



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta stavební
Katedra mapování a kartografie**

Bezešvá mapa Prahy z povinných císařských otisků

Seamless map of Prague based on Imperial Imprints of the Stable Cadastre

Diplomová práce

Studijní program: Geodézie a kartografie
Studijní obor: Geoinformatika

Vedoucí práce: Ing. Jiří Cajthaml, Ph.D.

Tomáš Marek

Praha 2010

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovával samostatně a všechny použité informace jsem uvedl v seznamu použité literatury a zdrojů a řádně citoval.

V Praze dne 14. května 2010

.....
Tomáš Marek

Poděkování

Za cenné rady, informace a přístupu k datům bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Jiřímu Cajthamlovi, Ph.D., vedoucímu Ústředního archivu zeměměřictví a katastru RNDr. Miroslavu Kronusovi, RNDr. Tomáši Grimovi, Ph.D., Ing. Stanislavu Meissnerovi a dále všem svým blízkým. Bez nich by práce vznikala jen velmi obtížně.

Abstrakt

Práce stručně seznamuje se stabilním katastrem na území hlavního města Prahy. Krátce popisuje použité metody zpracování naskenovaných map. Zároveň podává podrobný návod, jak lze mapy povinných císařských otisků vzniklé při mapování stabilního katastru transformovat do souřadnicového systému S-JTSK v ArcGIS. Zabývá se taktéž přípravou zpracovaných dat pro vystavení na webu.

Abstract

The theses introduces the Stable Cadastre on the territory of Capital city of Prague. It describes the methods of processing raster maps and gives instructions on how to transform Imperial Imprints of the Stable Cadastre maps to the coordinate system S-JTSK in ArcGIS. The theses deals with the adjustment of processed data for the publication on the web.

Klíčová slova

bezešvá mapa, Praha, povinné císařské otisky, stabilní katastr, transformace, S-JTSK, rastrová data, ArcGIS

Keywords

Seamless map, Prague, Imperial Imprints of the Stable Cadastre, Stable Cadastre, transformation, S-JTSK, raster datasets, ArcGIS

Obsah

1. Úvod.....	7
2. Povinné císařské otisky	9
2.1. Stabíl ní katastr	9
2.2. Původ otisků	10
2.3. Popis otisků	11
2.4. Otisky Prahy	12
3. Využitelná data a podklady pro volbu vličovacích bodů.....	14
4. Grafické formáty	20
5. Úprava mapových listů	22
5.1. Rozdělení mapových listů na více částí	22
5.2. Odstranění přebytečné kresby	23
6. Transformace.....	27
6.1. Shodnostní transformace	27
6.2. Podobnostní transformace	28
6.3. Afinní transformace.....	29
6.4. Polynomické transformace	30
6.5. Spline transformace.....	30
6.6. Adjust transformace	31
6.7. Jungova transformace.....	31
6.8. Rubber sheeting	31
6.9. Projektivní transformace	32
6.10. Transformace v ArcGIS	32
7. Zpracování v ArcGIS.....	33
7.1. Rastrová data v ArcGIS.....	33
7.2. Vličovací body	35
7.3. Transformace, převzorkování.....	39
7.4. Geodatabáze	40
7.5. Mozaika	41
8. Příprava dat pro publikaci na Web.....	47
9. Závěr.....	51
10. Seznam obrázků a tabulek	53
11. Literatura a zdroje.....	55
12. Přílohy	57

1. Úvod

Měřický operát stabilního katastru se v době svého vzniku v první polovině 19. století stal nejpodrobnějším mapovým dílem českých zemí. Až do rozpadu rakouské monarchie sloužil katastr účelu výběru daní, pro který byl původně zaveden. Tento účel postupně přestával být významný a operát začínal sloužit především k evidenci vlastnických a dalších věcných práv k nemovitostem. Roku 1927 je nahrazen Křovákovým pozemkovým katastrem. Křovák vycházel již z existujících základů stabilního katastru, které přizpůsobil současným potřebám evidence. Dalším vývojem došlo až k vzniku současného katastru nemovitostí. Ten je již veden moderními počítačovými prostředky, nicméně jeho původ vychází právě ze stabilního katastru.

Jelikož katastr nemovitostí a stabilní katastr, i přes mnoho rozdílů, mají společný původ, přímo se vnucuje myšlenka porovnávání současného stavu mapovaných prvků, stavu mapovaných prvků při vzniku stabilního katastru a sledování vývojových změn v krajině. Lze navštívit archiv či instituci uchovávající danou archiválii a na papírové mapě bádát, ovšem v prostředí výpočetní techniky a internetu je tato činnost daleko efektivnější. Převodem těchto papírových map do digitální podoby a připojením souřadnicového systému by bylo umožněno ve velmi krátké době s obrovskou pohodlností zkoumat obrovské množství dat, vzájemně je porovnávat a hledat mezi nimi různé spojitosti. Výhodou dat vedených v digitální podobě je jejich snazší zpracovatelnost, přenositelnost a v neposlední řadě také dostupnost širokému okruhu uživatelů. Při zkoumání digitálních map nedochází k jejich fyzickému poškození, jako v případě bádání nad mapami papírovými. To obzvláště ocení správci těchto map, ale i odborná či široká laická veřejnost, u které se v posledních letech staré mapy stávají stále oblíbenější.

Mapy, konkrétně povinné císařské otisky, byly již naskenovány do digitální podoby Ústředním archivem zeměměřictví a katastru. Cílem této práce je navrhnout způsob transformace do S-JTSK těchto digitálních map. Ke zpracování bude zvolen přístup, kdy jde o co nejvyšší polohovou přesnost a návaznost jednotlivých map i přes výraznější deformaci rastru a nedodržení původní topologie, vytyčení a zachování potřebných a důležitých informací z mapy a odstranění informací nepotřebných. Zpracováváno bude území hlavního města Prahy a je snahou zachytit většinu problémů, které mohou se zpracováním souviset a navrhnout jejich vhodné řešení. Výstupem pak bude bezešvá mapa Prahy z povinných

císařských otisků rozdělená po katastrálních územích a pro potřeby Zeměměřického úřadu rozřezána podle kladu listů Státní mapy 1:5 000.

2. Povinné císařské otisky

2.1. Stabilní katastr

Základ stabilnímu katastru byl dán patentem císaře Františka I. ze dne 23. prosince 1817. Mapové dílo vznikalo podle bavorského vzoru vedení katastrální evidence. Zobrazovací soustava byla vybrána transverzální válcová Cassini-Soldnerova využívající Zachův elipsoid jako referenční plochu. Pro území celé monarchie vzniklo 9 souřadnicových soustav tak, aby se jednotlivé země nacházely jen v jedné. Čechy mají počátek soustavy v bodě na kopci Gusterberg, Morava a Slezsko na věži chrámu svatého Štěpána ve Vídni. Nultý poledník se v té době používal Ferrský ($17^{\circ} 39' 46''$ západně od Greenwiche). Mezi lety 1821-1840 bylo celé území monarchie pokryto trigonometrickou sítí prvního řádu. Podrobné mapování v českých zemích probíhalo v terénu s přestávkou mezi lety 1824-1843. Zaměřovalo se v měřítku 1:2 880, ve výjimečných případech center měst i v měřítkách větších. Pro Prahu byly vytvořeny mapy i v měřítkách 1:1 440 a 1:720.



Obr. 2.1: Rozdělení monarchie na souřadnicové systémy (převzato z Cafourek, 1967).

2.2. Původ otisků

Katastrální mapování stabilního katastru probíhalo na území Čech 12 let (1826-1830, 1837-1843) a na Moravě a ve Slezsku 11 let (1824-1830, 1833-1836). Celkem bylo zaměřeno 12 691 katastrálních obcí (dnešní katastrální území), z toho 8 967 v Čechách a 3724 na Moravě a ve Slezsku (ÚAZK, <http://archivnimapy.cuzk.cz>). Krátce po vzniku originální mapy byla vytvořena i její kopie. Datum vzniku originální mapy i její kopie je uveden v každém titulu mapy.



Obr. 2.2: Titul otisku. Velkým písmem uveden rok vzniku originální mapy, menším písmem rok vzniku otisku.

Kopie katastrálních map vznikaly tiskem z rytiny originálních map na desce solenhofenského vápence na předem navlhčený papír, aby byl přenos barvy co nejlepší. Tento způsob reprodukce zapříčinil značnou a nepravidelnou srážku vysychajícího papíru. Kopie tím ztrácely na přesnosti (Cafourek, 1967, s. 82).

Tab. 2.1: Velikost srážky mapových listů otisku a originální mapy katastrálního území Královské Vinohrady (měřeno s přesností na 1 mm, který ve skutečnosti odpovídá 2,88 m)

Mapový list	Předpokládaná vzdálenost [mm]	otisk		originální mapa		Rozdíl srážky originální mapy a otisku [mm]
		Skutečná vzdálenost [mm]	Srážka papíru [mm]	Skutečná vzdálenost [mm]	Srážka papíru [mm]	
I	237	234	3	236	1	2
II	579	560	19	577	2	17
II	316	310	6	314	2	4
III	132	130	2	131	1	1
III	237	231	6	236	1	5
III	342	340	2	341	1	1
IV	395	388	7	392	3	4
IV*	527	517	10	neměřeno	neurčeno	neurčeno
IV	579	564	15	577	2	13
V	237	232	5	236	1	4
V	132	130	2	131	1	1
V	527	518	9	524	3	6
ad V	237	235	2	236	1	1
VI	395	388	7	393	2	5

(IV* - potřebné palcové značky nebyly kvůli fyzickému poškození mapy dochovány)

Jedna z kopií, povinný císařský otisk (Kaiserpflichtexemplar), byl uložen v Centrálním archivu pozemkového katastru ve Vídni. Po rozpadu rakouské monarchie byl katastrální operát rozdělén mezi nástupnické země. Jeho součástí byly i císařské otisky. Ty byly, kvůli svému prvotnímu účelu - výběru daní, uloženy na ministerstvu financí, které je do 50. let 20. století také spravovalo. Poté přešla správa otisků pod tehdejší ÚAGK, současný ÚAZK. V roce 2000, po zprovoznění nové budovy, se mapy fyzicky přesunuly na současné úložiště ÚAZK v Praze – Kobylisích. Celý soubor map tvoří 11 732 katastrálních území na 46 732 mapových listech (ÚAZK, <http://archivnimapy.cuzk.cz>).

2.3. Popis otisků

Císařský otisk je opatřený parcelními čísly a je ručně kolorován podle originální mapy s tím rozdílem, že otisk bývá vesměs světlejší (Cafourek, 1967, s. 84). Jednotlivé prvky jsou vybarveny následovně: okrové pole, šedé lesy, sytě zelené zahrady a parky, zelené louky, světle zelené pastviny, karmínové zděné budovy, kamenné mosty, jezy a silnice, v tmavém odstínu karmínové významné stavby, žluté dřevěné budovy, mosty a jezy, hnědé cesty, modré vodní toky a plochy a různobarevné lemovky hranic se sousedními katastrálními územími (viz

legenda). V bílé barvě jsou ponechány dvory a nádvoří, veřejná prostranství a půda, kterou nebylo možné obdělávat, např. kamení. Na zadní straně je podepsán pracovník, který mapu koloroval, a revizor (ÚAZK, <http://archivnimapy.cuzk.cz>).

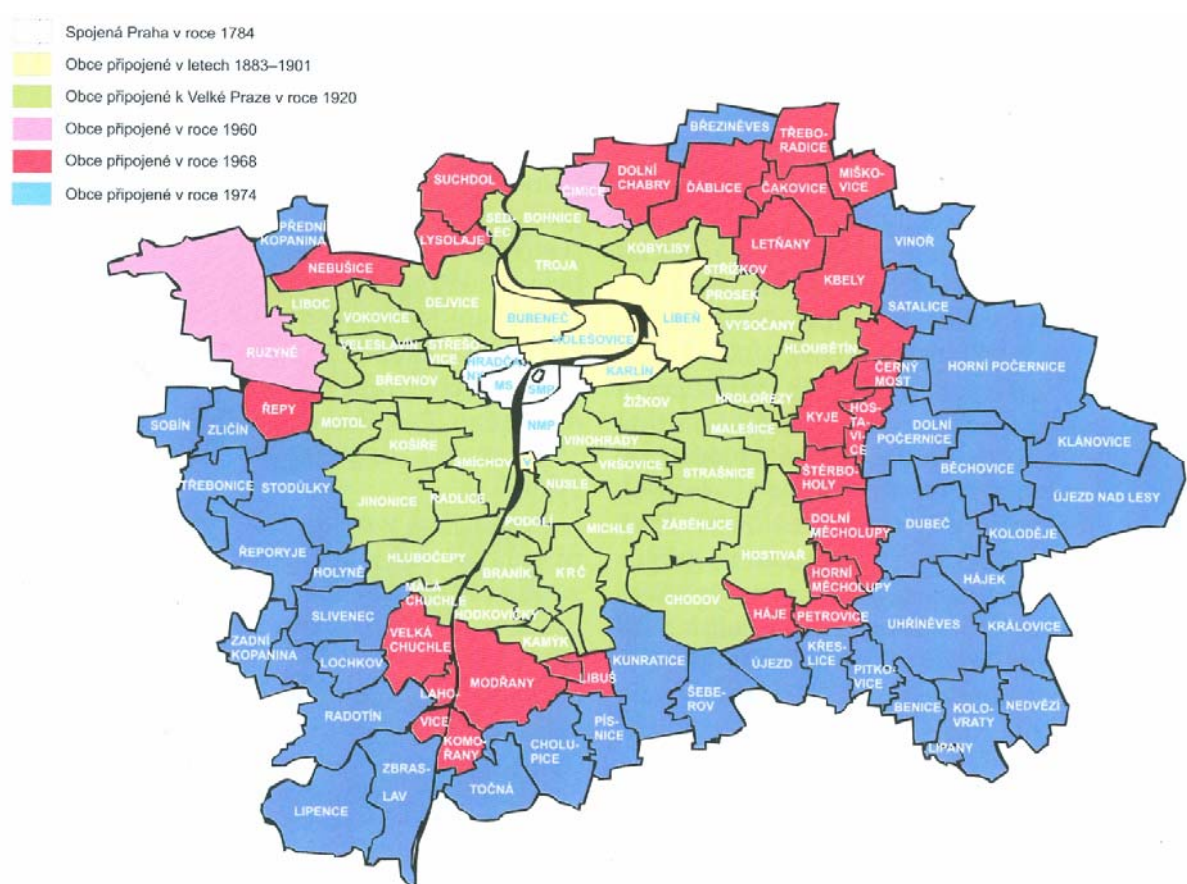
Otisky se oproti originálním mapám liší především v rámech mapových listů. Listy bývají pokresleny nastojato, na jednom listě může být zakresleno více částí katastrálního území. Rámy mapových listů jsou úplně pouze tehdy, je-li celá plocha mapového listu pokryta kresbou. Pokud kresba nedosahuje až k rámu, je v těchto místech vynechán. Palcové značky nejsou vždy zakresleny a především z důvodu srážky papíru nemusí být přesné. Výrazně je vyznačena čára protínající rám mapového listu v místě, kde se stýkají dva mapové listy, ale kresba je umístěna na jednom papíře. V tomto případě bývá čára označující rám mapového listu vyznačena i na druhé straně těsně za hranicí katastru.

