

Analysis for Producing a Facsimile of the Cadastral Map of Varaždin

Mirko HUSAK

State Geodetic Administration, Varaždin Cadastral Office
Stanka Vraza 4, HR-42000 Varaždin
mirko.husak@dgu.hr

Abstract: This paper investigates and suggests methods for producing a facsimile of the 1860 cadastral map of Varaždin. The methods used to produce the map, the coordinate systems, map contents, usage, maintenance and damage are described. Three samples from the map that display the elements of damage noted were researched, and the possibility of replacing damaged sections with undamaged sections using digital methods investigated. The sources available were the original cadastral colour map of Varaždin, along with the line art cadastral map and field cadastral sketches. The original colour and line art maps were scanned using the DeSkan Express scanning system for large formats. A flatbed UMAX Mirage II A3 scanner was used for scanning the field cadastral map. For the research image-processing, Adobe Photoshop CE 7.0 software was used, although it was primarily designed for processing photographs. The colour separation method was rejected from the start, since the map was made by hand. The paper discusses the possibility of copying and inserting missing parts from additional map sources, changing the colour of the paper to white or another colour, removing the map content added in red ink and lead pencil, and so on. The discussion is based on actual examples from the digital image. The conclusion suggests image-processing methods for achieving optimal results in producing a facsimile of the Varaždin cadastral map.

Keywords: facsimile, cadastral map, map content, scanning, digital image processing

1 Introduction

The Varaždin cadastral map is a beautiful, coloured map, which is still used officially by the land cadastre and land register. Since it has been used constantly over a long period of time, the map has suffered substantial damage, partly because it has been stored inappropriately in a drawer. There is a need to protect the original and, at the same time, produce a facsimile replacement. The research goals propose multiple uses for the facsimile Varaždin cadastral map in both digital and analogue (printed) form.

Second cadastre, known as the Franciscan cadastre, with its coordinate systems, basic trigonometric map sheets, detailed map sheets, cadastral map of Varaždin and especially map sheet 21, its usage and maintenance, are also described. In order to investigate the production of a facsimile of the Varaždin cadastral map, this paper provided the results of research into the methodology of how the map was made, its content, the colours and paper used, and later additions drawn on it.

The damage includes worn edges, dark brown areas resulting from the use of adhesive tape, missing parts, and stains. The paper discusses the contents added in lead pencil and lines and parcel numbers added in red ink during regular cadastral map updating. The map content analysis results are used to propose a strategy for repairing the damage to the map. Finally, the paper analyses the reconstruction of the map content based on the examples, using the strategy described in the paper.

A project undertaken during postgraduate studies for a Master of Science degree formed the starting point of this paper (Husak 2006). The abstract was published in Husak (2011a), and the extended paper is under preparation (Husak 2011b).

2 Research purpose and its goals

The research goal was to produce a written strategy for creating a facsimile of the Varaždin cadastral map in order to restore its original appearance, i.e. with

Analiza za izradu faksimila katastarskog plana Varaždina

Mirko HUSAK

Državna geodetska uprava, Područni ured za katastar Varaždin
Stanka Vraza 4, HR-42000 Varaždin
mirko.husak@dgu.hr

Sažetak: U radu se istražuje i predlaže izrada faksimila katastarskog plana Varaždina iz 1860. godine. Opisan je način izrade katastarskog plana Varaždina, koordinatni sustavi, njegov sadržaj, korištenje i održavanje te oštećenja plana. Odabirom triju uzoraka koja sadrže sva zamijećena oštećenja istražene su mogućnosti prekrivanja tih oštećenja s neoštećenim dijelovima plana digitalnim metodama. Raspoloživi izvornik za ovo istraživanje je katastarski plan Varaždina u boji kao glavni izvornik, a dodatni su izvornici katastarski plan linijskog sadržaja i terenski katastarski plan, tj. kaširana indikacijska skica. Glavni izvornik i plan linijskog sadržaja skenirani su skenerskim sustavom DeSkan Express za velike formate. Terenski katastarski plan skeniran je stolnim plošnim skanerom formata A3 UMAX Mirage II. U radu za istraživanje digitalne izrade faksimila katastarskog plana Varaždina primijenjen je uređivač rasterskih slika Adobe Photoshop CE 7.0, koji je ponajprije namijenjen za obradu fotografija. Metoda odvajanja boja je odbačena u početku, budući da je karta izrađena ručno. U radu se raspravlja o mogućnosti kopiranja i umetanja nedostajućih dijelova s pomoćnih izvornika, zamjene boje papira bijelom ili nekom drugom bojom, uklanjanje naknadno dodanog sadržaja crvenim tušem i olovkom i drugo. Rasprava se osniva na praktičnim primjerima na digitalnoj slici. Zaključkom se predlažu metode digitalne obrade slike za optimalan rezultat faksimila katastarskog plana Varaždina.

Ključne riječi: faksimil, katastarski plan, sadržaj plana, skeniranje, digitalna obrada slike

1. Uvod

Katastarski plan Varaždina iz 1860. godine lijepa je karta u boji, još uvijek u službenoj upotrebi za katastar zemljišta i zemljišnu knjigu. Taj je plan znatno oštećen zbog dugotrajne upotrebe, a djelomično i zbog neprijemljenog smještaja u ladici, te se pokazalo potrebnim zaštititi original i istovremeno izraditi plan koji bi zamijenio original, tj. faksimil. U ovom istraživanju predlaže se višestruka namjena faksimila katastarskog plana Varaždina u digitalnom obliku, ali i u tiskanom obliku.

Opisan je drugi ili Franciskanski katastar, njegovi koordinatni sustavi, podjela na trigonometrijske sekcije i detaljne listove, katastarski plan Varaždina i posebno detaljni list 21, njegova upotreba i održavanje. Rad istražuje metodologiju izrade ovog plana, njegov sadržaj, korištene boje, papir i doctani sadržaj plana radi izrade faksimila katastarskog plana Varaždina. Uočena su oštećenja plana: zaderotine na rubovima lista, tragovi od selotejpa, nedostajući dijelovi plana i mrlje. Raspravlja se o oznakama dopisanim olovkom te linijskom sadržaju i oznakama

čestica nacrtanima crvenim tušem tijekom redovitog održavanja katastarskog plana. Rezultati analize sadržaja plana upotrijebljeni su za prijedlog strategije obnove oštećenja plana. Na kraju, rad analizira obnovu oštećenog sadržaja plana kroz primjere u skladu sa strategijom opisanom u nastavku rada.

Projekt na poslijediplomskome magistarskom studiju geodezije na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu bio je začetak ovog rada (Husak 2006), sažetak je prikazan u Husak (2011a), i bitno drugačiji oblik ovog rada u Husak (2011b).

2. Svrha i ciljevi istraživanja

Cilj je istraživanja pisana strategija za izradu faksimila katastarskog plana Varaždina, i to kako je izgledao na početku njegove upotrebe, tj. s neoštećenim rubovima, cjelovitog sadržaja i bez mrlja na papiru uz mogućnost uklanjanja dijelova doctanih crvenim tušem i olovkom tijekom njegova redovitog održavanja. Tako obnovljena digitalna rasterska slika mogla bi se pregledavati u

undamaged edges, the entire map content, without stains on the paper and, preferably, without the later red ink and pencil additions. Thus a reconstructed digital raster image could be accessed using raster image viewing software, plotted on paper or other media, transformed into the coordinate system of another cartographic projection, and also used in GIS software for spatial analysis.

The paper investigates and suggests the use of digital methods for reconstructing the cadastral map of Varaždin. The reconstructed map could be used in both analogue and digital form. The digital facsimile could be printed on paper or other media and have the following uses:

1. Replacing the original cadastral map in regular use in the land cadastre office and land register office. This was the initial intention of the research.
2. Archiving the original map in the State Archives, where it could be restored using classic methods. A printed facsimile would be available to users of the archive.
3. Printing a number of copies for commercial purposes, e.g. as souvenirs, or official gifts from the town or county authorities.

The digital facsimile could be:

4. Digitally printed in a digital document viewer (for example Adobe PDF Reader, Foxit Reader or similar), meaning it would be more legible than the damaged original; it could be zoomed, panned and printed in a scale defined by the user.
5. Used officially by the land cadastre office and land registry office – the digital facsimile cadastral map of Varaždin with the damage repaired and red ink additions retained could be appropriately transformed into the coordinate system of official cartographic projection for spatial matching with other maps of the same area (so-called property identification), primarily with cadastral maps from the more recent 1936–1939 land survey, and the brand new 2010 land survey that has not yet been completed.

Along with the research goals, multiple uses are suggested for the digitally reconstructed facsimile of the cadastral map of Varaždin, but the only way to cover the costs and produce revenue would be to print and sell the product.

3 Description of the map of Varaždin

The first military triangulation started 1806, with the triangulation base in Wiener Neustadt (Bečko Novo Mjesto), which had been measured by Liesganig in 1762

when he was determining the length of the meridian arc between Brno and Varaždin. For the purpose of determining astronomically the spatial position and orientation, a second geodetic frame, or Franciscan topographic survey, was created in Cassini's projection with a connecting meridian passing through St. Stephan's Church in Vienna (Lovrić 1988).

The Austro-Hungarian Emperor Franz I issued an Order on Cadastral Survey for Land Taxation Purposes on December 23, 1917, which replaced the "Joseph II Land Cadastre" issued in 1875 by order of Emperor Joseph II. The Franciscan, or stable cadastre, based on cadastral triangulation carried out in 1817, covered the entire empire, divided into 11 coordinate systems with different meridians passing through basic points of origin. Four related to the territory of present-day Croatia. The Crimea and Vienna were under Austrian competence, while Budapest and Kloštar Ivanić fell under Hungarian competence (Solarić 2008).

3.1 Cadastral maps

The "Joseph II Land Cadastre" survey resulted in the production of parcel surface area data and survey sketches. The Franciscan (or stable) Cadastre used also cadastral maps in the basic scale of 1:2880. The unit of length used in the survey was the Viennese fathom (Germ. Klafter) ($1^\circ = 1.896484 \text{ m}$). The Viennese fathom consisted of six Viennese feet ($6'$), while each foot consisted of 12 Viennese inches ($12''$); $1^\circ = 6' = 72''$. The basic map scale of 1:2880 is defined as one Viennese inch on the map representing 40 Viennese fathoms on the terrain, i.e. $40 \times 72 = 2880$. Cities were shown in the scale of 1:1440, and forests in the scale of 1:5760.

