovino. Stari Egipt spada med civilizacije, ki je ena izmed prvih sistematično popisala zemljišča, njihove lastnike ter zraven pripisala tudi ocene donosnosti posameznih zemljišč. Meje med zemljišči so potekale predvsem po naravnih mejah, popis pa je imel izjemno vlogo tudi za upravljanje zemljišč, saj so na primer popisi služili za ponovne razdelitve zemljišč med posestnike na poplavnih območjih reke Nil po vsakih poplavih. V Stari Grčiji je poznan razvoj znanosti, tudi na področju kartografije, astronomije in geometrije, kar je omogočilo natančno in nedvoumno označevanje meje predvsem med polisi, mestnimi državicami, manj pa je bilo poudarka na mejah med zemljišči. Znanje starih Grkov so podedovali v Rimskem cesarstvu, kjer so izvedli popise zemljišč za potrebe obdavčitve – izrisi merskih načrtov so bili predvsem na kamnu, pisni podatki na bronastih tablicah. Za razliko od antičnih civilizacij je bila znanost v srednjem veku v zatonu. V obdobju fevdalizma so bile v urbarjih glede na velikost posesti opisno podane dajatve, ki so jih bili uživalci zemljišč dolžni dajati zemljiškemu gospodu (Lisec 2011a: 7–22).

Največji vpliv na razvoj zemljiškega katastra in na značilnosti katastrskih načrtov na območju današnje Slovenije ima prva katastrska izmera in sistematična izdelava katastrskih načrtov v obdobju vzpostavitve franciscejskega katastra pred približno 200 leti. Še danes je na več ruralnih območjih podatek katastra o poteku meje parcel iz obdobja franciscejskega katastra. Podatki starih načrtov so se

seveda vzdrževali, delale so se kopije (prerisi) načrtov. Druga večja prelomnica, ki ima velik vpliv na natančnost današnjega ZKP, je digitalizacija katastrskih načrtov konec 20. stoletja. V nadaljevanju na kratko predstavljamo nastajanje katastrskih načrtov v obdobju franciscejskega katastra, njegovo vzdrževanje ter digitalizacijo katastrskih načrtov, ki so se do konca 20. stoletja vzdrževali v papirni obliki (in drugih stabilnih plastičnih materialih).

### 2.1.1 Franciscejski kataster

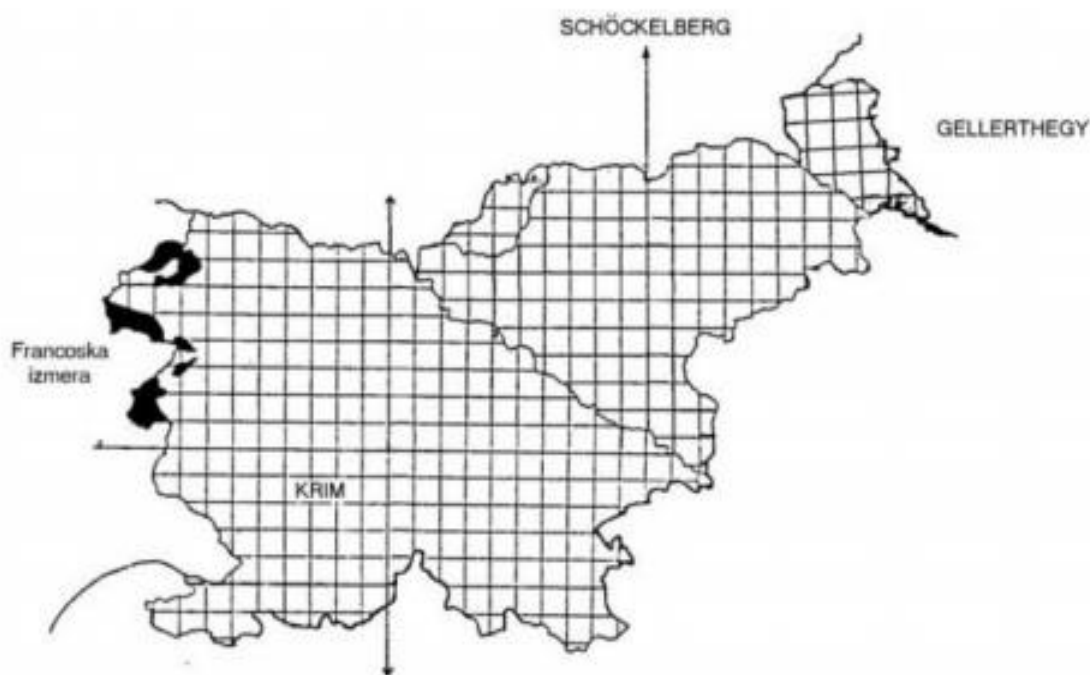
Prvi zametki zemljiškega katastra na območju Slovenije so se začeli pojavljati v obdobju vladanja Marije Terezije v takratni Habsburški monarhiji. S Terezijanskim katastrom so v letih 1747–1756 popisali vsa zemljišča, kasneje je Jožef II. poskušal s katastrsko izmero izmeriti še zemljiške posesti za izračun površin in uvesti enotno obdavčitev zemljišč za dominikalno in rustikalno posest, vendar pa se ta zamisel in podatki izmeri niso ohranili v praksi. Del Slovenije, ki je spadal pod Napoleonove Ilirske province, je bil prvič katastrsko izmerjen okrog leta 1807, za vsako zemljišče pa so bili določeni površina, kultura in donos (Ferlan 2005, Lisec 2011a: 23–78). Cesar Franc I. je v začetku 19. stoletja zaradi nevzdržnih razmer glede zemljiških davkov odločil, da se vpelje skupen, enako delujoč in stabilni kataster za celotno monarhijo. V letu 1813 so vzpostavili osnove za reformo s posameznimi izvajanji, ki jih je podprl tudi cesar. Spomadi 1817 leta se je pričela poizkusna detajlna izmera. Istega leta v decembru je bil izdan patent (zakon) za zemljiški davek (nem. *Grundsteuerpatent*), ki je postal zasnova stabilnega katastra. Celotno cesarstvo so razdelili na posamezna območja katastrske izmere, v katerih so bili vpeljani samostojni koordinatni sistemi. Ker je bilo (in še vedno je) osnovno načelo geodezije iz velikega v majhno, je bila za namen katastrske (in tudi topografske) izmere najprej vzpostavljena trigonometrična mreža I. reda za celotno monarhijo in nato mreža II. reda. Trigonometrična mreža III. reda je morala imeti na eni kvadratni milj 3 točke za detajlno katastrsko izmero (Ferlan 2005: 43–45).

Za detajlno izmero, ki je potekala na območju današnje Slovenije v letih od 1817 do 1829 z izjemo v Prekmurju (tam je bila izmera opravljena v drugi polovici 19. stoletja), so predvideli sledeče katastrske sisteme (Ferlan 2005: 46, Lisec in Navratil 2014):

- Dolnja Avstrija s koordinatnim izhodišče na zvoniku cerkve svetega Štefana na Dunaju,
- Gornja Avstrija in Salzburg s koordinatnim izhodišče na Gusterbergu,
- Štajerska s koordinatnim izhodišče na hribu Schöckel pri Gradcu,
- Koroška s koordinatnim izhodišče Krim pri Ljubljani,
- Tirolska in Predarlška s koordinatnim izhodišče na farni cerkvi v Innsbrucku.

Koordinatna sistema, ki sta pokrivala območje Slovenije, sta prikazana na sliki 1.

Osnovno merilo katastrskih načrtov iz te dobe je 1 : 2880, izhaja pa iz dejstva, da je v času njihove izdelave v Avstriji veljal seženjski merski sistem (1 seženj = 1,89648). Poleg tega merila so uporabljali tudi njegove mnogokratnike: za obsežnejša planinska zemljišča merilo 1 : 5760, za mestna zemljišča pa tudi 1 : 1440 ali celo 1 : 720 za najbolj gosto pozidane predele mest. List katastrskega načrta iz tega obdobja je prikazan na sliki 3 (Mlakar 1996: 19).



**Slika 1: Koordinatni sistemi za katastrsko izmero na območju Slovenije v 19. stoletju  
(Ferlan 2005: 54)**

Osnovna prostorska administrativna enota katastrske izmere je bila katastrska občina. Poleg katastrske občine so se oblikovale manjše zaključene enote – ledine, ki so dejansko predstavljale prostorsko ogrodje izmere. Pri izmeri so se navezovali na predhodno vzpostavljeno trigonometrično mrežo. Takoj po meritvi posameznih prostorskih enot so morali mejne linije tuširati. S takim načinom dela je katastrski načrt nastajal na samem terenu – lego detajlnih točk so sproti določali s preseki vizur in izmero dolžin z merskimi verigami na listu papirja, ki je bil nalepljen na merski mizi (slika 2) – od tu tudi izhaja ime metode katastrske izmere, to je grafična katastrska izmera (Mlakar 1986).

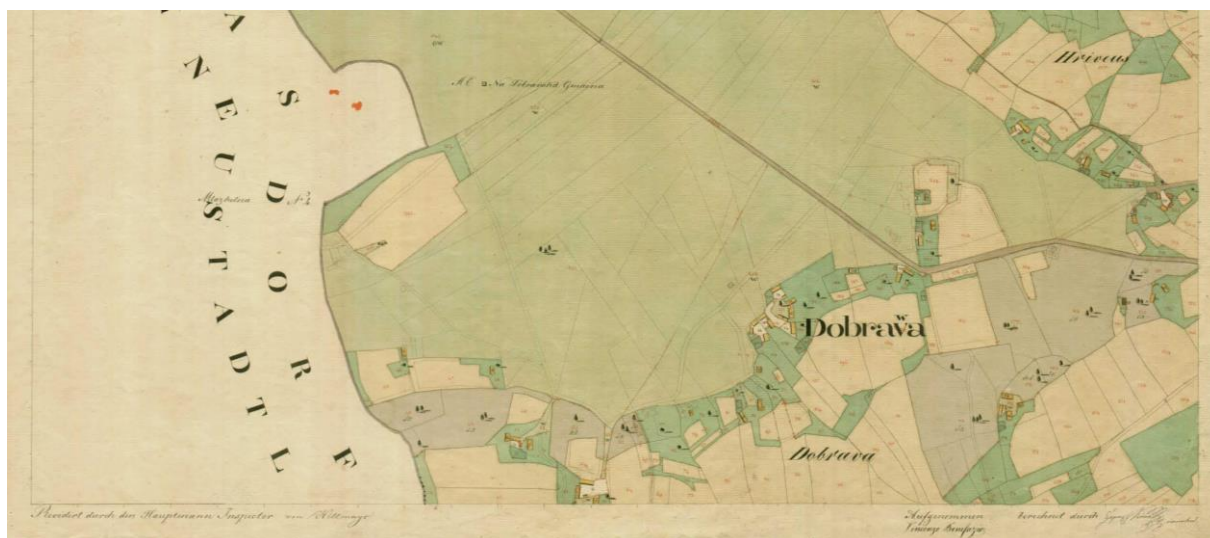


**Slika 2: Izvedba meritev z mersko mizo (vir: Mlakar 1996: 19)**

Izmero zemljiških parcel kot tudi grafično triangulacijo so izvajali z mersko mizo (slika 2). Na njej je bil risalni papir nalepljen z jajčnim beljakom, lego točk pa so določali s preseki, dobljenimi s smermi na točko iz dveh ali več stojišč, ali pa s smerjo in razdaljo do točke. Meritev zazidanih kompleksov so izvajali po ortogonalni metodi z odmero abscis in ordinat, pri čemer je bila za abscisno os privzeta linija, določena iz stojišča merske mize (Mlakar 1986).

Za izvedbo izmere so uporabljali sledeč geodetski instrumentarij (Ferlan 2005: 49–50):

- mersko mizo s štirimi deskami,
- diopter z ravnilom,
- grezilo,
- libelo,
- terensko busolo,
- varovalno magnetno iglo v posebnem ohišju,
- 10 sežnjev dolgo členasto verigo,
- merske zastavice in tarče,
- komplet šestil.



**Slika 3: Grafični katastrski načrt iz časa franciscejskega katastra (vir: Arhiv RS, 2016)**

Pred meritvijo je geometer s posestniki ugotovil potek meje in jih začasno označil, največkrat z lesenimi količki. S tem se je tudi ugotavljala soglasnosti mejašev glede poteka meje, a če ta ni bila dosežena, se je na takih spornih območjih zapisal le zaznamek o spornosti meje. Natančnost določitve mejnih točk je bila poleg natančnosti metode izmere in instrumentov odvisna tudi od primernosti terena za meritev; večja je bila na ravninskih in nezaraščenih območjih, manjša pa na hribovitih in zaraščenih terenih. Zemljišča na hribovitih ali planinskih območjih so tudi zavestno merili manj natančno, menili so namreč, da so to manjvredna zemljišča, ki ne upravičujejo velikih stroškov katastrske izmere, kakršne terjajo natančne meritve. Tudi namen, zaradi katerega so se lotili izdelave zemljiškega katastra, je potek posestne meje postavljaj na drugo mesto – pomembnejša je bila površina zemljišč in to tistih, ki bodo predmet (višjega) zemljiškega davka. Osnovni namen izdelave zemljiškega katastra je bil torej evidentiranje zemljišč zaradi odmere davkov od kmetijskih zemljišč, pri tem pa imajo na izračun tako imenovanega katastrskega dohodka večji vpliv vrsta katastrske kulture in katastrski razred (Mlakar 1996: 18; Lisec 2011a).

### **2.1.1.1 Natančnost detajlne izmere**

Za razumevanje položajne kakovosti današnjega ZKP je pomembno razumevanje natančnosti prve detajlne izmere na območju Slovenije, saj so na več območjih temelj grafičnih katastrskih podatkov (ZKP) še vedno katastrski načrti iz te izmere. Natančnost takratne katastrske izmere je neposredno povezana z natančnostjo določitve točk triangulacijske mreže, z natančnostjo navezave na triangulacijsko mrežo ter s samo natančnostjo grafične izmere. Trigonometrična mreža tretjega reda se je za potrebe katastrske izmere najprej grafično zgostila s tako imenovano grafično triangulacijo,

Uporabljeni inštrument za določitve točk grafične triangulacije je bila merska miza. Pri tem so se pojavljale napake oz. pogoški (Ferlan 2005: 51–53):

- orientacije merske mize,
- postavljanja ravnila na triangulacijsko točko in risanja ter
- viziranja.

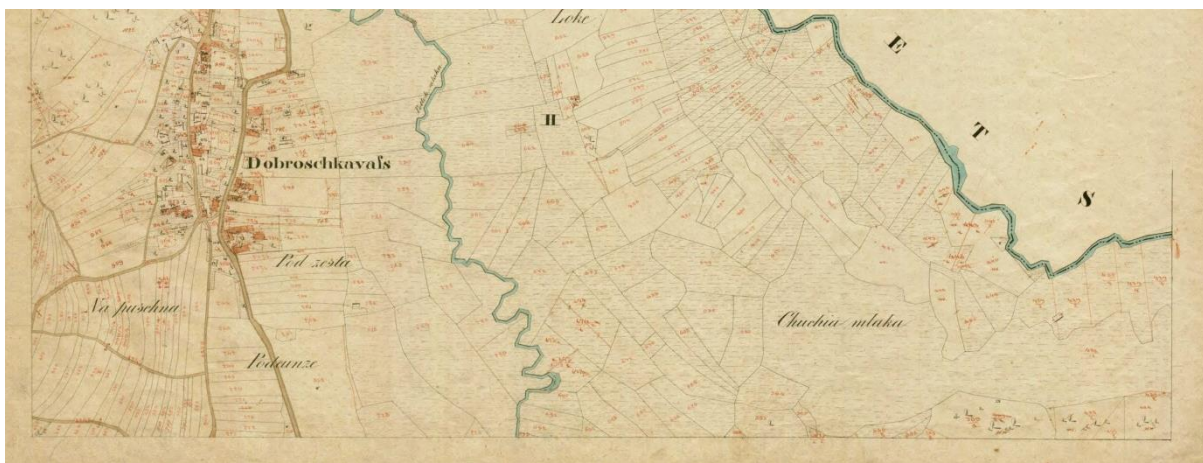
Pri detajlni izmeri so nastopile podobne napake, lahko jim dodamo še pogrešek merjenja dolžin. Dodati velja, da so se pri prvi katastrski izmeri velika popačenja rezultatov katastrske izmere pojavljala na robovih koordinatnih sistemov. Izmera na ravnini je bila natančnejša od izmere v hribovitih in gozdnih predelih, ker je bila vrednost zemljišč, posledično pa tudi pričakovani zemljiški davek, v ravnini s kmetijsko rabo zemljišč večja. Gozdne parcele so dodatno manj natančno izmerjene zaradi nepreglednosti in onemogočanja vizur, kar je povzročalo tudi zelo površno določevanje posestnih mej v gozdovih (pogosto je bila izmera opravljena le na obodih gozdov). Tudi naselja so bila izmerjena z nižjo kakovostjo kot kmetijske površine, ker naj bi se načrtovani zemljiški davek plačeval od kmetijskih zemljišč in ne od stavb. Označevanje mej posesti v tistem obdobju vsekakor ni bilo vedno dosledno. To se še danes odraža, saj večina katastrskih mej iz tistega obdobja nima mejnikov. Ta dejstva so izrecno pomembna pri obravnavi kakovosti ZKP, saj je bila grafična metoda izmere uporabljena za izdelavo katastrskih načrtov franciscejskega katastra, ki so še danes osnova za grafični del zemljiškega katastra na okoli 90 % površine Slovenije (Ferlan 2005: 51–53, Lisec in Navratil 2014).

Tudi merilo izmere vpliva na natančnost katastrskih načrtov. Pri načrtih merila 1 : 2880 (v tem merilu je izdelana velika večina načrtov našega ozemlja) znaša srednja natančnost približno 0,6 metra (0,2 mm, kolikor je razdalja, ki se jo še da umeriti na načrtu, znaša v naravi 0,576 metra). Ob tem smo določili, da lega točk na načrtu ne vsebuje napak merjenja, risanja in ne poznejšega prerisovanja načrtov (Mlakar 1996: 19–20).

### **2.1.2 Obdobje od leta 1861 do leta 1945**

Z letom 1861 se je katastrska izmera v celotnem cesarstvu končala. Zaradi nezadostnega vzdrževanja evidence, ki se je vzpostavljala več desetletji, so posamezne spremembe samo še poslabšale stanje. Zaradi velikih sprememb v naravi je bilo treba kataster obnoviti – reambulirati. Reambulacija pomeni obnovo izmere zemljišča zaradi novih mej ali objektov. Reambulacija je zajela vsa zemljišča – za območja, kjer ni bilo veliko sprememb, so le posodobili katastrske načrte, za določena območja z veliko spremembami pa so ponovno izdelali katastrske načrte – glej sliko 4 (Ferlan 2005: 57–58).





**Slika 4: Grafični katastrski načrt iz časa reambulacije katastra (vir: Arhiv RS, 2016)**

Po reambulaciji katastra se ni več izvedlo izmere ali sistematične posodobitve katastrskih načrtov celotnega območja Slovenije, se je pa kataster ves čas vzdrževal glede na zakonodajo, ki je konec 19. stoletja uvedla sprotno vzdrževanje in revizijo katastra. Leta 1929 je bil izdan Zakon o zemljiškem katastru, ki je bil v osnovi podoben zakonu iz Avstrije. Delo v zvezi z vzdrževanjem in obnovo katastra se je po tem zakonu delilo na (Ferlan 2005: 63–64):

- izmero zemljišča,
- klasificiranje zemljišča,
- vzdrževanje katastra in
- revizijo katastra.

Revizija katastra se je opravila le takrat, kadar z rednim vzdrževanjem ni bilo mogoče več doseči aktualnosti podatkov, a še ta se je izvedla le za posodobitev podatkov katastrske klasifikacije (Ferlan 2005: 63–64).

Po postopni ukinitvi merske mize v začetku 20. stoletja sta se v tem obdobju za namene katastrske izmere uveljavili polarna ali ortogonalna metoda. Za preverjanje pravilne določitve lege mejnikov in za zagotovitev nadštevilnih (kontrolnih) neodvisnih meritev so se posluževali izmere dolžin od bližnjih katastrskih in topografskih točk z ročnim merskim trakom. Teoretično so zadoščale tri takšne točke. Vsaka katastrska meritev je morala biti izvedena vsaj z natančnostjo, ki odgovarja natančnosti prvotne ali nove izmere, kakor tudi natančnosti izdelave načrtov. Natančnost prvotne grafične izmere, na katero je vplivalo mnogo raznolikih okoliščin, se je močno razlikovala od občine do občine (op. kataster je bil v domeni političnih občin) in znotraj samih katastrskih občin. Zaradi tega razloga je morala katastrska

izmera obsegati izmero cele parcele ali skupino sosednjih parcel in se ni smela omejiti zgolj na določeno parcelo ali del parcele. Vsako spremembo je bilo treba izmeriti in vrisati v katastrski načrt tako, da se načrt ni samo dopolnil, ampak v najbližji okolici tudi popravil. Nove mejne točke so morale biti odmerjene na tak način, da jih je bilo možno predstaviti na načrtu samo na osnovi merskih podatkov (Ferlan 2005: 65–66).

### 2.1.3 Obdobje po drugi svetovni vojni

Po drugi svetovni vojni se je skrb za zemljiški kataster in zemljiško knjigo zelo zmanjšala. Tudi velike spremembe rabe zemljišč kot posestne strukture, ki so nastale po drugi svetovni vojni, so pripomogle k neurejenosti stanja in neskladnosti podatkov zemljiškega katastra s stanjem v prostoru. Pomemben vpliv je imela agrarna reforma, ki je bila izvedena kampanjsko in je bila slabo organizirana, pri odvzemu zemljišč dotedanjam lastnikom in razdelitvi novim velikokrat niso sodelovali geodetski strokovnjaki, ki bi ob tem poskrbeli za pravilno zamejičenje in izmero. Zemljišča zasebnikov, agrarnih interesentov, so se z ustanavljanjem zadrug združevala, pri tem so bile nekdanje parcelne meje uničene, po razpadu zadrug pa so se ta zemljišča ponovno delila. Kot pri franciscejski izmeri je bilo zamejičenje velikokrat izvedeno le navidezno, začasno z lesenimi količki, novo stanje se ni evidentiralo v katastru. Lega mejnikov, ki so bili takrat postavljeni, ni enaka tisti, ki je bila označena na delilnem načrtu. V številnih primerih so razhajanja zelo velika (Mlakar 1996: 21). Katastrska izmera se praviloma niti ni izvajala na urbanih območjih ob nacionalizaciji zemljišč, zato je prihajalo do velikih neskladij med posestno strukturo in stanjem v zemljiškem katastru tudi na urbanih območjih.