Výhoda otisků je v tom, že zachovávají stav v době svého vzniku a zřejmě nebyly udržovány ani opravovány, i když s jistotou to u všech map vyloučit nelze. Narozdíl od originálních map jsou otisky litograficky tištěny, ovšem ne vždy dokonale. Čáry bývají potrhány nebo zesíleny, písmo občas rozmazáno (Cafourek, 1967, s. 83).

2.4. Otisky Prahy

Území hlavního města Prahy tvoří v současnosti 112 katastrálních území. Tomu odpovídá 102 katastrálních území z tehdejší doby a celé území pokrývá 514 mapových listů otisků nebo originálních map. Otisky nejsou dochované pro katastrální území Bubeneč, která je nahrazena originální mapou a Dejvice, u kterých se nedochovala ani originální mapa a jsou nahrazeny jednou z kopií. Ta se liší od otisků především v barevnosti mapy. Vybarvené jsou pouze karmínově kamenné budovy bez rozlišení významnosti. Také chybí lemovka kolem katastrálních hranic.

Jednotná Praha vznikla spojením čtyř měst pražských (Hradčan, Malé Strany, Starého a Nového Města) v roce 1784. Tento stav zachycují i otisky Prahy. Vyšehrad, ač se nacházel uvnitř městských hradeb, byl k Praze připojen v roce 1883, v roce 1884 Holešovice-Bubny a v roce 1901 Libeň (Lašťovkovi, 2005, s. 19). Další vývoj ukazuje obr. 2.3.



Obr. 2.3: Správní vývoj území města Prahy (převzato od Lašťovkovi, 2005).

V průběhu vývoje území se měnil průběh katastrálních hranic, některá katastrální území zanikla a jiná zas vznikla. Příkladem může být katastrální území Krč, které vzniklo sloučením Horní a Dolní Krče. Úplně zanikly např. katastrální území Záběhlice (Praha 5, pozor na záměnu se Záběhlicemi na Praze 4) a Žabovřesky, jejich území nyní spadá pod Zbraslav. Z Královských Vinohrad se oddělil Žižkov a zbylé území se přejmenovalo na Vinohrady. Zaniklo také území Šestajovice, velká část připadla nově vzniklému území Klánovice. Dále vznikla např. katastrální území Hájek u Uhříněvsi, Malá Chuchle, Černý Most, Háje, Holyně, Komořany a jiné.

3. Využitelná data a podklady pro volbu vlíčovacích bodů

Pro dobrou transformaci rastrů do souřadnicového systému - Jednotná trigonometrická síť katastrální (S-JTSK) je důležitá správná volba vlíčovacích bodů. Ty lze ovšem volit pouze na kvalitních podkladových datech v S-JTSK.

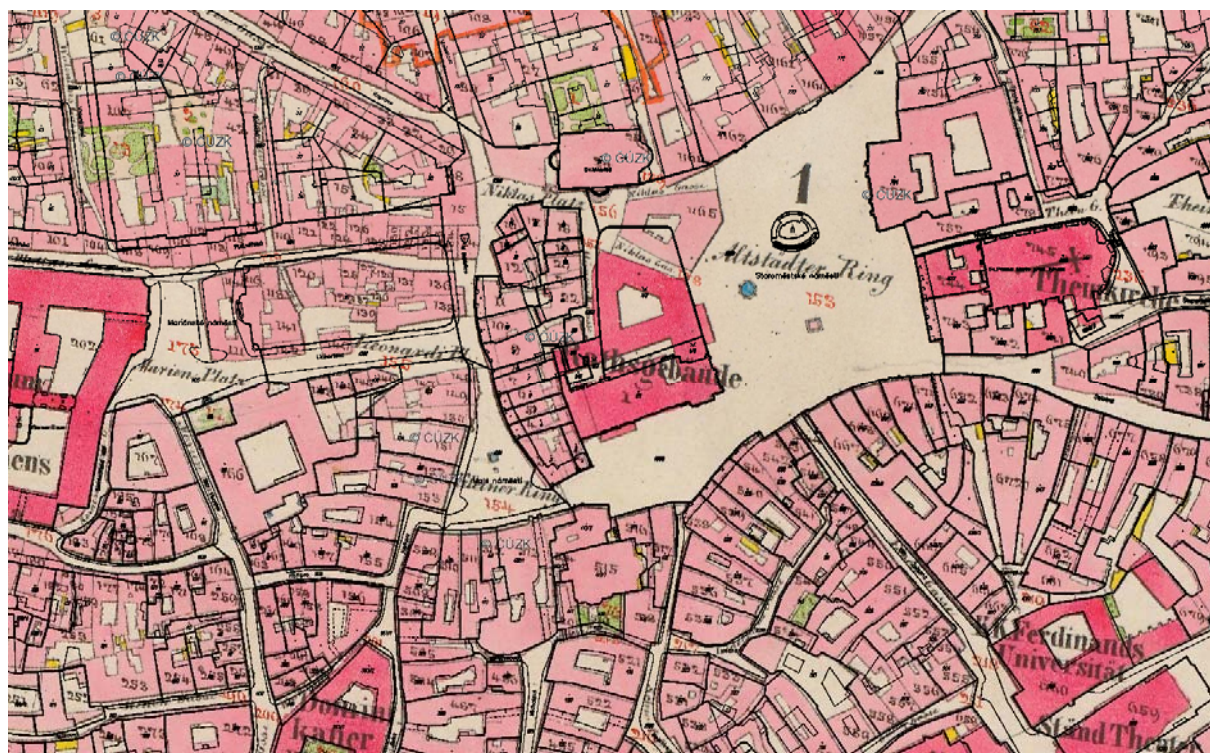
Takovýmto základním souborem dat je klad listů stabilního katastru. V případě otisků lze jako vlíčovací body s výhodou použít některé rohy mapových listů, v případě originálních map všechny čtyři rohy, pokud jsou na mapových listech fyzicky zachovány.

Tab. 3.1: Porovnání vzdáleností palcových značek na rámech mapových listů katastrálního území Královské Vinohrady

Mapový list				Palec v metrické soustavě [mm]				Počet palců				Předpokládaná vzdálenost [mm]				Skutečná vzdálenost [mm]				Rozdíl předpokládané a skutečné vzdálenosti [mm]			
II				26,34				22				579				560				19			
IV				26,34				22				579				564				15			
Palec na mapě [mm]																				Suma [mm]			
26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	559	
26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	25	26	26	25	27	25	26	25	26	25	26	567	

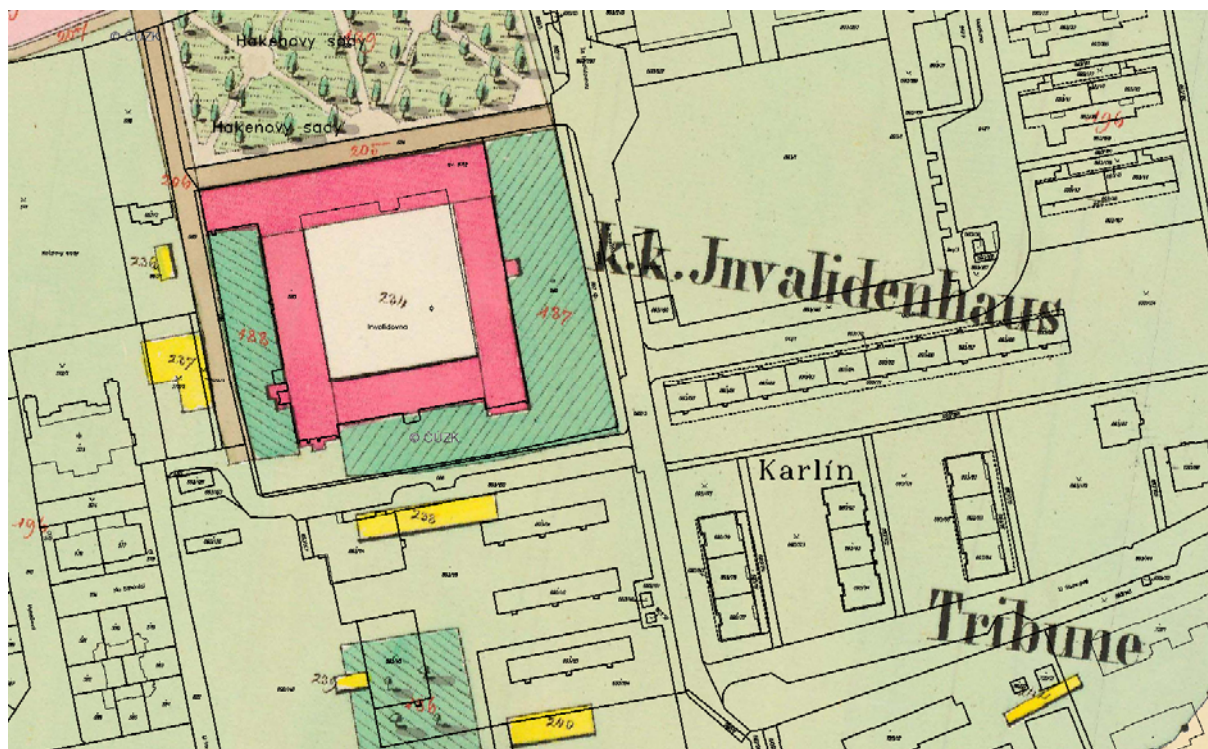
Originální mapy a některé otisky obsahují vyznačené palcové značky. Každý mapový list originální mapy má velikost 20x25 vídeňských palců (1 palec = 2,634 cm), otisk bývá často menší a neúplný. Především u otisků nemusí být značky vyznačeny správně. Vzdálenosti mezi jednotlivými palci může být výrazně jiná než jeden palec (tab. 3.1). Tabulka ukazuje vzdálenosti mezi jednotlivými palci na sousedících rámech mapových listů. Je patrná značná nepřesnost. Většina hodnot je ve skutečnosti menší než by měla být. Větší hodnota vzdálenosti svědčí více o nepřesnosti zákresu než o odchylku způsobenou srážkou papíru. Velký rozdíl je také v celkové měřené vzdálenosti, která se od předpokládané liší téměř o 2 cm. Stejná měření byla provedena na všech rámech a palcových značkách katastrálního území Královské Vinohrady, a to jak na otisku, tak i na originální mapě. Toto území bylo vybráno záměrně, jelikož se relativně velké odchylky na tomto území očekávaly. Komplexní tabulka vyjadřující rozdíly je k dispozici v příloze. V porovnání obou map vychází přesnost originální mapy výrazně lépe. Všechny měřené hodnoty byly zaokrouhleny na celé milimetry.

Dalším téměř nepostradatelným zdrojem dat je WMS ČUZK, především vrstvy bývalého pozemkového katastru (PK) a mapy katastru nemovitostí (KN). Mapy bývalého PK často obsahují již neplatné katastrální hranice či neplatné hranice parcel a budov, které se shodují s hranicemi na mapách SK a v aktuální katastrální mapě se již nenachází. Některé části katastrální hranice a dále pak kostely, kapličky, hospodářské usedlosti a jiné budovy se mohly zachovat do současnosti (v Praze např. téměř celé centrum, Invalidovna, Břevnovský klášter, Letohrádek Kinských aj.). V těchto situacích lze využít mapy KN, které jsou oproti PK přehlednější, i když zachovalé objekty často doznaly stavebních úprav a tudíž i změnu půdorysu, který je na katastrální mapě zanesen. Navíc na území, kde se v současnosti nachází DKM není vrstva map PK k dispozici.

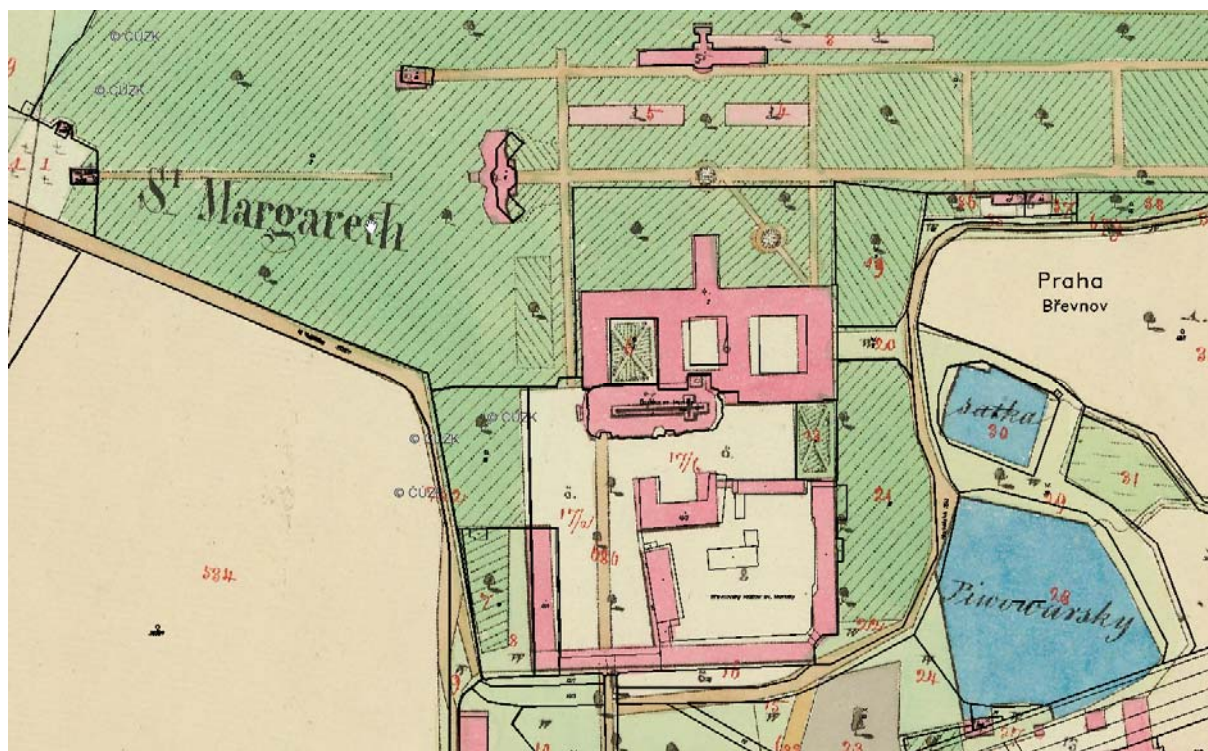


Obr. 3.1: Staroměstské náměstí.