The area was divided into basic trigonometric sheets each covering 4000×4000 fathoms in columns east and west of the point of origin. The basic trigonometric map sheet was divided into 20 detailed map sheets of $1000 \text{ fathoms} \times 800 \text{ fathoms}$ each in 4 columns (a, b, c, d) and 5 rows (e, f, g, h, i). Each detailed map sheet bore the ordinal number of its location in the unit of cadastral survey (former fiscal unit). Numbering began for each unit at the northwest corner of the detailed map sheet and ran along the rows from west to east.

The detailed map sheets in the scale of 1:2880 were drawn in 3 versions: a cadastral map drawn in black ink and coloured with watercolours; a cadastral map drawn in black ink with crosshatching (two copies; one for the land cadastre and the other for the land register), and a field cadastral map drawn in black ink, coloured with watercolours, which folds into four.

nekom od rasterskih preglednika, iscrtrati na papiru ili nekom drugom mediju, transformirati u koordinatni sustav druge kartografske projekcije i tako upotrebljavati unutar GIS-a za prostorne analize.

Rad istražuje i predlaže način obnove katastarskog plana Varaždina digitalnim metodama, a obnovljeni plan može se rabiti u digitalnom ili analognom obliku. Digitalno izrađen faksimil otisnut na papir odnosno na neki drugi medij, može se rabiti kao:

1. zamjena trošnog originala katastarskog plana iz redovite uporabe s njegovim faksimilom u katastru zemljišta i zemljišnoj knjizi, što je i bila prvenstvena namjera ovog istraživanja
2. original katastarskog plana Varaždina može se arhivirati u državni arhiv te ondje prema potrebi restaurirati; otisak faksimila na papir može biti raspoloživ za uporabu zainteresiranim korisnicima u državnom arhivu
3. tisak faksimila u većoj nakladi za komercijalne potrebe, npr. kao suvenir odnosno protokolarni poklon za potrebe gradske i županijske uprave i sl.

Digitalno izrađen faksimil se može:

4. digitalno otisnuti u preglednik dokumenata (na primjer Adobe PDF Reader, Foxit Reader ili sličan), koji je tako čitljiviji od oštećenog originala, jer se može prema potrebi povećavati i otisnuti na papir u željenom mjerilu.
5. službena uporaba za potrebe katastra zemljišta i zemljišne knjige – digitalni faksimil katastarskog plana Varaždina s obnovljenim oštećenjima i sa zadržanim crveno docrtanim sadržajem može se transformirati na odgovarajući način u koordinatni sustav službene kartografske projekcije radi prostorne usporedbe s drugim kartama istog područja i tzv. identifikacije nekretnina, a ponajprije s katastarskim kartama izmjere iz 1936–1939. godine i najnovije izmjere što je započela 2010. godine i još nije dovršena.

Ciljevima istraživanja predložena je višestruka uporaba digitalno izrađenog faksimila katastarskog plana Varaždina, ali jedino tisak i prodaja tako izrađenog faksimila mogao bi pokriti troškove njegove izrade i donijeti zaradu.

3. Opis plana Varaždina

Prva vojna triangulacija započela je 1806. godine, a polazište je bila baza kod Bečkog Novog Mjesta, koju je izmjerio Liesganig već 1762. godine u sklopu radova na određivanju duljine luka meridijana od Brna do Varaždina. Uz potrebna astronomska određivanja prostornog položaja i orijentacije, stvorena je geodetska osnova za drugu ili franciskansku topografsku izmjeru u Cassinijevoj projekciji s dodirnim meridijanom kroz crkvu sv. Stjepana u Beču (Lovrić 1988).

Austrougarski car Franjo I., izdao je 23. prosinca 1817. godine Naredbu o katastarskoj izmjeri za potrebe zemljišnog oporezivanja, kojom je zamijenjen Jozefinski katastar na osnovi odluke cara Josipa II. iz 1785. godine. Na katastarskoj triangulaciji iz 1817. godine temelji se drugi ili Franciskanski (nazvan po caru Franji I.), poznat još i kao stabilni katastar, kojim je bila obuhvaćena cijela carevina podijeljena na 11 koordinatnih sustava s različitim meridijanima koji prolaze kroz osnovne ishodišne točke. Na području današnje Hrvatske bila su četiri koordinatna sustava: u nadležnosti austrijskoga katastra bili su Krimski i Bečki, u nadležnosti mađarskoga katastra Budimpeštanski i Kloštarivanički (Solarić 2008).

3.1. Katastarski planovi

Rezultat izmjere prvog ili Jozefinskoga katastra numerički su podaci o površinama parcela i skice izmjere, a drugi, Franciskanski ili stabilni katastar, ima i katastarski plan u osnovnom mjerilu 1:2880. Jedinica za dužinu te izmjere bio je 1 bečki hvat ($1^\circ = 1,896484 \text{ m}$). Bečki hvat (1°) ima 6 bečkih stopa ($6'$), a svaka stopa po 12 bečkih palaca ($12''$); $1^\circ = 6' = 72''$. Osnovni nazivnik mjerila katastarskog plana određuje se tako što bečki palac na karti prikazuje 40 bečkih hvata u prirodi, što je $40 \times 72 = 2880$. Područja gradova prikazana su na planovima nazivnika mjerila 1440, a područja pod šumama 5760.

Prostor se dijeli na temeljne trigonometrijske listove veličine 4000 hvati \times 4000 hvati, a svaki temeljeni list podijeljen je na 20 detaljnih listova veličine 1000 hvati \times 800 hvati i to u 4 stupca (a, b, c, d) i 5 redova (e, f, g, h, i). Svaki detaljni list (sekcija) ima osim oznake svog položaja i tekući broj unutar jedinice izmjere (bivše porezne općine). Brojevi su počinjali na sjeverozapadnom listu svake općine i tekli kontinuirano u redovima detaljnih listova od zapada prema istoku.

Listovi plana u mjerilu 1:2880 izrađeni su u 3 oblika: katastarski plan iscrtan crnim tušem i obojen vodenim bojama, katastarski plan iscrtan crnim tušem sa šrafurama u dva primjerka (za potrebe katastra zemljišta i zemljišne knjige) i terenski katastarski plan (indikacijska skica) u bojama kaširan na kartonu, koji se preklapa na 4 dijela.

3.2. Katastarski plan Varaždina

Katastarski plan Varaždina pripada u mađarski katastar, izrađen je grafičkom katastarskom izmjerom polarnom metodom s geodetskim stolom i kipregelom u Kloštarivaničkom koordinatnom sustavu s ishodištem

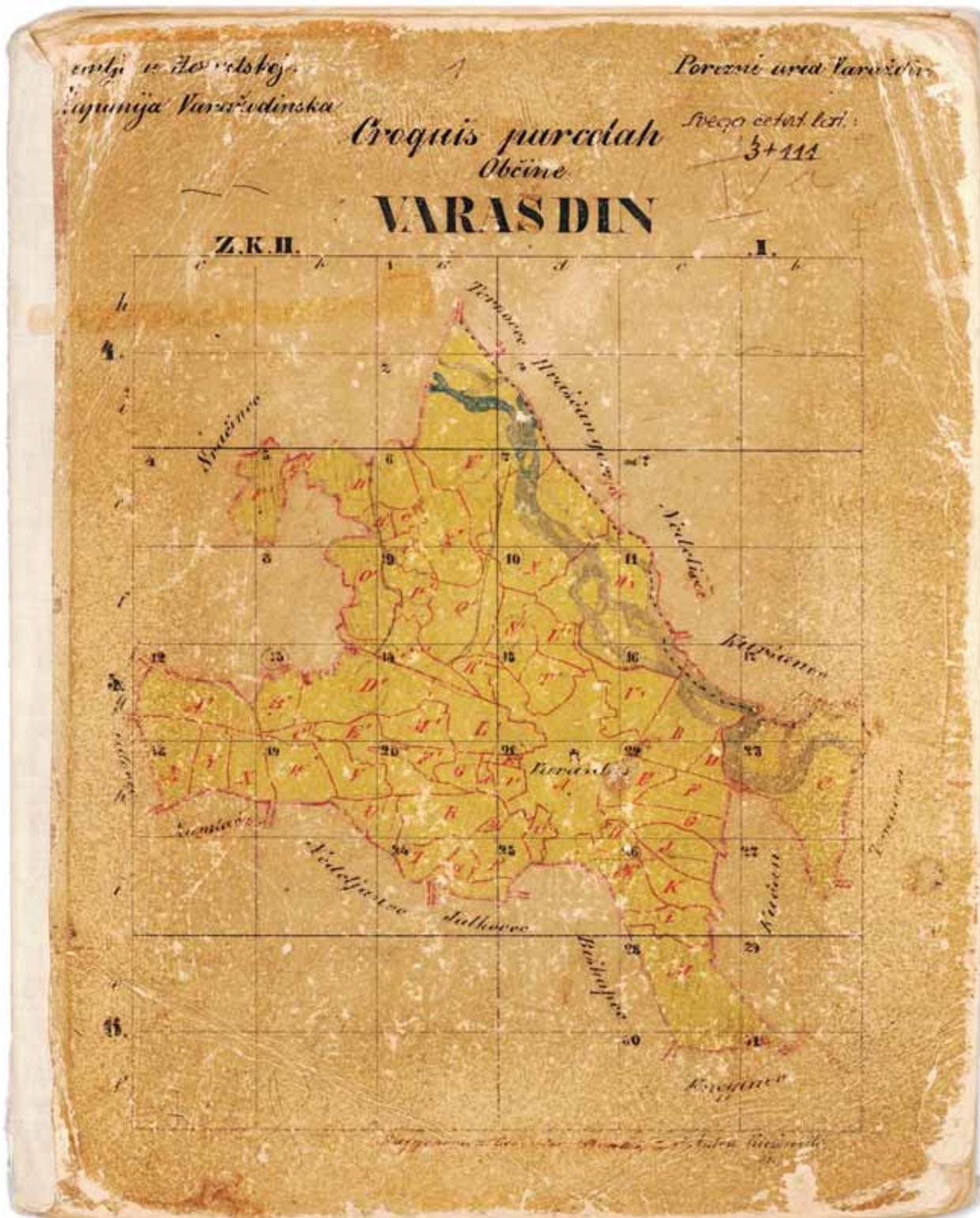


Figure 1. Cadastral unit of Varaždin, consisting of 31 detailed map sheets

Slika 1. Podjela k. o. Varaždin na 31 detaljni list



Figure 2. The original coloured cadastral map, map A

Slika 2. Katastarski plan u bojama, karta A

na tornju franjevačke crkve sv. Ivana Krstitelja u Kloštar-Ivaniću. Trigonometrijska mreža izračunana je pretpostavljajući površinu Zemlje ravninom, pri čemu nije primijenjena nikakva projekcija (Solarić 2008).