Kljub agrarni reformi in urbanizaciji je vendarle v Sloveniji velik delež zemljišč ostal v zasebni lasti. V letih od 1960 do 1980 so bile glavne značilnosti tako zakonodaje kot vzdrževanja katastrskih načrtov usmerjene v zagotavljanje obstojnosti katastrskih načrtov (zmanjševanje skrčkov in raztezkov), ki so povzročali največ težav pri vzdrževanju. V kataster so začeli uvajati tudi nove materiale za katastrske načrte (Ferlan 2005: 77–80), uvajala se je tudi nova tehnologija geodetske izmere, postopoma se je začela katastrska izmera izvajati tudi v državnem koordinatnem sistemu D48/GK, kar je bilo odvisno tudi od stopnje realizacije državnega koordinatnega sistema na terenu (vzpostavitev mreže geodetskih točk). Pomembno so k izboljšavi podatkov zemljiškega katastra prispevale nove izmere in komasacije, a so se žal izvedle na zelo omejenih površinah.

Po ustavnih spremembah v letu 1971 je celotna geodetska dejavnost z zemljiškim katastrom prešla v pristojnost republik. Sprejeli so se novi republiški zakoni, s katerimi je zemljiški kataster doživel velike spremembe. Najpomembnejši zakoni za območje Slovenije so Zakon o zemljiškem katastru (1974),

Zakon o temeljni geodetski izmeri (1974) in Zakon o geodetski službi (1976). Vsi zakoni so prinesli določene spremembe na področju zemljiškega katastra, sami postopki vzdrževanja zemljiškega katastra pa se niso zelo spremenili. Tudi v tem obdobju so h kakovosti podatkov zemljiškega katastra prispevale nove izmere, predvsem pa tudi komasacije. Meje so se posamično ugotovljale v mejno ugotovitvenem postopku (MUP), s katerim se je lahko v naravi označila meja tako, kot jih lastniki nesporno uživajo. MUP se je uporabljal vse do uvedbe Zakona o evidentiranju nepremičnin, državne meje in prostorskih enot (ZENDMPE, 2000), ki je bil leta 2006 preoblikovan v Zakon o evidentiranju nepremičnin (ZEN). Urejanja meja po teh zakonih morajo upoštevati izvedene meritve in ostale podatke o nepremičnini (Ferlan 2005: 81–83), kar je praviloma veljalo tudi v starejših zakonih.

#### **2.1.4 Digitalizacija katastrskih načrtov**

Zelo pomemben vpliv na kakovost grafičnih podatkov zemljiškega katastra, predvsem ZKP, je imela digitalizacija katastrskih načrtov, ki se je začela izvajati v 90. letih prejšnjega stoletja, končala pa leta 2004. Osnovna značilnost takratnih digitalnih katastrskih načrtov (v nadaljevanju DKN, sedaj se ti načrti imenujejo ZKP) je, da osnovna enota prikazovanja ni več list načrta, temveč celotno ozemlje države, ki se lahko za določene namene omeji s postopki, ki jih omogoča digitalna tehnologija. Na nov medij je bil torej prenešen ves grafični in koordinatni kataster z vsemi svojimi značilnostmi (Demšar 2011).

V postopku nastajanja DKN-ja so si sledile naslednje faze (Demšar 2011):

- zajem katastrskih načrtov in drugih podatkov zemljiškega katastra,
- transformacija podatkov v državni koordinatni sistem,
- usklajevanje meja med posameznimi katastrskimi občinami.

Prva faza je bil zajem podatkov zemljiškega katastra, kjer so katastrske načrte skenirali ter jih praviloma s pomočjo ekranske digitalizacije pretvorili iz rastrske v vektorsko obliko. To so naredili za vsak list katastrskega načrta posebej. Nato so liste načrtov združili v okviru ene katastrske občine. Sledila je približna transformacija v enoten državni koordinatni sistem (D48/GK). To so storili z izračunom transformacijskih parametrov na podlagi identičnih točk, za katere so imeli podane koordinate terenskih meritev in so jih lahko tudi na zemljiškokatastrskem prikazu nedvoumno definirali. Sledilo je še usklajevanje meja med posameznimi katastrskimi občinami (Grilc 2006).

Zaradi transformacij katastrskih načrtov in nesistemskega pristopa pri odpravljanju neskladij med sestavljanjem vektoriziranih katastrskih načrtov, ki so se izvajali zaradi medsebojnega prekrivanja načrtov ali praznin, se je deformiranost katastrskih načrtov (takrat DKN-ja) še povečevala. Uporaba

ZKP kot uradnega grafičnega dela zemljiškega katastra je zaradi heterogenosti izvornih načrtov, absolutne nenatančnosti ter deformacij med digitalizacijo listov katastrskih načrtov in vzpostavljanjem enotnega sloja zemljiških parcel za celo državo postala problematična za strokovno uporabo (Demšar 2011, Čeh in sod. 2011a).

## **2.2 Izboljšava kakovosti katastrskih načrtov – pregled literature**

Pomemben cilj geodetke stroke na področju sistema zemljiškega katastra je izboljšava kakovosti 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 izboljšavo položajne in geometrijske kakovosti ZKP (Čeh in sod. 2011a).

### **2.2.1 Problemi in izzivi**

V mnogo državah s tradicionalnim parcelno orientiranim katastrom so v preteklih desetletjih vsebine katastrskih načrtov digitalizirali na temelju vektorizacije obstoječih listov katastrskih načrtov. Rezultat tega je razmeroma nizka položajna natančnost podatkov v primerjavi z visoko natančnostjo, ki jo lahko dobimo z novo izmero in z uporabo sodobne merske metode, vključujoč izmero z GNSS-tehnologijo. Kakovost digitaliziranih katastrskih načrtov je odvisna predvsem od kakovosti izvornih katastrskih načrtov, od merila katastrskih načrtov ter od natančnosti digitalizacije. Z razvojem merske tehnologije, ko se absolutna natančnost izboljšuje in dosega centimetske natančnosti, postajajo razlike med podatki katastrskih načrtov in dejanskim stanjem vse bolj opazne. To je pogosto vidno že na prvi pogled z opazovanjem razlik poteka posestnih mej na podlagi državnega ortofota in podatkov zemljiškega katastra. Pri katastrskih postopkih (urejanje mej, katastrskih preureditvah) se mora pogosto podatke višje natančnosti vključiti v podatkovno bazo in nadomestiti ali se uskladiti s podatki slabše natančnosti. V primeru katastra je to nesprejemljivo, saj tak pristop pripelje do uničenja relativnih geometričnih odnosov. Potrebna je bila rešitev tako za integracijo podatkov višje natančnosti v obstoječe podatkovne nize kot za izboljšanje položajne natančnosti katastrskih načrtov na temelju bolj kakovostnih podatkov (Gielsdorf in sod. 2008).

Za izboljšavo položajne natančnosti ZKP je treba na obravnavanih območjih izvesti najprej analizo kakovosti podatkov (v našem primeru položajne točnosti), opredeliti ciljne točnosti 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 točnosti. Dodatno je treba (Čeh in sod. 2011a):

- upoštevati zveznost izvedbe položajne izboljšave ZKP;
- upoštevati relativne geometrične odnose med entitetami (mejnimi točkami na geodetski način – izravnava);
- uporabiti optimalne 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.

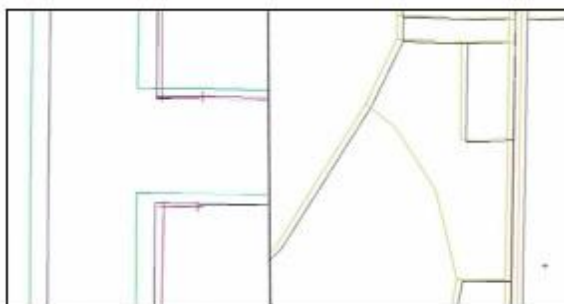
Pri iskanju metode izboljšave položajne kakovosti digitalnih katastrskih načrtov je torej treba izhajati iz cilja, da je rezultat integracije novih bolj natančnih podatkov boljša položajna natančnost mejnih lomnih točk ter da se pri tem relativna natančnost izboljšuje. Iskali so torej metodo, ki omogoča prilagajanje kakovosti (položajnih popravkov) glede na oddaljenost med točkami (angl. *proximity fitting*). Membranska metoda (Gielsdorf, 2005) omogoča prilagajanje položajnih popravkov koordinat točk glede na oddaljenost med točkami. Večina prostorskih podatkovnih modelov v okoljih 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. Kontrolo položajne točnosti je mogoče izvesti na podlagi izmere na terenu jasno določenih (stabiliziranih) točk, ki so identične s točkami modela podatkovnega sloja (Čeh in sod. 2011a).

## **2.2.2 Pregled del v tujini**

V tujini se že nekaj časa ukvarjajo, kako integrirati podatke višje natančnosti v obstoječi niz prostorskih podatkov ter hkrati ohraniti relativna razmerja med elementi prostorskega podatkovnega sloja. Znana metoda iskanja optimalnih rešitev pri nadštevilnih meritvah v geodeziji je metoda najmanjših kvadratov. Že pred dvema desetletjema je bilo predlagano, da bi lahko isto metodo uporabili pri izboljšanju kakovosti originalnih katastrskih načrtov na temelju podatkov originalnih meritev in da taka metoda ne bi bila držaja kot vzdrževanje obstoječega katastra. Za območja z manjšim številom zemljišč se je tak pristop izkazal za učinkovit, vendar pa je za območja z večjim številom zemljišč to predstavljalo prevelik finančni zalogaj (Williamson in Hunter 1996; cit. po Gielsdorf 2007).

Williamson in Hunter (1996; cit. po Gielsdorf 2007) sta zaključila, da bi bila korist premajhna za tako investicijo in sta predlagala izboljššan pristop za izboljšavo položajne in geometrijske kakovosti zemljiškega katastra. Pristop je vključeval uporabo metode najmanjših kvadratov z integracijo podatkov višje natančnosti na mejah območja. Toda ta metoda je bila kasneje večkrat preverjena in nadgrajena (Merrit in Masters 1999, Tong 2005, cit. po Gielsdorf 2007), upoštevalo pa se je tudi vključevanje geometričnih pogojev v izravnavo, kot je ohranjanje vzporednosti, paralelnosti, pravokotnosti in ohranjanja površin (Gielsdorf 2007).

V severozahodni Virginiji v Avstraliji je bila izvedena testna študija, ki je dokazala, da je možno z izravnavo podatkov zemljiškega katastra (tako podatkov katastrskih načrtov kot izmere) izboljšati položajno kakovost katastrskih načrtov. Katastrski načrti so bili najprej digitalizirani iz merila 1 : 25000, 90 % mejnih lomnih točk parcel je imelo položajno točnost boljšo od 25 m. Za izboljšavo katastrskih načrtov so uporabili tudi dodatno terensko izmero. Uporabili so RTK GNSS-metodo izmere, ki je imela ocenjeno natančnost okoli 15 mm. 25 dodatno izmerjenih veznih točk je bilo identificiranih na terenu in pri računalniški obdelavi ročno povezanih z mejnimi lomnimi točkami grafičnega podatkovnega sloja. Uporabili so tudi geometrične pogoje pravokotnosti in ujemanja linij. Grafična analiza je pokazala boljše ujemanje podatkov zemljiškega katastra po izravnavi z merjenimi podatki (slika 5). Položajna natančnost po izravnavi je znašala 1,49 m (Gielsdorf 2007).



**Slika 5: Izravnava katastrskih načrtov v severozahodni Virginiji - z modro so označeni izboljšani, z zeleno pa podatki originalnih katastrskih načrtov. Z rdečo so označene zidane ograje (vir: Gielsdorf 2007)**

### 2.2.3 Pregled del v Sloveniji

V preteklosti so bile tudi v Sloveniji poizkusi izboljšave kakovosti ZKP, tako so na Geodetskem inštitutu Slovenije razvili trikotniško odsekoma afino transformacijo (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« (Berk 2001). Na Katedri za geoinformatiko in katastre nepremičnin Fakultete za gradbeništvo in geodezijo (Univerza v Ljubljani) razvijajo in preverjajo metode izboljšave položajne kakovosti ZKP, s posebnim poudarkom na membranski metodi. Rezultati raziskav so pokazali, da je mogoče z dovolj velikim številom veznih točk, z ustrezno prostorsko razdelitvijo le-teh ter z uporabo membranske metode učinkovito izboljšati homogenost položajne in geometrijske natančnosti ZKP, pri tem pa nedvoumno uporabljati osnovna načela geodetske stroke (Čeh in sod. 2011a). Postavlja pa se vprašanje, kakšna je izboljšava na območjih, kjer nimamo ustrezne gostote veznih točk. Švab (2012) je v svojem diplomskem delu ugotavljal, kako se z dodajanjem veznih točk, dodatno izmerjenimi v naravi na mejah katastrske občine, izboljša kakovost položajne natančnosti ZKP.

V naslednjih letih sta bili izdelani še dve diplomski nalogi z obravnavanega področja. Muhič (2014) je v svojem diplomskem delu predstavil pristop rekonstrukcije katastrskih načrtov ob meji katastrske občine Ždinja vas v Mestni občini Novo mesto. Predstavljena je možnost izboljšave položajne in geometrijske kakovosti katastrskih načrtov na osnovi poznavanja položaja določenega števila detajlnih točk (identičnih točk) v referenčnem geodetskem koordinatnem sistemu s predpisano točnostjo. Te točke so bile v nalogi zemljiškokatastrske točke (ZK-točke), katerih koordinate so bile določene na podlagi izmere s predpisano natančnostjo v državnem koordinatnem sistemu.

Hegediš (2015) je v svojem diplomskem delu preučil pristope, kako podatke katastrskih elaboratov vključiti v postopke izboljšave položajne in geometrijske kakovosti ZKP. Podrobneje je v nalogi predstavil postopek rekonstrukcije elaboratov, ki so iz obdobja 1974–1990. Pri diplomskih nalogih (Švab 2012, Muhič 2014, Hegediš 2015) in nadaljnjih raziskavah (Čeh in sod. 2015) je bilo ugotovljeno:

- da se položajna natančnost ZKP z izvedbo membranske metode izboljša že samo na podlagi obstoječih katastrskih podatkov za območje izbrane katastrske občine, torej brez dodatnih meritev in s tem povezanih stroškov,
- da lahko ob optimalni razporeditvi veznih točk z membransko dodatno izboljšamo položajno natančnost in točnost ZKP, sama metoda pa je v primerjavi s celotno novo izmero hitrejša in kar je v današnjem času še pomembneje, cenejša,
- položajna natančnost, ki so jo dosegli, je bistveno boljša od ocene natančnosti ZKP iz leta 2008, ki jo je izvedel Geodetski Inštitut v sodelovanju z geodetsko upravo (Geodetski inštitut Slovenije, 2008),
- poleg same izboljšane položajne natančnosti je bila v veliki meri ohranjena geometrija parcelnih mej,
- odkrili so večino po položaju grobo pogrešenih točk.



### 3 METODE DELA IN VIRI PODATKOV

Cilj magistrske naloge je z večjo gostoto ter ustrezno razporeditvijo geodetsko domerjenih veznih točk, ki niso ZK-točke, so pa v naravi materializirane, izboljšati položajno natančnost in točnost ZKP z uporabo tako imenovane membranske metode. Za izboljšavo ZKP z membransko metodo je pomembno, da imamo dovolj natančne vhodne podatke (referenčne točke) ter ustrezno razporeditev in gostoto referenčnih točk (ZK-točke in geodetsko domerjene vezne točke, ki niso ZK-točke, vendar so v naravi materializirane).

Osnovni pristop predlagane metodologije za izboljšavo položajne in geometrijske natančnosti ZKP, ki jo razvijajo na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani in je bila uporabljena tudi pri izdelavi te raziskovalne naloge, temelji na naslednjih dejstvih (Čeh in sod. 2011a):

- izboljšava digitalnega katastrskega načrta oziroma ZKP temelji na geodetskih (do)meritvah, saj je kakovost izhodnih podatkov odvisna od kakovosti vhodnih podatkov. Položajna in geometrijska kakovost katastrskega prikaza, ki sta predmet izboljšave, se mora postopoma izboljševati z integracijo natančnejših geodetskih opazovanj, ki so lahko tudi podatki iz elaboratov (pretekla terestrična opazovanja na terenu) in stereoopazovanj fotogrametričnega zajema.
- Poleg upoštevanja na novo izmerjenih tako imenovanih veznih točk se morajo ohranjati medsebojni odnosi med točkami, ki niso vključene v izmero (ohranjanje notranje geometrijske kakovosti, notranje geometrije).
- Nedvoumno je treba uporabljati osnovna načela geodetske stroke (metode koordinatne geometrije, topologija, izravnava, zakon o prenosu varianc in kovarianc).
- Obravnavati je treba večja območja parcel za doseganje zveznega izboljšanja položajne natančnosti ZKP.

Delo, ki smo ga opravili v magistrskem delu, lahko v grobem razdelimo na 5 delov:

- pridobitev in analiza obstoječih katastrskih podatkov za študijsko območje,
- analiza obravnavanega območja,
- rekognisciranje terena in izvedba meritev,
- obdelava pridobljenih podatkov in izvedenih meritev s programsko rešitvijo *Systra*.
- interpretacija in primerjalna analiza v programskem okolju *ArcGIS*.

### 3.1 Uporabljeni podatki

Namen naloge je izboljšava položajne in geometrijske kakovosti zemljiškokatastrskega prikaza (ZKP) za izbrano katastrsko občino, za kar pa potrebujemo podatke ustreznih natančnosti. Na geodetski upravi smo pridobili naslednje podatke:

- zemljiškokatastrski prikaz (ZKP) – podatkovni niz prikazuje meje parcel in parcelnih delov ter centroide parcelnih delov s parcelnimi številkami. Podatki so v starem državnem koordinatnem sistemu D48/GK (Gauß-Krügerjeva projekcija). Podatki ZKP so zapisani v točkovnem ter linijskem podatkovnem sloju (\*.SHP).
- Zemljiškokatastrske točke (ZK-točke) – točke, ki imajo koordinate v starem državnem koordinatnem sistemu D48/GK in v novem državnem koordinatnem sistemu D96/TM (transverzalna Mercatorjeva projekcija) ter poleg koordinat dajejo tudi informacije o njihovi oštevilčbi znotraj ene katastrske občine, o metodi določitve koordinat točke, natančnosti določitve koordinat točke in statusu ter številki postopka, v katerem je zemljiško katastrska točka nastala, se spremenila, ali bila ukinjena. Podatki ZK-točk so zapisani v točkovnem podatkovnem sloju (\*.SHP).
- Državni ortofoto DOF025 z velikostjo slikovnega elementa na tleh 0,25 m – aerofotografija, ki je z upoštevanjem podatkov o reliefu in absolutne orientacije aerofotografij pretvorjena v ortogonalno projekcijo. Podatki so bili pridobljeni v obliki geolokacijskih datotek, ki določajo položaj rastrske slike v državnem koordinatnem sistemu (\*.TFW).

ZK-točke, pridobljene s strani geodetske uprave, smo pri homogenizaciji z membransko metodo uporabili kot referenčne. Za ustrezne rezultate je pomembno, da so vhodni podatki ustrezne natančnosti. Vse ZK-točke niso dovolj natančne za uporabo, zato smo jih analizirali in izbrali le tiste točke, ki imajo zahtevano natančnost za homogenizacijo z membransko metodo. ZK-točke smo izločili glede na atribut *Metoda določitve ZK-točk*. Izločene metode določitve ZK-točk in natančnosti metod so predstavljeni v preglednici 1.

Ciljni koordinatni sistem obdelave je novi državni koordinatni sistem D96/TM. Medtem ko smo ZK-točke in državni ortofoto DOF025 pridobili že v ciljnem koordinatnem sistemu, je bil ZKP pridobljen v starem državnem koordinatnem sistemu D48/GK. Za transformacijo točkovnega in linijskega podatkovnega sloja smo uporabili trikotniško transformacijo v programskem okolju GeoPro 2.0., ki temelji na uradnih regionalnih transformacijskih parametrih. Transformacija je trikotniško zasnovana odsekoma afina ravninska transformacija, kjer je uporabljena optimalno razporejena pravilna trikotniška

mreža virtualnih veznih točk. Niz veznih točk vsebuje za Slovenijo skupaj 899 virtualnih veznih točk; 594 točk je v osnovni mreži, 305 točk pa v razširitveni mreži (Berk in Komadina 2010: 5).

**Preglednica 1: Izbrane ZK-točke glede na metodo določitve ZK-točk in njihove natančnosti (vir: Geodetska uprava Republike Slovenija, 2013)**

Šifra	Metoda določitve ZK-točk	Natančnost ZK-točk [cm]
11	Polarna	12
12	Polarna	30
21	Ortogonalna, presek premic	12
22	Ortogonalna, presek premic	30
24	Ortogonalna, presek premic	100
31	GPS	12
41	Presek – metoda presekov in urezov, konstrukcija iz originalnih mer	12
42	Presek – metoda presekov in urezov, konstrukcija iz originalnih mer	30
46	Presek – metoda presekov in urezov, konstrukcija iz originalnih mer	100
61	Digitalizacija	50
67	Digitalizacija	250
71	Transformacija merjenih ali digitaliziranih točk	12
90	Terenska meritev brez numeričnih koordinat	4
91	Terenska meritev z numeričnimi koordinatami	4

Kakovost trikotniške transformacije ob uporabi optimalnega niza virtualnih veznih točk je ocenjena na osnovi razpoložljivih točk v D96/TM. Kratak povzetek rezultatov transformacije je naslednji (Berk in Komadina 2010: 8):

- položajni standardni odklon točk v D96/TM je 4,2 cm,
- največje položajno odstopanje točke v D96/TM je 18,6 cm,
- največja površinska deformacija je 0,085 ‰,
- največja dolžinska deformacija je 0,065 ‰,
- največja kotna deformacija je 15,0".

Dobljena kotna deformacija zagotavlja, da v praksi ne bo težav zaradi izgube pravokotnosti stavb (Berk in Komadina 2010: 8). Za izračun parametrov transformacije je bila uporabljena baza identičnih geodetskih točk, ki jo je pripravila Geodetska uprava Republike Slovenije in zagotavlja natančnost transformacije boljšo od 25 cm na območju celotne Slovenije.

S prekrivanjem podatkovnih slojev državnega ortofota, ZK-točk in ZKP v ciljnem koordinatnem sistemu D96/TM smo v programskem okolju *ArcMap* pripravili vizualno podlago za določevanje območij

identifikacij dodatnih točk za izmero dodatnih veznih točk ter za identifikacijo dodatno izmerjenih veznih točk na podlagi ZKP (slika 6).