Na obr. 3.1 je výřez otisku zachycující Staroměstské náměstí v překryvu se současnou katastrální mapou. Je zde názorně vidět značně zachovalé rozmístění budov a jejich půdorysů, především v jižní a východní části. Naproti tomu severní část od doby vzniku map doznala větších stavebních úprav. Na samotném náměstí byl zbourán Krenův dům a v roce 1945 po požáru i část radnice. Koncem 19. století byla odstraněna kašna a počátkem 20. století byl postaven pomník mistra Jana Husa. Mariánský sloup byl zbořen po roce 1918 (Lašťovka, Ledvinka, 1998).



Obr. 3.2: Invalidovna.



Obr. 3.3: Břevnovský klášter.

Na obr. 3.2 je zobrazena karlínská Invalidovna. Z výřezu mapy se do současnosti zachovala jen tato stavba a soudě podle půdorysu, doznala stavebních úprav.

Na obr. 3.3 je zachycen Břevnovský klášter. Zde je patrná mírná nepřesnost v zákresu několika částí budov. Vlčovací body byly voleny tak, aby se většina objektů dobře překrývala se současnou katastrální mapou.



Obr. 3.4: Strašnice.

Na první pohled je z obr. 3.4 patrná značná nepřehlednost PK mapy oproti DKM. Proto se na ní hůře orientuje. Ale i zde se dají najít stále stojící budovy, jako například dvůr ve tvaru podkovy severně od rybníka.

Základním požadavkem pro tvorbu bezešvé mapy je dobrá návaznost jednotlivých mapových listů a sousedních katastrálních území. Nežřídko se stává, že poloha silnice či vodního toku při průchodu přes rám mapového listu je odlišná od polohy palcových značek, případně od jiné silnice či vodního toku. V těchto případech je na zpracovateli, jak daný nesoulad vyřeší. Z hlediska zachování dobré návaznosti jednotlivých listů je nejlepší ignorovat polohu palcových značek a přizpůsobit vlčovací body poloze linie přecházející přes rám (s ohledem na velikost odchylky na vlčovacích bodech). Podobná situace nastává na průběhu katastrální hranice, kdy se zpracovatel navíc snaží, aby hranice sousedních katastrálních území probíhala pokud možno shodně. Na obr. 3.5 je vidět značný nesoulad mezi jednotlivými palcovými značkami na styku dvou mapových listů. Pro tuto ukázkou byly mapové listy k sobě

transformovány podobnostní transformací, kdy byly zvoleny celkem dva vřícovací body - na hranici katastrálního území a na rohu mapového listu. Tak nejméně ovlivňují vzájemnou polohu palcových značek v závislosti na kresbě území. Aby měl rám mapového listu vhodnou velikost a rozlišení pro ukázkou, byl rozdělen na dvě části – levá (horní) a pravá (dolní).



Obr. 3.5: Nesoulad kresby mapy a palcových značek v katastrálním území Královské Vinohrady.



Obr. 3.6: Letohrádek Kinských, Kinského zahrada.

Velmi omezeně lze použít i letecké snímky území. Ty se spíše hodí pro ověření průběhu např. komunikace, pokud je známo, že byla její poloha zachována. Na obr. 3.6 je zobrazen Letohrádek Kinských se zahradou. Jsou zde patrné zachovalé stezky v Kinského zahradě na přechodu mezi otiskem a ortofotem, které na katastrální mapě zaneseny nejsou. Zachovalá je také Holečkova ulice, dříve nazývaná podle svého směru Košířská cesta nebo Košířská

ulice, v dolní části kolem Kinského zahrady taktéž Kinského cesta (Lašťovka, Ledvinka, 1997).

4. Grafické formáty

Pro zpracování je důležitý výběr formátu. Měl by ukládat v bezztrátové kompresi, podporovat 24 bitovou hloubku barev a měl by být podporován software, který bude při zpracování dat využíván.

ÚAZK vydává rastrová data ve formátu JPEG. Nutno podotknout, že správný název tohoto formátu by měl být JFIF. JPEG (zkratka odvozena od Joint Photographics Experts Group) je pouze metodou komprese rastrových dat. Avšak soubory uloženy v tomto formátu používají příponu JPG či JPEG (Tišnovský, 2006). Dále v textu se bude o tomto formátu hovořit jako JPEG. Hlavní výhodou JPEG je jeho malá velikost na disku, při pro lidské oko nepostřehnutelné ztrátě dat. Velmi dobře se hodí pro uložení např. fotografií. Kvůli své ztrátové kompresi není vhodný pro ukládání textů či obrázků s ostrými hranami. Také není vhodný pro časté úpravy, jelikož každým uložením dojde k určité ztrátě dat (a to i v případě nastavení faktoru kvality na 100 %). Z důvodu, že soubor otisku projde několika úpravami, obsahuje texty, není formát JPEG pro další práci vhodný.

Nestand. jméno		Nestand. jméno	
Katastrální území	Županovice	Katastrální území	Županovice
Mapový list ZM10	12-43-25	Mapový list ZM10	12-43-25
Poznámka	trig. bod 403,8 m n. m.	Poznámka	trig. bod 403,8 m n. m.
Datum standardizace	9.2.1989	Datum standardizace	9.2.1989
Zkratka	kop.	Zkratka	kop.
Velikost písma	6	Velikost písma	6
Nestand. jméno		Nestand. jméno	
Katastrální území	Županovice	Katastrální území	Županovice
Mapový list ZM10	12-43-25	Mapový list ZM10	12-43-25
Poznámka	trig. bod 403,8 m n. m.	Poznámka	trig. bod 403,8 m n. m.
Datum standardizace	9.2.1989	Datum standardizace	9.2.1989
Zkratka	kop.	Zkratka	kop.
Velikost písma	6	Velikost písma	6

Obr. 4.1: Ztrátová komprese JPEG. Postupně původní obrázek PNG, JPEG s faktorem kvality 100, JPEG s faktorem kvality 50, JPEG s faktorem kvality 10.

Využitelné jsou z tohoto pohledu formáty TIFF (Tagged Image File Format) nebo PNG (Portable Network Graphics). Oba tyto formáty mohou ukládat s bezztrátovou kompresí. Formát TIFF umožňuje ukládat v bezztrátových kompresích LZW či ZIP, ale také ve ztrátové JPEG kompresi. Starší aplikace nemusí umět se všemi kompresemi pracovat, ovšem LZW kompresi bez potíží běžně používat lze. Formát PNG využívá LZ77 kompresi v kombinaci s Huffmanovým kódováním. Tím dosahuje lepších kompresních výsledků než komprese LZW (Janák, 2002). I přesto je v GIS aplikacích pro rastrová data používán výměnný formát TIFF,

soubor nesoucí geografickou informaci o poloze GeoTIFF. Z toho důvodu je při zpracování využíván formát TIFF.

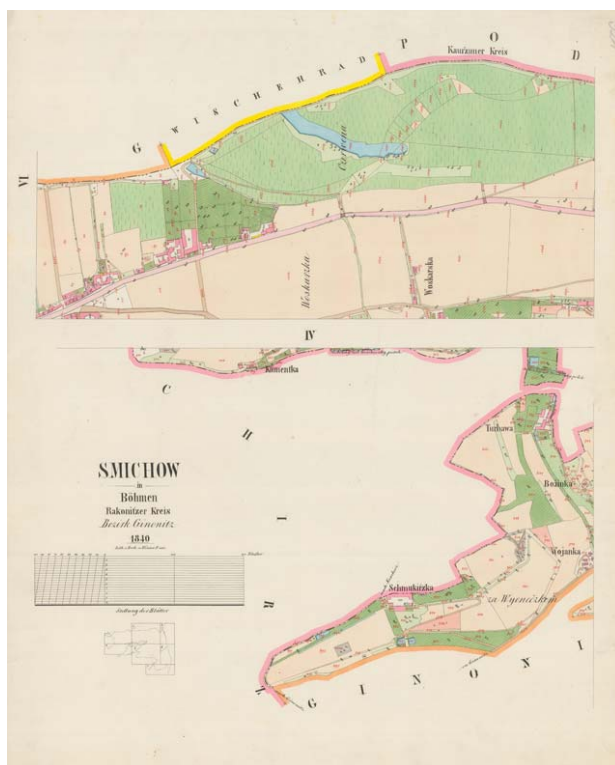
Před úpravami otisků je nutné soubor JPEG uložit jako soubor TIFF vhodně s LZW kompresí. To lze udělat v rámci dělení mapových listů. Souřadnice vřícovacích bodů nemusí být v ArcGIS přenositelné mezi jednotlivými formáty a mezi JPEG a TIFF ani nejsou. To znamená, že v ArcGIS souřadnice vřícovacího bodu na rastru ve formátu JPEG neodpovídá souřadnici vřícovacího bodu na rastru ve formátu TIFF. Proto by transformace neproběhla správně.

5. Úprava mapových listů

Z důvodu, že rastrový otisk či originální mapa je pouze skenovaná kopie mapy papírové bez jakékoli úpravy, před samotným zpracováním je nutné rastrovou kresbu vhodně upravit. K tomu lze využít některý z grafických software (např. Adobe Photoshop či GIMP).

5.1. Rozdělení mapových listů na více částí

Jelikož mapy otisků nerespektují klad listů, často se nachází na jednom papíře více částí mapových listů. Tyto části je zapotřebí od sebe oddělit a transformovat zvlášť. Je nežádoucí listy jakkoli ořezávat. Případný ořez by způsobil zmenšení velikosti rastru a tím by nebylo možné opětovně využít existující vlíčovací body k transformaci původního rastru.



Obr. 5.1: List otisku Smíchova. Obsahuje kresbu dvou mapových listů (IV a VI). Navíc na mapovém listě IV není kresba kontinuální. V tomto případě je vhodné tento list rozdělit do tří samostatně transformujících se částí. Je zde také vidět některý nepotřebný i potřebný popis za katastrální hranicí.

Může také nastat situace, že v rámci mapového listu není kresba kontinuální. V tom případě mohou být vlíčovací body nerovnoměrně, tudíž nevhodně rozmístěny a není proto na škodu tyto nespojitě části mapových listů od sebe oddělit a transformovat zvlášť.

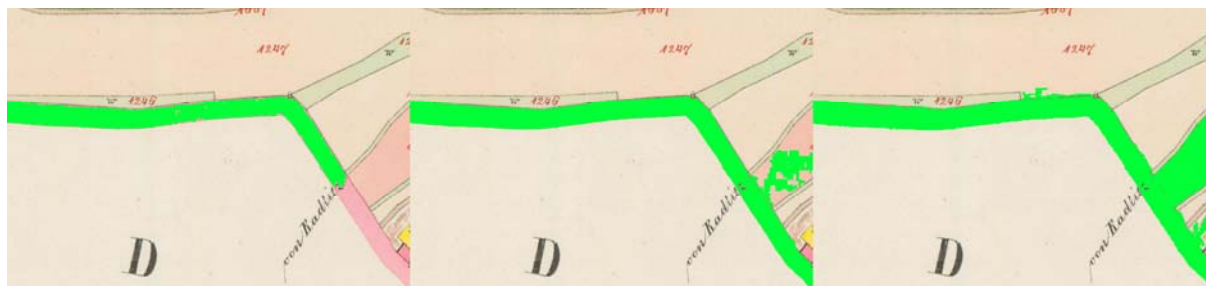
5.2. Odstranění přebytečné kresby

Tento krok je nevhodnější zařadit až po volbě vlíčovacích bodů, jelikož hrozí nebezpečí, že budou odstraněny některé prvky kresby, které mohou pomoci při volbě vlíčovacích bodů a před samotnou transformací, protože se kresba lépe odstraňuje na původním netransformovaném rastru.

Katastrální území je od okolní kresby odděleno lemovkou nesoucí různé barvy (nejčastěji žlutá, modrá, oranžová, světle karmínová). Tento pruh, který lemovka tvoří, lze vybrat v Adobe Photoshop nástrojem „kouzelná hůlka“ buď celý, anebo po částech v závislosti na požadované toleranci výběru, a poté odstranit. Přesnost výběru závisí především od homogenity barvy lemovky, souvislosti černé kresby katastrální hranice a odlišnosti barvy od kresby uvnitř katastrálního území. Nemělo by dojít k situaci, kdy bude společně s lemovkou vybrána i část kresby v rámci katastrálního území.

Kouzelná hůlka má několik parametrů. V české lokalizaci jde o Tolerance, Vyhlazení, Sousedící, Sample All Layers.

Tolerance udává, o kolik se může lišit hodnota jednotlivých pásem pixelu od hodnoty barevných pásem zdrojového pixelu, aby byl ještě vybrán. Např. pokud zdrojový pixel má hodnoty pásem RGB 180, 190, 200 a tolerance je nastavena na hodnotu 15, budou vybrány všechny pixely, které mají hodnotu pásem RGB v intervalu 165-195, 175-205, 185-215. Všechny tři podmínky musí být splněny zároveň. Pokud alespoň jedna hodnota nespadá do daných intervalů, pixel vybrán nebude. Nízká hodnota tolerance způsobí, že bude vybráno menší množství pixelů, než by mohlo být, naopak vysoká hodnota, že budou vybrány i pixely, které jsou součástí kresby katastrálního území. Nastavení vysoké hodnoty tolerance je nežádoucí. Podle barvy lze obvykle volit hodnotu tolerance 80 (žlutá), 50 (růžová), 30 (modrá, oranžová). Tyto hodnoty jsou pouze orientační a mohou se částečně měnit v závislosti na kvalitě, homogenitě a zachovalosti zabarvení rastru. Na obr. 11 je zelenou barvou vyznačena oblast, která se vybere při zvolení různých hodnot parametru.