Katastarskom izmjerom k. o. Varaždin 1860. godine osnovan je katastar zemljišta s katastarskim planom u tri oblika i zemljišna knjiga s pripadnim katastarskim planom s 31 detaljnim listom (slika 1). Borčić i Frančula (1969) objavili su koeficijente za afinu transformaciju točaka iz Kloštarivaničkog koordinatnog sustava u sustave Gauß-Krügerove projekcije i obrnuto te srednje pogreške transformiranih koordinata.

3.3. Opis katastarskog plana, detaljni list 21

Predmet istraživanja je detaljni list 21 u k. o. Varaždin s oznakom plana u gornjem desnom dijelu okvira

Varaždin, W.C.1.5.Sect.dh. Originalni plan izrađen je na visokokvalitetnom crtačem papiru s vodenim žigom vidljivim na prirodnom svjetlu. S vremenom je papir postao svijetložut. Sadržaj plana je unutar okvira iscrtanog tankom linijom crnim tušem. Izvan tog okvira su metapodaci: oznaka detaljnog lista plana, broj detaljnog lista, ime katastarske općine itd.

Katastarski plan sadrži: međe i oznake čestica te njihove načine uporabe; zgrade koje razlikujemo bojom, javne zgrade imaju napisana imena; imena i oznake ulica i trgova s popisom izvan okvira i neke točkaste signature kao što su osamljena stabla i sl. Zgrade se razlikuju bojom: crveno (javne zgrade i kuće), svijetloružičasto i tamnoružičasto (gospodarske zgrade) i žuto (pomoćne zgrade). Sadržaj plana nacrtan je crnim tušem te potom obojen vodenim bojama.

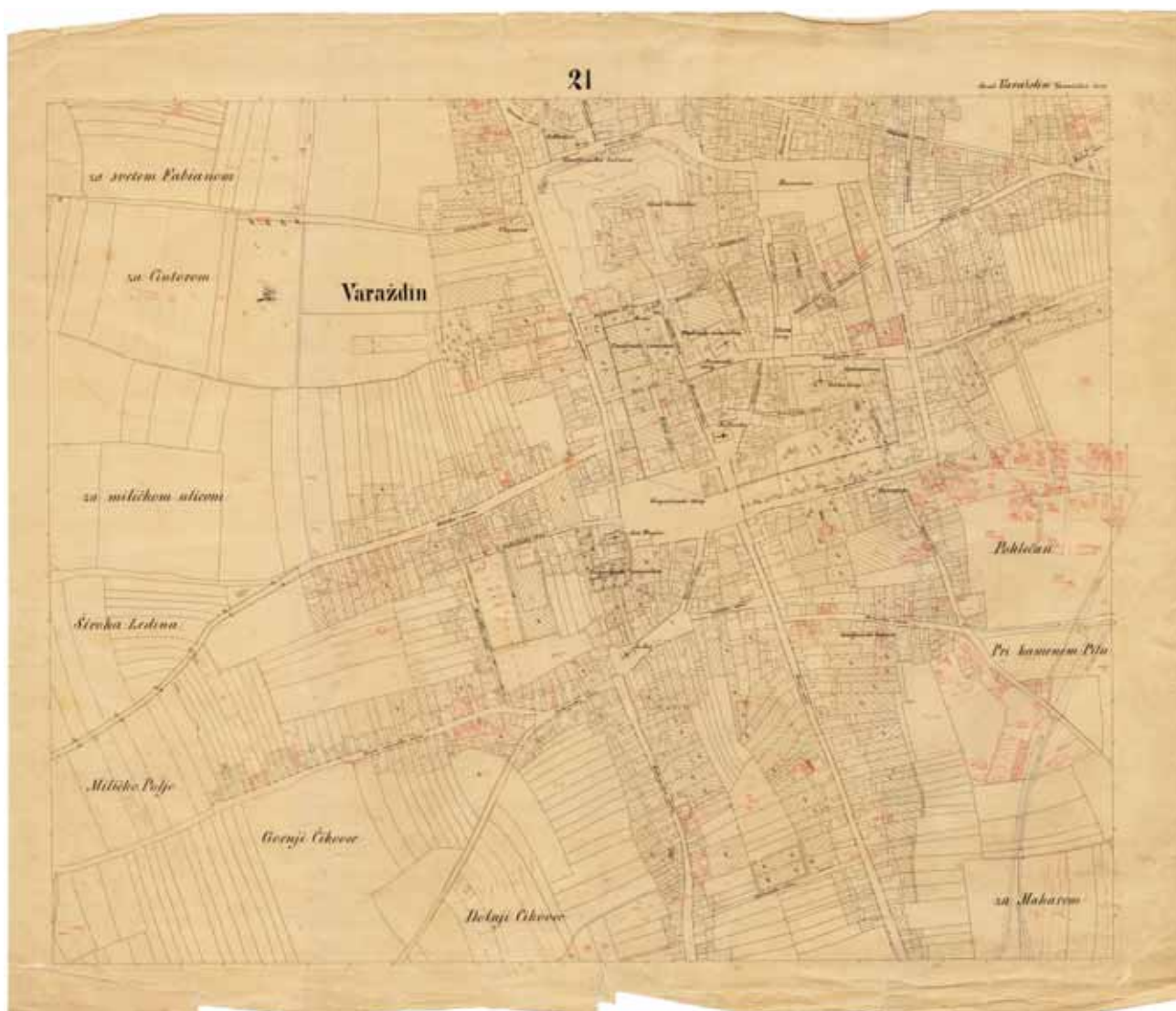


Figure 3. The original line art cadastral map, map B
Slika 3. Katastarski plan s linijskim sadržajem, karta B

3.2 Cadastral map of Varaždin

The cadastral map of Varaždin is part of the Hungarian cadastre in the Kloštar Ivanić coordinate system, produced in accordance with a graphical cadastral survey using a plane table and alidade, with the tower of the Franciscan Church of the St. John the Baptist in Kloštar Ivanić as its point of origin. The trigonometric network was calculated according to the presumption that the earth's surface was a plane, without the application of map projection (Solaric 2008).

The 1860 cadastral survey of Varaždin established the land cadastre and map in three versions and the land register with the cadastral map consisting of 31 detailed map sheets (Figure 1). Borčić and Frančula (1969)

published coefficients for the affine transformation of points from the Kloštar Ivanić coordinate system to the Gauß-Krüger map projection and vice versa, with the mean error of the transformed coordinates.

3.3 Description of the cadastral map, detailed map sheet 21

This paper investigates detailed map sheet 21 of the Varaždin cadastral unit, which bears a sign in the upper right corner of the map frame, Varaždin W.C.1.5.Sect.dh. The original map was produced on high-quality drawing paper with a watermark visible in natural light. Over time, the paper has yellowed slightly. The map content is within a map frame finely



Figure 4. The original cadastral field map in four parts, map C

Slika 4. Terenski katastarski plan u bojama u 4 dijela (indikacijska skica), karta C

3.4. Održavanje i korištenje plana

Katastarski planovi redovito se održavaju tušem crvene boje, i to tako da se linije koje prestaju biti važeće precrtaju s dvije paralelne crtice, precrtaju se nevažeće oznake čestica, a sadržaj koji se uspostavlja crta se i piše crvenim tušem. Na taj način vidljiva je povijest promjena katastarskog plana. Tijekom 80 godina redovitog održavanja, od 1860. do 1939. godine, na kartu su nacrtane crvenim tušem nove čestice s pripadnim oznakama. Neke su oznake i brojevi dodani olovkom. Na rubovima plana papir je fizički oštećen: neki dijelovi papira nedostaju, ponegdje na rubovima papir je zaderan, a ponegdje zalijepljen selotejpom te je ondje papir s vremenom postao tamnosmeđ.

Katastarski plan Varaždina bio je u službenoj uporabi katastra zemljišta od katastarske izmjere 1860. godine

do katastarske numeričke izmjere 1936–1939. godine. Na osnovi te katastarske izmjere od šezdesetih godina 20. stoljeća stara zemljišna knjiga temeljena na katastarskoj izmjeri iz 1860. godine za k. o. Varaždin postupno se prevodi u novu zemljišnu knjigu za k. o. Varaždin (u osnivanju). Za potrebe prevođenja stare zemljišne knjige u novu koristi se katastarski plan Varaždina iz 1860. godine za identifikaciju nekretnina izmjerenih 1936–1939. godine.