**Slika 6: Izsek podlage, uporabljene na terenu za določevanje območij izmer ter identifikacijo dodatno izmerjenih veznih točk**

### 3.2 Študijsko območje k. o. Črešnjice

V magistrski nalogi smo meritve in analizo izvedli na območju katastrske občine Črešnjice. Katastrska občina Črešnjice (k. o. Črešnjice) je del Mestne občine Novo mesto. Leži v severovzhodnem delu občine in na severu meji tudi z občino Mokronog-Trebelno, kot je prikazano na sliki 7. K. o. Črešnjice meji na 6 katastrskih občin:

- na severu meji na k. o. Trebelno,
- na severovzhodu na k. o. Herinja vas,
- na vzhodu na k. o. Šentpeter,
- na jugu na k. o. Smolenja vas,
- na jugozahodu na k. o. Ždinja vas in
- na severozahodu na k. o. Zagorica.

Površina k. o. Črešnjice znaša 8,310282 km<sup>2</sup>. Površje je razgibano in gričevnato. Severovzhodni del k. o. je prisojno območje, pokrito predvsem z vinogradi. Jugozahodni del k. o. je osojno pobočje, pokrito predvsem z gozdom. Po sredini k. o. v smeri severozahod–jugovzhod teče potok, ki ločuje prisojno in osojno območje. Jug k. o. je bolj ravninski, pokrit predvsem s travniki, njivami in sadovnjaki. Skozi k. o. Črešnjice teče tudi avtocesta, na skrajnem jugu pa jo omejuje reka Krka. Katastrsko občino Črešnjice

sestavljajo vasi Dolenje Grčevje, Srednje Grčevje, Gorenje Grčevje, Koti, Golušnik, Paha, Črešnjice, Zagrad pri Otočcu, Jelše pri Otočcu in Lešnica.



**Slika 7: Prikaz lege katastrske občine Črešnjice in sosednjih katastrskih občin**

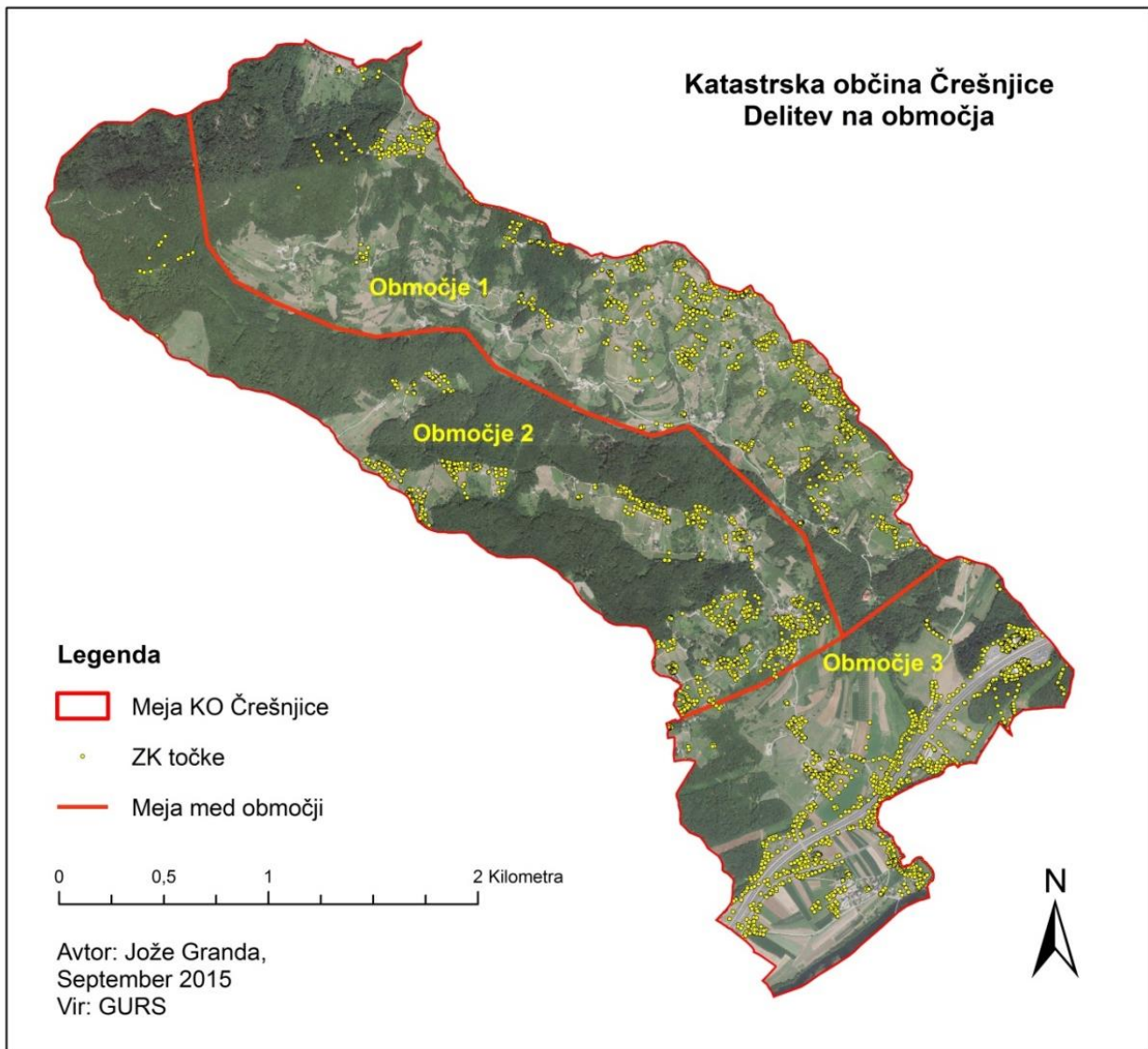
### 3.2.1 Analiza območja

Za lažjo predstavitev smo k. o. Črešnjice razdelil na 3 območja:

- na območje 1, ki obsega severovzhodni del k. o.,
- na območje 2, ki obsega zahodni del k. o., in
- na območje 3, ki obsega južni del k. o., kot je prikazano na sliki 8.

Območje 1 je prisojno območje z večjo površino vinogradov in zidanih objektov ter z manjšo površino posejanih z gozdom. Pobočje se spušča od severovzhoda proti jugozahodu. Parcele na tem območju imajo v povprečju manjšo površino, kar pomeni, da je na tem območju večje število parcel in večje

število mejnih točk. Meje med parcelami so zaradi vinogradniškega območja in redne obdelave zemljišč meje v naravi in tako praviloma dobro označene, kljub temu pa ima območje 1 večje število parcel brez evidentiranih ZK-točk. To območje je zato primerno za merjenje dodatnih veznih točk. Kot je vidno na sliki 8, so ZK-točke na tem območju evidentirane predvsem na severovzhodnem delu območja 1, na zgornjem delu pobočja, kjer so novejši objekti, ter v vaseh (predvsem Paha).



**Slika 8: Katastrska občina Črešnjice s prikazanimi ZK točkami in delitvijo na območja**

Območje 2 je osovno pobočje, večinoma poraslo z gozdom. Pobočje se spušča od jugozahoda k. o. proti severovzhodu. Meja med območjema 1 in 2 je dolina, po kateri teče potok. Parcele na tem območju so večje, število mejnih točk je zato manjše. To območje je manj primerno za merjenje dodatnih veznih

točk zaradi poraščenosti z gozdom, kar onemogoča enostavne meritve na terenu, območje je tudi zaznamovano s slabšo označenostjo mej v naravi. Sredi območja sicer leži ožji in daljši vinogradniški pas, katerih parcele so gosto določene in evidentirane v zemljiškem katastru z ZK-točkami. Prav tako je na jugu območja 2 vas Črešnjice, ki ima veliko evidentiranih ZK-točk. Na tem območju zato ne bomo merili dodatnih veznih točk.

Območje 3 je pretežno ravninsko območje. Prečka ga avtocesta, na jugu ga omejuje reka Krka, na območju pa ležijo tudi dve vasi, to sta Lešnica in Jelše pri Otočcu. Preostali del območja so večinoma travniki, njive in sadovnjaki. ZK-točke so gostejše v naseljih in v okolici avtoceste. Vezne točke bi lahko dodatno merili na travnikih in njivah. Problem merjenja na teh območjih je predvsem ta, da na teh območjih praviloma ni večjega števila ohranjenih mejnih znamenj, so pa zato ohranjena naravna mejna znamenja kot so brežine. Na tem območju bomo zato pretežno merili dodatne vezne točke, ki jih bomo v analizi uporabili za pogoj vzporednosti (potek parcelnih meja vzporedno s terenom – na primer terase).

### **3.2.2 Ocena kakovosti zemljiškokatastrskega prikaza**

Geodetski inštitut Slovenije je v letu 2008 opravil raziskavo ocene kakovosti zemljiškokatastrskega prikaza za vse katastrske občine v Sloveniji. Podatki se nahajajo na portalu Prostor in so prosto dostopni. Ti podatki pojasnjujejo, posplošeno za območje cele katastrske občine, stopnjo ujemanja grafičnega prikaza v ZKP v državnem koordinatnem sistemu z dejanskim položajem parcel (Geodetski inštitut Slovenije, 2008).

Položajna natančnost zemljiškokatastrskega prikaza je odvisna od natančnosti katastrskega načrta, ki je bil vir za izdelavo, in od vseh postopkov prenosa parcelnih meja iz analogne v digitalno obliko. Natančnost izvornega katastrskega načrta (podatkov na georeferenciranih listih katastrskih načrtov) pogojujeta med drugim merilo ter način izdelave in vzdrževanja. Stopnjo generalizacije grafičnega prikaza dobimo z upoštevanjem merila in predpisane grafične natančnosti risanja, ki je 0,2 mm. Glede na način izdelave katastrskega načrta ločimo načrte grafične izmere in načrte numerične izmere. Od načina izdelave je odvisno vzdrževanje katastrskih načrtov. Položajna natančnost zemljiško katastrskega prikaza je ocenjena na tri načine (Geodetski inštitut Slovenije, 2008):

- položajna natančnost, ocenjena glede na kakovost vklopa v državni koordinatni sistem s pomočjo transformacijskih točk,
- položajna natančnost, ocenjena glede na ujemanje po transformaciji s pomočjo kontrolnih točk,
- položajna natančnost, ocenjena na podlagi zemljiškokatastrskih točk.

Dobljene vrednosti so realna števila, ki predstavljajo standardni odklon položajev točk v metrih« (Geodetski inštitut Slovenije, 2008).

Iz preglednice ocene kakovosti ZKP smo izločili podatke o oceni kakovosti zemljiškokatastrskega prikaza za k. o. Črešnjice in sosednje katastrske občine. Vse katastrske občine so bile prvič izmerjene in evidentirane v obdobju franciscejskega katastra v 19. stoletju v merilu 1 : 2880. Način vzdrževanja je pri vseh katastrskih občinah metoda z vklopom. Po omenjeni raziskavi je položajna natančnost, ocenjena na podlagi zemljiškokatastrskih točk, za k. o. Črešnjice 3,58 m. Položajne natančnosti za k. o. Črešnjice in sosednje k. o., ocenjene glede na kakovost vklopa s pomočjo transformacijskih točk, kontrolnih točk in na podlagi zemljiškokatastrskih točk, so prikazane v preglednici 2. Kot lahko vidimo iz preglednice o oceni kakovosti ZK-točk, so natančnosti ocenjene na podlagi ZK-točk slabši od 2,5 metra, kar pa je pogosto premalo natančno tudi za uporabo teh podatkov v okoljih GIS. Potrebna je torej izboljšava položajne kakovosti ZKP.

**Preglednica 2: Ocena kakovosti zemljiškokatastrskih točk za k. o. Črešnjice in sosednje k. o.**  
(vir: Geodetski inštitut Slovenije, 2008)

Šifra k. o.	Ime k. o.	OGU	Nat. transformacije [m]	Nat. kontrolnih točk [m]	Nat. ZK-točk [m]
1458	Črešnjice	NM	2,38	5,01	3,58
1453	Zagorica	NM	5,65	6,37	7,63
1457	Ždinja vas	NM	2,12	2,36	2,60
1481	Smolenja vas	NM	2,64	2,13	3,07
1460	Šentpeter	NM	3,09	1,54	5,03
1459	Herinja vas	NM	3,68	4,97	4,79
1415	Trebelno	Trebnje	2,71	2,45	4,98

### 3.3 Terenska izmera

Pomembna naloga magistrske naloge je bila v naravi identificirati dodatne vezne točke, ki niso ZK-točke, vendar so v naravi materializirane, jih z geodetsko metodo ustrezne natančnosti izmeriti in z njimi izvesti izravnavo in homogenizacijo položajne kakovosti parcelnih mejnih točk. Za dobre rezultate je potrebna izmera z geodetska metodo ustrezne natančnosti, poleg ustrezne natančnosti pa je pomembno, da je metoda izmere tudi ekonomična. Za izmero smo si zato izbrali GNSS-metodo izmere RTK. To je v osnovi kinematična metoda, ki za delovanje potrebuje radijsko ali GSM povezavo med referenčnim in premičnim sprejemnikom GNSS in ustrezno programsko opremo za obdelavo opazovanj



referenčnega in premičnega sprejemnika GNSS v času trajanja izmere. Metoda je primerna za najrazličnejše geodetske naloge, od detajlne izmere do nalog inženirske geodezije. Največja prednost omenjene metode med ostalimi je v tem, da med samo izmero pridobimo informacijo o količini in kakovosti opravljenega terenskega dela. Pri drugih metodah teh podatkov med samo izmero namreč še nimamo (Čadež 2005: 7).

### 3.3.1 Praktični preizkus natančnosti meritev

Terensko izmero smo opravili v marcu 2015 v skladu s Tehničnim navodilom za uporabo novega koordinatnega sistema v zemljiškem katastru (2007). Tehnično navodilo za uporabo novega koordinatnega sistema v zemljiškem katastru obravnava metode izmere, transformacije in način izračuna površin parcel ter koordinat točk v koordinatnem sistemu D96/TM. Uvedba novega državnega koordinatnega sistema D96/TM je bila posledica vse bolj široke uporabe globalnih navigacijskih sistemov za določitev položaja točk in strategije osnovnega geodetskega sistema Slovenije.

Natančnost merjenja z RTK-metodo izmero smo preizkusili še na terenu. Po 35. členu Pravilnika o urejanju mej ter spreminjanju in evidentiranju podatkov v zemljiškem katastru (2007) mora biti natančnost koordinat zemljiškokatastrskih točk pridobljene z meritvami na terenu po daljši polosi standardne elipse zaupanja enaka ali boljša od 4 centimetrov. Na prvih 10 točkah smo naredili preizkus, in sicer smo meritve izvajali tako, da smo GNSS-sprejemnik vrhunili na 2 metra visoki palici z vgrajeno dozno libelo. Meritve na vsaki točki smo izvajali:

- v 3 serijah,
- vsako serijo smo merili 2 minuti,
- premor med serijami je bil dolg 2 uri.

S tem smo zagotovili različno razporeditev satelitov med serijami ter ponovno inicializacijo sprejemnika GNSS. Kot je razvidno iz preglednice 3, je bilo odstopanje vsake meritve od povprečja na posamezni točki v posamezni smeri in odstopanje položaja vedno manjše od 2 cm. Odstopanje položaja je tako boljša od predpisane natančnosti koordinat zemljiškokatastrskih točk, ki je 4 cm. S tem preizkusom smo se prepričali, da je RTK-metoda izmere ustrezna za izvedbo meritev dodatno merjenih veznih točk.

**Preglednica 3: Preizkus natančnosti RTK-metode izmere s praktičnim preizkusom**

Točka	Seriya	E [m]	N [m]	Odstopanje E [cm]	Odstopanje N [cm]	Odstopanje položaja [cm]
1	1	513.385,622	79.856,507	0,4	-1,4	1,42
	2	513.385,609	79.856,535	-0,9	1,4	1,69

	3	513.385,623	79.856,520	0,5	-0,1	0,50
2	1	513.383,748	79.859,314	0,4	0,9	0,97
	2	513.383,752	79.859,295	0,8	-1,0	1,33
	3	513.383,731	79.859,307	-1,3	0,2	1,28
3	1	513.379,366	79.866,801	0,6	0,0	0,60
	2	513.379,361	79.866,805	0,1	0,4	0,44
	3	513.379,353	79.866,796	-0,7	-0,5	0,84
4	1	513.374,826	79.885,714	-0,5	0,4	0,66
	2	513.374,832	79.885,708	0,1	-0,2	0,19
	3	513.374,835	79.885,707	0,4	-0,3	0,48
5	1	513.347,047	79.886,675	-0,1	1,7	1,67
	2	513.347,052	79.886,651	0,4	-0,7	0,85
	3	513.347,044	79.886,649	-0,4	-0,9	1,00
6	1	513.340,794	79.860,746	0,1	-0,8	0,81
	2	513.340,793	79.860,746	0,0	-0,8	0,80
	3	513.340,792	79.860,770	-0,1	1,6	1,60
7	1	513.384,456	79.836,720	-1,6	0,7	1,75
	2	513.384,471	79.836,714	-0,1	0,1	0,14
	3	513.384,489	79.836,705	1,7	-0,8	1,88
8	1	513.193,948	79.809,663	-0,1	-0,6	0,61
	2	513.193,952	79.809,675	0,3	0,6	0,66
	3	513.193,948	79.809,669	-0,1	0,0	0,13
9	1	513.045,879	79.958,206	-0,2	0,7	0,73
	2	513.045,875	79.958,196	-0,6	-0,3	0,67
	3	513.045,889	79.958,195	0,8	-0,4	0,89
10	1	513.124,652	79.950,209	0,3	-0,6	0,69
	2	513.124,655	79.950,204	0,6	-1,1	1,27
	3	513.124,641	79.950,233	-0,8	1,8	1,95

### 3.3.2 Mejna znamenja

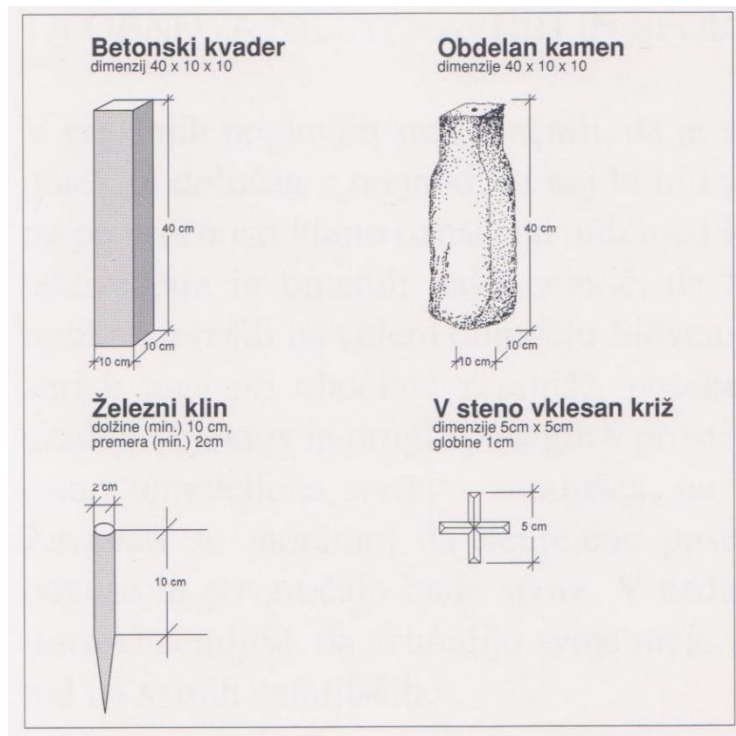
Osnovni pogoj za kar najbolj natančno in nedvoumno določitev lege lastniške meje v zemljiškem katastru je njena jasna določitev in označitev na terenu. To pomeni, da morajo biti na vseh lomnih točkah meje postavljeni mejni znaki – mejniki, kar pa trenutna zakonodaja ne zahteva in se zanaša na nedvoumno in stabilno koordinatno identifikacijo!

Katastrski načrti prikazujejo zemljiško parcelo kot določen kos zemljišča, ki ima enoten lastniško-pravni status, kar običajno pomeni, da pripada istemu lastniku ali skupini solastnikov. Zemljišča so omejena z

lastniškimi mejami oziroma deli parcelne meje, ki ločujejo zemljišče enega lastnika od drugega ter so v grafični obliki prikazani kot daljice med dvema mejnima točkama. V naravi je lastniška meja definirana z namišljenim poligonom – parcelno mejo, ki jo določajo mejne točke na lomih meje. Te naj bi bile v preteklosti vidno in trajno označene z mejniki, današnja zakonodaja pa tega več ne zahteva. Potek meje v naravi velikokrat ni neposredno viden, saj točke na mejni črti, ki je običajno ravna linija, lahko določimo in označimo le s pomočjo mejnih točk na prelomih meje. Meja lahko poteka po vidnih naravnih objektih, kot so ograje, jarki, ceste, poti, robovi drugih objektov ... Če v teh primerih lomne točke na meji niso označene z mejnimi znaki – mejniki, je potek meje manj jasno določen (Mlakar 1996: 11–12, ZEN, 2006, Lisec 2011c).

Meje, evidentirane na načrtih grafične metode izmere, ki je bila v naših krajih, z izjemo Prekmurja, opravljena do leta 1830, največkrat niso bile vidno in trajno označene. Praviloma so bile označene le začasno z lesenimi količki. Vendar pa tudi za območje grafične izmere ponekod obstajajo zanesljivejši podatki o parcelnih mejah. To velja za primere, ko so meje nastale v obdobju po opravljeni prvotni izmeri v postopku vzdrževanja zemljiškega katastra. Meja lahko v naravi torej poteka po vidnih naravnih objektih, lahko pa so mejne točke označene tudi z umetnimi mejnimi znamenji – mejniki. Mejniki, s katerimi so bile v preteklosti in so ponekod še danes označene parcelne meje, so različni po obliki in materialu. Kot je tudi vidno na sliki 9, so v drugi polovici 20. stoletja mejna znamenja med drugim označevali z (Mlakar 1996: 18–28):

- betonskimi stebri, velikosti 10 x 10 x 40 cm, z vklesanim križem,
- obdelanimi kamni, velikosti 10 x 10 x 40 cm, z vklesanim križem,
- železnimi klini, dolžine najmanj 10 cm in premera najmanj 2 cm,
- kovinskimi čepi,
- v steno vklesanimi križi, velikosti 5 x 5 cm in 1 cm globine.



**Slika 9: Mejniki, s katerimi so označevali parcelne meje v drugi polovici 20. stoletja (vir: Mlakar 1996: 29)**

Po današnji zakonodaji je lahko po 23. členu Pravilnika o urejanju mej ter spreminjanju in evidentiranju podatkov v zemljiškem katastru (2007) mejno znamenje v naravi:

- kvadratne oblike velikosti 10 x 10 cm,
- okrogle oblike s premerom najmanj 2 cm in največ 10 cm,
- križ, velikosti 5 x 5 cm, vklesan v naravni kamen ali grajen objekt ali
- druga nazorna označba, ki nedvoumno označuje položaj zemljiškokatastrske točke na terenu.