Obr. 5.2: Rozdílný výběr v závislosti na parametru Tolerance (10, 30, 50). Je zde také vidět nepotřebný popis směru cesty.

Vyhlazení znamená, že budou vybrány i některé pixely, které nesplňují výše uvedenou podmínku tolerance, sousedící s pixely, které podmínku tolerance splňují. Tento parametr je vhodné využít (obr. 12).

Důležitý je parametr Sousedící. Ten by měl být využit při této operaci vždy. Photoshop pak vybere pouze vzájemně sousedící pixely, výběr tedy bude tvořit spojitá oblast. Při nepoužití parametru mohou být vybrány pixely splňující podmínku v celém rastru, tedy i v rámci kresby katastrálního území a vybraná oblast nemusí být spojitá.



Obr. 5.3: Rozdílný výběr v závislosti na parametru Vyhlazení. Vlevo bez vyhlazení, vpravo s vyhlazením

Sample All Layers aplikuje výběr na všechny vrstvy v souboru. Pro zpracování otisků je nepodstatný, jelikož soubory neobsahují více vrstev.

GIMP má nástroj podobný Kouzelné hůlce nazvaný „Přibližný výběr“, který vybírá podle spojitých oblastí s podobnými parametry, ale nedosahuje tak přesných výběrů jak Photoshop.

Následně lze použít nástroj „Mnohoúhelníkové laso“ kterým se sleduje oblast odstraněné oblasti kolem katastrálních hranic a rám mapového listu. Jelikož se jedná o starou mapu, rám

nemusí být přímka, ale může být různými deformacemi či nepřesnostmi zákresu zakřivený (při transformaci se zakřivení zminimalizuje. Proto nestačí při sledování průběhu zvolit pouze dva body, nýbrž průběh rámu sledovat častějším volením vrcholových bodů mnohoúhelníku. Po uzavření výběrové plochy se vytvoří doplněk výběru a ten se odstraní. Na obr. 13 je červenou čarou znázorněna spojnice průsečíků rámu mapového listu a katastrální hranice. Je patrný vypouklý průběh rámu. Pokud by se za vrcholové body mnohoúhelníku vybraly pouze průsečíky, plocha tvořená červenou čarou a rámem by byla odstraněna.



Obr. 5.4: Zakřivení rámu otisku

GIMP má podobný nástroj „Vlnný výběr“, který lze využít stejně dobře jako Mnohoúhelníkové laso.

Následně se okraje kresby začistí nástrojem „Guma“, případné větší zbylé nežádoucí plochy „Kouzelnou hůlkou“. V případě odstranění malých ploch v kresbě katastrálního území je lze „doplnit“ nástrojem „Klonovací razítko“. Tento nástroj ovšem již ovlivňuje výslednou kresbu a jeho použití by se mělo minimalizovat vhodným počátečním výběrem barevného pruhu v okolí katastrální hranice tak, aby výběr nezasahoval do oblasti kresby katastrálního území.

V GIMPU lze k této úpravě použít jak nástroj „Guma“ tak „Klonování“.

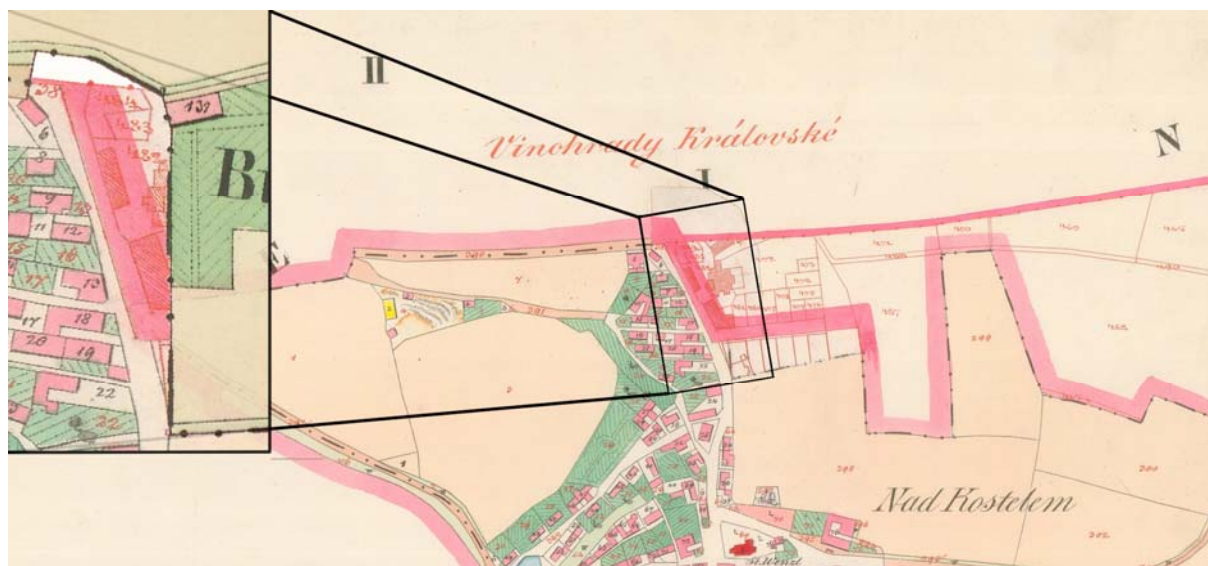
Potřebná kresba nemusí být ohraničena katastrální hranicí a rámem mapového listu. Některé zájmové prvky se mohou nacházet mimo toto území. To se týká především popisu na mapě. Pro bezešvou mapu je nepodstatný popis směru cesty opouštějící katastrální území (znatelný na obr. 11) a také název sousedního katastrálního území, který je navíc často neúplný (např. obr. 10). Naopak podstatné popisy jsou názvy potoků, místních částí, hospodářských usedlostí apod. Ty je potřeba v kresbě zachovat.



Obr. 5.5: Popis potoka a místní části zasahující přes katastrální hranici

Velmi často se také za katastrální hranicí vyskytuje popis parcelních čísel. Ty patří převážně velmi úzkým parcelám, kde není možné popis umístit uvnitř parcely. Jelikož účel práce nepředpokládá jejich využití, není nutné je zachovávat. Na druhou stranu není ani nezbytně nutné je z kresby odstraňovat. Rozhodnutí, zda popis ponechá či nikoli, je ponecháno zpracovateli. Další prvky, které zasahují vně vlastní kresbu katastrálního území, jsou stromy a jejich stíny. Ty je opět možné odstranit či ponechat. Zpracovatel musí mít na mysli, že ponechaná kresba jednoho katastrálního území může být překryta kresbou sousedního katastrálního území. Proto je důležité vědět, kde byla kresba mimo katastrální území zachována a příslušnou vrstvu při prohlížení či dalším zpracování umístit vždy výše, než vrstvy okolních katastrálních území, aby nebyl popis překryt.

Na některých otiscích byla provedena aktualizace k určitému datu. To znamená, že kresba otisku může být rozšířena o část území sousedního katastru, pokud se změnil průběh katastrální hranice. V tom případě je důležité ověřit, zda aktualizovaná kresba se nachází na otisku příslušného katastrálního území. Pokud tomu tak je, kresbu pocházející z aktualizace je vhodné odstranit. V opačném případě se kresba musí zachovat, jelikož by na daném území vzniklo „bílé místo“ bez jakékoli kresby. Situace, kdy jsou hranice zneplatněny přeškrtnáním, lze ignorovat.



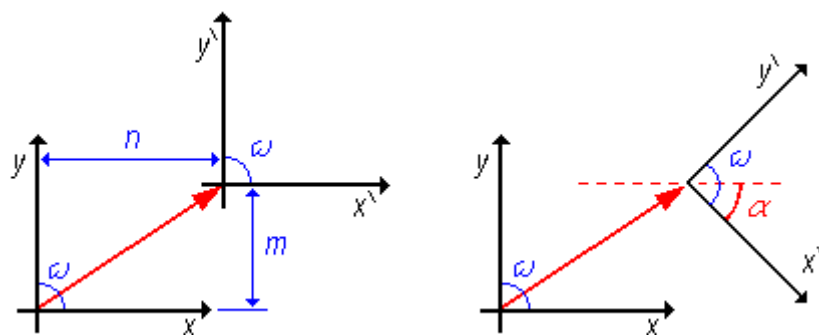
Obr. 5.6: Dodatečně dokreslená část mapy. Část tohoto území není zakreslena ani na sousedním listě Královských Vinohrad a je proto potřeba ho zachovat.

6. Transformace

Transformace je proces, při kterém dochází k přechodu z jedné soustavy souřadnic ke druhé. Ten se dá obecně vyjádřit pomocí soustavy rovnic, které tvoří transformační klíč. K nalezení transformačního klíče, neboli matematického vyjádření vztahu mezi uvažovanými souřadnicovými systémy, slouží identické body. Podle druhu transformace je vyžadován různý minimální počet těchto bodů. Pokud je zadáno bodů více, není možné všechny identické body ztotožnit. Proto musí dojít k vyrovnání vzniklých odchylek na těchto bodech metodou nejmenších čtverců.

6.1. Shodnostní transformace

Nejjednodušší transformací je shodnostní transformace. Při určení transformačního klíče je třeba znát 3 parametry (posun ve směru osy x , posun ve směru osy y , úhel otočení), což vyžaduje alespoň 2 identické body. Speciální případ shodnostní transformace nastává v případě, kdy úhel otočení je roven 0. V tom případě k určení transformačního klíče stačí pouze 1 identický bod (GEPRO).



Obr. 6.1: Shodnostní neotáčivá a otáčivá transformace (převzato z GEPRO)

Matematické vyjádření vztahu mezi souřadnicovými systémy shodnostní transformace je následující:

$$x' = A + Cx - Dy$$

$$y' = B + Dx + Cy$$

kde

A = posun ve směru osy x

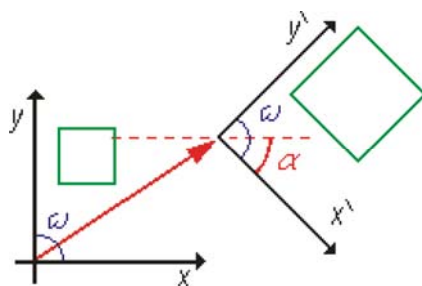
B = posun ve směru osy y

$C = \cos \alpha$, α je úhel otočení

$D = \sin \alpha$

6.2. Podobnostní transformace

Podobnostní transformace je dána 4 parametry (posun ve směru osy x , posun ve směru osy y , úhel otočení, koeficient zvětšení), tudíž jsou potřeba 2 body.



Obr. 6.2: Podobnostní transformace

Matematické vyjádření vztahu mezi souřadnicovými systémy podobnostní transformace je následující:

$$x' = A + Cx - Dy$$

$$y' = B + Dx + Cy$$

kde

A = posun ve směru osy x

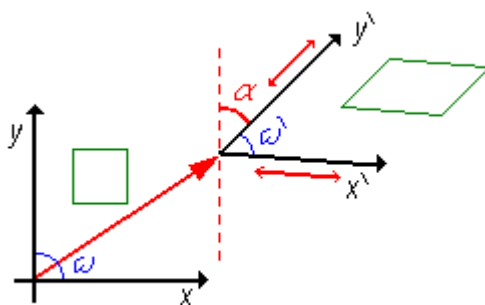
B = posun ve směru osy y

$C = q \cdot \cos \alpha$, α je úhel otočení, q je koeficient zvětšení

$D = q \cdot \sin \alpha$

6.3. Afinní transformace

Afinní transformace je dána 6 parametry (posun ve směru osy x , posun ve směru osy y , úhel otočení, koeficient zvětšení ve směru osy x , koeficient zvětšení ve směru osy y , změna úhlu, který svírají osy x a y), tudíž jsou potřeba 3 body. Speciální případ afinní transformace je tzv. 5ti prvková afinní transformace, kdy koeficient zvětšení ve směru osy x je stejný jako koeficient zvětšení ve směru osy y . I v tomto případě je k jednoznačnému určení transformace potřeba 3 identických bodů (GEPRO).



Obr. 6.3: Afinní 6ti prvková transformace

Matematické vyjádření vztahu mezi souřadnicovými systémy podobnostní transformace je následující:

$$\begin{aligned}x' &= A + Cx - Dy \\y' &= B + Ex + Fy\end{aligned}$$

kde

A = posun ve směru osy x

B = posun ve směru osy y

$C = q_{1,1} \cdot \cos \alpha$, α je úhel otočení, q je koeficient zvětšení

$D = q_{1,2} \cdot \sin \alpha$

$E = q_{2,1} \cdot \sin \alpha$

$F = q_{2,2} \cdot \cos \alpha$

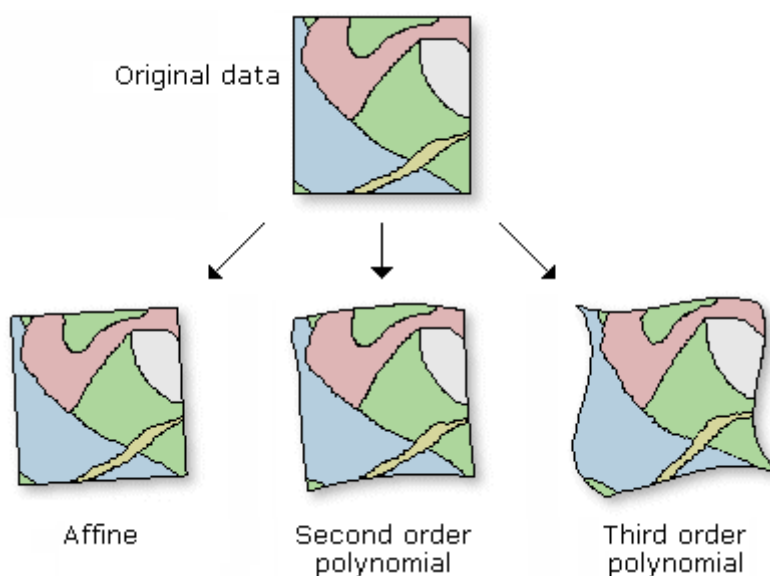
Pokud $q_{1,1} = q_{1,2} = q_{2,1} = q_{2,2} = q$, dostáváme podobnostní transformaci a pokud $q_{1,1} = q_{1,2} = q_{2,1} = q_{2,2} = 1$, dostáváme shodnostní transformaci. Z toho vyplývá, že podobnostní a shodnostní transformace jsou speciálními případy afinní transformace.