4. Pristupi i metode istraživanja

Original katastarskog plana (dalje: karta A, slika 2) obnovit će se digitalno, uređivanjem skeniranog originala plana u bojama. Za popravak pojedinih dijelova plana A koristit će se pomoćni izvornici jednakog prostornog zahvata, ali malo drugačijeg sadržaja: katastarski

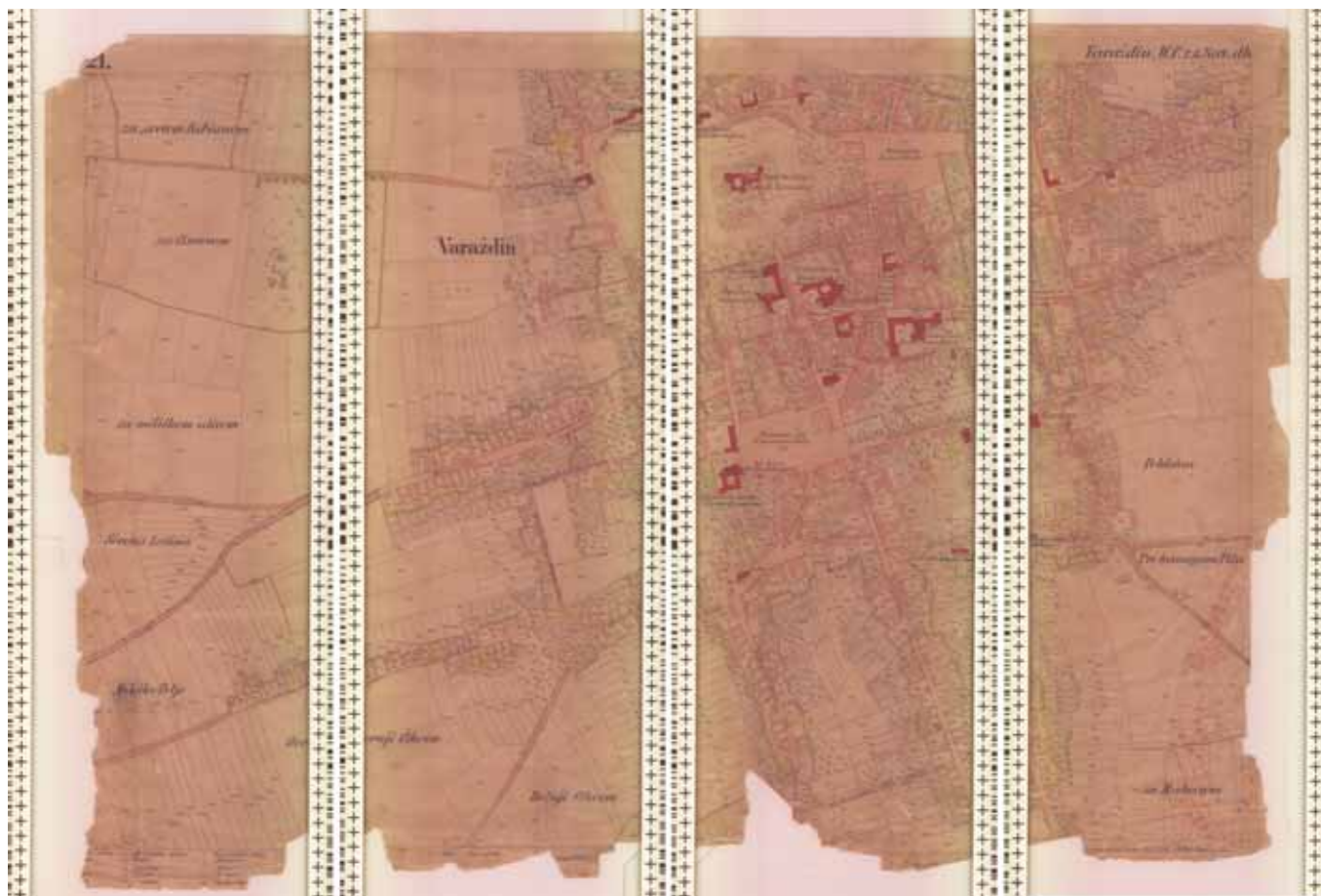


Figure 5. Scanned sections of map A envisaged for calibration and assembly as a single digital image

Slika 5. Skenirane trake plana A predviđene za kalibraciju i spajanje u jednu digitalnu sliku

drawn in black ink. Outside the frame are the meta-data: the map-sheet signature, number, cadastral area name and so on.

The map consists of parcel boundaries, parcel numbers and how they are used; buildings, distinguished by colour, while public buildings are named; street and square names with numbers and some dotted signatures such as single trees, etc. The list of street names is outside the map frame. The buildings are differentiated by colour: red (public buildings and houses), light and dark pink (outbuildings) and yellow (auxiliary buildings). The rest of the map is drawn in black ink and coloured in.

3.4 Maintaining and using the map

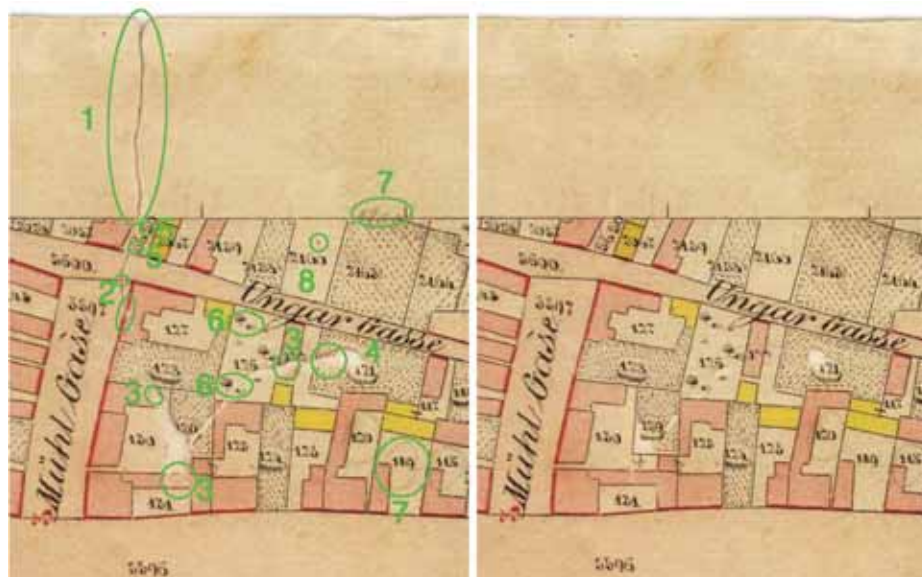
The contents of cadastral maps are regularly updated using red ink, so that lines which are no longer valid are crossed through using two short parallel lines, and invalid parcel numbers are struck through. New map content is added in red ink, so that the history of

changes to the cadastral map is visible. During 80 years of regular maintenance (1860–1939), new parcels and numbers were drawn in red ink. Some signs and numbers were added in lead pencil. At the edges, the paper has been damaged physically. Some pieces are missing along the edges, while some torn pieces have been mended using adhesive tape. Under the tape, the paper has turned dark brown.

The cadastral map of Varaždin was in official use by the land cadastre from the 1860 cadastral survey until the cadastral survey of 1936–1939. The old land register based on the 1860 cadastral survey was gradually replaced by the new land register of Varaždin (under establishment). In order to create a new land register based on the 1936–1939 land cadastre survey, it was necessary to transform the old land register based on the 1860 cadastral survey. In these two surveys, the same parcel was given different numbers, so parcel identification as a step in land register transformation is performed by overlaying the 1860 cadastral map with the 1936–1939 cadastral map.

Figure 6. Tears to sample 1, Mühl Gasse and Ungar Gasse with numbered types of damage (left); and the reconstructed sample (right)

Slika 6. Zaderotina na uzorku 1, Mühl Gasse i Ungar Gasse s brojačno označenim vrstama oštećenja (lijevo) i obnovljen uzorak (desno)



plan s linijskim sadržajem (dalje karta B, slika 3) i terenski katastarski plan (dalje: karta C, slika 4).

Preporučena metoda rada je popravljjanje oštećenja plana A prenošenjem sadržaja plana s bliskih sličnih mjesta raspoloživih izvornika na kojima nema oštećenja. Osnova za digitalnu izradu faksimila katastarskog plana Varaždina je skenirana karta A, čija oštećenja i nedostajće dijelove obnavljamo tako da u zasebne rasterske slojeve kopiramo dijelove plana A kojima se prekrivaju nedostaci. Na primjer, dio linije koji nedostaje kopiramo s onog dijela plana A gdje postoji slična linija, najbolje iz bliskog dijela plana A. U slučaju da dijela plana jednostavno nema, preuzimamo taj prostorni zahvat s jednog ili oba pomoćna izvornika plana B i plana C.

4.1. Skeniranje

Original (plan A) i plan linijskog sadržaja (plan B) skenirani su skenerskim sustavom za velike formate De-Skan Express. Sustav skenira dijelove plana u nekoliko traka (slika 5) koje su spojene u jednu cjelinu posebno napisanim programom za tu svrhu (Tutić, Lapaine 2010). Za ovaj plan korištene su četiri trake u najvećoj optičkoj razlučivosti sustava od 300 dpi i 24-bitnoj boji.

Indikacijska skica (karta C), koja se sastoji od četiri preklopna dijela jednake veličine, skenirana je plošnim skenerom UMAX Mirage II formata A3, razlučivošću također 300 dpi u 24-bitnoj boji.

4.2. Pristup istraživanju – opis izvornika

Za istraživanje mogućnosti obnove plana odabrana su tri uzorka plana A koja obuhvaćaju sve vrste uočenih oštećenja:

Uzorak 1. Mühl Gasse i Ungar Gasse.

Uzorak 2. Biškupečka ulica.

Uzorak 3. Popis imena ulica.

4.3.1. Uzorak 1 – Mühl Gasse i Ungar Gasse

Uzorak 1 je na sredini gornjeg dijela plana A, a sadrži zaderotinu imena ulica Ungar Gasse i Mühl Gasse. Na uzorku (1) istražuje se obnova tipičnih oštećenja (slika 6): 1. zaderotine na rubnom dijelu plana; (2) spajanje linija: crnih, debelih crvenih linija na zgradama; (3) obnova obojenih i neobojenih površina, tj. popunjavanje zaderotine sličnom bojom; (4) rekonstrukcija površinskih signatura; (5) obnova oznaka čestica; (6) obnova točkastih signatura, npr. crtež stabala sa sjenom; (7) uklanjanje olovkom dodanog sadržaja kao što su crtice, zaokruženi brojevi i druge oznake, primjerice strelica na gornjem dijelu izvanokvirnog sadržaja; 8. uklanjanje mrlja.

4.3.2. Uzorak 2 – Biškupečka ulica

Donji srednji dio plana jednostavno nedostaje zbog dugotrajne uporabe, jer su korisnici vrlo vjerojatno za taj dio hvatali kartu (slika 7). Za istraživanje obnove tog nedostajućeg dijela plana A predlažu se pomoćni izvornici: karta B i karta C.

Za vrijeme redovitog održavanja plana tijekom 80 godina nacrtane su nove parcele i njihovi brojevi crvenim tušem. Na uzorku 2 istraženo je uklanjanje naknadno nacrtanog sadržaja crvenim tušem.