Na obravnavanem območju v k. o. Črešnjice smo iskali parcelna mejna znamenja na območjih brez evidentiranih ZK-točk v zemljiškem katastru. Iskali smo torej starejše mejnike, kot so betonski stebri z vklesanimi križi, naravne kamne z vklesanimi križi ali dobro definirano označbo, starejše železne kline, starejše podporne zidove ter ostale vidne naravne objekte, ki so nedvoumno delile dve parceli, tudi naravne linije, kot so bregovi oziroma terase ipd. (slika 10).



**Slika 10: Mejna znamenja in lastniške oz. posestne meje – betonski mejnik s križem, naravni kamen z vklesanim križem, podporni zid in naravna brežina**

### **3.3.3 Identifikacija veznih točk**

Kot že omenjeno pri predstavitvi študijskega območja, smo se najprej osredotočili na območje 1, kjer je večje število mejnih znamenj, ki niso ZK-točke, vendar so v naravi materializirane. Merjenje smo začeli na severozahodu katastrske občine Črešnjice, v delu vasi Gorenje Grčevje. S pomočjo vaščanov smo pridobili podatke o točkah od 1 do 7. Točke se nahajajo v sredini vasi. Mejne točke (1–7) so označene z betonsko-plastičnimi mejniki, ki pa v zemljiškem katastru niso evidentirani kot ZK-točke. Pot smo po

napotkih domačinov nadaljevali proti zahodu, kjer smo izmerili jasno definiran vrh brežine, naravni rob (8), ki definira mejo med parcelama. Na robu gozda smo nato našli betonski mejnik z vklesanim križem (9). Na poti nazaj proti vasi smo z izmero določili koordinate še za dve točki (10, 11), ki definirata mejo med spodnjim robom brežine ter potjo. Pot smo nadaljevali proti vzhodu, kjer smo najprej položaj določili za betonsko-plastični mejnik, ki je definiran kot ZK-točka (12) in ki nam bo služil kot kontrolna točka za izbrano metodo izmere. Spustili smo se po poti proti jugu, kjer smo ob njej iskali različna mejna znamenja, ki ločujejo parcele. Koordinate smo določili za naravni kamen, ki ločuje vinograd ter grmičevje (13), naravni kamen, ki je rahlo obarvan rdeče ter ločuje pot ter vinograd (14) ter naravni kamen, ki je tudi rahlo obarvan rdeče ter ločuje pot ter njivo (15). Izmero smo opravili še za točko ob potoku, ki meji dva vinograda in zraven katerega je zabit klin (16), nato smo šli proti zahodu ter ob poti v izmero vključili velik kamen, rahlo obarvan rdeče (17). Proti zahodu smo prišli do vinograda v terasah in z izdelanimi starejšimi opornimi zidovi. Z geodetsko izmero smo določili koordinate za točko v podaljšku kamnitega opornega zida (18) ter točke na samem robu zidu (19, 20, 23). Domačin nam je nadalje pokazal dva naravna kamna, ki jih imajo sosedje za merodajna mejna znamenja (21,22). Izmero smo opravili še na točki brežine potoka, ki meji dva vinograda (24).

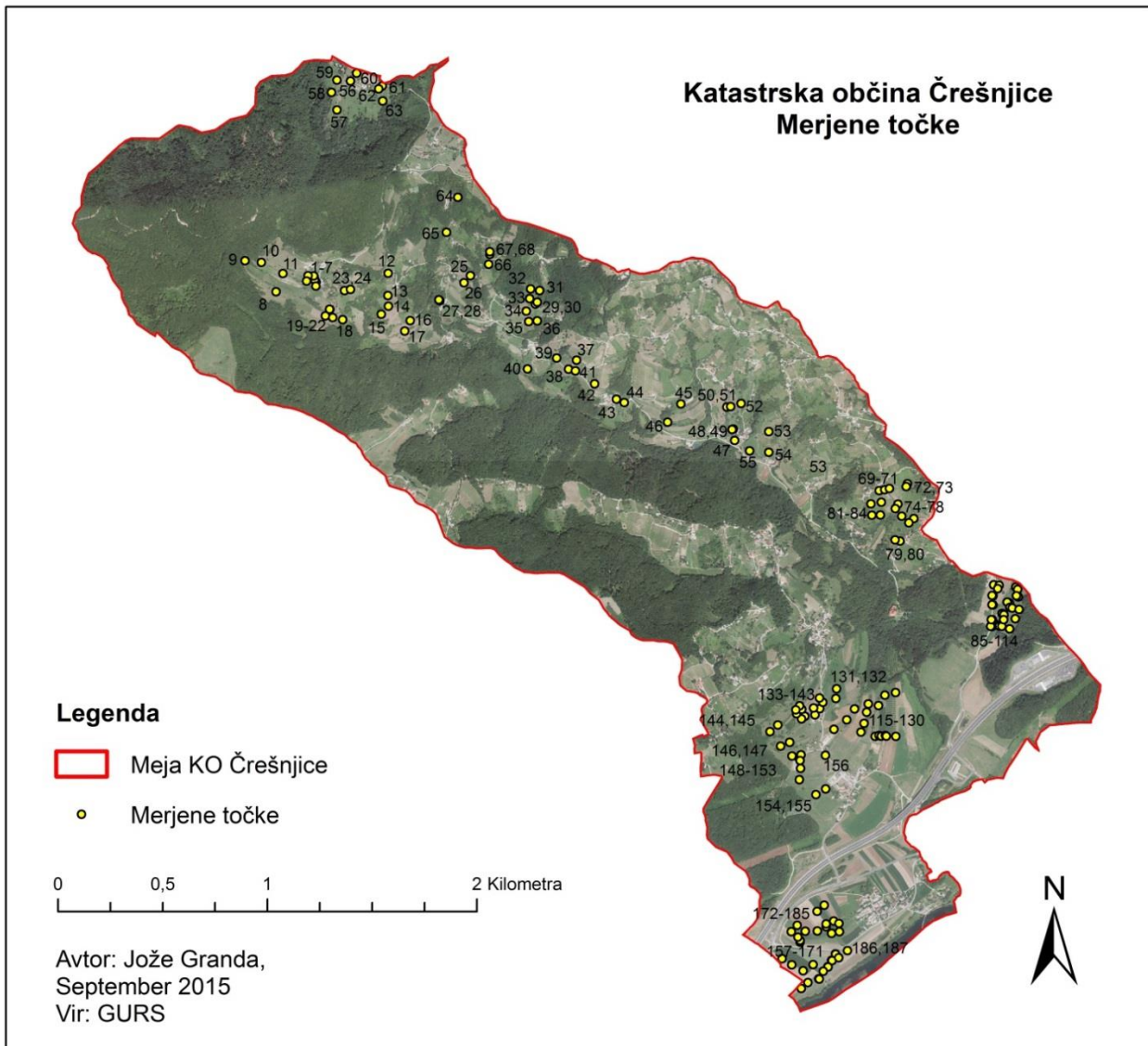
Pot smo nadaljevali proti vzhodu, kjer smo z izmero določili koordinate vogala škarpe (25, 26). Zraven točke 26 je bil postavljen tudi kol. Naslednji dve točki (27, 28) sta novejša klina, ki pa nista bila evidentirana kot ZK-točki, vendar sta bili v naravi materializirani. Domačin nam je nato pokazal betonske mejnike s križem okoli njegove parcele, ki niso bile evidentirane kot ZK-točke (29–36). Mejniki so bili postavljeni pred okoli 30 let. Po poti proti vzhodu smo našli še eno parcelo z odlično ohranjenimi betonskimi mejniki s križem (37, 38, 41), mejna znamenja pa niso bila evidentirana kot ZK-točke. Na točki 41 smo dvakrat opravili izmero s premorom 3,5 ure. Izmero smo izvedli še za betonski mejnik na levi strani potoka (39) ter oster naravni rob (40). Naslednjo točko, ki smo jo vključili v izmero, je pokazala lastnica. Šlo je za betonski mejnik, postavljen na linijo (42). Pot nas je vodila skozi strnjeno poselitev hiš ob cesti, kjer smo v asfaltu s pomočjo lastnice našli dva klina z oznako mejno znamenje (43, 44), ki pa sta bili v času izmere v upravnem postopku urejanja meja. Izmero smo nadalje izvedli za večji naravni kamen na stičišču poti, do katerega je bilo košeno (45), ter oster naravni rob (46). Naslednja merjena točka je betonski mejnik na tromeji (47). Pot smo nadaljevali proti severu, kjer smo našli odlično ohranjene betonske mejnike (48–52). Naslednje točke so bile vključene v izmero na meji med potjo in brežino (53), naravni kamen na vogalu parcele (54) ter vrh ostrega naravnega roba (55).

Izmero dodatnih veznih točk smo nadaljevali na severozahodu katastrske občine, na večji jasi sredi gozda, kjer je bilo le manjše število ZK-točk. Parcele so dolge ter podolgovate z naravnimi prelomi med njimi. V izmero smo vključili vrhove jasno definiranih bregov (**56–59**). Točka 56 je tromeja med travnikoma in potjo, točka 57 pa tromeja med travnikoma in vinogradom. S pomočjo lastnika smo določili položaje še za štiri točke okoli njegove parcele (**60–63**). Točki 60 in 62 sta naravna kamna, ki ležita na meji, točki 61 in 63 pa sta klin ter betonsko-plastični mejnik, ki sta bila vzpostavljena malo pred merjenjem, vendar nista bila še uradno evidentirana. Pot smo nadaljevali proti jugovzhodu, kjer smo z izmero določili položaje naravnega kamna z vrisanim in na rdeče pobarvanim križem (**64**) ter dobro postavljenega betonskega mejnika ob poti (**65**), ki pa ga ni bilo mogoče umestiti na nobeno linijo ali točko ZKP. Našli smo še dva naravna kamna (**66, 67**), zraven katerih je bil količek ter sta ločevala parceli, v izmero smo vključili še betonski mejnik na tromeji (**68**).

Na jugovzhodu od zadnje točke izmere smo se osredotočili še na eno območje vinogradov, kjer ni bilo evidentirane nobene ZK-točke v zemljiškem katastru. Parcele so ozke in dobro označene z betonskimi mejniki. Na meji med vinogradi smo našli in v izmero vključili točke, označene z naravnimi kamni (**69, 72, 78**), ter betonske mejnike s križem (**70, 71, 73–77, 81 – 84**). Točka 70 je ZK-točka, ki smo jo izmerili za kontrolo merske tehnike. Dve izmerjeni mejni točki sta klina, ki sta ostanek betonsko-plastičnega mejnika (**79, 80**). S tem smo tudi zaključili izvajanje meritev na območju 1.

Na območju 2 zaradi velike poraščenosti z gozdom nismo izvajali meritev. Sicer je na območju nekaj lokacij dovolj odprtih za merjenje z GNSS-tehnologijo, vendar pa so ta območja dovolj gosto evidentirana z ZK-točkami.

Meritve smo zato nadaljevali na območju 3, kjer so večinoma travniki in njive. Parcele na tem območju imajo v povprečju večje površine ter so v naravi slabše materializirane (določene) z mejnimi znamenji kot območji 1 in 2. Posledično smo se odločili, da bomo v izmero vključili predvsem točke na linijah, ki povezujejo mejne točke, ter jih pri homogenizaciji uporabili pri upoštevanju pogoja vzporednosti. Začeli smo na skrajnem vzhodu k. o. Črešnjice, kjer se stopničasto spuščajo ozke parcele (terase). Izmero smo izvedli na točkah, ki določajo naravne robove in predvidoma ločujejo parcele (**85–102, 113, 114**), ter na točkah, ki določajo rob ceste (**103–112**). Merjenje brežin in ostalih naravnih mejnih znamenj smo nadaljevali na območju zahodno od lokacije zadnje izmere (glej tudi sliko 13).



**Slika 11: Prikaz dodatnih veznih točk, vključenih v izmero, na območju k. o. Črešnjice**

V nadaljevanju smo v izmero vključili točke vrhov brežin (**115–121, 131, 132**), tromeje med njivami in potmi (**122–127**) ter meje med sadovnjaki (**128–130**). Proti zahodu smo v izmero vključili naslednje večje območje naravnih robov (**133–147**). S pomočjo lastnika smo odkrili in položaj določili še za dva betonska mejnika (**148, 150**) ter klin v tleh (**149**), lastnik parcele pa nam je tudi povedal, da meja poteka po ograji, ki smo jo prav tako vključili v izmero (**151–153**). V izmero smo vključili še dobro definirano mejo med brežino in potjo (**154, 155**) ter rahlo obarvan naravni kamen ob robu ceste (**156**). Dodatno smo definirali območje brez evidentiranih ZK-točk južno od avtoceste, zahodno od vasi Lešnica ter severno od reke Krke. Gre za območje njiv z jasno definiranimi naravnimi mejami med parcelami. Z izmero smo določili položaje lomnih točk roba ceste (**157–162, 165, 166**) ter jasno definirane naravne



meje med njivami ter travniki (163, 164, 167–183, 185–188). Za kontrolo smo v izmero vključili tudi betonski mejnik s križem (184), ki je v zemljiškem katastru evidentiran kot ZK-točka.

### 3.4 Obdelava podatkov v programskem paketu Systra

Ko smo na izbranem območju k.o. Črešnjice identificirali vezne točke ter jih z metodo ustrezne natančnosti izmerili v državnem koordinatnem sistemu, smo pridobljene podatke še obdelali. Za izboljšavo ZKP na izbranem območju smo uporabili že omenjeno metodo homogenizacije z membransko metodo, za izvedbo pa smo uporabili programski paket Systra Tehnične univerze v Berlinu.

#### 3.4.1 Programski paket Systra

*Systra* je programska rešitev za povezovanje geodetskih meritev in grafičnih koordinat. Vse koordinate in podatke meritev so transformirane in združene v ciljnem koordinatnem sistemu, njihovo kakovost pa je možno oceniti in statistično analizirati. Koordinate so homogenizirane in so relativno povezane glede na podatke meritev in upoštevane pogoje. Heterogeni podatki različnih virov so shranjeni v relacijskih podatkovnih bazah. Organizacija in obdelava podatkov poteka v grafičnem urejevalniku *Sysged*. Programska rešitev *Systra* je prilagojena uvozu in izvozu različnih formatov zapisov grafičnih in drugih prostorskih podatkov (*GIS*, *CAD* ...) (Technet GmbH 2010: 3).

V osnovi je programska rešitev *Systra* sestavljena iz petih modulov, katerih vloge se močno razlikujejo: *SystraShell*, *Systra*, *SysPlan*, *SysMatch* in *SysGed*. Osrednji del programske rešitve predstavlja uporabniški vmesnik *SystraShell*, v katerem se vzpostavi in vodi celoten projekt. Preko *SystraShell*-a je omogočeno klicanje in nadzorovanje vseh ostalih delov programa. Druga bistvena naloga tega modula je nastavitvev in nadzor vseh potrebnih parametrov pri izvajanju projekta v različnih fazah obdelave podatkov ter nadzora izravnave. Modul, s pomočjo katerega izvedemo izravnavo opazovanj, se imenuje *Systra*. Postopek obdelave podatkov z modulom *Systra* se sestoji iz več samostojnih korakov ter omogoča vključevanje različnih vrst opazovanj (Švab 2012: 63–67).

Grafični prikaz je naloga modula *SysPlan*, ki nazorno izriše tako vmesne rezultate analize prilagajanja podatkov kot tudi končni prikaz rezultata izravnave, izvedene v modulu *Systra*. Avtomatizacija iskanja točkovnih identitet oziroma identičnih točk dveh podatkovnih slojev in geometričnih pogojev se izvaja s pomočjo modula *SysMatch*. Za razliko od grafičnega vmesnika *Sysplan*, ki služi za prikaz rezultatov izravnave v grafični obliki, pa *Sysged* omogoča grafično urejanje opazovanj in geometričnih pogojev

ter njihov vnos v modul *Systra*, ki jih vključimo v izravnavo. Modul omogoča tako grafični kot numerični prikaz podatkov (Švab 2012: 63–67).

Izvedba obdelave podatkov z modulom *Systra* je razdeljena na tri samostojne dele (Technet GmbH, 2010):

- izračun približnih vrednosti koordinat,
- izravnavo in statistična analiza,
- homogenizacija (membranska metoda).

### 3.4.2 Vnos vhodnih podatkov

Za homogenizacijo z membransko metodo, ki smo jo izvedli s programsko rešitvijo *Systra*, smo z geodetske uprave že pridobili naslednje podatke:

- ZK-točke v starem državnem koordinatnem sistemu D48/GK in v novem državnem koordinatnem sistemu D96/TM (sloj ZK-točk),
- zemljiškokatastrski prikaz v starem državnem koordinatnem sistemu D48/GK (sloj točk in linij).

Pri izboljšavi položajne kakovosti ZKP s homogenizacijo z membransko metodo smo uporabili le ZK-točke z ustrežno natančnostjo (glede na atribut metode določitve, kot je predstavljeno v preglednici 1), ki smo jih izločili že za potrebe domeritev veznih točk na terenu. Za homogenizacijo v programskem okolju *Systra* potrebujemo podatke v istem koordinatnem sistemu, naš ciljni koordinatni sistem je uradni državni koordinatni sistem D96/TM. Že za potrebe priprave podlage za izvedbo meritev smo z uradno trikotniško transformacijo izvedli transformacijo ZKP in ZK-točk, katerih koordinate so bile dane le v D48/GK) v koordinatni sistem D96/TM.

Programska rešitev *Systra* omogoča vnos raznolikih vhodnih podatkov, vnos geometričnih pogojev, izravnavo in homogenizacijo ZKP na temelju upoštevanja sosedstva ter grafični in opisni prikaz sprememb (premiki točk). Za vnos vhodnih podatkov v podatkovno bazo smo uporabili programski modul *SysGed*, s katerim lahko grafično urejamo opazovanja ter geometrične pogoje.

S programskim modulom *SysGed* smo uvozili:

- \*.KOO datoteko zemljiškokatastrskih točk z ustrežno natančnostjo, ki smo jih predhodno filtrirali (ime ZK-točke, X-koordinata (N), Y-koordinata (E), višina točke, metoda izmere, IDPOS, v kateri je bila točka evidentirana, datum izmere ZK-točke). ZK-točke smo izbirali po

atributu metoda določitve ZK-točk in jim glede na metodo tudi določili natančnost. Te točke služijo kot referenčne točke.

- \*.KOO datoteko točk zemljiškokatastrskega prikaza v novem državnem koordinatnem sistemu D96/TM, predhodno transformiran s trikotniško odsekoma afino transformacijo (ime točke, Y-koordinata (N), X-koordinata (E), višina točke). Uvožene točke so definirane kot grafične in so povezane v sistem, ki služi za povezavo z uvoženimi linijami ZKP. Natančnost digitaliziranih koordinat (mejnih točk ZKP) smo določili na 200 cm.
- \*.SHP datoteka linij zemljiškokatastrskega prikaza. Pomembno je, da so povezane v isti sistem kot uvožene točke ZKP.
- \*.KOO datoteka merjenih veznih točk v novem državnem koordinatnem sistemu D96/TM (ime točke, Y-koordinata (N), X-koordinata (E), višina točke). Izvedli smo več analiz, pri katerih so bile nekatere izmed točk uporabljene kot kontrolne.

### **3.5 Vključevanje vhodnih podatkov in geometričnih pogojev v homogenizacijo**

Modul *Sysged* omogoča grafično urejanje opazovanj in geometričnih pogojev. Švab (2012) je v svojem diplomskem delu uporabil večje število različnih geometričnih pogojev. Določeval je identitete veznih točk, uporabil pogoje pravokotnosti, linearnosti, vzporednosti, premočrtnosti, ohranitve razdalje ter vnašal polarne meritve iz tahimetričnih zapisnikov. V naši magistrski nalogi smo se osredotočili na izboljšavo ZKP z uporabo dodatnih veznih točk, ki niso ZK-točke, vendar so v naravi materializirane, zato smo uporabili naslednja orodja za opredelitev geometričnih pogojev med opazovanji:

- vzpostavitev identitet veznih točk,
- pogoj pravokotnosti,
- pogoj linearnosti.

#### **3.5.1 Vzpostavitev identitet veznih točk**

Ključna naloga naše magistrske naloge je bila identifikacija veznih točk, ki niso ZK-točke, vendar so v naravi materializirane in predstavljajo meje zemljiških parcel. Območje iskanja takih točk v naravi smo najprej zožili z identifikacijo območji, kjer je gostota ZK-točk manjša, ter območij, kjer je meritev takih točk mogoča z RTK-metodo izmere. Izmerjene točke smo identificirali na predhodno pripravljenih grafičnih podlagah (državni ortofoto, ZK-točke in ZKP) na terenu in jih kasneje identificirali kot katastrske točke s pomočjo primerjave ZKP ter izmerjenih točk v programskem okolju *ArcMap*. V modulu *SysGed* smo nato povezali merjene točke, ki so v naravi identificirane z betonskimi mejniki s

križem, z betonsko-plastičnim mejnikom ter z drugimi znamenji parcelnih mej, s tako imenovanimi grafičnimi točkami ZKP. To smo storili z vzpostavitvijo identitete veznih točk. Nekatere izmed izmerjenih veznih točk smo pri nekaterih analizah uporabili kot kontrolne točke za oceno natančnosti izboljšave ZKP.

Merjene točke, ki smo jih določili kot vezne točke (mogoča je bila povezava z grafičnimi točkami ZKP): 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 43, 47, 49, 50, 51, 52, 68, 71, 74, 75, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 148, 149, 150.

### 3.5.2 Pogoj pravokotnosti in vzporednosti

Poleg vzpostavljanja identitet veznih točk smo v postopek izboljšave položajne in geometrijske kakovosti ZKP vključili še dva geometrična pogoja, to sta pogoj pravokotnosti in pogoj vzporednosti. Pravokotnosti v zemljiškem katastru najdemo predvsem pri stavbah. Pri gradnji stavb so stene stavb največkrat pravokotne med sabo, s prerinovanji grafičnih načrtov in digitalizacijo le-teh pa se je lahko ta pravokotnost poslabšala. Pogoj pravokotnosti smo ročno vnašali v modulu *Sysged*, in sicer smo vnesli 2138 pogojev pravokotnosti.