6.4. Polynomické transformace

Použití transformace druhého a vyšších řádů má smysl především u map s výraznou lokální deformací. V praxi se využívá především transformace druhého a třetího řádu, použití vyšších řádů již nepřináší výrazné zvýšení přesnosti. Speciální případ polynomické transformace je afinní transformace, která je transformací prvního řádu (Dolanský, 2006).

Transformační vztah druhého řádu má tvar:

$$\begin{aligned}x' &= Ax^2 + Bx^2 + Cxy + Dx + Ey + F \\y' &= Gx^2 + Hy^2 + Ixy + Jx + Ky + L\end{aligned}$$



Obr. 6.4: Rozdíl mezi polynomickými transformacemi (převzato z ESRI)

6.5. Spline transformace

Spline transformace v podání ArcGIS využívá Rubber sheeting metodu optimalizovanou pro lokální přesnost. Podle Pomykaczové (2007) jsou matematicky generovány křivky, které procházejí vlíčovacími body a modelují daný povrch s minimální křivostí. Jednotlivé části polygonů tak mezi sebou zachovávají spojitost a plynulost. Transformace je nereziduální, tudíž na vlíčovacích bodech nevznikají žádné odchylky. Použitím více bodů se zvýší přesnost transformace, ale na druhou stranu je její výpočet složitější a ArcGIS ji nemusí být schopen spočítat. Vyžaduje minimálně deset vlíčovacích bodů (ESRI, 2008).

6.6. Adjust transformace

Adjust transformace je založena na algoritmu, který kombinuje polynomickou transformaci a TIN interpolaci. Adjust transformace nejprve provádí polynomickou transformaci pomocí dvou vlíčovacích bodů, aby se pak vlíčovací body pomocí TIN interpolace interpolovaly lépe. K určení transformace jsou potřeba alespoň tři vlíčovací body (ESRI, 2008).

6.7. Jungova transformace

Tato transformace patří do skupiny nereziduálních, což znamená, že všechny odchylky na vlíčovacích bodech jsou nulové. Této vlastnosti se využívá při dotransformaci k odstranění odchylek na vlíčovacích bodech. Je dána vztahem:

$$\delta x_j = \frac{\sum_{i=1}^n w_i \delta x_i}{\sum_{i=1}^n w_i}, \delta y_j = \frac{\sum_{i=1}^n w_i \delta y_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

kde δx , δy jsou odchylky mezi skutečnými a přetransformovanými vlíčovacími body, w_i

určuje váhu dané odchylky. Většinou se volí $w_i = \frac{1}{d^2}$, kde d je vzdálenost mezi vlíčovacími body (Krejčí).

6.8. Rubber sheeting

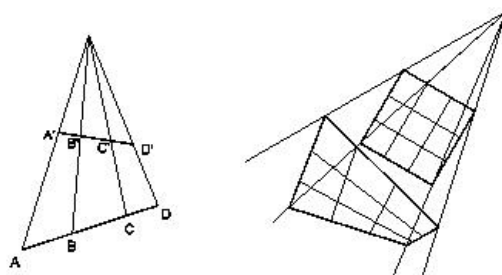
Metoda Rubber sheeting transformuje mapu po částech. Oblast se rozdělí na části, které se pak transformují zvlášť bez vzájemného ovlivňování. Nevýhodou této metody je, že často nebývá zachován původní tvar objektu, který se nachází na vícero částech (Dolanský, 2006).

6.9. Projektivní transformace

Tato transformace udává vztah mezi dvěma rovinami. Narozdíl od afinní transformace nezachovává rovnoběžnost.

Transformační vztah má tvar:

$$x' = \frac{Ax + By + C}{Dx + Ey + 1}$$
$$y' = \frac{Fx + Gy + H}{Dx + Ey + 1}$$



Obr. 6.5: Projektivní transformace (převzato z <http://www.gis.zcu.cz/studium/ugi/referaty/05/GeometrickéTransformace/index.html>)

6.10. Transformace v ArcGIS

ArcGIS nabízí několik transformací – Adjust, polynomickeou 1. stupně (afinní), polynomickeou 2. stupně, polynomickeou 3. stupně a Spline. Tyto transformace fungují tak, jak je výše popsáno mimo afinní. Při jejím použití záleží na množství použitých vlíčovacích bodů. Pokud se k transformaci použije jen jeden bod, ArcGIS provede shodnostní neotáčivou transformaci, v případě využití dvou vlíčovacích bodů transformaci podobnostní, při třech a více bodech afinní. V případě využití více jak tří bodů, dojde k vyrovnání odchylek na vlíčovacích bodech metodou nejmenších čtverců.

7. Zpracování v ArcGIS

Pro určení vlíčovacích bodů, transformaci do S-JTSK a následného uložení do geodatabáze byl použit software ArcGIS Desktop. Pro odstranění přebytečné kresby rastrů a jejich rozdělení byl použit grafický editor Adobe Photoshop a pro upravení hodnot některých pixelů jednotlivých rastrů programové prostředí MATLAB.

Aby bylo možné využít palcových značek otisků, byla vytvořena příslušná vrstva bodů na kladu mapových listů SK - Gusterberg, které poskytl Zeměměřický úřad. Před samotným zpracováním by měl mít uživatel připojen všechny potřebné vrstvy (klad SK – Gusterberg či sv. Štěpán, palcové značky, WMS ČUZK <http://wms.cuzk.cz/wms.asp>, případně vrstvu hranic katastrálních území – pro lepší orientaci v prostoru a ortofoto – např. ArcIMS službu Portálu veřejné správy České republiky <http://geoportal.cenia.cz>).

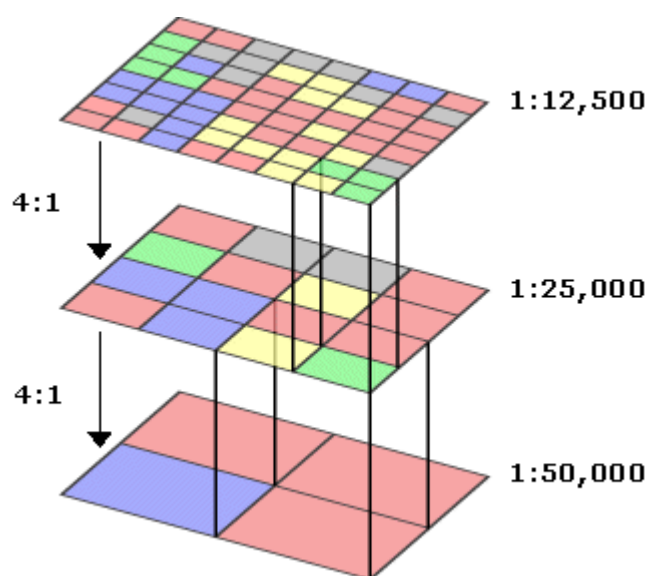
7.1. Rastrová data v ArcGIS

Při otevření souboru (přetažením souboru do pracovního okna či volbou Add Data) si ArcGIS vytvoří soubory typu auxiliary, reduced resolution dataset, v některých případech i world file. Auxiliary je pomocný soubor k rastrovému s příponou aux. Obsahuje informace, které nemůže nést přímo tento rastrový soubor. To může být např. barevná škála, statistiky, histogram, tabulka, odkaz na soubor pyramid, souřadnicový systém, transformace nebo zobrazení.

Reduce resolution dataset, s příponou rrd, je soubor pyramid. Tento soubor slouží k rychlejšímu načítání rastrových dat. Při zmenšení měřítka zobrazení použije aplikace vrstvu s menším rozlišením rastru. Velikost tohoto souboru může být max. 33 % velikosti nekomprimovaného originálního rastru. Při zásahu do kresby rastru (např. v Photoshopu) je nutné soubor pyramid smazat a vytvořit nový, aby se tyto změny kresby promítly i do příslušných pyramid.

Tab. 7.1: Vyjádření změny velikosti souboru pyramid (převzato z ESRI ArcGIS Desktop webhelp)

Stupeň pyramidy	Procentuální zvětšení ze stupně 0	Celková velikost na disku
0	N/A	100 GB
1	25.0%	125 GB
2	6.25%	131.3 GB
3	1.56%	132.8 GB
4	0.4%	133.2 GB
5	0.1%	133.3 GB
6	0.024%	133.32 GB
7	0.006%	133.33 GB



Obr. 7.1: Princip pyramid v ArcGIS. (převzato z ESRI ArcGIS Desktop Help)

World file se může vytvořit u rastrů ve formátu jiném než ERDAS, IMAGINE, BSQ, BIL, BIP, GeoTIFF nebo GRID, jelikož tyto formáty ukládají informace o georeferenci do hlavičky souboru. Ostatní formáty potřebují doplňující soubor, kterým je world file. Ten nese shodný název jako rastr, jen k příponě rastru se přidá písmeno w. V některých případech se přípona world file zkracuje (např. pro JPEG obrazek.jpgw či obrazek.jgw, pro TIFF obrazek.tifw či obrazek.tfw).

Struktura souboru je následující:

3.471	A
0.000	D
0.000	B
-3.471	E
-750385.211	C
-1038995.014	F

Pro umístění rastru do souřadnicového systému využívá ArcGIS 6típrvkovou afinní transformaci:

$$x_1 = Ax + By + C$$

$$y_1 = Dx + Ey + F,$$

kde

x_1 = souřadnice x pixelu na mapě,

y_1 = souřadnice y pixelu na mapě,

x = číslo sloupce pixelu rastru,

y = číslo řádku pixelu rastru,

A = velikost pixelu ve směru osy x ,

B, D = udávají rotaci,

C, F = souřadnice x, y středu levého horního pixelu,

E = velikost pixelu ve směru osy y .

7.2. Vlíčovací body

Nejdůležitějším faktorem pro transformaci jsou vhodně zvolené a rovnoměrně rozložené vlíčovací body. Ty lze volit podle podkladů popsaných v kapitole 3. Bodů by mělo být dostatek. Dolní limit počtu bodů určuje využitá Spline transformace, která potřebuje vlíčovacích bodů alespoň 10. V určitých případech, např. pokud jde o velmi malý kousek území, nelze zvolit dostatečné množství vlíčovacích bodů. Potom se zpracovatel musí spokojit s 6ti prvkovou afinní transformací a třemi vlíčovacími body, jelikož jde především o to, aby na vlíčovacích bodech byla odchylka nulová. Spline transformace toto zaručuje ze své podstaty a 6ti prvková afinní transformace při použití právě tří vlíčovacích bodů.



Obr. 7.2: Rozložení vlícovacích bodů. Rovnoměrněji (vlevo) a nerovnoměrněji (vpravo) rozložené vlícovací body (modře).

Pokud jsou na otisku zakresleny alespoň některé rohy mapových listů, je nutné všechny dostupné použít jako vlícovací body. Pokud otisk tyto rohy neobsahuje, použít se nedají. Doměřování a dokreslování rohů z důvodu srážky papíru není vhodné. Podobné je to s využitím palcových značek. Pokud chybí, není vhodné je doplňovat, v opačném případě je lze využít. Z důvodu, že nemusí být přesné (viz kapitola 3), je nutná kontrola správné návaznosti topologických prvků přecházející přes rámy mapových listů. V případě, že palcové značky polohově neodpovídají kresbě, je vhodnější volit vlícovací body tak, aby byla zachována správná návaznost topologie jednotlivých mapových listů, na úkor nesprávné polohy palcových značek. Samozřejmě s přihlédnutím na míru deformace rastru při transformaci.

Vzájemná dobrá návaznost je důležitá také na styku dvou katastrálních území a je potřeba průběh katastrální hranice z obou stran ztotožnit. Často se také dají využít podkladové mapy WMS ČÚZK, na kterých se dají nalézt zachovalé katastrální hranice, hranice parcel či budov. Topologické prvky by měly na přechodu mezi katastrálními územími taktéž na sebe správně navazovat.

Často nastává situace, že vhodné vřicovací body podle výše uvedených podkladů lze nalézt pouze v části rastru a v části není možné tyto body určit. Pak by se část rastru bez vřicovacích bodů mohla transformovat nepřesně. V tomto případě je výhodnější transformovat nejprve příslušný list sousedního katastrálního území, a poté využít k volbě vřicovacích bodů již transformovanou hranici sousedního území. Může se také stát, že ani jedno ze sousedních katastrálních území nemá v daném místě dostatek či vůbec žádné vřicovací body. Pak nezbyvá, než hranice obou katastrálních území sobě navzájem přizpůsobit tak, aby na sebe dobře navazovaly, opět s ohledem na deformaci rastru. To lze provést tak, že se transformuje jeden z rastrů a vůči němu se přizpůsobí rastr druhý. Pokud vřicovací body vykazují nepřijatelnou odchylku, je potřeba rastr transformovat s odchylkou přijatelnou a tomuto rastru přizpůsobit rastr druhý, již transformovaný, novou transformací.

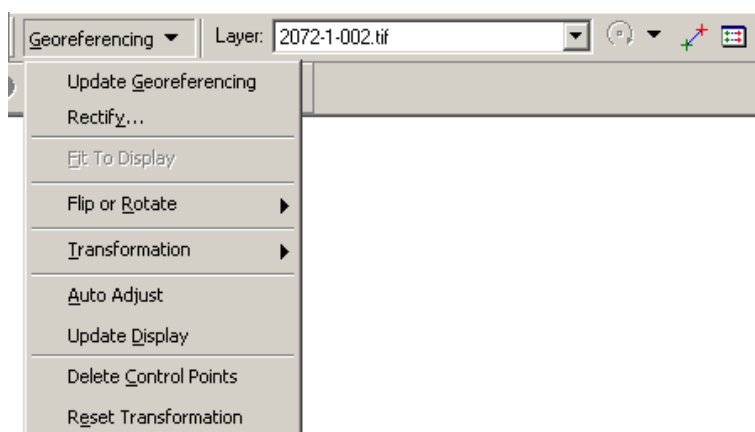
Aby byla zajištěna dostatečná přesnost volby vřicovacích bodů, je potřeba je volit v dostatečném přiblížení. Příliš velké přiblížení již nemusí znamenat znatelné zvýšení přesnosti, ale prodlužuje čas, za který je zpracovatel schopen vřicovací body navolit. Tento vztah mezi přiblížením a přesností volby vřicovacího bodu ukazuje tabulka 7.2. Ten musí brát v úvahu velikost jednoho pixelu, který je cca 0,28 m. Z tabulky je patrné, že je vhodné využívat přiblížení v měřítku mezi 1:720 až 1:360, nejlépe kolem 1:500, aby nepřesnost určení daného vřicovacího bodu nebyla v průměru větší než polovina velikosti pixelu. Využití většího měřítka než 1:360 by nemělo být potřebné.