4.3.3. Uzorak 3 – Popis imena ulica

U donjem lijevom dijelu plana izvanokvirnog dijela plana nalazi se popis imena ulica u pet stupaca s pripadnim

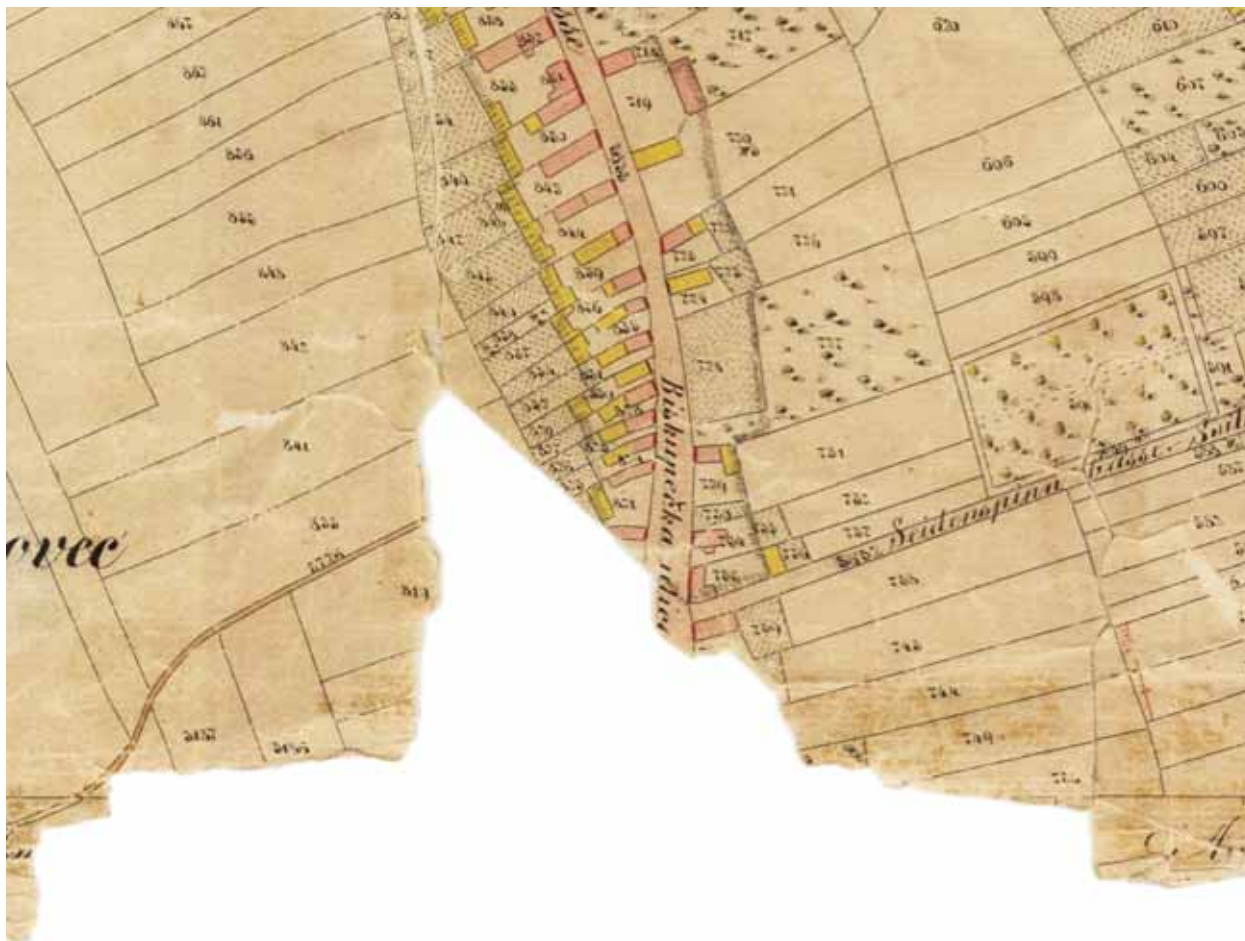


Figure 7. Missing part of map A, sample 2, Biškupečka ulica

Slika 7. Nedostajući dio na uzorku 2, Biškupečka ulica

4 Research approach and methods

The original cadastral map will be reconstructed digitally by editing the scanned original of the map in colour (map A, figure 2). The line art map (map B, figure 3) and the field cadastral map (map C, figure 4) are auxiliary sources with the same spatial range, but slightly different map content; they will be used to help reconstruct some parts of map A.

The recommended methodology is to repair the damage to map A by transferring similar samples from undamaged parts of the other source materials. The basis for creating a digital facsimile of the cadastral map of Varaždin is the scan of map A. In order to repair damage and reconstruct missing parts of map A, the parts of map A which have survived well are copied to separate raster layers to mask the damage. For example, part of a missing line in map A is copied from a similar line located nearby. Where a map part is completely missing, an area from one or both auxiliary sources (maps B and C) is used.

4.1 Scanning

The original map (map A) and the line art map (map B) were scanned using the DeScan Express large format system. The system scans map parts in sections (figure 5), which can then be merged into a whole using a specially designed programme (Tutić, Lapaine 2010). For this map, four sections were scanned at the highest optical resolution (300 dpi and 24 bit colour).

The indicational sketch (map C), which consists of four folded sections of equal size, was scanned using a flatbed scanner (UMAX Mirage II, A3 format), also at a resolution of 300 dpi and 24 bit colour.

4.2 Research approach – description of original sources

Research into the possible reconstruction of map A, covering all the different kinds of damage noted, concentrated on three samples:



Figure 8. Sample 3, list of street names

Slika 8. Uzorak 3, Popis imena ulica

brojevima napisanim crveno. Popis sadrži 21 ime ulica na hrvatskom jeziku, a svako pojedino ime ima jednaku brojčanu oznaku kao imena na njemačkom jeziku u unutarokvirnom dijelu plana A. Popis je vrlo oštećen (slika 8) i u nastavku se daje istraživanje obnove tog popisa ulica.

5. Rezultati – obnova sadržaja plana

Za obnovu nedostajućih dijelova plana A korišteni su dobri (neoštećeni) dijelovi plana A, kao na uzorku 1. Za obnovu nedostajućih većih dijelova plana A korišteni su pomoćni izvornici, plan B i C, tako da se ukopiravaju veći dijelovi planova B i C na plan A. Primjeri takve obnove su uzorci 2 i 3. U nastavku rada opisana je upotreba alata Adobe Photoshopa za obnovu plana A na odabranim uzorcima.

5.1. Obnove plana na uzorku 1

Prekid linije obnovljen je alatom Polygonal Lasso preciznim izborom sličnog područja gdje je linija neprekinuta, kopiranjem i pomakom tog dijela na mjesto gdje je linija prekinuta, i to tako da prekriva oštećenje plana. Na taj su način obnovljena sva oštećenja plana. Takvim pristupom događalo se da je zbog veličine piksela bio vidljiv lom linije od jednog piksela. Takva rekonstrukcija

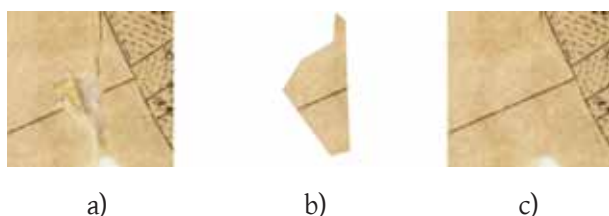


Figure 9. Missing part upwards and left from parcel 841; a) the line break, b) the similar sample for the mask, c) copied similar sample for the masked line break

Slika 9. Nedostajući dio lijevo gore od čestice 841: a) prekid linije; b) sličan uzorak za masku; c) prekopiran sličan uzorak za masku

nije bila dobra i u tom slučaju bilo je potrebno ponoviti kopiranje istog uzorka malo dalje na drugo mjesto, tako da do tog pomaka ne bi došlo. Ako je i površina lijevo i desno od te linije oštećena zaderotinom, jednim kopiranjem može se obnoviti i zaderotina lijevo i desno od linije (slika 9). Skeniranje plana u višoj razlučivosti od 300 dpi poboljšalo bi i kvalitetu tog postupka.

Oznake čestica obnovljene su kopiranjem jednake znamenke (na primjer broj 5650) gdje je jedna znamenka 5 bila dobra, a druga 5 oštećena zaderotinom (slika 6, oštećenje 5). Na sličan način obnovljena je donja sjena stabla pomoću gornjeg stabla na gornjem djelu čestice 126 (slika 6, oštećenje 6).

Zaderotina na pojedinim mjestima tako je oštetila plan da se nisu vidjele cijele zgrade. U tom slučaju posegnuto je za planom B (pomoćni izvornik), s kojeg su "čarobnim štapićem" (Magic Wand Tool) označene sve obojene površine i inverzijom maske označen linijski sadržaj što je i potrebno za obnovu nedostajućih linija na originalu (plan A). Taj sadržaj prenesen je na novi sloj u datoteku plana A i smješten na mjesto gdje nedostaju linije s pomoću alata Edit-Free Transform. Nakon toga prenesena je i obojena površina koju uokviruju te linije na način opisan za prekid linije.

5.2. Obnova nedostajućeg dijela na uzorku 2

Drugi dio ovog istraživanja odnosi se na dio kojeg nema (slika 7). Tu je prekopiran linijski sadržaj s plana B na već opisan način, a potom uklopljen s pomoću okolnog sadržaja na kartu A.

Dio plana B je odabran malo šire u obliku trokuta s Polygonal Lasso Tool, odabir je snimljen i kopiran, prenesen u plan A, te pomaknut i zakrenut na odgovarajuće mjesto alatom Edit-Free Transform. Na planu A je preciznije odabran dio plana koji treba biti maskiran s dijelom plana B u obliku trokuta te je u to područje ukopiran i inverznom maskom obrisan višak ukopiranog sadržaja.

Samo pomakom i zakretom tog dijela nije bilo moguće idealno uklopiti umetak u plan A, neslaganje je bilo do dvije debljine linije, što je vidljivo. Da bi se izbjegli

Sample 1. Mühl Gasse and Ungar Gasse.

Sample 2. Biškupečka ulica.

Sample 3. List of street names.