Drugi geometrični pogoj, ki smo ga vnašali, je pogoj vzporednosti. Ta funkcija se najpogosteje uporablja za definiranje linijskih objektov, kot so ceste reke, potoki, jarki, naravne brežine in ostali naravni objekti. V našem primeru smo na terenu merili dno, sredino ali vrh brežine, ker nismo bili prepričani, kje poteka meja. V takem primeru smo uporabili pogoj vzporednosti. Imeli smo torej dve izmerjeni vezni točki, ki smo jima ročno v modulu *Sysged* poiskali par na ZKP-ju. Vnesli smo 34 parov vzporednosti.

## 3.6 Primerjalna analiza vpliva izbranih vhodnih podatkov ter geometričnih pogojev

Naloga raziskave je bila ugotoviti, v kakšni meri domeritev veznih točk, ki niso ZK-točke, vendar so v naravi materializirane, vplivajo na izboljšavo položajne kakovosti ZKP. Pri izravnavi in homogenizaciji smo naredili več analiz, pri katerih smo vključevali vhodne podatke in geometrične pogoje, ki vplivajo na natančnost in izboljšavo ZKP. Naredili smo pet različnih izravnav in homogenizacij z membransko metodo v programskem okolju *Systra* ter nato na podlagi kontrolnih točk ocenili natančnost izboljšave ZKP ter grafično predstavitev sprememb v programskem okolje *ArcMap*. Rezultate analiz smo nato primerjali med seboj. Analize smo izvedli za pet scenarijev, kot je prikazano tudi v preglednici 4:

- scenarij I: kot referenčne točke smo uporabili le ZK-točke z ustrezno natančnostjo za homogenizacijo. Kot kontrolne točke smo uporabili dodatno izmerjene vezne točke, ki so v naravi materializirane z betonskimi mejniki s križi ali z betonsko-plastičnimi mejniki.
- scenarij II: kot referenčne točke smo uporabili le ZK-točke z ustrezno natančnostjo za homogenizacijo, dodatno smo vnesli pogoje pravokotnosti. Kot kontrolne točke smo uporabili dodatno izmerjene vezne točke, ki so v naravi materializirane z betonskimi mejniki s križi ali z betonsko-plastičnimi mejniki.
- scenarij III: kot referenčne točke smo uporabili vse ZK-točke z ustrezno natančnostjo za homogenizacijo ter dodatno izmerjene vezne točke, ki so v naravi materializirane z betonskimi mejniki s križi ali z betonsko-plastičnimi mejniki. Kot kontrolne točke smo uporabili dodatno izmerjene vezne točke, ki so v naravi materializirane z betonskimi mejniki s križi ali z betonsko-plastičnimi mejniki.
- scenarij IV: uporabili smo enake referenčne in kontrolne točke kot v scenariju III. Dodatno smo za referenčne točke uporabili slabše materializirane izmerjene vezne točke, to so točke, ki so v naravi materializirane kot naravni kamni, podporni zidovi ipd. Dodatno smo tudi uporabili skupino izmed slabše materializiranih izmerjenih veznih točk kot referenčne.
- scenarij V: uporabili smo enake referenčne in kontrolne točke kot v scenariju IV. Dodatno smo vnesli pogoje vzporednosti med izmerjenimi veznimi točkami, ki v naravi definirajo naravne bregove, naravne meje med vinogradi, njivami, travniki ...

**Preglednica 4: Pregled analiz in vključenih parametrov izvedenih v programskem paketu Systra**

Analize z različno uporabljenimi vhodnimi podatki ali pogoji	ZK-točke	Pogoj pravokotnosti	Dobro materializirane izmerjene vezne točke (BM in BP mejniki)	Slabše materializirane izmerjene vezne točke	Pogoj vzporednosti
<b>Scenarij I</b>	DA				
<b>Scenarij II</b>	DA	DA			
<b>Scenarij III</b>	DA	DA	DA		
<b>Scenarij IV</b>	DA	DA	DA	DA	
<b>Scenarij V</b>	DA	DA	DA		DA

Po vnosu vhodnih podatkov, geometričnih pogojev ter izravnavi in homogenizaciji smo preverjali velikosti parametrov  $\sigma_0$  in  $SL$ .  $\sigma_0$  je lahko interpretirana kot empirična standardna deviacija opazovanj z utežjo  $p = 1$  in se izračuna po enačbi:

$$\sigma_0 = \frac{s_0}{\sigma_0} \quad (1)$$

Empirična standardna deviacija  $s_0$  naj bi bila približno enaka standardni deviaciji  $\sigma_0$ , kar pomeni, da naj bi bila  $\sigma_0$  v intervalu od 0,7 do 1,3. Če je  $s_0$  premajhna, pomeni, da so bile apriori natančnosti opazovanj preveč pesimistične. Če je  $s_0$  prevelik, pomeni da je med opazovanji napaka.

Drugi parameter, ki smo ga bolj natančno opazovali, je parameter  $SL$ .  $SL$  predstavlja oceno položajne natančnosti koordinate točke, pridobljeno iz izračunom:

$$SL^2 = S_X^2 + S_Y^2 \quad (2)$$

## 4 REZULTATI IN RAZPRAVA

V nalogi smo ugotavljali, ali je mogoče z večjo gostoto ter ustrezno razporeditvijo geodetsko domerjenih veznih točk, ki niso ZK-točke, so pa v naravi materializirane, izboljšati položajno natančnost in točnost ZKP z uporabo membranske metode. Naredili smo primerjavo koordinat lomnih točk izboljšanega ZKP s koordinatami teh identičnih točk, ki so bile določene na temelju geodetske izmere in so služile kot kontrolne točke. Pri tem smo v izboljšavo vključevali različen nabor podatkov (različno število veznih točk ter geometričnih pogojev). Prav tako smo izvedli grafično primerjavo ZKP in njegovih izboljšav v programskem okolju *ArcMap*.

Rezultate smo predstavili v dveh delih. V prvem delu smo se osredotočili na vključitev različnih naborov vhodnih podatkov in geometričnih pogojev ter proučevali njihov vpliv na izboljšavo (spremembo) ZKP. V drugem delu smo po celotnem območju katastrske občine poiskali značilna območja ter jih grafično analizirali s poudarkom učinkov izboljšave ZKP glede na vhodne podatke.

### 4.1 Primerjalna analiza vpliva izbranih vhodnih podatkov ter geometričnih pogojev

V prvem delu smo ugotavljali neposreden vpliv vključitve vhodnih podatkov in geometričnih pogojev v homogenizacijo ZKP. Izvedli smo analize za pet scenarijev:

- analiza vpliva uporabe ZK-točk z ustrezno natančnostjo kot referenčnih točk (scenarij I),
- analiza vpliva vključitve geometričnega pogoja pravokotnosti (scenarij II),
- analiza vpliva uporabe dodatno izmerjenih veznih točk, ki so v naravi dobro materializirane (scenarij III),
- analiza vpliva uporabe dodatno izmerjenih veznih točk, ki so v naravi slabše materializirane (scenarij IV),
- analiza vpliva vključitve geometričnega pogoja vzporednosti (scenarij V).

Pri vsaki analizi smo analizirali točnost izboljšanega ZKP z ugotavljanjem odstopanj koordinat na kontrolnih točkah, ki so bile dobro materializirane ter določene z geodetsko izmero z ustrezno natančnostjo. Za vsako analizo smo tudi izvedli tudi grafično primerjavo in rezultate prikazali na grafični podlagi državnega ortofota. Izravnavo in homogenizacijo smo izvedli s programsko rešitvijo *Systra*. Najprej smo preverjali stabilnost sistema *Sigma0* in položajno natančnost mejnih lomnih točk po strogi izravnavi ter po homogenizaciji za vsako izmed analiz oz. scenarijev (preglednica 5).

**Preglednica 5:  $\Sigma_0$  in položajna natančnost  $SL$  po strogi izravnavi in po homogenizaciji.**

	Po strogi izravnavi		Po homogenizaciji	
	$\Sigma_0$	$SL$ [cm]	$\Sigma_0$	$SL$ [cm]
<b>Scenarij I</b>	0,96	272,1	0,47	111,8
<b>Scenarij II</b>	0,85	233,1	0,34	81,0
<b>Scenarij III</b>	0,85	232,7	0,35	80,1
<b>Scenarij IV</b>	0,85	234,8	0,35	80,0
<b>Scenarij V</b>	0,85	234,2	0,35	79,4

Kot je predstavljeno v preglednici 5, je stabilnost sistema ocenjena s parametrom  $\Sigma_0$  po izvedbi stroge izravnave za vseh pet analiz med 0,86 in 0,96.  $\Sigma_0$  se po izvedbi homogenizacije poslabša. Njena vrednost je med 0,35 in 0,47. Položajna natančnost koordinat točk po strogi izravnavi je samo z uporabo ZK-točk ocenjena z 272,1 cm. Položajna natančnost mejnih lomnih točk se z uporabo geometričnega pogoja pravokotnosti bistveno izboljša, in sicer na 233,1 cm. Z uporabo ostalih vhodnih podatkov in geometričnih pogojev (pogoj vzporednosti, vezne točke, ki so v naravi boljše in slabše materializirane) se parameter  $SL$  ne spremeni bistveno. Po izvedbi homogenizacije pa se natančnost  $SL$  bistveno izboljša. Že po uporabi samo ZK-točk se  $SL$  izboljša z 272,1 cm na 111,8 cm. Prav tako se izboljša pri ostalih analizah (scenarijih), kot je vidno v preglednici 5. Najboljšo položajno natančnost dobimo z uporabo vseh vhodnih podatkov in geometričnih pogojev, to je po izvedbi scenarija V, ko je natančnost  $SL$  enaka 79,3 cm.

#### **4.1.1 Analiza vpliva uporabe ZK-točk z ustrezno natančnostjo kot referenčnih točk (scenarij I)**

Na geodetski upravi smo pridobili ZKP, ki je pravzaprav vzdrževan digitalizirani zvezni vektorski sloj izvornih katastrskih načrtov. V scenariju I smo upoštevali vpliv uporabe zemljiškokatastrskih točk z ustrežno metodo določitve ter posledično predvideno ustrežno natančnostjo. Po strogi izravnavi in homogenizaciji v programskem okolju *Systra* smo pridobili izboljšani podatkovni ZKP – scenarij I (zelena barva), kot je tudi prikazano na sliki Slika 1212. Za kontrolne točke smo vzeli 43 dodatno merjenih veznih točk, ki so bile v naravi dobro materializirane. Ugotovili smo da je povprečje odstopanja koordinat kontrolnih točk od koordinat izboljšanega ZKP 2,693 m. Uporabljene dodatno merjene vezne točke, odstopanja v smeri N in E ter ocenjene natančnosti na posameznih kontrolnih točkah so prikazani v preglednici 6.



**Preglednica 6: Odstopanja koordinat izboljšanega ZKP od koordinat, določenih z izmero, na kontrolnih točkah – po izvedbi homogenizacije z uporabljenimi ZK-točkami kot referenčnimi.**

Merjena točka	Mejna točka ZKP	$\Delta E$ [m]	$\Delta N$ [m]	Odstopanja koordinat na kontrolnih točkah [m]
1	4104	5,499	-1,069	5,602
2	4105	5,520	-1,042	5,617
3	3864	6,351	-0,008	6,351
4	3863	6,434	-0,001	6,434
5	3862	6,629	-0,005	6,629
6	3859	6,742	0,005	6,742
7	4099	5,545	-1,096	5,652
9	23149	-1,220	2,480	2,764
27	1722	3,147	3,138	4,444
28	1720	2,037	2,450	3,186
29	7653	1,526	-0,559	1,625
30	7652	1,365	-0,667	1,519
31	7651	1,659	-1,064	1,971
32	7638	1,475	-1,113	1,848
33	7639	0,793	-2,057	2,205
34	7673	-0,448	-1,076	1,166
35	7664	-0,054	-0,474	0,477
36	7662	0,670	0,879	1,105
37	7987	-2,860	-1,202	3,102
38	7389	-1,914	-0,855	2,096
41	8040	-1,588	-1,658	2,296
39	7443	1,216	-0,928	1,530
43	1074	2,126	1,986	2,909
47	10570	-0,089	2,788	2,789
49	10574	0,294	2,292	2,311
50	10544	0,003	2,441	2,441
51	10546	0,442	3,511	3,539
52	11019	-0,685	1,042	1,247
68	6818	-1,343	1,441	1,970
71	10360	-0,580	0,384	0,696
74	10386	-0,420	-0,462	0,624
75	10315	-0,829	-1,805	1,986
76	10484	-1,681	1,190	2,060
77	10299	-0,475	0,616	0,778
79	10032	-1,366	-1,466	2,004
80	10507	-2,219	-1,652	2,766
81	10424	-0,767	-0,365	0,849

»Se nadaljuje ...«

»... nadaljevanje.«

Merjena točka	Mejna točka ZKP	$\Delta E$ [m]	$\Delta N$ [m]	Odstopanja koordinat na kontrolnih točkah [m]
83	10425	0,894	-0,132	0,904
84	10427	0,133	-1,452	1,458
148	17738	3,387	-0,469	3,419
149	17773	2,510	-0,772	2,626
150	17909	1,452	-1,238	1,908
<b>Povprečno odstopanje koordinat na kontrolnih točk [m]</b>				<b>2,693</b>

**Legenda**

- ZK-točke
- Merjene točke
- ZKP original
- ZKP - Scenarij I

**Katastrska občina Črešnjice - Scenarij I**Avtor: Jože Granda,  
November 2015

**Slika 12: Primerjava originalnega ZKP ter ZKP po izvedbi homogenizacije z uporabo samo ZK-točk kot referenčnih (scenarij I)**

Za vsako analizo smo izvedli tudi grafično analizo. Na sliki 12 je prikazano območje na severnem delu k. o. Črešnjice, kjer prevladujejo zidanice ter vinogradi. Parcele so ozke in dolge, v naravi pa dobro definirane z mejnimi znamenji. Ker gre za območje novejših zidanic in vinogradov, je območje dobro pokrito z ZK-točkami. Po vključitvi le teh je že po vizualni primerjavi na podlagi državnega ortofota viden zamik ZKP (državni ortofoto uporabljamo zaradi omejene točnosti sicer le za vizualno primerjavo!). Izboljšava položajne kakovosti ZKP se močno opazi pri ujemanju mej vinogradov z izboljšanim ZKP-jem, prav tako se položaj stavb izboljšanega ZKP bolj ujema s položajem na ortofotu

kot pri originalnem ZKP-ju (rumena barva). Tudi po pregledu ostalega območja katastrske občine Črešnje z dovolj gosto evidentiranimi ZK-točkami smo zaznali izboljšavo položajne kakovosti ZKP. Problem nastane na območjih, kjer ni nobene ZK-točke na večjem območju oziroma ko je gostota ZK-točk manjša.

#### 4.1.2 Analiza vpliva vključitve geometričnega pogoja pravokotnosti (scenarij II)

Pri analizi scenarija II smo ugotavljali izboljšavo ZKP z upoštevanjem vpliva vključitve geometričnega pogoja pravokotnosti v postopek izboljšave kakovosti ZKP. Pri pogoju pravokotnosti predpostavimo, da sta dve daljici ZKP med seboj pravokotni. V zemljiškem katastru lahko predpostavimo, da so stene stavbe med seboj pravokotne. Natančnost ZKP je slabša od predpisane natančnosti, v prvi vrsti zaradi manj natančnih inštrumentov in metod merjenja v preteklosti, v zgodovini pa se je zaradi številnih prerisovanj katastrskih načrtov ter tudi digitalizacije kakovost še dodatno slabšala. Tako na ZKP-ju marsikje vidimo stavbe nepravilnih oblik, predpostavimo pa lahko, da so bile stene stavb tudi pred 200 leti med seboj pravokotne.

V scenariju II smo ročno vnesli 2138 pravokotnosti med linijami ZKP, ki naj bi predstavljale obliko in velikost stavb. Zopet smo ugotavljali položajno kakovost izboljšanega ZKP na temelju kontrolnih točk. Za kontrolne točke smo uporabili iste dodatno merjene vezne točke kot v scenariju II. Ugotovili smo, da se odstopanje koordinat na kontrolnih točkah komaj opazno spremeni. Povprečje odstopanj koordinat na kontrolnih točk je 2,697 m. Kot je vidno tudi na sliki 13, se ZKP ne spremeni veliko. Komaj so opazne le spremembe kotov na objektih.

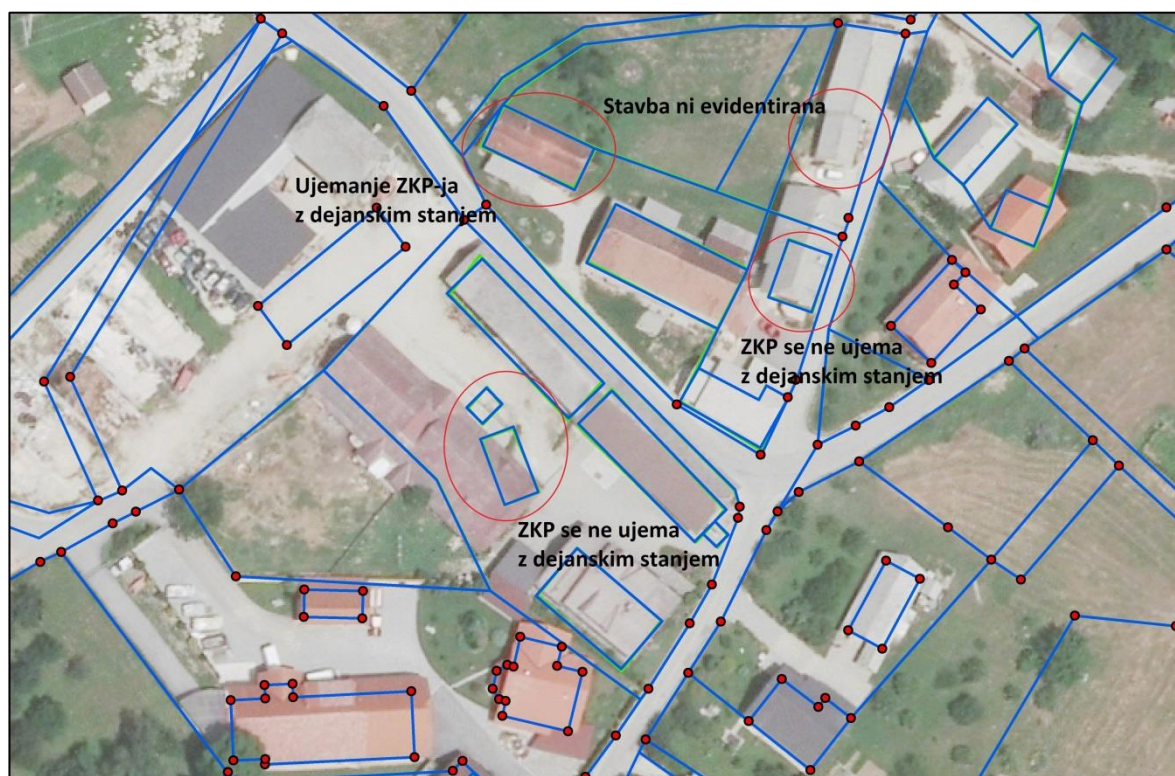
**Preglednica 7: Odstopanja koordinat izboljšanega ZKP od koordinat, določenih z izmero, na kontrolnih točkah – po izvedbi homogenizacije z dodatno upoštevanim vplivom geometričnega pogoja pravokotnosti**

Merjena točka	Mejna točka ZKP	$\Delta E$ [m]	$\Delta N$ [m]	Odstopanje koordinat na kontrolnih točkah [m]
1	4104	5,578	-0,973	5,662
2	4105	5,545	-0,977	5,630
3	3864	6,296	-0,013	6,296
4	3863	6,359	0,034	6,359
5	3862	6,578	0,064	6,578
6	3859	6,762	0,076	6,762
7	4099	5,632	-1,069	5,733
9	23149	-1,222	2,483	2,767

»Se nadaljuje ...«

»... nadaljevanje.«

Merjena točka	Mejna točka ZKP	$\Delta E$ [m]	$\Delta N$ [m]	Odstopanje koordinat na kontrolnih točkah [m]
27	1722	3,143	3,134	4,439
28	1720	2,033	2,445	3,180
29	7653	1,512	-0,564	1,614
30	7652	1,350	-0,671	1,508
31	7651	1,641	-1,070	1,959
32	7638	1,459	-1,118	1,838
33	7639	0,777	-2,062	2,204
34	7673	-0,453	-1,079	1,170
35	7664	-0,054	-0,474	0,477
36	7662	0,668	0,878	1,103
37	7987	-2,867	-1,209	3,111
38	7389	-1,916	-0,863	2,101
41	8040	-1,591	-1,665	2,303
39	7443	1,220	-0,934	1,536
43	1074	2,142	1,982	2,918
47	10570	-0,044	2,775	2,775
49	10574	0,385	2,239	2,272
50	10544	0,065	2,463	2,464
51	10546	0,500	3,523	3,558
52	11019	-0,640	1,038	1,219
68	6818	-1,362	1,442	1,984
71	10360	-0,578	0,372	0,687
74	10386	-0,418	-0,474	0,632
75	10315	-0,825	-1,816	1,995
76	10484	-1,686	1,183	2,060
77	10299	-0,489	0,613	0,784
79	10032	-1,445	-1,463	2,056
80	10507	-2,251	-1,665	2,800
81	10424	-0,735	-0,382	0,828
82	10262	1,527	-1,628	2,232
83	10425	0,945	-0,155	0,958
84	10427	0,159	-1,466	1,475
148	17738	3,372	-0,481	3,406
149	17773	2,559	-0,717	2,658
150	17909	1,458	-1,208	1,893
<b>Povprečno odstopanje koordinat na kontrolnih točk [m]</b>				<b>2,697</b>



### Legenda

- ZK-točke
- Merjene točke
- ZKP - Scenarij II
- ZKP - Scenarij I

### Katastrska občina Črešnjice - Scenarij II

Avtor: Jože Granda,  
November 2015

**Slika 13: Primerjava ZKP po izvedbi scenarija I ter ZKP po izvedbi analize vpliva uporabljenega geometričnega pogoja pravokotnosti (scenarij II)**

Pri vnašanju geometričnega pogoja pravokotnosti smo lahko opazili, da obstaja veliko neskladij med dejanskim stanjem, ki je viden tudi na državnem ortofotu, in slojem ZKP. Velikokrat se je zgodilo, da so bile na ZKP-ju vrisane stavbe, ki v naravi ne obstajajo več, ali pa so bile vrisane oblike, ki niso sovpadale z dejansko obliko stavb. V teh primerih gre verjetno za nadomestne gradnje, ki kasneje niso bile katastrsko evidentirane. Opazili smo tudi stavbe, ki sploh niso bile vrisane v zemljiški kataster – tu gre verjetno za neažuriranost evidentiranja nepremičnin. Kot je vidno na sliki 13, to je območje vasi Jelše pri Otočcu, se ZKP po scenariju II ne spremeni bistveno glede na ZKP po scenariju I. Opazne so le lokalne spremembe na stavbah, kjer so uporabljeni pravilni koti med stenami stavb, na širšem območju obdelave pa niso opazne večje spremembe.