Tab. 7.2: Přesnost volby vřicovacích bodů v závislosti na měřítku zobrazení

Měřítko	Odchylka mezi skutečně zvoleným a předpokládaně zvoleným vřicovacím bodem										Průměrná odchylka
2880	0,77	2,15	1,7	0,76	1,08	0,76	0	1,8	1,7	0,76	1,148
1440	0,43	0,43	0,68	0,57	0,43	0,69	0,57	0,69	0,68	0,68	0,585
720	0,11	0,08	0,1	0,4	0,22	0,39	0,3	0,21	0,21	0,22	0,224
540	0,28	0,25	0,03	0,05	0,17	0,03	0,23	0,1	0,16	0,18	0,148
360	0,05	0,05	0,12	0,05	0,05	0,05	0,12	0,14	0,05	0,18	0,086
180	0,04	0,02	0,01	0,06	0,08	0,07	0,07	0,09	0,07	0	0,051

ArcGIS má implementován nástroj Georeferencing, pomocí kterého lze rastry transformovat. V rozbalovací nabídce Layer je vybrán požadovaný rastr k transformaci. Funkcí Fit To Display se zobrazí tento rastr do aktuálního pohledu. Pro zjednodušení a urychlení práce je vhodné deaktivovat funkci Auto Adjust, která při každém zvolení nového vřicovacího bodu

přepočítává transformaci. Pokud je tato volba deaktivována, uživatel volí jednotlivé body, aniž by se transformace aktualizovala. Tvar rastru se nemění. Transformaci je potřeba pak aktualizovat ručně funkcí Update Display. Stává se, pokud jsou vřícovací body velmi hustě u sebe či nerovnoměrně rozloženy, případně jich je použito mnoho, že ArcGIS není schopen Spline transformaci spočítat. V tom případě je nutná oprava či vypuštění některých vřícovacích bodů.



Obr. 7.3: Nástroj Georeferencing

Link Table					
Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map	Residual
1	8,197494	26,950569	-741223,107512	-1049773,632...	0,00000
2	9,963004	26,946850	-741091,412890	-1049792,391...	0,00000
3	7,382082	6,667903	-741499,644434	-1051266,679...	0,00000
4	13,780810	15,510485	-740933,676797	-1050680,046...	0,00000
5	14,808609	20,472283	-740805,337254	-1050322,057...	0,00000
6	10,154128	8,058076	-741280,673009	-1051194,957...	0,00000
7	8,795841	4,982539	-741414,575431	-1051410,684...	0,00000
8	13,145301	26,930288	-740856,797532	-1049825,841...	0,00000
9	12,163599	26,938167	-740931,972780	-1049815,227...	0,00000
10	19,936736	8,477661	-740555,404303	-1051262,292...	0,00000

☐ Auto Adjust Transformation: Spline Total RMS Error: 0,00000

Obr. 7.4: Tabulka vřícovacích bodů

Vlícovací bod se vytváří tak, že je určen bod na zdrojovém rastru a poté identický bod na mapě. Souřadnice těchto bodů se pak ukládají do tabulky. V ní je možnost vybírat z několika transformací, sledovat odchylky na vlícovacích bodech, rušit body, ukládat body do textového souboru či body z textového souboru načítat. Je třeba dávat pozor při ukládání bodů. Pokud není označen žádný bod, uloží se všechny body v tabulce, pokud jsou některé body označeny, jsou uloženy pouze označené body. Pokud se transformovaný rastr odpojí či je vybrán k transformaci rastr jiný, neuložené vlícovací body budou ztraceny. Všechny vlícovací body je proto důležité ukládat. Je pak možné soubor po odpojení a úpravě kresby transformovat, případně při zjištění nevhodné volby pozměnit vlícovací body a provést novou transformaci.

7.3. Transformace, převzorkování

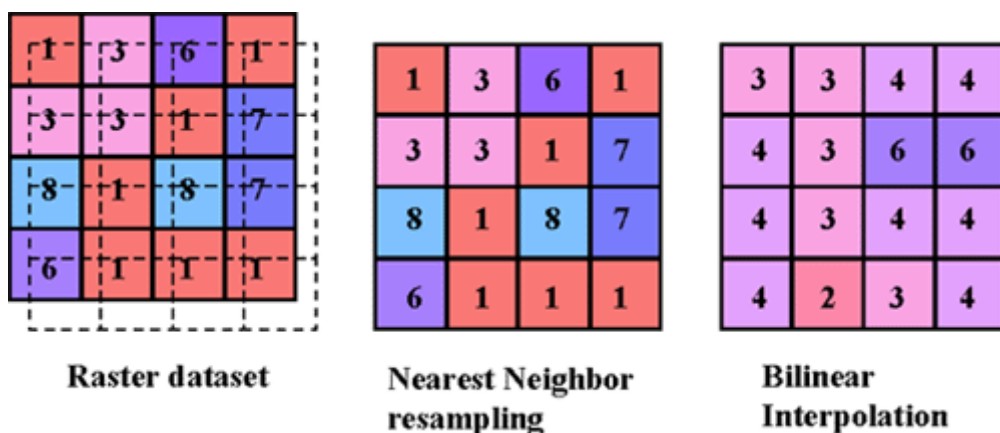
Po volbě vlícovacích bodů je vhodné provést odstranění přebytečné kresby. Soubor ve formátu TIFF je vhodnější ukládat s LZW kompresí. Soubor pak zabírá méně místa na disku. Po této úpravě je nutné smazat soubor pyramid (RRD) a načíst rastr do ArcGIS a tím nechat vytvořit pyramidy nové, aby byla změna kresby viditelná.

Přes Link Table lze načíst soubor s vlícovacími body a vybrat vhodnou transformaci. Pro mapy otisků je požadována co nejlepší návaznost mapových listů a její topologie. Z toho důvodu je nutné použití nereziduální transformace. ArcGIS disponuje nereziduální transformací Spline. Proto je využívána při transformaci většiny otisků. Ve výjimečných případech, což mohou být např. velmi malá část kresby, je využívána afinní transformace určená třemi vlícovacími body, aby nevznikaly nežádoucí odchylky. Funkcí Rectify se provede transformace rastru. Ta obsahuje parametry:

velikost pixelu (Cell size), která je vyplněna automaticky a měla by se při správné transformaci rastru ve formátu TIFF pohybovat blízko hodnoty 0,28,

převzorkování (Resample Type), kde je zvolena metoda nejbližší soused (Nearest Neighbor), která nedopočítává hodnoty výsledných pixelů, ale převezme tu, která největší plochou zasahuje do nového pixelu (obr. 7.5),

dále pak **umístění**, tj. složku, kam se nový soubor uloží, **název souboru**, **formát výstupních dat**, případně **kvalita** při použití grafického formátu se ztrátovou kompresí.



Obr. 7.5: Převzorkování. Vlevo původní rastr, uprostřed použití metody nejbližšího souseda a vpravo metody bilineární interpolace (převzato z ESRI, 2008).

Pokud byl rastr při transformaci otočen a to v případě otisků nastane vždy, na okrajích výstupního rastru se objeví černé pruhy (hodnoty pixelu R, G, B – 0, 0, 0). Ty je před samotným spojením nutné odstranit. To lze udělat ve Photoshopu či GIMPu výběrem potřebné oblasti a odmazáním, případně v MATLABu (viz níže).

7.4. Geodatabáze

Další úprava transformovaného rastru závisí na způsobu vytvoření mozaiky (spojení rastrů jednoho katastrálního území v jeden rastr) a její uložení. ArcGIS nabízí uložení dat, pokud nebereme v úvahu ArcSDE rozhraní, ke kterému je třeba podporovaná databázová platforma, do dvou geodatabází – Personal Geodatabase a File Geodatabase, případně do rastrového grafického formátu (např. TIFF).

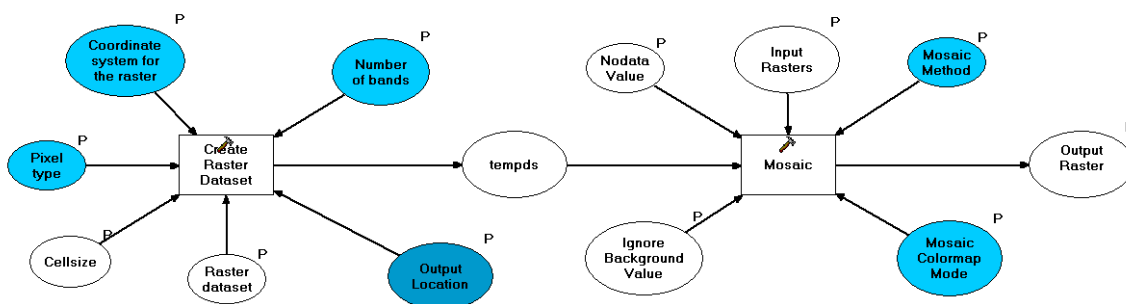
Personal Geodatabase je soubor s příponou .mdb, který využívá k uložení dat Microsoft Access. Databáze je limitována maximální velikostí 2 GB a je spjata s operačním systémem Windows. Pro efektivní práci je doporučena maximální velikost mezi 250 – 500 MB. Konkurenční přístup je řešen tak, že pouze jeden uživatel může data editovat, ale více uživatelů data číst.

File Geodatabase k uložení dat využívá nativní formáty ArcGIS a data jsou spravována ve složkách souborového systému. Velikost je omezena na 1 TB na každou datovou sadu. Výhodou File Database je nezávislost na operačním systémem. Konkurenční přístup umožňuje editaci více uživatelům, ale pouze na různých datových sadách, prohlížení dat nijak omezeno není.

Z výše uvedeného vyplývá, že výhodnější je ukládat data do File Geodatabase. Ta je ovšem k dispozici až od verze ArcGIS 9.2. Vytvořit geodatabázi v ArcCatalog je velmi jednoduché. Volbou File – New – File Geodatabase se vytvoří geodatabáze, kterou je potřeba pojmenovat. Do ní se pak vloží data za pomoci dvou nástrojů Create Raster Dataset a Mosaic či modelu, který již tyto dva nástroje včetně všech parametrů obsahuje.

7.5. Mozaika

Model, který by vytvořil v geodatabázi nový rastr a vložil do něj data vzniklá mozaikou, lze buď nově vytvořit anebo upravit stávající model Mosaic To New Raster implementovaný v ArcGIS tak, aby splňoval potřeby uložení dat otisků. Nový model lze vytvořit kliknutím pravým tlačítkem do okna ArcToolbox, založit nový Toolbox, kliknout na něj pravým tlačítkem a vytvořit nový model. Ve verzi ArcGIS 9.3 již pro ModelBuilder existuje ikonka na hlavním panelu. Do okna ModelBuilderu se přetáhnou nástroje Create Raster Dataset a Mosaic a propojí se. Oba nástroje vyžadují několik parametrů. Ty je potřeba provázat s patřičnými datovými typy. Pravým tlačítkem se klikne do okna ModelBuilderu, zvolí se možnost Create Variable a vybere se požadovaný datový typ k jednotlivým parametrům. Ke každému parametru je nutné příslušný datový typ přiřadit.



Obr. 7.6: Schéma modelu tvorby mozaiky do nového rastru.

Vstupní rastry (Input Rasters) – seznam rastrů, které se mají spojit v jeden rastr. Datový typ Multivalue, vstupní parametr Mozaiky (Mosaic). Datový typ Multivalue lze v ModelBuilderu vytvořit až od verze ArcGIS 9.3. Nižší verze s ním ovšem pracovat umí.

Název výstupního rastru (Raster dataset name with extension) – nejčastěji název katastrálního území. Lze použít diakritiku i speciální znaky mimo mezery, tu je vhodné

nahradiť podržítokem. Pokud se výstupní rastr nebude ukládat v nativním formátu geodatabáze, je potřebné zadat příponu souboru, která výstupní formát určuje. Datový typ String, vstupní parametr Vytvoř rastr (Create raster dataset).

Umístění výstupního rastru (Output Location) – cesta k umístění geodatabáze. V modelu je jako výchozí nastaveno Praha.gdb, protože není nutné vždy při použití modelu zadávat stále stejnou hodnotu parametru. Toto platí pro více parametrů v modelu. Datový typ Workspace, vstupní parametr Vytvoř rastr.

Souřadnicový systém rastru (Coordinate system for the raster) – jako výchozí nastaveno S-JTSK_Krovak_East_North. Datový typ Coordinate System, vstupní parametr Vytvoř rastr.

Velikost pixelu (Cellsize) – není nutné zadávat. Aplikace zachová stávající hodnotu. Datový typ Double, vstupní parametr Vytvoř rastr.

Počet pásem (Number of bands) – transformované rastry mají 3 pásma, barevný systém RGB. Defaultně je nastavena hodnota 3. Datový typ Long, vstupní parametr Vytvoř rastr.

Typ pixelu (Pixel Type) – hodnoty pixelu rastů otisků nabývají od 0 do 255 ve třech pásmech. Proto je tento parametr nastaven na 8_BIT_UNSIGNED. 8 bitů znamená 256 hodnot na pixel a unsigned rozložení mezi 0 až 255, signed znamená rozložení hodnot rovnoměrně kolem 0, v 8 bitech -128 až + 127. Datový typ String, vstupní parametr Vytvoř rastr.

Mozaikovací metoda (Mosaic method) - Jelikož rastr má strukturu hodnot pixelů takovou, že bílé okolí kresby nese hodnoty RGB 255, 255, 255 a samotná kresba alespoň jednu hodnotu RGB nižší, je jako výchozí nastavena mozaikovací metoda MINIMUM. Tato metoda na překryvu dvou či více rastrů vybere pixel, který má nejnižší hodnotu. K vzájemným překryvům kresby by mohlo docházet pouze na černém okraji rámců mapových listů, kde není zásadní, který pixel se převezme. V ostatních případech se překrývá pouze bílé okolí a kresba. Proto vždy bude do výstupního rastru vybrán pixel kresby. Datový typ String, vstupní parametr Mozaiky.