4.2.1 Sample 1 – Mühl Gasse and Ungar Gasse

Sample 1 is the upper middle section of map A, including a torn section with the street names Ungar Gasse and Mühl Gasse. For sample 1, research into repairing typical damage was carried out (figure 6), i.e. (1) tears along the edge of the map, (2) connecting broken lines, whether black or the thick red lines denoting buildings, (3) reconstruction of the coloured and uncoloured areas, i.e. filling the torn areas using a similar colour, (4) reconstruction of area signatures, (5) reconstruction of parcel numbers, (6) dotted signature reconstruction, e.g. a drawing of a tree and its shadow, (7) removing the later lead-pencil additions, such as lines, circled parcel numbers and other notations, e.g. an arrow on the upper section outside the contents frame, and (8) stain removal.

4.2.2 Sample 2 – Biškupečka ulica

The lower middle section of map A is missing, probably due to frequent use over a long period, and because it was probably held at that section (figure 7). Research into the reconstruction of this missing part of map A proposes the use of auxiliary sources maps B and C.

During 80 years of regular map maintenance, new parcels and numbers were added in red ink. For sample 2, research into the removal of the red ink content was carried out.

4.2.3 Sample 3 – list of street names.

The list of street names is outside the map frame in the lower left section of map A, in five columns, with the corresponding numbers in red. The list contains 21 street names in Croatian, each with a corresponding name in German, which bears the same red number inside the frame of map A. The list is severely damaged (figure 8). Research into a proposal for reconstructing the list of street names follows.

5 Results - map content reconstruction

For the reconstruction of damaged sections of map A, undamaged parts of map A were used, as in sample 1. For the reconstruction of larger missing sections of map A, the auxiliary sources (maps B and C) were used, so

that parts of the contents of maps B and C were used to reconstruct map A, as in samples 2 and 3. Photoshop tools used in the reconstruction of samples of map A are described below.

5.1 Reconstruction of the map for sample 1

To reconstruct the broken line, the precise selection Polygonal Lasso Tool was used to copy a similar, unbroken line, then the selected, copied content was moved and pasted in a separate layer to the location of the damage, thus masking the damage. All the damaged parts of the map were reconstructed in this way. Due to the high pixelation, sometimes breaks in a line of one pixel were evident. This was deemed unsatisfactory and the procedure was repeated by setting the copy area a little further along the line, in order to eliminate such anomalies. Reconstruction of damage to the left and right of the line break was performed in the same procedure (figure 9). Scanning the map at a higher resolution than 300 dpi would have improved the quality of this procedure.

Parcel numbers were reconstructed by copying undamaged numbers. For example, for parcel number 5650, the first number 5 was damaged, and was copied from the second, undamaged number 5 (figure 6, damage item 5). The tree shadow reconstruction in the lower section of parcel 126 was made in the same way, by copying the tree shadow in the upper section of the parcel (figure 6, damage item 6).

In some places, tears to map A were so extensive that whole buildings and, for example, parts of parcels 129 and 130 were missing. Reconstruction of these parts resorted to map B, from which selections were made using the Magic Wand Tool. In one operation, all coloured areas were selected and reversed out to reveal the line content (without the coloured areas), in order to reconstruct the missing lines on map A. This selection was transferred in a separate layer to the file for map A and inserted at the point where the lines were missing, using the Edit-Free Transform tool. Then the coloured area was pasted using the previously described procedure for broken lines.

5.2 Reconstruction of the missing section of Sample 2

The second part of this research consisted of the reconstruction of the missing part of map A (figure 7). This section was copied from map B to map A and inserted by referring to the adjoining contents of map A.



Figure 10. Visible discrepancies between map A and the inserted triangular section from map B
Slika 10. Vidljivo nepoklapanje linija na karti A i uklopljenog dijela plana B pomakom i zakretom

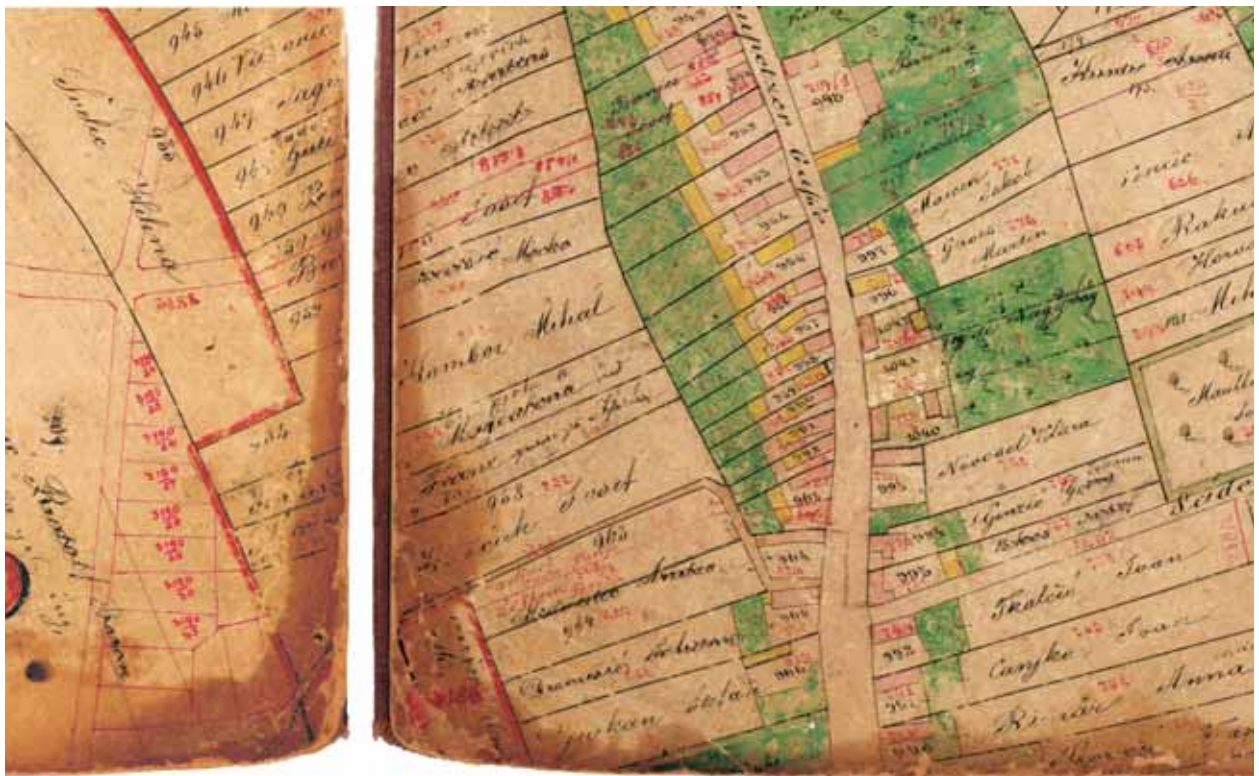


Figure 11. Area of sample 2 on auxiliary source map C
Slika 11. Područje uzorka 2 na pomoćnom izvorniku plana C

1	6	Mesnička ulica	11	Kazališna ulica	16	? ulica	21	Jalkovečka ulica
2	7	Uzka " "	12	Streljista " "	17	"		
3	8	ečnička " "	13	Nova " "	18	"		
4	9	Gradska " "	14	Zelena " "	19	"		
5	10	Kovačka " "	15	Postarska " "	20	"		

Table 1. List of street names in Croatian (map A)

Tablica 1. Popis ulica na hrvatskom jeziku na karti A

A triangular section of map B, a little larger than the missing part of map A, was selected using the Polygonal Lasso Tool, then the selection was saved and copied using Edit-Copy. It was pasted (Edit-Paste), moved and rotated (Edit-Free Transform). The mask, the triangular part of map B copied in a separate layer to map A, was trimmed more precisely using inverse selection (Select Inverse-Clear).

It was not possible to insert this triangular section in an ideal way into map A. Discrepancies of up to two line widths remained visible. It would be possible to avoid discrepancy (figure 10) by performing a complex transformation of the copied triangular part of map B, including adjoining map content.

After reconstructing the missing part of map A with a section from map B, the black-ink content was in the right place. The red-ink content should be removed by masking in the way previously described.

Sample 2 has no parcel numbers and has different land use denotations, area signatures and colours from those used on map A (on map A, buildings are in yellow and pink, while yards and gardens are in green, with area signatures). However, these can be taken from map C; some from the lower left, and most from the lower right section of map C (figure 11). On map C, parcel numbers are written in red ink, but in a different font, so that parcel number reconstruction should be done using the number font from map A while referring to the red parcel numbers from map C. Land use areas should be reconstructed in the same way, using specimens from the undamaged part of map A.

Technically, the first layer is the background image, and the line content is masked last and coloured in advance, in order to eliminate the sharp edges of the coloured areas. Parcel number reconstruction should also be carried out by masking layers. The later red ink and lead pencil content was not erased but masked (concealed) using clean parts of the map.

Thanks to the auxiliary sources, it was possible to reconstruct sample 2 geometrically using map B, while its semantic features were reconstructed using map C, followed by masking using undamaged parts of map A.

5.3 Reconstruction of the list of street names on Sample 3

The list of street names in Croatian with numbers in the lower left section of map A was severely damaged and incomplete (table 1). The street names in Croatian missing from the list were found using the red street numbers inside the map frame in German, which were then compared with the street names on map B in Croatian. The list of street names in Croatian was supplemented using map B, except for Wiesen Gasse (Livadska ulica in Croatian) (table 2).

The list of street names in the lower left section of map A is in Croatian, while the street names inside the map frame are in German. There are several suggestions for reconstructing the list of street names:

1. Copying the street names in German from inside the frame of map A (table 3)
2. Copying the street names in Croatian from inside the frame of map B (table 2) or
3. Copying the street names in Croatian from inside the frame of map C (table 2).

The street names on map B are in Croatian, but use a different font than that used on map A. A complete list could be compiled by partially reconstructing the list of street names on map A, taking them from map B. The reconstructed list would include all the names, and they would be in Croatian, but it would look uneven, as the reconstructed names from map B are written in a different font. Such a list would not look neat.

Another possibility is to take all the names from map B and transfer them to map A. However, the problem remains of introducing a font which is not used elsewhere on map A.