#### 4.1.3 Analiza vpliva uporabe dodatno izmerjenih veznih točk, ki so v naravi dobro materializirane (scenarij III)

V scenariju III smo v izboljšavo dodali izmerjene vezne točke, ki niso ZK-točke, vendar so v naravi materializirane z betonskimi mejniki s križi ter z betonskoplastičnimi mejniki z jeklenim klinom. To so torej dobro materializirane mejne točke, ki se naj ne bi premikale in spreminjale. Dodatno smo torej za referenčne točke uporabili 30 dobro materializiranih veznih točk. Za kontrolne točke smo uporabili 13 domerjenih veznih točk, ki so v naravi dobro materializirane in so enakomerno razporejene po celotnem območju izvajanja meritev. Po izvedbi homogenizacije s programsko rešitvijo *Systra* smo na kontrolnih točkah izračunali odstopanja koordinat izboljšanega ZKP od koordinat, določenih s terensko geodetsko izmero, kot je prikazano v preglednici 8. Povprečno odstopanja koordinat na kontrolnih točkah je 1,176 m. Odstopanje koordinat na kontrolnih točkah se je močno izboljšala z uporabo dodatno izmerjenih veznih točk, ki niso evidentirane kot ZK-točke, vendar so v naravi materializirane.

**Preglednica 8: Odstopanja koordinat izboljšanega ZKP od koordinat, določenih z izmero, na kontrolnih točkah – z uporabljenimi ZK-točkami in dodatno izmerjenimi veznimi točkami kot referenčnimi**

Merjena točka	Mejna točka ZKP	$\Delta E$ [m]	$\Delta N$ [m]	Odstopanje koordinat na kontrolnih točkah [m]
3	3864	0,727	0,450	0,855
5	3862	1,028	-0,026	1,028
7	4099	0,848	-0,781	1,153
27	1722	1,486	1,172	1,893
31	7651	0,730	-0,254	0,773
34	7673	-0,971	-0,581	1,132
38	7389	-0,923	0,105	0,929
47	10570	-0,116	2,056	2,059
51	10546	0,571	2,075	2,152
74	10386	0,083	0,186	0,204
79	10032	-0,628	-0,850	1,057
83	10425	0,800	0,400	0,894
149	17773	1,157	0,011	1,157
<b>Povprečno odstopanje koordinat na kontrolnih točk [m]</b>				<b>1,176</b>

Tudi grafično lahko opazimo položajno izboljšavo ZKP. Na sliki 14 je prikazano območje na severozahodnem delu katastrske občine. Na tem območju, velikem približno 2,5 ha, ni nobene evidentirane ZK-točke. Kot lahko vidimo na sliki 14, je vključitev dodatno izmerjenih veznih točk

močno izboljšala položajno kakovost ZKP. To se vidi tudi na podlagi ujemanja državnega ortofota z ZKP-jem po izvedbi izboljšave ZKP po scenariju III.



**Legenda**

- ZK-točke
- Merjene točke
- ZKP original
- ZKP - Scenarij I
- ZKP - Scenarij III

**Katastrska občina Črešnjice - Scenarij III**

Avtor: Jože Granda,  
November 2015

**Slika 14: Primerjava originalnega ZKP z ZKP-jem po izvedbi analize vpliva uporabe ZK-točk (scenarij I) in vpliva dodatnih veznih točk, ki so v naravi dobro materializirane (scenarij III)**

**4.1.4 Analiza vpliva uporabe dodatno izmerjenih veznih točk, ki so v naravi slabše materializirane (scenarij IV)**

Za izvedbo raziskovalne naloge smo izmerili 187 veznih točk. Te točke so bile izmerjene na območjih, kjer ni bilo ZK-točk, vendar pa na teh območjih niso mogli vedno najti vedno jasno označenih mej z betonskimi ali betonskoplastičnimi mejniki. Razlog je lahko v uničenju mejnikov ali v neobstoju le teh, saj so bila prva merjenja narejena brez označitve (ali z začasno označitvijo) meje v naravi, kasneje pa tudi niso bile materialno označene. V takih primerih smo torej iskali naravne mejne linije in točke, to so bile ostri naravni bregovi, ki so nedvoumno nakazovali meje med parcelami, stari kamniti podporni

zidovi, stavbe stare vsaj 100 let ipd. Za izvedbo tega scenarija smo dodatno uporabili le štiri izmerjene vezne točke, ki so v naravi slabše materializirane (označeni naravni kamni, stari podporni zidovi). Pet točk smo dodatno uporabili za kontrolne. Kot lahko vidimo v preglednici 9, je povprečno odstopanje koordinat na kontrolnih točk slabša kot pri upoštevanju le dobro materializiranih dodatnih veznih točk. Odstopanje koordinat na kontrolnih točk se je poslabšala z 1,176 m na 1,737 m. Izračunali smo tudi povprečno odstopanje koordinat le na kontrolnih točkah, ki so v naravi dobro materializirane (enake točke kot v scenariju III) ter ugotovili, da se je odstopanje koordinat na kontrolnih točkah poslabšala na 1,217 m. Odstopanje koordinat na kontrolnih točkah, ki so v naravi slabše materializirane, je 3,087 m.

**Preglednica 9: Odstopanja koordinat izboljšanega ZKP od koordinat, določenih z izmero, na kontrolnih točkah – z uporabljenimi ZK-točkami ter dodatno izmerjenimi dobro in slabše materializiranimi veznimi točkami kot referenčnimi**

Merjena točka	Mejna točka ZKP	$\Delta E$ [m]	$\Delta N$ [m]	Odstopanje koordinat na kontrolnih točkah [m]
3	3864	0,550	0,480	0,730
5	3862	0,836	0,021	0,836
7	4099	0,176	-0,561	0,588
27	1722	1,243	1,264	1,773
31	7651	0,730	-0,262	0,776
34	7673	-0,986	-0,587	1,148
38	7389	-1,032	0,171	1,046
47	10570	0,985	3,190	3,339
51	10546	0,618	2,173	2,259
74	10386	-0,129	-0,094	0,160
79	10032	-0,628	-0,851	1,058
83	10425	0,850	0,431	0,953
149	17773	1,157	0,011	1,157
13	6529	1,437	-1,306	1,942
16	8557	1,724	-3,561	3,956
21	8782	0,805	-1,924	2,086
25	7239	4,648	2,374	5,219
56	23825	1,477	1,675	2,233
<b>Povprečno odstopanje koordinat na kontrolnih točk [m]</b>				1,737
<b>Povprečno odstopanje koordinat na kontrolnih točk, ki so v naravi dobro materializirane [m]</b>				1,217
<b>Povprečno odstopanje koordinat na kontrolnih točk, ki so v naravi slabše materializirane [m]</b>				3,087





#### Legenda

- ZK-točke
- Merjene točke
- ZKP original
- ZKP - Scenarij III
- ZKP - Scenarij IV

#### Katastrska občina Črešnjice - Scenarij IV

Avtor: Jože Granda,  
November 2015

**Slika 15: Primerjava originalnega ZKP z ZKP-jem po izvedbi izboljšave z uporabljenimi veznimi točkami, ki so v naravi dobro (scenarij III) in tudi slabše materializirane (scenarij IV)**

Na sliki 15 je prikazano območje na severozahodnem delu katastrske občine Črešnjice, to je območje starih vinogradov in zidanic. V naravi niso obstajala materializirana mejna znamenja, smo pa našli večje kamnite podporne zidove ter naravne bregove. Kot lahko vidimo na sliki 15, se ZKP po izvedbi izboljšave položajne kakovosti ZKP o scenariju IV (vijolična barva) veliko bolje ujema z državnim ortofotom. To lahko vidimo tako pri ujemanju parcel vinogradov kot pri položajih stavb. Kljub boljšem grafičnem ujemanju izboljšanega ZKP z državnim ortofotom se je natančnost na kontrolnih točkah poslabšala. Iz tega lahko sklepamo, da je lahko državni ortofoto le informativni podatek in podpora za grafični prikaz katastrskih podatkov, za izboljšavo položajne kakovosti ZKP pa je smiselno uporabiti le dobro materializirane vezne točke.

#### 4.1.5 Analiza vpliva vključitve geometričnega pogoja vzporednosti (scenarij V)

V scenariju V smo za izboljšavo položajne kakovosti ZKP upoštevali vpliv vključenega geometričnega pogoja vzporednosti. Ta pogoj pride prav v primeru, ko imamo v naravi definirano smer linije, ne vemo pa točnega poteka te linije. To so na primer naravni bregovi, kjer se ne ve, ali meja poteka ob vznožju, po sredi ali po vrhu brega (terasasta krajina). V tem primeru smo z geodetsko terensko izmero določili položaje več točk v liniji in pri izboljšavi položajne kakovosti ZKP z membransko metodo uporabili pogoj vzporednosti. Odstopanje koordinat na kontrolnih točkah se glede na upoštevanje vpliva uporabljenih dodatno merjenih veznih točk, ki so v naravi dobro materializirane, ne spremeni veliko. Po upoštevanju vpliva geometričnega pogoja vzporednosti ta znaša 1,168 m.

**Preglednica 10: Odstopanja koordinat izboljšanega ZKP od koordinat, določenih z izmero, na kontrolnih točkah – z uporabljenimi ZK-točkami in dodatno izmerjenimi veznimi točkami kot referenčnimi ter upoštevanjem vpliva geometričnega pogoja vzporednosti**

Merjena točka	Mejna točka ZKP	$\Delta E$ [m]	$\Delta N$ [m]	Odstopanje koordinat na kontrolnih točkah [m]
3	3864	0,550	0,480	0,730
5	3862	0,836	0,022	0,836
7	4099	0,176	-0,561	0,588
27	1722	1,243	1,264	1,773
31	7651	0,730	-0,262	0,776
34	7673	-0,986	-0,587	1,148
38	7389	-1,032	0,171	1,046
47	10570	0,985	3,190	3,339
51	10546	0,618	2,173	2,259
74	10386	-0,130	-0,094	0,160
79	10032	-0,630	-0,851	1,059
83	10425	0,850	0,431	0,953
149	17773	0,512	0,081	0,518
<b>Povprečno odstopanje koordinat na kontrolnih točk [m]</b>				1,168

Izvedli smo še grafično analizo sprememb. Na sliki 16 je prikazano območje na južnem delu katastrske občine Črešnjice, ki je pretežno ravninski in je prekrit z večjo površino kmetijskih površin. Na državnem ortofotu so jasno vidne meje rabe, ki so lahko tudi meje med parcelami. Po izvedbi izboljšave položajne kakovosti ZKP po scenariju V (svetlomodra barva) se položaj ZKP ne spremeni bistveno. Opazijo se rahle spremembe, ki pa ne vplivajo bistveno na izboljšavo položaja ZKP. Za scenarij V smo uporabili 34 parov točk.



#### Legenda

- ZK-točke
- Merjene točke
- ZKP original
- ZKP - Scenarij III
- ZKP - Scenarij V

#### Katastrska občina Črešnjice - Scenarij V

Avtor: Jože Granda,  
November 2015

**Slika 16: Primerjava originalnega ZKP z ZKP-jem po izvedbi izboljšave z vključenimi dobro materializiranimi veznimi točkami (scenarij III) in vključenimi pogoji vzporednosti (scenarij V)**

## 4.2 Vpliv natančnosti ZKP na končno natančnost

Dodatno smo izvedli še manjši preizkus vpliva natančnosti digitalnih koordinat (koordinat lomnih točk ZKP) na končno položajno natančnost izboljšane ZKP. Za homogenizacijo ZKP z membransko metodo potrebujemo referenčne točke z določeno natančnostjo (ZK-točke in merjene vezne točke) ter digitalne koordinate (ZKP). Natančnost digitalnih koordinat smo ocenili s 100, 200, 300 in 500 cm, kot je vidno v preglednici 11.

**Preglednica 11: Vpliv položajne natančnosti ZKP na ocenjeno natančnost izboljšanega ZKP**

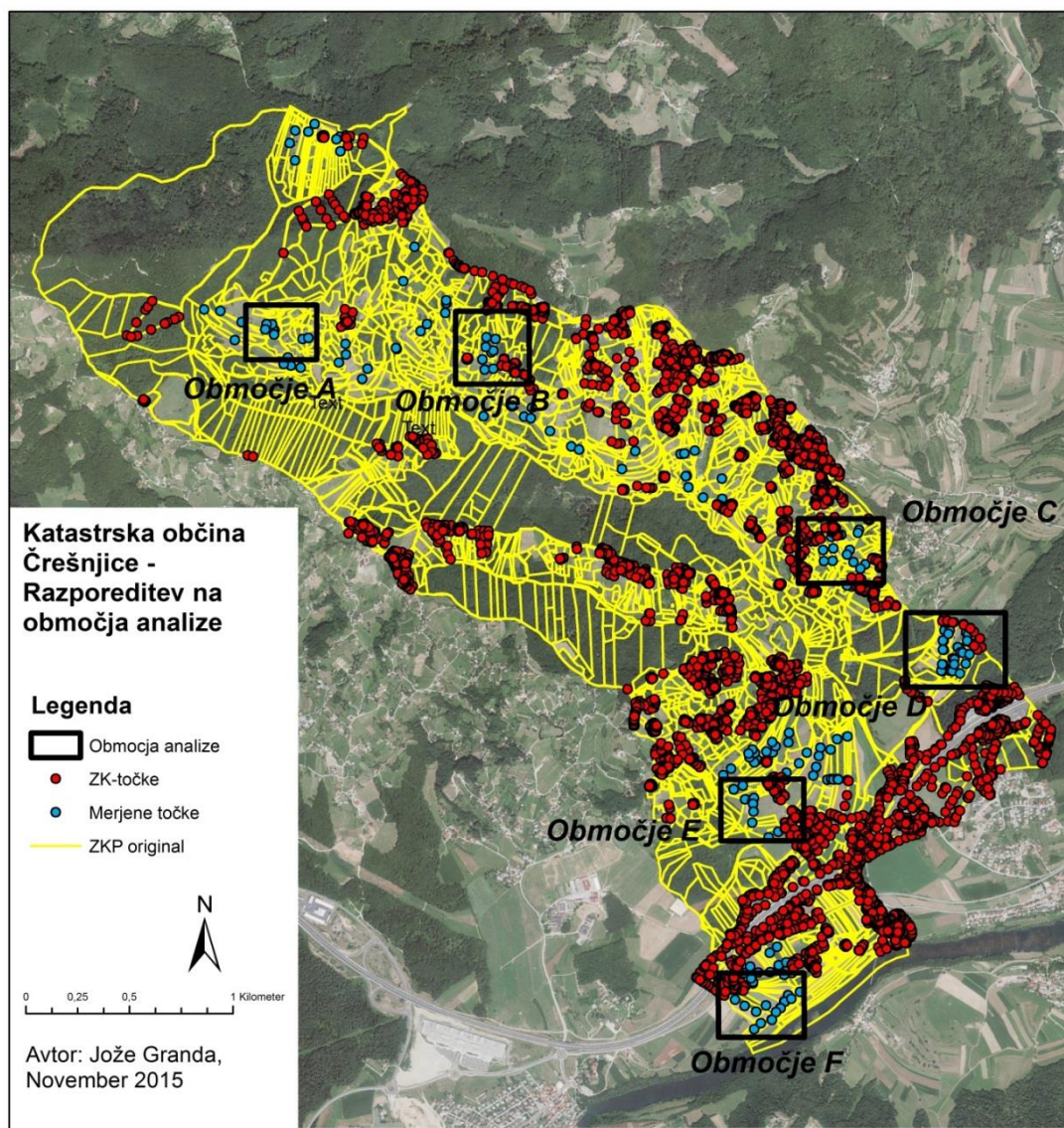
Natančnost ZKP (digitalnih koordinat) [cm]	Po strogi izravnavi		Po homogenizaciji		Grafična analiza
	<i>S0</i>	<i>SL</i> [cm]	<i>S0</i> [cm]	<i>SL</i> [cm]	
100	1,67	230,0	0,66	75,1	Ni bistvenih grafičnih razlik
200	0,86	234,7	0,35	79,3	
300	0,60	248,3	0,24	81,8	
500	0,40	275,0	0,15	85,8	

Ugotovili smo, da je natančnost *SL* boljša pri manjši vhodni natančnosti ZKP tako po strogi izravnavi kot po homogenizaciji. Pri vhodni natančnosti 100 cm je ocenjena končna natančnost *SL* enaka 75,1 cm, pri 500 cm pa 85,8 cm, kar ni velika razlika.

#### 4.3 Identificiranje značilnih območij in njihova analiza

V raziskovalni nalogi so nas zanimali rezultati izboljšave položajne kakovosti ZKP na temelju ZK-točk in z vključitvijo dodatno izmerjenih veznih točk, ki niso ZK-točke, vendar so v naravi materializirane in katerih položaj je mogoče kakovostno določiti na temelju geodetske terenske izmere. V drugem delu predstavitve rezultatov smo tako poiskali značilna območja po celotni katastrski občini (k. o. Črešnjice), ki smo jih s pomočjo programske rešitve *ArcMap* grafično analizirali oziroma predstavili.

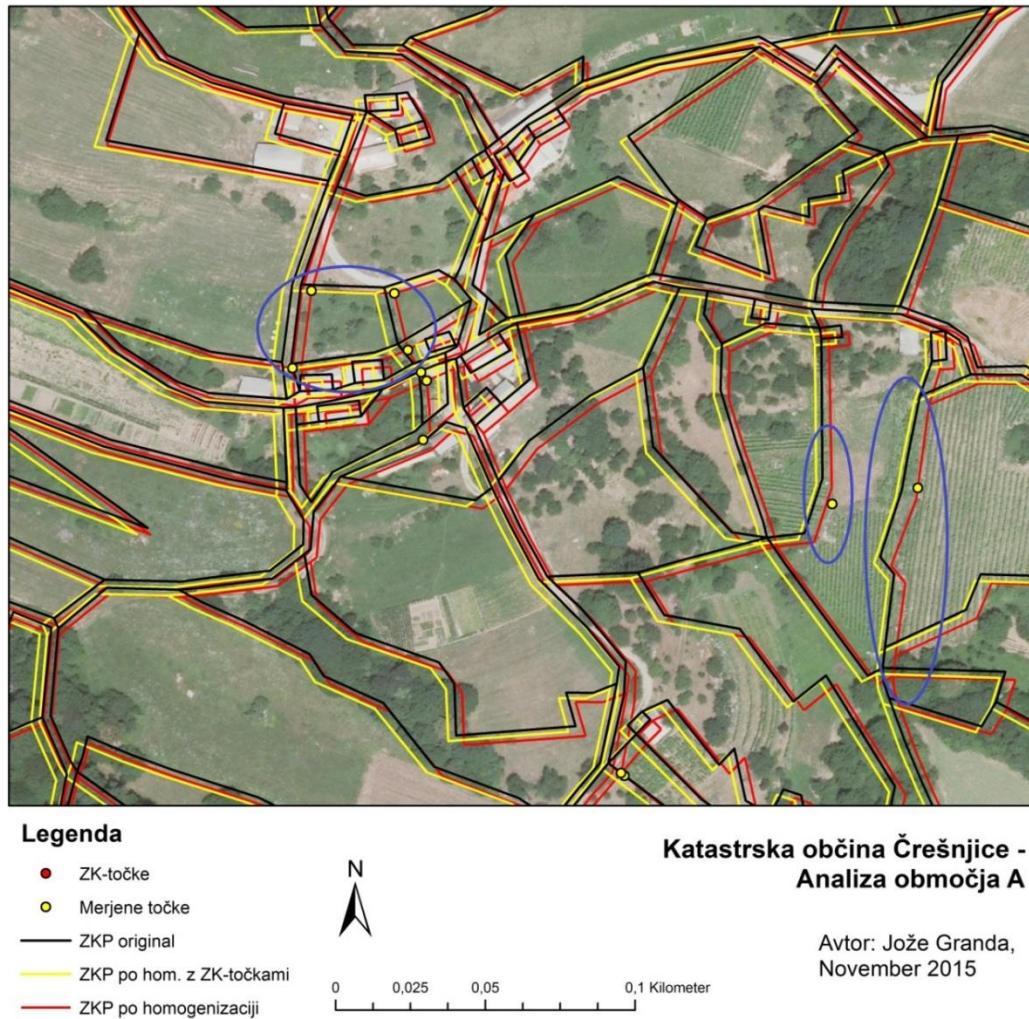
Rezultate izboljšave smo ocenjevali s primerjalno analizo. Za lažjo in temeljitejšo analizo je območje k. o. Črešnjice obravnavano na šestih območjih (slika 17). Na sliki 17 je prikazan tudi originalni ZKP za območje celotne katastrske občine.



Slika 17: Prikaz območij analize rezultatov položajne izboljšave ZKP v k. o. Črešnjice

#### 4.3.1 Analiza območja A

Območje se nahaja v severozahodnem delu katastrske občine Črešnjice. Del tega območja je bilo uporabljeno že pri analizi rezultatov izboljšave ZKP z dodatno izmerjenimi veznimi točkami, ki so v naravi dobro materializirane (scenarij III). ZKP se na tem območju po obliki na več delih ne ujema z dejanskim stanjem na terenu. Najbolj očitno je to pri primerjanju poteka parcel cest (ZKP) s prikazom cest na sloju državnega ortofota.