Barevnost mozaiky (Mosaic Colormap Mode) - určuje, jakou bude mít výstupní mozaika barevnou mapu, která se ukládá přímo do rastrového souboru. Jen ve velmi specifických formátech může být informace o barevné mapě uložena do pomocného souboru AUX. U

všech otisků je každé stejné hodnotě RGB přiřazen jeden stejný barevný odstín. Proto v případě otisků, ale i jiných map podobného charakteru, není volba tohoto parametru zásadní. Výběr různých možností dává tentýž výsledek. Jelikož tento parametr musí být zadán, je jako výchozí nastavena hodnota FIRST. Datový typ String, vstupní parametr Mozaiky.

Ignorovaná hodnota pozadí (Ignore Background Value) - slouží k potlačení zadané hodnoty, kterou ArcGIS poté bude považovat za pozadí. Najde pixely obsahující danou hodnotu a přiřadí jim hodnoty RGB NoData. Navíc dokáže rozlišit, zda se jedná opravdu o pixel pozadí či pixel v rámci kresby. Tato schopnost bohužel není dostatečně přesná. ArcGIS vyhodnocuje pixely polohově velmi blízko kresbě jako součást kresby. Z tohoto důvodu zůstávají při nastavení tohoto parametru na hodnotu 255 nežádoucí hodnoty pixelu bílého pozadí RGB 255, 255, 255 v blízkosti katastrální hranice. Pokud se jedná o odstranění černých pruhů vzniklých po transformaci s hodnotou RGB 0, 0, 0, lze nastavit parametr na hodnotu 0. Zpracovatel musí mít na mysli, že se této oblasti nastaví hodnota pixelu NoData, což nemusí být vždy žádoucí. Ale ani při této operaci nemusí být dosaženo kýženého výsledku. Datový typ String, vstupní parametr Mozaiky.

Hodnota NoData (Nodata Value) – parametr podobný Ignorované hodnotě pozadí. Také vyhledá pixely obsahující zadanou hodnotu. Narozdíl od Ignorované hodnoty pozadí nezohledňuje polohu pixelu a každou nalezenou hodnotu, bez ohledu na hodnoty ostatních pásem pixelu, splňující podmínku nastaví na hodnotu NoData. Např. při zadání 255 bude pixel o hodnotě RGB 165, 255, 231 nabývat hodnotu RGB 165, NoData, 231. Pokud chce zpracovatel nastavit hodnotu pozadí NoData, musí být hodnota parametru 255. Pixely v kresbě mohou nabývat hodnoty 255 a tato informace by byla ve výstupním rastru ztracena. Z tohoto důvodu je nutné rastr před samotným mozaikováním s tímto parametrem upravit (viz níže). Pokud se zpracovatel spokojí s hodnotou pozadí 255, parametr zůstane nevyplněný. Defaultně je nastaven na hodnotu 255. Datový typ String, vstupní parametr Mozaiky.



Obr. 7.7: Rozdíl výstupu při zadání parametru NoData 255 a při nezadání. Hodnota NoData je obarvena červeně.

Úprava hodnoty pixelů rastru, aby při mozaikování nedocházelo ke ztrátám dat v rastru, se dá provést ve Photoshopu. Existuje funkce, která sníží hodnotu všech pásem všech pixelů o zvolené procento. Tato úprava se ovšem dotkne i hodnot pixelů, u kterých není úprava nutná. Proto tento krok není vhodné ve Photoshopu provádět. K tomuto lze využít programového vybavení MATLAB.

Rastr otisků je v MATLAB představován jako trojrozměrná matice (m, n, o), kde $o = 3$. Jejím průchodem lze upravit podmínky výběru pixelů tak, aby se úprava dotkla pouze potřebných pásem potřebných pixelů. V praxi to znamená, že hodnoty pásem pixelů 255 budou sníženy na 254. Tato úprava zasáhne do celkové barevnosti rastru jen velmi minimálně. Je ovšem nežádoucí, aby byla snížena hodnota pixelu i tam, kde je ve všech třech pásmech hodnota 255. S tím je při sestavování skriptu počítat a vytvořit vhodnou podmínku. Pokud už program maticí jednou prochází a zkoumá hodnotu všech pixelů, lze toho využít k odstranění černých pruhů vzniklých při transformaci.

Níže uvedený skript prochází maticí a zjišťuje hodnoty v jednotlivých pásmech. Pokud narazí na hodnotu pixelu RGB 255, 255, 255, pixel ignoruje a jde dál. Pokud alespoň jedna hodnota není rovna 255, nastaví hodnotu pásma, které hodnotu 255 nabývalo, na 254 a zároveň pokud se všechny pásma rovnají 0, 0, 0 (hodnota pixelu černých pruhů po transformaci), nastaví jejich hodnotu na 255. Takto upravené rastry je možno mozaikovat se zadaným parametrem Hodnota NoData nastaveným na hodnotu 255.

```

clc;
clear;

img = imread('Smíchov_7068-1\7068-1-0021.tif');      % načte soubor

'soubor načten'

velikost = size ([img]);
radek = velikost(1, 1);
sloupec = velikost(1, 2);
%pasmo = velikost(1, 3);
x = 0;

for n = 1:sloupec
    for m = 1:radek
        if img (m, n, 1) == 255 & img (m, n, 2) == 255 & img (m, n, 3)
== 255
            else
                x = 1;
            end
            while x == 1
                if img (m, n, 1) == 255
                    img (m, n, 1) = 254;
                end
                if img (m, n, 2) == 255
                    img (m, n, 2) = 254;
                end
                if img (m, n, 3) == 255
                    img (m, n, 3) = 254;
                end
            end
            if img (m, n, 1) == 0 & img (m, n, 2) == 0 & img (m, n, 3)
== 0
                img (m, n, 1) = 255;
                img (m, n, 2) = 255;
                img (m, n, 3) = 255;
            end
            x = 0;
        end
    end
end

'soubor upraven'

imwrite(img, 'Smíchov_7068-1\7068-1-0021.tif');      % uloží soubor

'soubor uložen'

```

Je možnost neukládat mozaikovaný rastr do geodatabáze, ale jako rastrový soubor. Pak je nutné při zadávání názvu výstupního souboru přiřadit příslušnou příponu rastrového formátu. Pokud bude zadána přípona .tif, rastr bude uložen ve formátu TIFF (GeoTIFF). Při nezadání parametru Nodata vznikne rastr, jenž v místech, kde nebyly k dispozici žádné hodnoty pixelu při mozaikování, nastaví hodnotu pixelu 0, 0, 0. Při zadání hodnoty 255 budou ArcGIS přiřazeny hodnoty NoData pixelům, které měly původní hodnotu 255 a těm, které se na původních rastroch nevyskytovaly. Při zobrazení ve Photoshopu mají tyto pixely hodnotu 255, 255, 255. Je proto vhodné, aby tento parametr byl zadán.

Ukládání rastrů mimo geodatabázi s sebou nese omezení dané velkou velikostí souboru na disku. Soubory velkých katastrálních území mohou být velké až 1 GB v nekomprimované velikosti. Proto je vhodnější mít data uložena komprimovaná a data poté exportovat z geodatabáze v potřebném formátu.

V rámci práce byla všechna data uložena ve file geodatabázi s hodnotou pozadí NoData. Jedno katastrální území odpovídá jednomu rastru. Takto uložená data jsou vhodná pro publikaci na webu pomocí ArcGIS serveru. Pro publikaci na webu Zeměměřického úřadu je nutné data připravit.

8. Příprava dat pro publikaci na Web

Z důvodu licenčních práv k císařským otiskům lze data umístit jen na web Zeměměřického úřadu. Zde již existují aplikace, které data uživatelům zpřístupňují. V cílech práce z výše uvedených důvodů nebylo data uveřejnit, ale pouze rastrová data pro webovou publikaci připravit. Požadavkem Zeměměřického úřadu bylo rastry poskytnout ve formátu TIFF rozřezané podle kladu listů Státní mapy 1:5 000 (SM5). Tomuto požadavku se přizpůsobilo další zpracování.

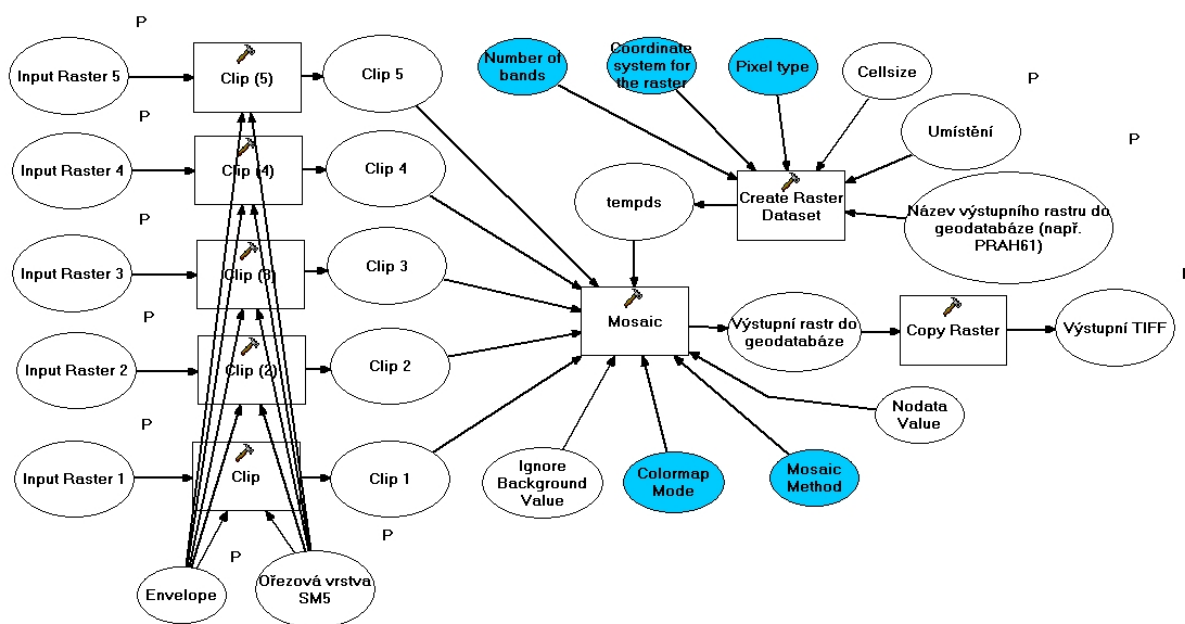
Byl hledán nejefektivnější způsob, jak z rastrových dat v geodatabázi tvořených jednotlivými katastrálními územími vytvořit celistvý TIFF v kladu SM5. Jako vhodná volba se prvně jevila nadstavba Hawth's Analysis Tools z dílny Spatial Ecology. Funce Clip Raster By Polygons ořízne jeden nebo více rastrů podle všech nebo vybraných polygonů a uloží je.

Je požadováno, aby všechna data, tj. polygonová vrstva i rastrová data, měla přiřazen stejný souřadnicový systém. Polygonová vrstva musí obsahovat jedinečný identifikátor datového typu Integer. Klad SM5 stažený z webu ČÚZK tyto dvě podmínky nesplňuje. Kladu není přiřazen žádný souřadnicový systém, který je třeba přiřadit např. v ArcGIS funkcí Define Projection. Sice obsahuje až dva jednoznačné identifikátory (FID, MAPNO), ale ani jeden není datového typu Integer. FID má datový typ Object ID a MAPNO String. Proto byl přidán sloupec s datovým typem Integer a do něj byly zkopírovány hodnoty ze sloupce FID. Tím se splnila i druhá podmínka. Nástroj nepodporuje diakritiku.

Hawth's Analysis Tools je podmíněno platnou licencí Spatial Analyst Tools. Pokud není Spatial Analyst Tools licencován, funkce sice proběhne, ovšem s chybami a nekorektně. Jelikož licence Spatial Analyst Tools není mezi uživateli tohoto software běžná, byl hledán jiný způsob, který by zachoval využití ArcGIS.

ArcGIS ve verzi 9.3 nabízí vylepšený nástroj Clip, i když ne tak sofistikovaný jako Hawth's Analysis Tools. Ve starších verzích je rastr oříznut podle opsaného obdélníka celé vrstvy, v ArcGIS 9.3 lze rastr oříznout jen podle opsaného obdélníka vybraných prvků vrstvy. Má to tu výhodu, že nemusí být každá SM5 z kladu exportována, aby mohla být pro ořez použita. Zde se pak výrazně uplatní dávkové zpracování.

Vzniká podmínka, že všechny rastry zasahující kresbou do potřebné SM5 musejí být spojeny v jeden. Mosaikování jednotlivých rastrů v jeden obrovský celek je sice snadné, ale velmi náročné na dobu zpracování a následnou práci s tímto rastrem. Zde se jeví dvě možná řešení. Vždy se spojí pouze požadované rastry, které se poté oříznou, nebo se požadované rastry nejprve oříznou a poté spojí. Obě varianty mají na vstupu sadu rastrů, které spadají do ořezové SM5 a ořezovou masku SM5. Na výstupu potom jeden rastr ořízlý SM5 ve formátu TIFF. Výhoda první metody spočívá v zadání libovolného počtu rastrových dat do mosaiky, nevýhodou je obrovská časová náročnost operace v řádu hodin. Druhá metoda je oproti tomu v řádu minut velmi rychlá. Omezení vzniká v počtu vstupních rastrů. Do každého ořezového nástroje může vstupovat pouze jeden rastr, ale pro různé SM5 bude do modelu vstupovat různý počet rastrů. Jejich počet v modelu musí být pevně dán. Z toho důvodu bude dávkové zpracování této metody často problematické. I přes zmíněné negativum je výhodnější data zpracovat druhou metodou, tj. nejprve rastry oříznout a poté je spojit.



Obr. 8.1: Model Clip do SM5

Do modelu na obrázku 8.1 vstupuje pět rastrů. V případě jiného počtu vstupních rastrů se musí model požadovanému množství rastrů přizpůsobit. Nástroje Create Raster Dataset a Mosaic byly již vysvětleny v modelu Mosaika. V tomto modelu jsou navíc nástroje Clip a Copy Raster.