1	Florianska ulica	6	Mesnička ulica	11	Kazališna ulica	16	Opatička ulica	21	Jalkovečka ulica
2	Cintorska ulica	7	Uzka " "	12	Streljista " "	17	Dučanska ulica		
3	Mlinska ulica	8	Večnička " "	13	Nova " "	18	Šetalista ulica		
4	Livadska	9	Gradska " "	14	Zelena " "	19	Vidovska ulica		
5	Dravska ulica	10	Kovačka " "	15	Postarska " "	20	Užarska ulica		

Table 2. Reconstructed list of street names in Croatian for map A

Tablica 2. Rekonstrukcija popisa ulica na hrvatskom jeziku za kartu A

1	Florian Gasse	6	Fleischhauer Gasse	11	Theater Gasse	16	Nonnen Gasse	21	Jalkovecer Gasse
2	Friedhof Gasse	7	Schmale Gasse	12	Schies Statt Gasse	17	Gervolber Gasse		
3	Mühl Gasse	8	Rathhaus Gasse	13	Neue Gasse	18	Promenade Gasse		
4	Wiesen Gasse	9	Schloss Gasse	14	Grüne Gasse	19	Veits Gasse		
5	Drav Gasse	10	Schmid Gasse	15	Post Gasse	20	Seiler Gasse		

Table 3. Reconstruction of the street names in German for map A

Tablica 3. Rekonstrukcija popisa ulica na njemačkom jeziku za kartu A

lomovi linija (slika 10), taj dio plana potrebno je uklapati složenijom transformacijom dijela plana B u plan A.

Nakon obnove položaja linijskog sadržaja s dijelom plana B, sadržaj nacrtan crnim tušem je na ispravnom mjestu. Sadržaj nacrtan crvenim tušem treba ukloniti maskiranjem na već opisani način.

Na uzorku 2 nedostaju oznake čestica, prikaz korištenja površina variranjem boja odnosno signaturama korištenim na karti A (žute i ružičaste zgrade, dvorišta i vrtovi prikazani zeleno s odgovarajućim površinskim signaturama), što sve možemo očitati s plana C, i to manji dio s donjeg lijevog, a većinu s donjeg desnog dijela plana C (slika 11). Na planu C su oznake čestica napisane crvenim tušem tako da bi te brojeve trebalo konstruirati iz znamenaka oznaka čestica na planu A. Na sličan je način potrebno obnoviti obojene površine također s neoštećenih dijelova plana A.

Tehnički gledano, prvi je sloj pozadinski raster, linijski sadržaj se maskira zadnji, a obojeni prije kako se ne bi vidjeli oštri rubovi obojenih površina. Oznake (brojevi) čestica obnavljaju se također metodom maskiranja. Naknadno nacrtan sadržaj crvenim tušem i olovkom nije obrisan, nego prekriven (maskiran) dijelovima plana gdje tog sadržaja nema.

Zahvaljujući dodatnim izvornicima uzorak 2 je geometrijski obnovljen s pomoću plana B, a značenjski se može obnoviti očitavanjem značenja iz plana C te maskiranjem plana A odgovarajućim kvalitetnim dijelovima plana A.

5.3. Obnova popisa imena ulica na uzorku 3

Popis ulica na hrvatskom jeziku s brojčanim oznakama u donjem lijevom dijelu plana vrlo je oštećen i manjkav (tablica 1). Imena ulica na hrvatskom jeziku koja nedostaju u tom popisu ulica pronađena su u unutarokvirnom dijelu plana A prema brojčanoj oznaci na njemačkom jeziku. Usporedbom s imenima na planu B pronađena su sva imena na hrvatskom jeziku osim Wiesen Gasse, u prijevodu Livadska ulica (tablica 2).

Popis ulica u donjem dijelu plana je na hrvatskom jeziku, a imena u unutarokvirnom dijelu plana napisana su na njemačkom jeziku. Predlaže se više mogućnosti rekonstrukcije imena ulica na planu A:

1. kopiranjem imena na njemačkom jeziku iz unutarokvirnog sadržaja plana A (tablica 3),
2. kopiranjem imena na hrvatskom jeziku iz unutarokvirnog sadržaja plana B (tablica 2) ili
3. kopiranjem imena na hrvatskom jeziku iz unutarokvirnog sadržaja plana C (tablica 2).

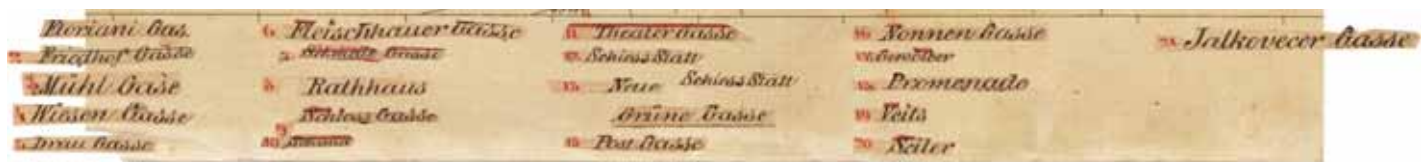


Figure 12. List of street names in German made using street names from inside the frame of map A

Slika 12. Popis imena ulica s prekopiranim imenima ulica na njemačkom jeziku iz unutarokvirnog dijela plana A

The field cadastral map (map C) has been subject to wear and tear and the damage is substantial. The letters in the street names are damaged, and the background is darker than the background of map A and rather stained. Reconstructing the list of street names from map C was rejected as an option, because it would have required the reconstruction of damaged letters, alterations to the background colour, and considerable post-processing.

Suggestion 1 was adopted, reconstruction of the list of street names in German using street names from inside the frame of map A. The result is uneven, but is cartographically acceptable as the new list of street names uses the same font, and the legend uses the same language as the map content (German). Street names were copied from the lower left section outside the map frame, and then rotated and resized as needed (figure 12).



Figure 13. Number taken from map B to reconstruct the damaged number on map A, map sheet 21

Slika 13. Broj lista plana B za obnovu oštećenog broja lista plana A

From these examples, it can be seen that there were problems making the German names fit. In the first column, their length was the problem, while in the second to fourth lines, the word Gasse was replaced by 'ditto' marks, as in the original list is Croatian. The copied street names in German have a pink background, which should be removed and replaced by an undamaged part of the border of map A (the upper right part of

the border can be mirror-copied). The upper left part of the map border is undamaged and it has been mirror-copied to the lower left part of map A, sample 3. Street names were written according to the orientation of the street and some needed to be aligned letter by letter (6). Some needing enlarging (5, 7, 17), while others needing reducing (3, 4, 21).

The same type of reconstruction can be applied to the number in the upper right corner of damaged map sheet 21 (map A). It can be replaced by the number from the upper middle part of map B that uses a very similar font (figure 13).

The last step in the procedure was to check the masking layer order for each sample before merging the images produced in a single raster image using Image-Apply. The operation was carried out for all samples, which are presented here in 'before' and 'after' illustrations: sample 1 (figure 6), sample 2 (figures 7 and 10) and sample 3 (figures 8 and 12).

6 Conclusion and future plans

The paper presents three map samples of the cadastral map of Varaždin before and after reconstruction. We can conclude that the map content has been visually repaired, but the colours are not perfect. The samples treated have certainly been enhanced visually and they are more usable and semantically correct than before reconstruction.

Adobe Photoshop 7.0 software proved to be extremely suitable for the map reconstruction using the masking method. It is simple to use and allows intuitive work with a comprehensive help feature. The concept of locking background image and layers with masks on separate layers is not foreign to cartographers and is therefore acceptable.

The original map was hand-made, drawn in black ink and coloured using watercolours on high quality drawing paper. Therefore map reconstruction using a digital simulation of reproduction originals will not result in a good facsimile.

Na planu B imena ulica su na hrvatskom jeziku, ali su napisana nešto drugačijim pismom nego na planu A. Potpun popis ulica dobije se djelomičnom obnovom popisa imena ulica koja nedostaju na planu A preuzimanjem imena ulica s plana B. Tako obnovljen popis imena ulica na planu A bio bi cjelovit (sadržavao bi sva imena s popisa ulica) i sva imena bila bi na hrvatskom jeziku, ali bi bio neujednačen jer se za imena ulica obnovljena s plana B koristi drugačije pismo te popis ne bi izgledao lijepo.

Druga je mogućnost preuzimanje svih imena za popis na planu A s plana B, međutim opet je to drugačije pismo kakvo nije korišteno nigdje na planu A.

Terenski original (plan C) je trošan i fizički znatno oštećen. Slova u imenima ulica su oštećena, pozadina imena ulica je tamnija, a ponegdje i zamrljana. Preuzimanje imena ulica s plana C zahtijevalo bi obnovu oštećenih slova i promjenu boje pozadine što se procjenjuje kao preveliki opseg naknadne obrade.

Odlučeno je prema rješenju 1 preuzeti imena na njemačkom jeziku iz unutarokvirnog sadržaja plana A. Rješenje ne daje jednak rezultat, ali kartografski je prihvatljivo zbog primjene jednakog pisma, a i značjski je karta točna, jer imena na karti na njemačkom jeziku nalaze se i u tumaču, popisu ulica, također na njemačkom jeziku. Imena se mogu prenijeti na donji lijevi dio okvira plana, ali ih je potrebno usmjeriti u vodoravni smjer i prilagoditi veličinu prema potrebi (slika 12).

Iz ovih primjera vidljiva je poteškoća smještaja imena na njemačkom jeziku, u prvom redu svakog stupca zbog njihove duljine, u drugom do četvrtog retka riječ Gasse odnosno ulica može se zamijeniti navodnim znakovima kao u originalnom popisu na hrvatskom jeziku. Prekopirana imena ulica na njemačkom jeziku imaju podlogu ružičaste boje, koju je trebalo ukloniti te zamijeniti dijelom neoštećenog okvira plana (gornji desni dio ruba može se prekopirati u "ogledalu"). Pojedina imena prate smjer ulice pa bi ih trebalo poravnati slovo po slovo (6), također ponekim ulicama treba povećati (5, 7, 17), a nekima smanjiti mjerilo prikaza (3, 4, 21).

U tu vrstu popravka uvršten je i broj lista plana 21 u gornjem lijevom dijelu plana koji se može zamijeniti brojem 21 u gornjem srednjem dijelu plana B, napisanim vrlo sličnim pismom (slika 13).