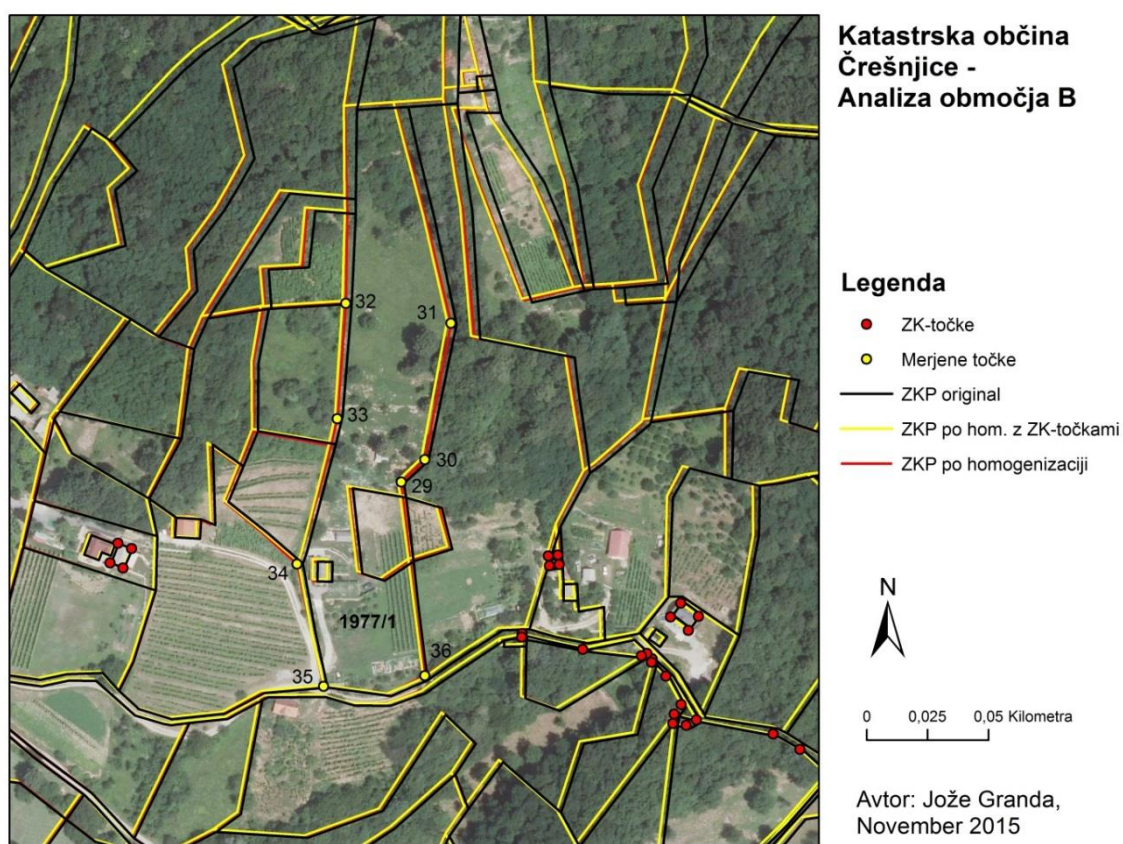
**Slika 18: Analiza izboljšave ZKP na območju A**

Kot lahko vidimo na sliki 18, na območju A in v njeni bližnji okolici ni evidentiranih ZK-točk. Najbližje je sklop 13 ZK-točk na vzhodu, ki so oddaljene približno 150 m, večji sklop ZK-točk pa je oddaljen približno 650 m proti severovzhodu. ZK-točke so pri homogenizaciji uporabljene kot referenčne in imajo veliko vpliv na spremembo položaja lomnih točk ZKP. V primeru, da imamo večja območja brez referenčnih točk, lahko natančnost ZKP na teh območjih poslabšamo.

Na območju A se jasno vidi poslabšanje ZKP, če uporabimo le ZK-točke kot referenčne (rumena barva na sliki 18). ZKP se je premaknil za približno 4 m v smeri proti jugozahodu, se pravi v nasprotni smeri, kot se nahaja večina ZK-točk. Ko smo na obravnavanem območju kot referenčne dodali še dodatno izmerjene vezne točke, se je natančnost ZKP izboljšala (rdeča barva na sliki 18). ZKP se je v tem primeru premaknil približno za 4 metre v smeri proti jugovzhodu. Z grafično analizo lahko na podlagi državnega

ortofota ugotavljamo spremembe. Na območju okoli objektov (obkroženo na levi strani slike 18 z modro barvo) je bilo izmerjenih sedem veznih točk, ki so bile v naravi materializirane z betonsko-plastičnimi mejniki. Ugotovili smo, da je točnost ZKP veliko boljša kot pred homogenizacijo brez uporabe dodatno izmerjenih veznih točk. Tudi na vzhodnem delu območja se dve meji veliko bolje ujemata z dejanskim stanjem v naravi.

### 4.3.2 Analiza območja B



**Slika 19: Analiza izboljšave ZKP na območju B**

Območje B se nahaja na območju vasi Srednje Grčevje. Analizirali smo zemljišče s parcelno številko 1977/1. Gre za zemljišče, ki ima v naravi mejne točke materializirane z betonskimi mejniki s križi in so dobro vzdrževani s strani lastnika. Točke niso evidentirane kot ZK-točke (lokalna izmera). Izmerili smo osem dodatnih veznih točk okoli te parcele in jih uporabili za izvedbo homogenizacije ZKP.

Kot lahko vidimo na sliki 19, so približno 60 metrov zahodno evidentirane štiri ZK-točke, približno 60 metrov proti vzhodu je evidentiranih pet ZK-točk, približno 50 metrov proti severu pa še ena ZK-točka. ZKP se po vključitvi teh ZK-točk v homogenizacijo na severu zemljišča premakne za približno 5 metrov proti zahodu, na jugu parcele pa za približno 2 metra proti zahodu. Po izvedbi analize, kjer smo kot referenčne uporabili samo ZK-točke, je odstopanje koordinat kontrolnih točk 1,490 m. Izvedli smo še analizo z dodatno izmerjenimi veznimi točkami kot referenčnimi. Odstopanje koordinat kontrolnih točk je po tej analizi 0,962 m. To je razlika, kjer so spremembe že vizualno opazne.

**Preglednica 12: Natančnost kontrolnih točk z uporabo samo ZK-točk kot referenčnih te z uporabo dodatno izmerjenih veznih točk kot referenčnih**

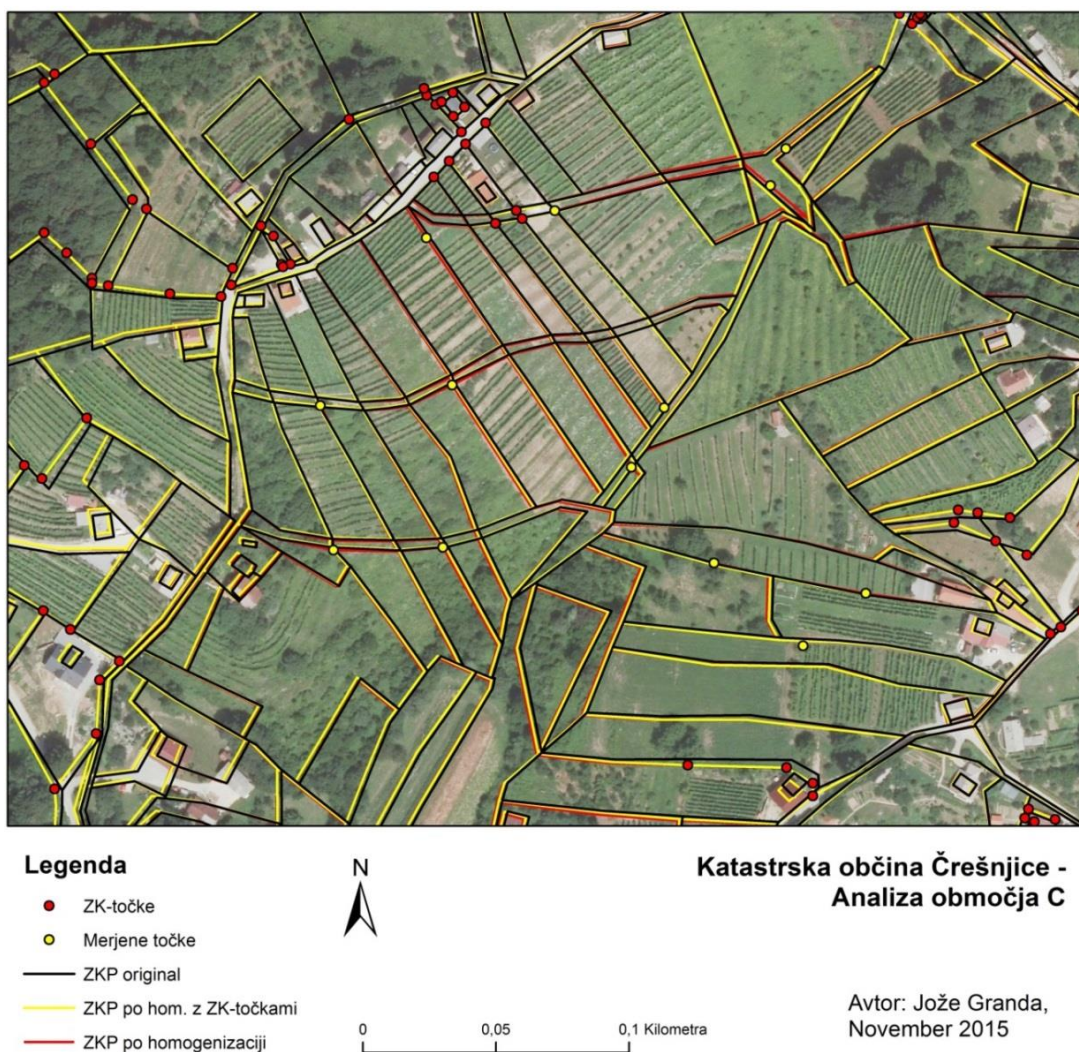
Ime dodatno merjene vezne točke	Odstopanje koordinat kontrolne točke po uporabi samo ZK-točk kot referenčnih [m]	Odstopanje koordinat kontrolne točke po uporabi dodatno izmerjenih veznih točk kot referenčnih [m]
29	1,625	REFERENČNA TOČKA
30	1,519	REFERENČNA TOČKA
31	1,971	0,776
32	1,848	REFERENČNA TOČKA
33	2,205	1,148
34	1,166	REFERENČNA TOČKA
35	0,478	REFERENČNA TOČKA
36	1,105	REFERENČNA TOČKA
<b>Odstopanje koordinat na kontrolnih točkah [m]</b>	<b>1,490</b>	<b>0,962</b>

### 4.3.3 Analiza območja C

Območje C se nahaja na območju vasi Zagrad pri Otočcu. Gre za vinogradniško območje, kjer so parcele dolge in ozke, na državnem ortofotu pa so jasno vidne najverjetneje parcelne meje med parcelami na podlagi oblik (meje rabe) vinogradov. Območje je obdano z večjim številom ZK-točk, ki so bile uporabljene za homogenizacijo ZKP. Na območju velikosti 250 x 250 m v sredini območja C, ki nima nobene ZK-točke, smo izmerili 13 dodatnih veznih točk. Primerjali smo originalni ZKP (črna barva na sliki 20) z ZKP po izvedbi homogenizacije z uporabljenimi ZK-točkami (rumena barva) ter tudi z ZKP po izvedbi homogenizacije z uporabo dodatno izmerjenih vezni točk (rdeča barva).

Na temelju vizualne primerjave lahko ugotovimo, da po izvedbi obeh homogenizacij ni prišlo do velikih sprememb. Premiki ZKP so na vseh točkah manjši od 1 m. Območje, ki je enakomerno obdano z evidentiranimi ZK-točkami ter nima velike površine, dodatnih veznih točk ne potrebuje.





**Slika 20: Analiza izboljšave ZKP na območju C**

#### **4.3.4 Analiza območja D**

Območje D se nahaja na vzhodnem delu katastrske občine Črešnjice. Gre za območje travnikov in njiv, ki ga seka cesta, kot je vidno na sliki 21. Na robu območja je nekaj ZK-točk, notranji del območja pa je brez ZK-točk, ki bi jih lahko uporabili za homogenizacijo ZKP. Na tem območju nismo našli mejnih znamenj, ki bili materializirani z betonskimi mejniki, naravnimi kamni ali podpornimi zidovi, smo pa identificirali naravne linije (terase, bregove), ki bi jih lahko obravnavali kot meje med parcelami. Težava nastane, ker ne vemo, ali meja parcele poteka po vznožju, po sredini ali po vrhu brežine, zato smo na tem območju za homogenizacijo uporabili pogoj vzporednosti.

Za določitev poteka linij smo z geodetsko izmero določili položaje vrhov brežin ter robov ceste, kot je vidno na sliki 21. Po izvedbi homogenizacije z uporabo geometričnega pogoja vzporednosti smo ugotovili, da se ZKP po uporabi tako izmerjenih točk ne spremeni bistveno. Razlike med ZKP-jem po homogenizaciji samo z uporabo ZK-točk (rumena barva na sliki 21) ter z uporabo tako pogojno vključenih merjenih točk (rdeča barva na sliki 21) niso velike. Meritev takih točk v našem primeru ni smiselna.

**Legenda**

- ZK-točke
- Merjene točke
- ZKP original
- ZKP po hom. z ZK-točkami
- ZKP po homogenizaciji



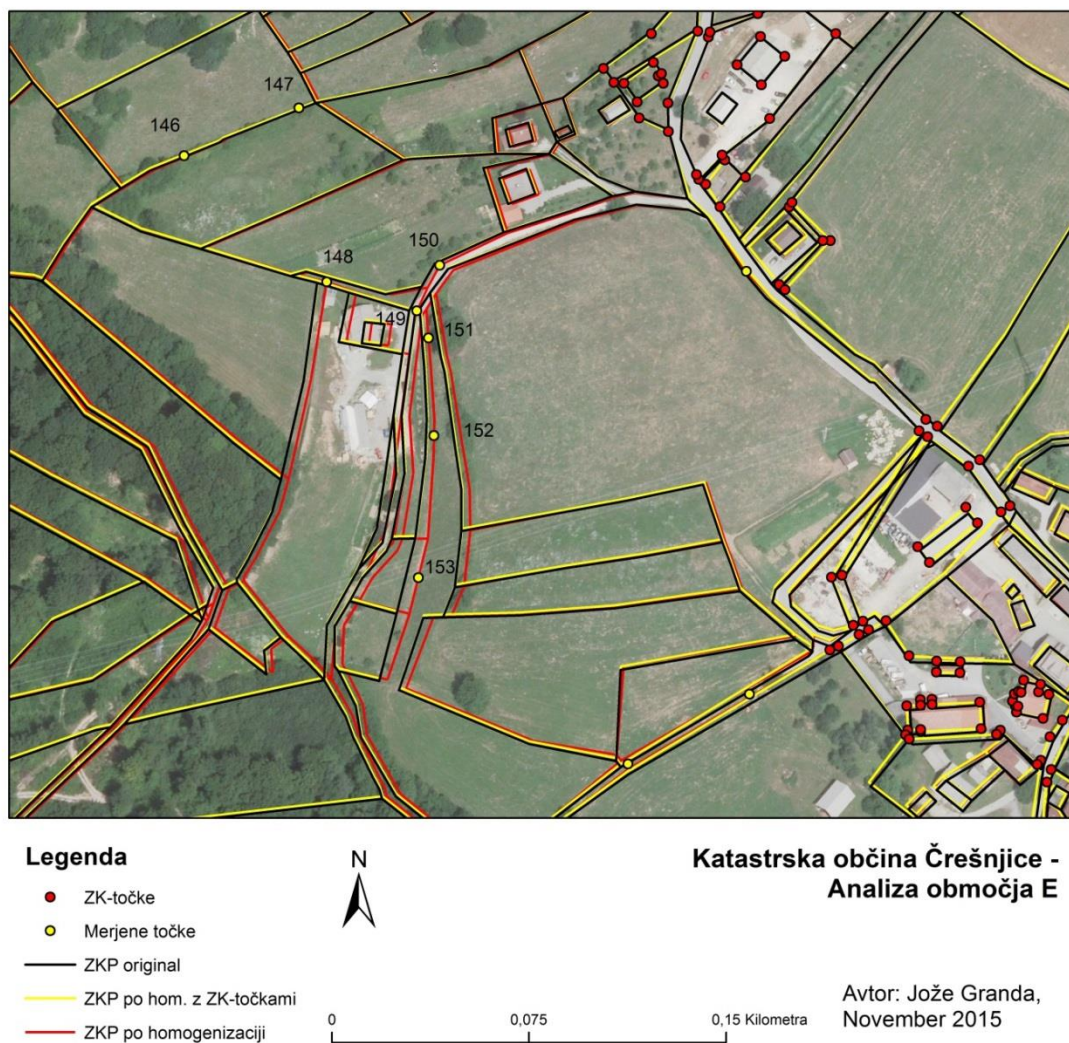
0 0,075 0,15 Kilometra

**Katastrska občina Črešnjice -  
Analiza območja D**

Avtor: Jože Granda,  
November 2015

**Slika 21: Analiza izboljšave ZKP na območju D**

### 4.3.5 Analiza območja E

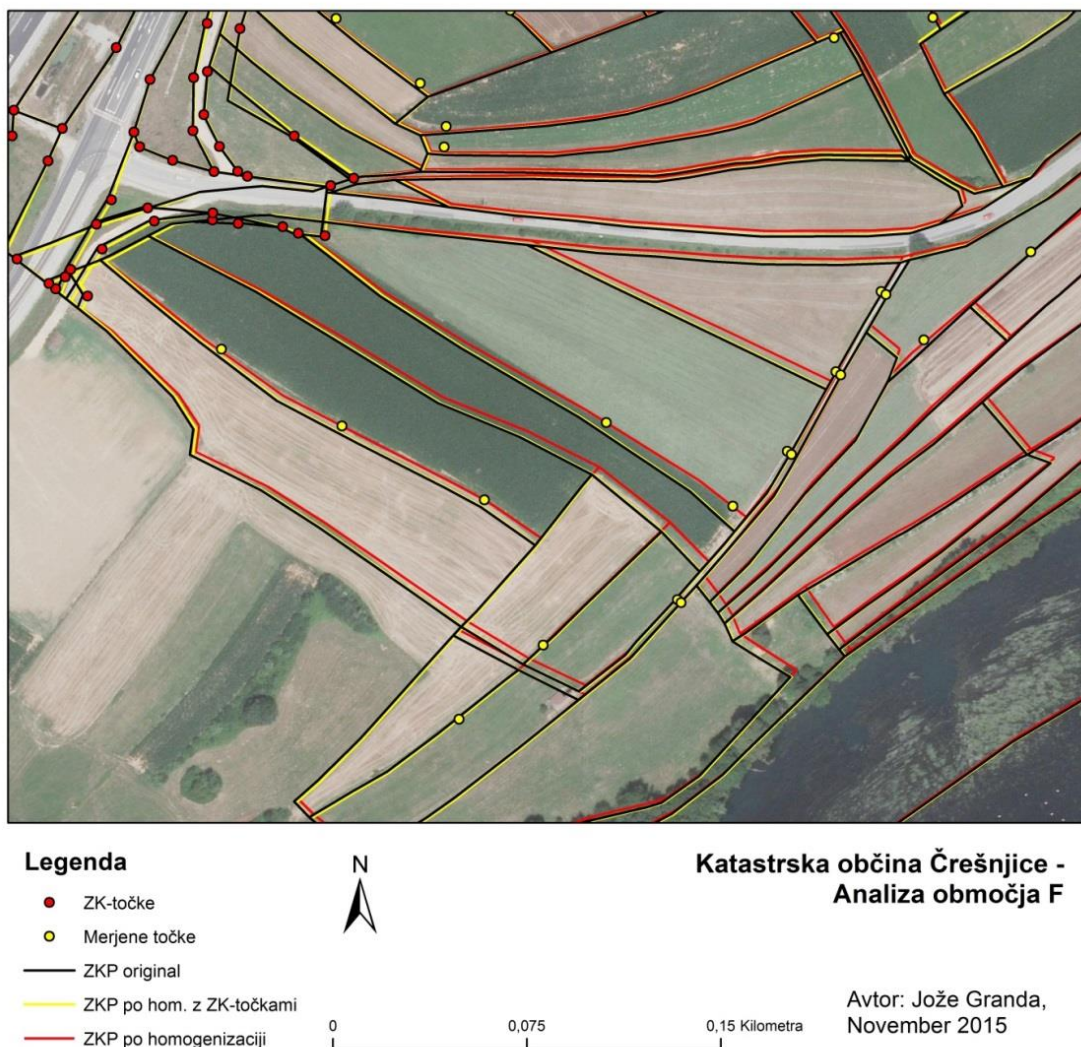


Slika 22: Analiza izboljšave ZKP na območju E

Območje E se nahaja na južnejšem, položnejšem delu katastrske občine Črešnjice, in sicer gre za območje vasi Jelše pri Otočcu. Na vzhodnem delu izbranega območja imamo vasi, kjer je evidentirano večje število ZK-točk, ki smo jih uporabili pri homogenizaciji. Na zahodnem delu območja imamo samostojno domačijo s stanovanjskim in gospodarskim poslopjem, kjer ni nobenih ZK-točk, ki bi jih lahko uporabili. Točke 148, 149 in 150 so v naravi materializirane z betonskimi mejniki, pri homogenizaciji smo vzpostavili identitete s točkami na ZKP-ju. Točke 151, 152 in 153 določajo linijo, kjer so posajene ciprese, ki po lastnikovem pričanju določajo mejo med parcelama. Pri homogenizaciji smo uporabili ukaz *linijo na točko*. Točki 146 in 147 sta v naravi naravna bregova, pri homogenizaciji pa smo jo uporabili kot pogoj vzporednosti. Po primerjavi državnega ortofota z ZKP-jem po

homogenizaciji samo z ZK-točkami ter z ZKP-jem po homogenizaciji z uporabo dodatno merjenih točk, lahko ugotovimo, da se je položajna kakovost ZKP izboljšala. Izboljšava se vidi po novem poteku linije 151–153, ki se ujema z dejanskim stanjem v naravi. Na območju domačije se je ZKP premaknil proti vzhodu za približno 2,5 metra, medtem ko se na območju vasi zaradi večjega vpliva ZK-točk ni opazno premaknil. Oddaljenost najbližjih ZK-točk od območja domačije je na vzhodu najmanj 100 m, na zahodu pa okoli 250 m. Izmera dodatnih veznih točk je torej smiselna na območjih, ki niso enakomerno obdana z ZK-točkami, njihova oddaljenost je najmanj 100 m ter se že po primerjavi ZKP ter državnega ortofota vidijo jasna neujemanja s stanjem v naravi.

#### 4.3.6 Analiza območja F



**Slika 23: Analiza izboljšave ZKP na območju F**

Območje F se nahaja na skrajnem južnem delu katastrske občine Črešnjice, južno od avtoceste A2 ter severno od reke Krke. Na tem območju imamo travnike in njive, ki se jasno ločijo med seboj (slika 23).

ZKP ni evidenca, s katerim natančno določamo meje, ampak je zgolj informativen prikaz poteka parcelnih mej s koristnimi podatki o topoloških razmerjih do sosednjih parcel. V takih primerih, ko nimamo kakovostnih veznih točk med grafičnimi koordinatami ZKP in položaji materializiranih točk v naravi, je za lažjo uporabo podatkov ZKP v okoljih GIS smiselno, da položaj ZKP prilagodimo najbolj verjetnemu poteku parcelnih mej v naravi. Izmerjene vezne točke so lahko v tem primeru grebeni med njivami, naravni bregovi med parcelami. Pri homogenizaciji smo na takih območjih smiselno uporabili premik meje na točko ter na nekaterih delih pogoj vzporednosti. Po izvedbi homogenizacije se jasno vidi boljše ujemanje ZKP z dejanskim stanjem z uporabo dodatno merjenih veznih točk (rdeča barva) kot po homogenizaciji samo z uporabo ZK-točk (rumena barva). Kljub temu ne moremo predpostaviti, da je položajna kakovost izboljšane ZKP večja od originalnega ZKP, saj je pri določevanju »pravih« položajev preveliko negotovosti.



## 5 ZAKLJUČEK

V nalogi smo ugotavljali, ali je mogoče z večjo gostoto ter ustrezno razporeditvijo geodetsko domerjenih veznih točk, ki niso ZK-točke, so pa v naravi materializirane, izboljšati položajno natančnost in točnost ZKP z uporabo membranske metode.

Delovno hipotezo smo preverili na območju celotne katastrske občine Črešnjice. Meritve smo izvajali z RTK-metodo izmere GNSS, kjer smo izmero izvajali na odprtih območjih ter na območjih, kjer je gostota ZK-točk omejena oziroma na območjih, kjer ni bilo evidentiranih ZK-točk v zemljiškem katastru. To metodo izmere smo uporabili zaradi hitrosti, natančnosti in ekonomičnosti. Izravnavo in homogenizacijo smo izvedli v programskem okolju *Systra*, grafično primerjavo pa v programskem okolju *ArcMap*.

V analitičnem delu smo primerjali vpliv vključitve samo ZK-točk v izboljšavo položajne kakovosti ZKP z membransko metodo ter nadalje vpliv vključitve dodatno izmerjenih veznih točk v postopke izboljšave položajne kakovosti ZKP. Dodatno smo ugotavljali tudi vpliv upoštevanja geometričnih pogojev na izboljšavo ZKP. Na podlagi kontrolnih točk (položaje le teh smo določili z geodetsko terensko izmero in jih primerjali z »identičnimi« koordinatami izboljšane ZKP) smo za študijsko območje za izboljšavo položajne kakovosti ZKP z membransko metodo ugotovili:

- da se položajna kakovost ZKP močno izboljša z uporabo dodatno izmerjenih veznih točk (poleg kakovostnih ZK-točk). Odstopanje koordinat na kontrolnih točk je bila samo z uporabo ZK-točk kot referenčnih 2,693 m, z vključitvijo dodatno izmerjenih veznih točk kor referenčnih pa je odstopanje koordinat na kontrolnih točkah znašala 1,176 m. Izboljšava v povprečju znaša okoli 1,5 m,
- da se položajna kakovost ZKP ne izboljša z vključitvijo slabo materializiranih izmerjenih veznih točk,
- da se z vključitvijo vpliva geometričnega pogoja pravokotnosti ZKP ne izboljša bistveno. Odstopanja koordinat na kontrolnih točkah so glede na izboljšavo samo z uporabo ZK-točk kot referenčnih ostala skoraj nespremenjena. S pomočjo grafične primerjave lahko opazimo rahle lokalne spremembe okoli objektov, kjer so vključeni pogoji pravokotnosti,
- da se z upoštevanjem vpliva geometričnega pogoja vzporednosti ZKP ne izboljša bistveno. Tako s primerjanjem na kontrolnih točkah kot z grafično analizo nismo opazili bistvenih sprememb. Meritve grebenov, brežin in ostale naravne meje niso smiselne za obravnavani primer.

Z grafično primerjavo položajno izboljšanega ZKP (s homogenizacijo samo z uporabo ZK-točk kot referenčnih ter z uporabo dodatno izmerjenih veznih točk kot referenčnih) z državnim ortofotom smo ugotovili:

- da je na območjih z večjo površino brez evidentiranih ZK-točk v zemljiškem katastru izvedba dodatnih meritev veznih točk nujno potrebna za izboljšavo položajne kakovosti ZKP,
- da je na večjih območjih, kjer območja ZK-točke ne obdajajo enakomerno in dovolj gosto, potrebna izvedba dodatnih meritev veznih točk za izboljšavo položajne kakovosti ZKP,
- da je na manjših območjih, kjer območja obdajajo enakomerno ZK-točke, položajna izboljšava ZKP zadovoljiva z uporabo le ZK-točk,
- da je na območjih s slabo materializiranimi mejnimi znamenji meritev dodatno merjenih veznih točk nesmiselna (veliko negotovosti glede položaja mejnih točk v naravi).

Glede na vse ugotovitve lahko potrdimo hipotezo, *da je mogoče z večjo gostoto ter ustrezno razporeditvijo geodetsko domerjenih veznih točk, ki niso ZK-točke, so pa v naravi materializirane, izboljšati položajno natančnost in točnost ZKP z uporabo membranske metode*. Pri tem je pomembno, da so domerjene vezne točke dobro materializirane, izmerjene z metodo ustrezne natančnosti ter ustrezno razporejene po celotnem območju homogenizacije.

V nalogi nismo posebej obravnavali problema grobo pogrešenih opazovanj (ZK-točk, napačnih vklopov merjenih podatkov v ZKP in podobno), kar zahteva dodatno pozornost v nadaljevanju raziskav na tem področju.



## VIRI

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

Berk, S., Komadina, Ž. 2010. Trikotniško zasnovana transformacija med starim in novim državnim koordinatnim sistemom Slovenije. Ljubljana, Založba ZRC.

[http://www.transformacije.si/media/Berk\\_Komadina\\_2010\\_GISS\\_10.pdf](http://www.transformacije.si/media/Berk_Komadina_2010_GISS_10.pdf) (Pridobljeno 10. 12. 2015.)

Čadež, P. 2010. Analiza metod geodetske GNSS izmere. Diplomski naloga – UNI. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo, geodetska smer: 119 str.

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

Čeh, M., Lisec, A., Ferlan, M., Šumrada, R. 2011b. Kakovost podatkov zemljiškega katastra - Geodetsko podprta prenova grafičnega dela zemljiškega katastra. Predstavitvena naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Čeh, M., Gielsdorf, F., Lisec, A. 2011c. Homogenization of digital cadastre map improving geometrical quality. SOR '11 proceedings. Ljubljana, Slovenian Society Informatika, Section for Operational Research: str. 53–59.

Čeh, M., Ferlan, M., Lisec, A., Šumrada, R., Švab, B. 2012. Application of membrane homogenization method for Slovenian cadastral index map. FIG Working Week 2012: Knowing to manage the territory, protect the environment, evaluate the cultural heritage, Rome, Italy, 6-10 May 2012.

[http://www.fig.net/pub/fig2012/papers/ts03i/TS03I\\_sumrada\\_lisec\\_et\\_al\\_5794.pdf](http://www.fig.net/pub/fig2012/papers/ts03i/TS03I_sumrada_lisec_et_al_5794.pdf) (Pridobljeno 10. 12. 2015.)

Čeh, M., Lisec, A., Trobec, B., Ferlan, M. 2015. Analiza možnosti izboljšave položajne točnosti, natančnosti in zanesljivosti zveznega grafičnega sloja zemljiškega katastra (ZKP). Končno poročilo projekta. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 60 str.

Demšar, B. 2001. Grafični kataster danes, jutri. Geodetski vestnik 47, 1&2: 154–156.

Geodetski inštitut Slovenije. 2003. Ocena natančnosti podatkov zemljiškega katastra. Geodetski vestnik 47, 3: 337–342.

Geodetski inštitut Slovenije. 2008. Ocena kakovosti zemljiško katastrskega prikaza. Ljubljana.

Gielsdorf, F., Gruendig, L., Aschoff, B. 2004. Positional accuracy mprovement – A necessary tool for updating and integrating of GIS data. FIG working week 2004, Athens, Greece, Mai 22-27, 2004. [https://www.fig.net/resources/proceedings/fig\\_proceedings/athens/papers/ts02/ts02\\_2\\_gielsdorf\\_et\\_al.pdf](https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/athens/papers/ts02/ts02_2_gielsdorf_et_al.pdf) (Pridobljeno 10. 12. 2015.)

Gielsdorf, F., Hope, S. 2007. Quality considerations for optimal positioning when integrating spatial data. Berlin, Technet GmbH.

Gielsdorf, F. 2010. Data Integration with Adjustment Techniques. Berlin, Technet GmbH.

Gruendig, L., Gielsdorf, F., Aschoff, B. 2007. Merging Different Data Sets Based on Matching and Adjustment Techniques. FIG Working week, Hong Kong, May 13-17, 2007. [https://www.fig.net/resources/proceedings/fig\\_proceedings/fig2007/papers/ts\\_2d/ts02d\\_01\\_gruendig\\_%20etal\\_1362.pdf](https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2007/papers/ts_2d/ts02d_01_gruendig_%20etal_1362.pdf) (Pridobljeno 10. 12. 2015.)

Grilc, M., 2006. Zemljiški kataster. Ljubljana.  
[http://issuu.com/digidata\\_doo/docs/abc\\_katastra\\_koncni](http://issuu.com/digidata_doo/docs/abc_katastra_koncni) (Pridobljeno 10. 12. 2015.)

GURS. 2007. Tehnično navodilo za uporabo novega koordinatnega sistema v zemljiškem katastru. Ljubljana, Geodetska uprava RS.

GURS. 2013. Vrste digitalnih podatkov in način zapisa. Ljubljana, Geodetska uprava RS. [http://www.gu.gov.si/fileadmin/gu.gov.si/pageuploads/zakonodaja/ZEN\\_am/Izmenjevalni\\_format\\_no\\_v13\\_OCR.pdf](http://www.gu.gov.si/fileadmin/gu.gov.si/pageuploads/zakonodaja/ZEN_am/Izmenjevalni_format_no_v13_OCR.pdf) (Pridobljeno 20. 9. 2015.)

GURS. 2016. Centralna evidenca prostorskih podatkov. Ljubljana, Geodetska uprava RS. <http://prostor3.gov.si/cepp> (Pridobljeno 20. 1. 2016.)

Hegediš, V. 2015. Analiza možnosti vključitve podatkov preteklih katastrskih izmer v izboljšavo kakovosti ZKP. Diplomsko naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 36 str.

Hintz, J., Wahl, J., Wurm, K., McKay, D. 1996. Geographic measurement management: An operational measurement-based land information system. Proceedings of the ACSM/ASPRS Annual Convention, Bethesda, Maryland 1996, 3: str. 141–149.

Hope, S., Gielsdorf, F. 2007. Quality considerations for optimal positioning when integrating spatial data. Spatial Sciences Institute International Biennial Conference 2007, Hobart Australia, May 2007.

Lego, K. (1967). Geschichte des österreichischen Grundkatasters. Dunaj, Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen.

Lisec, A. 2011a. Kakovost podatkov zemljiškega katastra 1. del. Predavanje v šolskem letu 2011/2012 pri predmetu Evidence in katastri nepremičnin. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 77 str.

Lisec, A. 2011b. Kakovost podatkov zemljiškega katastra 2. del. Predavanje v šolskem letu 2011/2012 pri predmetu Evidence in katastri nepremičnin. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 111 str.

Lisec, A. 2011c. Vsebina in postopki zemljiškega katastra v Sloveniji. Predavanje v šolskem letu 2011/2012 pri predmetu Evidence in katastri nepremičnin. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 38 str.

Lisec, A., Navratil, G. 2014. Avstrijski zemljiški kataster: od prvih začetkov do sodobnega zemljiškega informacijskega sistema. The Austrian land cadastre: from the earliest beginnings to the modern land information system. Geodetski vestnik 58, 3: 482–516. DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2014.03.482-516

Mlakar, G. 1986. Kataster 1: Zemljiški kataster in zemljiška knjiga. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 141 str.

Mlakar, G., 1996. Meje, posestne in državne. Ljubljana.

Muhič, A. 2014. Rekonstrukcija katastrskih načrtov ob meji katastrske občine na območju MO Novo mesto. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 36 str.

Navratil, G., Franz, M., Pontikakis, E. (2004). Measurement-Based GIS Revisited. 7<sup>th</sup> AGILE Conference on Geographic Information Science, Heraklion, April 29-May 1, 2004.

Pravilnik o urejanju mej ter spreminjanju in evidentiranju podatkov v zemljiškem katastru. Uradni list RS št. 8/2007: 719–725.

Švab, B. 2012. Identifikacija veznih točk in izboljšava položajne natančnosti zemljiško-katastrskega prikaza z membransko metodo v k.o. Žažar. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 108 str.

Technet GmbH. 2010. Programmbeschreibung Systra v10. Berlin.

Tehnično navodilo za uporabo novega koordinatnega sistema v zemljiškem katastru. 2007. Ljubljana, Geodetska uprava RS.

ZENDMPE. 2000. Zakon o evidentiranju nepremičnin, državne meje in prostorskih enot. Uradni list RS št. 52/2000: 6921–6936.

ZEN. 2006. Zakon o evidentiranju nepremičnin. Uradni list RS št. 47/2006: 5029–5056.

**PRILOGA A: Seznam koordinat izmerjenih veznih točk**

<b>TOČKA</b>	<b>E [m]</b>	<b>N [m]</b>	<b>H [m]</b>	<b>TOČKA</b>	<b>E [m]</b>	<b>N [m]</b>	<b>H [m]</b>
<b>1</b>	513.385,616	79.856,518	479,977	<b>40</b>	514.394,974	79.440,933	323,916
<b>2</b>	513.383,744	79.859,305	480,155	<b>41</b>	514.623,719	79.431,617	340,275
<b>3</b>	513.379,360	79.866,799	483,175	<b>42</b>	514.715,845	79.369,651	344,594
<b>4</b>	513.374,831	79.885,710	486,941	<b>43</b>	514.819,029	79.295,843	317,513
<b>5</b>	513.347,048	79.886,658	486,523	<b>44</b>	514.856,942	79.280,273	316,106
<b>6</b>	513.340,793	79.860,754	482,290	<b>45</b>	515.127,865	79.273,300	314,005
<b>7</b>	513.384,472	79.836,713	476,836	<b>46</b>	515.063,640	79.185,865	294,421
<b>8</b>	513.193,949	79.809,669	458,235	<b>47</b>	515.384,229	79.098,365	262,201
<b>9</b>	513.045,881	79.958,199	461,532	<b>48</b>	515.376,943	79.153,155	274,627
<b>10</b>	513.124,649	79.950,215	478,830	<b>49</b>	515.372,063	79.151,412	275,352
<b>11</b>	513.226,885	79.896,870	477,487	<b>50</b>	515.346,803	79.258,780	308,940
<b>12</b>	513.729,840	79.898,151	468,205	<b>51</b>	515.364,817	79.261,238	308,074
<b>13</b>	513.728,635	79.791,085	430,117	<b>52</b>	515.415,319	79.275,557	306,069
<b>14</b>	513.730,450	79.740,270	414,992	<b>53</b>	515.546,934	79.140,239	297,347
<b>15</b>	513.696,450	79.701,694	412,545	<b>54</b>	515.547,243	79.042,393	271,462
<b>16</b>	513.834,482	79.671,361	383,659	<b>55</b>	515.455,062	79.048,938	269,041
<b>17</b>	513.809,052	79.621,280	377,274	<b>56</b>	513.549,484	80.816,817	572,662
<b>18</b>	513.512,038	79.676,279	416,937	<b>57</b>	513.484,789	80.678,405	548,046
<b>19</b>	513.464,607	79.686,606	434,748	<b>58</b>	513.459,041	80.762,072	547,687
<b>20</b>	513.451,638	79.724,568	447,750	<b>59</b>	513.485,613	80.821,277	555,039
<b>21</b>	513.429,921	79.694,042	444,131	<b>60</b>	513.578,825	80.854,208	575,173
<b>22</b>	513.450,544	79.725,491	448,516	<b>61</b>	513.701,884	80.792,830	582,364
<b>23</b>	513.521,029	79.815,341	445,148	<b>62</b>	513.684,292	80.779,409	579,878
<b>24</b>	513.549,699	79.820,711	445,645	<b>63</b>	513.703,593	80.721,622	562,449
<b>25</b>	514.122,380	79.887,038	427,791	<b>64</b>	514.062,203	80.260,590	509,440
<b>26</b>	514.091,641	79.852,579	412,754	<b>65</b>	514.007,887	80.094,197	454,289
<b>27</b>	513.976,951	79.766,598	373,889	<b>66</b>	514.209,989	79.940,394	459,648
<b>28</b>	513.972,434	79.770,637	373,809	<b>67</b>	514.215,294	79.988,009	472,190
<b>29</b>	514.432,108	79.750,223	410,748	<b>68</b>	514.214,978	80.001,215	475,828
<b>30</b>	514.441,737	79.759,401	417,784	<b>69</b>	516.074,602	78.858,546	328,353
<b>31</b>	514.452,502	79.815,296	439,868	<b>70</b>	516.100,625	78.863,895	324,994
<b>32</b>	514.409,378	79.823,441	440,354	<b>71</b>	516.122,715	78.868,783	321,549
<b>33</b>	514.405,837	79.776,228	423,834	<b>72</b>	516.209,387	78.892,083	314,446
<b>34</b>	514.389,418	79.716,583	396,651	<b>73</b>	516.203,571	78.878,170	309,131
<b>35</b>	514.400,296	79.666,445	385,756	<b>74</b>	516.163,779	78.794,907	284,076
<b>36</b>	514.441,753	79.670,805	385,691	<b>75</b>	516.151,467	78.772,558	279,019
<b>37</b>	514.629,279	79.482,173	356,704	<b>76</b>	516.182,464	78.736,585	285,626
<b>38</b>	514.591,275	79.439,797	344,003	<b>77</b>	516.239,378	78.725,193	301,721
<b>39</b>	514.533,802	79.492,769	337,930	<b>78</b>	516.215,819	78.705,558	295,719

TOČKA	E [m]	N [m]	H [m]	TOČKA	E [m]	N [m]	H [m]
79	516.173,743	78.618,373	286,572	127	516.153,430	77.683,716	184,868
80	516.150,485	78.623,795	277,811	128	516.152,591	77.894,018	183,473
81	516.080,786	78.742,504	279,635	129	516.102,120	77.880,959	188,231
82	516.039,799	78.741,414	286,907	130	516.071,231	77.830,820	193,365
83	516.034,841	78.795,653	313,266	131	515.867,516	77.865,211	225,936
84	516.084,308	78.803,352	305,705	132	515.870,690	77.912,136	226,478
85	516.726,358	78.397,402	206,474	133	515.767,475	77.787,033	236,947
86	516.735,700	78.387,379	204,850	134	515.790,888	77.816,489	237,012
87	516.695,640	78.321,920	202,445	135	515.805,009	77.846,983	236,640
88	516.685,926	78.325,454	203,650	136	515.788,890	77.867,325	241,891
89	516.660,634	78.271,804	205,781	137	515.760,908	77.820,463	243,225
90	516.669,804	78.265,766	203,990	138	515.718,815	77.780,327	241,622
91	516.637,837	78.215,556	202,522	139	515.702,965	77.768,320	241,839
92	516.627,387	78.221,925	204,646	140	515.679,756	77.792,813	248,508
93	516.647,561	78.211,081	200,388	141	515.705,087	77.813,792	249,918
94	516.659,241	78.210,826	198,884	142	515.693,975	77.830,296	252,678
95	516.668,571	78.242,217	201,522	143	515.675,875	77.811,184	251,589
96	516.698,247	78.300,632	201,611	144	515.590,728	77.738,583	254,634
97	516.709,305	78.298,106	200,883	145	515.553,223	77.706,990	254,715
98	516.739,380	78.350,989	202,527	146	515.603,607	77.637,949	228,233
99	516.730,365	78.355,997	202,902	147	515.647,269	77.656,145	227,936
100	516.742,590	78.291,186	200,397	148	515.657,900	77.589,888	218,413
101	516.723,691	78.246,227	198,236	149	515.692,169	77.578,821	215,348
102	516.696,646	78.198,047	194,394	150	515.700,894	77.596,196	215,246
103	516.611,779	78.209,747	206,848	151	515.696,589	77.568,458	211,864
104	516.606,368	78.210,926	206,749	152	515.698,669	77.531,337	208,949
105	516.614,394	78.242,041	209,427	153	515.692,801	77.477,201	204,071
106	516.610,062	78.242,169	209,394	154	515.772,530	77.406,275	200,372
107	516.617,425	78.312,648	215,764	155	515.818,747	77.432,814	199,848
108	516.613,450	78.313,783	215,915	156	515.817,553	77.593,894	209,780
109	516.617,496	78.356,549	219,103	157	515.865,027	76.644,409	179,911
110	516.613,812	78.357,380	219,411	158	515.866,913	76.643,230	179,860
111	516.625,381	78.407,261	223,249	159	515.847,581	76.613,399	176,243
112	516.621,436	78.408,131	223,450	160	515.849,370	76.612,167	176,224
113	516.647,049	78.406,809	220,010	161	515.828,738	76.582,576	173,737
114	516.639,908	78.389,947	218,787	162	515.830,302	76.581,375	173,692
115	515.858,409	77.718,545	219,915	163	515.807,745	76.561,346	172,530
116	515.919,150	77.763,935	214,188	164	515.758,771	76.593,716	174,902
117	515.957,064	77.815,059	211,411	165	515.786,282	76.525,183	172,019
118	516.022,271	77.839,414	204,250	166	515.787,722	76.524,026	171,858
119	516.015,105	77.799,363	202,678	167	515.701,876	76.478,906	179,112
120	516.001,649	77.746,911	202,218	168	515.734,415	76.507,648	177,994
121	515.988,016	77.704,935	199,143	169	515.711,641	76.563,811	181,353
122	516.055,686	77.684,736	193,133	170	515.656,551	76.592,361	184,664
123	516.073,914	77.689,148	190,713	171	515.610,038	76.622,067	186,492
124	516.084,776	77.685,616	189,258	172	515.696,130	76.700,337	185,654
125	516.104,400	77.688,661	187,219	173	515.696,861	76.708,268	186,862
126	516.108,222	77.685,492	186,862	174	515.686,847	76.725,014	188,271

<b>TOČKA</b>	<b>E [m]</b>	<b>N [m]</b>	<b>H [m]</b>
<b>175</b>	515.654,276	76.750,088	188,697
<b>176</b>	515.682,643	76.781,618	190,728
<b>177</b>	515.721,685	76.753,184	190,585
<b>178</b>	515.779,091	76.754,482	188,156
<b>179</b>	515.820,651	76.774,738	184,959
<b>180</b>	515.820,628	76.787,752	184,266
<b>181</b>	515.777,710	76.847,941	185,506
<b>182</b>	515.812,590	76.877,152	190,273
<b>183</b>	515.856,825	76.801,756	189,900
<b>184</b>	515.882,761	76.789,884	192,580
<b>185</b>	515.885,029	76.750,422	189,973
<b>186</b>	515.846,888	76.742,533	187,357
<b>187</b>	515.922,902	76.659,777	178,425
<b>188</b>	515.881,595	76.625,677	177,933