Posljednji dio postupka je provjera redosljeda napravljenih maski i integracija tako dobivene slike u jedinstvenu bitmapu naredbom Image-Apply Image, što je ovdje napravljeno zasebno za svaki pojedini uzorak i prikazano u ovom obliku prije i poslije: uzorak 1 (slika 6), uzorak 2 (slika 7 i slika 10) i uzorak 3 (slika 8 i slika 12).

6. Zaključak i planovi za budućnost

U ovom radu prikazana su tri isječka katastarskog plana Varaždina prije i nakon obnove. Može se zaključiti da je sadržaj vizualno u stvarnosti popravljen, ali kolorit nije savršen. Nakon obnove uzoraka plana oni svakako imaju bolju kvalitetu upotrebljivosti i značenjske točnosti, a i vizualno su ljepši.

Odabir programa Adobe Photoshop 7.0 za obnovu plana pokazao se vrlo zahvalnim i korisnim za odabranu metodu maskiranja. Jednostavan je za upotrebu i omogućuje intuitivan rad s vrlo opširnim i instruktivnim pomoćnikom. Konceptija zaključanog crteža u podlozi sa slojevima na kojima formiramo maske poznat je kartografima i kao takav prihvatljiv.

Plan je nacrtan ručno crnim tušem i obojen vodenim bojama na kvalitetnom crtačem papiru. Zbog toga obnova plana digitalnom simulacijom reprodukcijских originala ne može dati dobar faksimil.

6.1. Zaključak

Istraživanje je obuhvatilo tri isječka na kojima su obuhvaćene gotovo sve vrste oštećenja koje je trebalo sanirati. Sama sanacija na danim primjerima nije savršena, ali malo pažljivijim odabirom uzoraka za maskiranje i to bi se moglo poboljšati. Vizualno obnovljeni dijelovi plana izgledaju prihvatljivo, jer ih prije ili nije bilo ili su bili jako oštećeni.

6.2. Planovi za budućnost

Faksimil katastarskog plana Varaždina ovom metodom može se izraditi za potrebe definirane ciljevima na početku ovog rada, i to u razumnom vremenu. Digitalno izrađeni faksimil u sustavu boja RGB namijenjen za zaslonske prikaze, Adobe Photoshopom se može s lakoćom konvertirati u sustav boja CMYK namijenjen za tisak (Vlašić 1999).

Za potrebe prostornih analiza i preklapanje s novijim kartama mogu se koristiti transformacijski parametri u Gauß-Krügerovu projekciju te koordinate četiriju uglova lista u Kloštarivaničkom koordinatnom sustavu (Borčić i Frančula 1969). U Hrvatskoj se još uvijek primjenjuje Gauß-Krügerova projekcija Besselova elipsoida (koordinatni sustavi sa središnjim meridijanima $\lambda = 15^\circ$ odnosno $\lambda = 18^\circ$) u kojoj je izrađena većina karata službene kartografije, iako već traje razdoblje prilagodbe u novu službenu kartografsku projekciju HTRS96/TM (sa središnjim meridijanom $\lambda = 16^\circ 30'$).

Za potrebe identifikacije nekretnina dovoljna je vizualna usporedba faksimila katastarskog plana Varaždina

6.1 Conclusion

This research covered digital reconstruction of three samples in which almost all types of damage noted on map A were present. The restoration itself is not perfect, but more careful selection of masking samples would improve results. The visually reconstructed samples are acceptable as replacements for extremely damaged or missing parts.

6.2 Future Plans

Producing a facsimile of the cadastral map of Varaždin could be achieved within a reasonable period of time using the methods researched for the needs defined in the objectives of the paper. Photoshop application software could easily convert the digital facsimile from the RGB colour system for monitors to the CMYK colour system for printing devices (Vlašić 1999).

The digital facsimile of Varaždin could be transformed into the coordinate system of another cartographic projection for spatial analytic comparison with modern maps using transformation parameters in the Gauß-Krüger (Transverse Mercator) based on the coordinates of the four corners of the map from the Kloštar Ivanić coordinate system (Borčić and Frančula 1969). Official cartography in Croatia still uses the Gauß-Krüger cartographic projection with the Bessel ellipsoid (coordinate systems with central meridians $\lambda = 15^\circ$ or $\lambda = 18^\circ$), although the new cartographic projection HTRS96/TM (Croatian Terrestrial Reference System) with a central meridian of $\lambda = 16^\circ 30'$ has been introduced and is in the adaptation stage.

In order to identify immovable property, a visual comparison of the facsimile of the cadastral map of Varaždin (digital raster map) with the contemporary vector digital cadastral map is sufficient. Subsequent vectorisation of the facsimile content would be possible, but is not necessary in order to fulfil the aims stated.

Inappropriate attempts to reconstruct map A might involve selecting areas for coloration, than colouring

the selection appropriately. The result of colouring such sections using modern materials would not look like an old map, so old map paint which already has a patina should be used. Furthermore, the final colour would depend on the blend of the newly applied paint over the original background. At a future time, it would be useful to investigate digital facsimile colour reproduction and line drawing based on the scanned original.

Some parts of map A cannot be reconstructed, because no reliable copy has survived. For example, the lower right part of map A, outside the frame, should contain the authors' signatures and probably other data. This part of the map and others similar to it can only be reconstructed artistically. To some extent, this would depart from cartography as a branch of technical science, although historical cartographic materials like the map researched in the paper are often also true works of art.

A sufficiently large print run of the facsimile of the cadastral map of Varaždin, to be sold as souvenirs or official gifts, along with an appropriate cost/benefit analysis, could commercialize this research, if sponsorship could be found. The unit price should be set so that the first issue of the facsimile of cadastral map of Varaždin would cover the production costs, including digital processing and the work of a cartographer. The suggested resolution of 300 dpi would result in satisfactory legibility.

The research presented in this paper is a written strategy based on the author's experience. It produced very good results in accordance with the research goals listed at the beginning, and shows that it would be possible to produce a raster and printed facsimile of the cadastral map of Varaždin.

Acknowledgement

I would very much like to thank Prof. Emeritus Dr. Nedjeljko Frančula for his very useful suggestions and recommended references on the history of the cartography of the cadastral map of Varaždin. I would like to thank State Geodetic Administration for illustrations.

(digitalnog rasterskog plana) s vektorskim digitalnim katastarskim planom. Naknadno je moguća i vektorizacija sadržaja plana, što i nije prijeko potrebno za navedeni cilj.

Neuspjeli pokušaji obnove plana A odnose se na označavanje područja koja je trebalo obojiti, te potom bojenje prikladnom bojom. Bojenjem jednoličnom bojom ne bi se dobilo izgled kakav je na staroj karti, te bi zbog toga trebalo koristiti dodatnim efektima. Nadalje, konačna boja ovisi, osim o nanesejoj boji i o boji podloge. U nekom drugom radu može se istražiti digitalna izrada faksimila bojenjem i crtanjem po skeniranom izvorniku.

Pojedini dijelovi plana ne mogu se obnoviti jer ne postoji vjerodostojna kopija. Na primjer donji desni izvanokvirni dio plana A sadrži potpise autora i vjerojatno neke druge podatke. Taj i takvi dijelovi plana mogu se jedino umjetnički obnoviti. To donekle prelazi okvir kartografije kao grane tehničke znanosti iako ona u nekoj mjeri graniči s umjetnošću, pri čemu su primjerci karata povijesne kartografije prava umjetnička djela.

Izrada otiska faksimila katastarskog plana Varaždina u većoj nakladi kao varaždinski suvenir ili protokolarni

poklon uz odgovarajuću analizu isplativosti mogla bi komercijalizirati ovo istraživanje pronalaskom zainteresiranog sponzora. Cijenom primjerka odnosno prve naklade faksimila katastarskog plana Varaždina bilo bi potrebno pokriti sve troškove izrade uključujući i rad kartografa na digitalnoj obradi. Predložena razlučivost od 300 dpi (točkica po inču) zadovoljava čitljivost plana za otisnuti faksimil katastarskog plana Varaždina.

Prikazano istraživanje je pisana strategija prema iskustvima autora koja je dala vrlo dobre rezultate i osigurava izradu rasterskog i tiskanog faksimila katastarskog plana Varaždina sukladno ciljevima postavljenim na početku ovog rada.

Zahvala

Zahvaljujem prof. emeritusu Nedjeljku Frančuli na korisnim sugestijama i preporučenoj literaturi u vezi s povijesnim podrijetlom i kartografskim pitanjima vezanim uz katastarski plan Varaždina. Zahvaljujem Državnoj geodetskoj upravi na ustupljenim ilustracijama.

Literatura / References

- Borčić, B., Frančula, N. (1969): Stari koordinatni sustavi na području SR Hrvatske i njihova transformacija u sustave Gauss-Krügerove projekcije, Zavod za kartografiju Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.
- Husak, M. (2006): Izrada faksimila katastarskog plana Varaždina iz 1860.godine. Seminarski rad, Poslijediplomski znanstveni studij, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Husak, M. (2011a): Analysis for Facsimile of Cadastral Map of Varaždin, in: Lapaine, M. (ed.): Program and Abstracts, 3rd Croatian NSDI and INSPIRE Day and 7th Cartography and Geoinformation Conference, Croatian Cartographic Society, Split, September, 14-16, pp. 64-66.
- Husak, M. (2011b): Analysis for Facsimile of Cadastral Map of Varaždin, II Proceedings of 25th International Cartographic Conference, Paris, 3-8 July 2011, International Cartographic Association.
- Lovrić, P. (1988): Opća Kartografija, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb.
- Solarić, M. (2008): Geodetic Monuments – Coordinate System Origins of Cadastral Survey in Croatia, Cartography and Geoinformation, 10, pp. 5-26.
- Tutić, D., Lapaine, M. (2010): Digitization of Old Maps Using Deskan Express 5.0. in: Livieratos, E., Gartner, G (ed.): Proceedings of the 5th International Workshop on Digital Approaches in Cartographic Heritage, Vienna, Research Group Cartography, Vienna University of Technology, 597-603.
- Vlašić, K. (1999): Adobe Photoshop u 10 koraka. Kristal Print, Zagreb.