Nástroj Clip ořízne rastr podle požadované vrstvy a požaduje parametry:

Vstupní rastr (Input Raster) – je spojené katastrální území z geodatabáze, které svoji kresbou zasahuje na daný mapový list SM5. Datový typ Raster Layer.

Ořezová vrstva SM5 (Output Extent) – ořezová vrstva, kde je vybráný daný mapový list SM5. Datový typ Dataset.

Envelope – souřadnice opsaného obdélníku ořezové vrstvy, vyplní se automaticky. Datový typ Envelope.

Výstupní rastr (Output Raster Dataset) – umístění a název a grafický formát (určený příponou) nového ořízlého rastru. Datový typ Raster Dataset.

Hodnota NoData (NoData Value) – jelikož ořezem vznikne rastr, který má kresbu po celé ploše, parametr nezadáva. Datový typ Double.

Nástroj Copy Raster kopíruje vybraný rastr na jiné úložiště. Při tom lze měnit grafický formát rastru. Jeho parametry pro účel modelu jsou následující:

Vstupní rastr (Input Raster) – rastr, který má být kopírován. Datový typ Raster Layer.

Výstupní rastr (Output Raster Dataset) – umístění, název a grafický formát (příponou) výstupního rastru. Datový typ Composite.

Pro spuštění modelu je nutné zadat tyto parametry:

Umístění (Output Location) – cílová geodatabáze.

Název výstupního rastru do geodatabáze (Raster Dataset Name with Extension) – název musí být zadán v souladu s hodnotou atributu MAPNO ořezové vrstvy SM5, např. PRAH61.

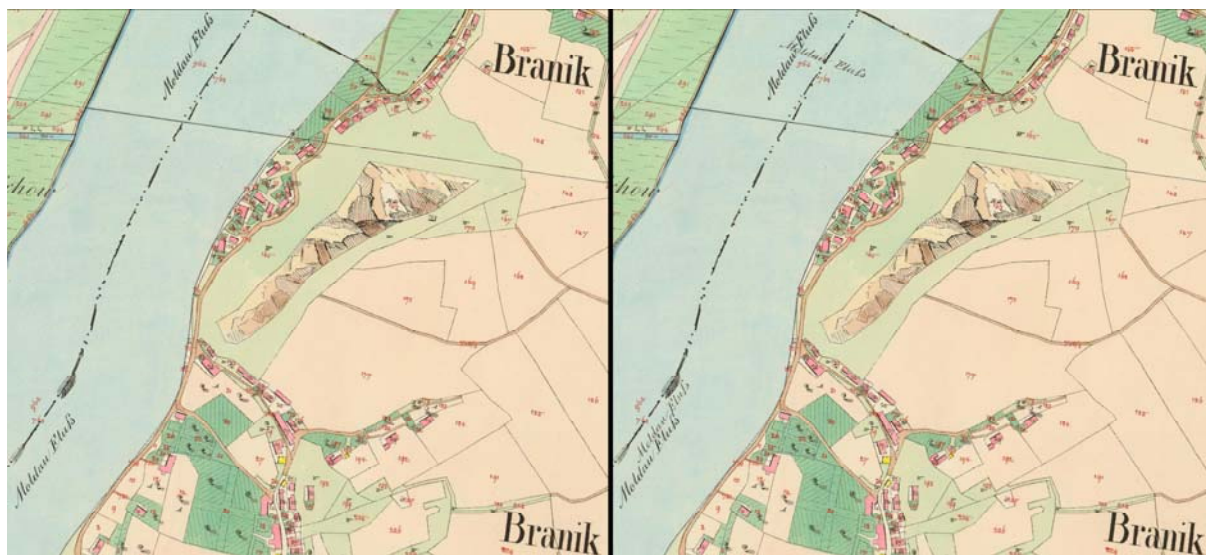
Výstupní TIFF (Output Raster Dataset) – stejný název jak výše s příponou tif (např. PRAH61.tif).

Vstupní rastry (Input Raster) – všechny rastry katastrálních území spadajících do dané SM5.

Ořezová vrstva SM5 (Output Extent) – vrstva SM5 s označeným mapovým listem (v ArcGIS 9.3).

Evenlope se vyplňuje automaticky v závislosti na označeném mapovém listě SM5.

Výstupem je rastr ve formátu TIFF připravený k publikaci na mapovém serveru Zeměměřického úřadu. V ojedinělých případech je vhodné tento TIFF ještě upravit. Týká se to především vzájemně kolidujícího popisu ze vstupních rastrů. K této situaci došlo na mapových listech SM5 PRAH73, PRAH74 a PRAH84 u názvu řeky Vltava (Moldau Fluss). Zde se objevily názvy z katastrálního území Hlubočepy a Braník. Přebytečné názvy proto byly ve Photoshopu odstraněny.



Obr. 8.2: Moldau Fluss. Vlevo původní rastr, vpravo upravený

9. Závěr

Práce nabízí možný pohled na zpracování dat stabilního katastru, především povinných císařských otisků, a jejich transformaci do souřadnicového systému. Popisuje jednotlivé kroky postupu zpracování, upozorňuje na možné problémy a nabízí jejich řešení. Popisovaná metoda zpracování byla aplikována na území hlavního města Prahy.

V práci bylo zpracovááno kromě map povinných císařských otisků také katastrální území Bubeneč s originální mapou stabilního katastru a Dejvice s jednou z dalších kopií originální mapy, protože se otisk ani originální mapa do dnešní doby nezachovaly. Při zpracování originální mapy Bubeneče nebyl problém s množstvím ani rozložením vlíčovacích bodů pro transformaci, který velmi často nastával při zpracování otisků. Časově náročnější bylo odstranění přebytečné kresby u map Dejvic, kde zpracovávaná kopie neobsahuje barevné lemovky, které práci výrazně urychlují a zjednodušují. Z pomocných dat byly využívány především palcové značky a mapy katastru nemovitostí a bývalého pozemkového katastru.

Z výše uvedených dat byla vytvořena souvislá mapa části Prahy po jednotlivých katastrálních územích. Při její tvorbě byl kladen důraz na správnou návaznost topologie na rámech jednotlivých mapových listů a hranicích sousedních katastrálních územích. V případech, kdy katastrální hranice vedla středem cesty nebo vodního toku, často nebylo možné zajistit souhlasný průběh dotčených hranic území. Kresba cesty či vodní toku se nacházejí celou svou plochou v obou katastrálních územích a jejich průběh, především u vodních toků, nebývá shodný. Snahou bylo, aby i v těchto případech ve výsledné mapě byl nesoulad minimální. Tyto podmínky vedly k tomu, že v případech většího nesouladu topologie byla při transformaci volena výrazná deformace původního rastru. Tomu odpovídá odchylka na vlíčovacím bodě pro afinní transformaci až 5 m. Při dobré návaznosti topologie a katastrálních hranic se tyto odchylky pohybovaly v rozmezí 1-2 m, v menším počtu případů i méně. Ze spojených katastrálních územích vznikla bezešvá mapa části Prahy rozsekaná do menších celků podle kladu Státní mapy 1:5 000.

Pro bezešvost mapy je kromě dobré návaznosti mapových listů důležitý popis na těchto listech. Mapy otisků obsahují, oproti dnešním mapám, popisu velmi málo. Z místního názvosloví obsahují názvy obcí, jejich částí, názvy usedlostí a jednotlivých budov. Ve zpracovávaném území se vyskytl jen jeden případ opakování názvu na mapových listech. Jedná se o název obce Braník. Pro bezešvou mapu opakování tohoto názvu vhodný není, ale

protože nekoliduje s jiným názvem, byly v mapě zachovány oba názvy. Podobné případy byly zaznamenány i u pomístních názvů, především pozemkových tratí. V katastrálním území Smíchov se v několika případech vyskytly názvy usedlostí či budov mimo území. I tyto názvy byly z důvodu nekolidování v mapě zachovány.

Jiná situace nastala u pomístního názvosloví. Problémový byl název Moldau Fluss (Vltava) na území Braníku a Hlubočep. Zde katastrální hranice probíhá středem Vltavy a její název je tudíž uveden na obou mapách. Při jejich spojení se pak název dostal na výslednou mapu vícekrát a navíc v kolizi. Proto byly na spojené mapě některé názvy odstraněny.

Pro automatizované počítačové zpracování transformovaných rastrů byly vytvořeny v ArcGIS dva modely. Do modelu Mozaika zpracovatel zadá vstupní transformované rastry mapových listů a název katastrálního území a při využití dávkového zpracování model vytvoří několik spojených map katastrálních území bez průběžného zásahu uživatele. Podobně model Ořez podle SM5 ořízne vybraná katastrální území a uloží jejich mozaiku do formátu TIFF.

V průběhu zpracování práce bylo zjištěno, že Útvar rozvoje hlavního města Prahy zadal firmě Hydrosoft Veleslavín s.r.o. zakázku podobnou výstupu této práce. Firma zakázku dokončila koncem roku 2009 a od počátku roku 2010 jsou tato zpracovaná data k dispozici také na webu ÚAZK <http://archivnimapy.cuzk.cz/>.

Cílem práce není posuzovat kvalitu zpracování dat firmou Hydrosoft Veleslavín s.r.o., ani mi není známa metodika zpracování, která nebyla podle rozdílů ve výstupech obou prací totožná. Uvedl bych nejzřetelnější rozdíly mezi pracemi. Tím je nezachování popisu přesahující katastrální hranici. Názvy, především v katastrálním území Smíchov, jsou za hranici území useknuté, tudíž se uživatel z těchto dat nedozví celý původní název. Druhým zřetelným rozdílem je neodstraňování okolní kresby, především lemovky. V některých částech mezi katastrálními územími lemovka prosvítá.

Z licenčních důvodů není možné zpracovaná data k práci volně přiložit. Jsou uloženy a uživatelům k dispozici v budově ÚAZK v Praze – Kobylisích, případně k nahlédnutí na webu <http://archivnimapy.cuzk.cz/> v sekci Císařské otisky.

10. Seznam obrázků a tabulek

Obrázky

Obr. 2.1: Rozdělení monarchie na souřadnicové systémy	9
Obr. 2.3: Správní vývoj území města Prahy.....	10
Obr. 2.2: Titul otisku	13
Obr. 3.1: Staroměstské náměstí.....	15
Obr. 3.2: Invalidovna.	16
Obr. 3.3: Břevnovský klášter.....	16
Obr. 3.4: Strašnice.....	17
Obr. 3.5: Nesoulad kresby mapy a palcových.....	18
Obr. 3.6: Letohrádek Kinských, Kinského zahrada.	18
Obr. 4.1: Ztrátová komprese JPEG	20
Obr. 5.1: List otisku Smíchova.....	22
Obr. 5.2: Rozdílný výběr v závislosti na parametru Tolerance.....	24
Obr. 5.3: Rozdílný výběr v závislosti na parametru Vyhlazení	24
Obr. 5.4: Zakřivení rámu otisku	25
Obr. 5.5: Popis potoka a místní části zasahující přes katastrální hranici	25
Obr. 5.6: Dodatečně dokreslená část mapy	25
Obr. 6.1: Shodnostní neotáčivá a otáčivá transformace	27
Obr. 6.2: Podobnostní transformace.....	28
Obr. 6.3: Afinní 6ti prvková transformace	29
Obr. 6.4: Rozdíl mezi polynomickými transformacemi.....	30
Obr. 6.5: Projektivní transformace	32
Obr. 7.1: Princip pyramid v ArcGIS	34
Obr. 7.2: Rozložení vlíčovacích bodů.....	36
Obr. 7.3: Nástroj Georeferencing.....	38
Obr. 7.4: Tabulka vlíčovacích bodů.....	38
Obr. 7.5: Převzorkování	40
Obr. 7.6: Schéma modelu tvorby mozaiky do nového rastru.....	41
Obr. 7.7: Rozdíl výstupu při zadání parametru NoData 255 a při nezadání	44
Obr. 8.1: Model Clip do SM5	48
Obr. 8.2: Moldau Fluss.....	50

Tabulky

Tab. 2.1: Velikost srážky mapových listů otisku a originální mapy	11
Tab. 3.1: Porovnání vzdáleností palcových značek na rámeček mapových listů	12
Tab. 7.1: Vyjádření změny velikosti souboru pyramid	34
Tab. 7.2: Přesnost volby vlíčovacích bodů v závislosti na měřítku zobrazení.....	37

11. Literatura a zdroje

Archivní mapy Ústředního archivu zeměměřictví a katastru [online]. Praha: ČÚZK. [cit. 15. dubna 2010]. Dostupné z WWW:

<http://archivnimapy.cuzk.cz>

CAFOUREK, Petr. Stabilní katastr českých zemí a jeho operáty. Kandidátská disertační práce. Praha, 1967. 131 s.

CENIA, česká informační agentura životního prostředí. Služba ArcIMS: cenia_b_ortorgb05m_sde [online]. 2010. Dostupné z ArcGIS:

<http://geoportal.cenia.cz>

Český úřad zeměměřický a katastrální. Služba WMS: ©CUZK - katastralni mapa [online]. 2010. Dostupné z ArcGIS:

<http://wms.cuzk.cz/wms.asp>

DOLANSKÝ, Tomáš. Metodika zpracování historických podkladů [online]. Ústí nad Labem. 2006. 11 s. [cit. 25. dubna 2010]. Dostupné z WWW:

<http://mapserver.fzp.ujep.cz/hmu/dokumenty/metodika.pdf>

ESRI ArcGIS Desktop Help [online]. Naposledy upraveno 15. března 2007 [cit. 15. dubna 2010]. Dostupné z WWW:

<http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/>

GEPRO spol. s r. o. [online]. 2001 [cit. 15. dubna 2010]. Dostupné z WWW:

<http://www.gepro.cz/geodezie-a-projektovani/tipy-a-triky/rastry/rastry-v-programu-kokes/>

JANÁK, Robert. PNG - dokonalý formát pro přenos obrazových dat [online].

INTERVAL.CZ: 2002 [cit. 15. dubna 2010]. Dostupné z WWW:

<http://interval.cz/clanky/png-dokonaly-format-pro-prenos-obrazovych-dat/>

KREJČÍ, Jiří. Vizualizace a kartometrická analýza historického plánu Prahy z let 1842 – 1845: diplomová práce [online]. Praha. ČVUT Fakulta stavební, 2006. 80 s. [cit. 20. dubna 2010]. Dostupné z WWW:

http://projekty.geolab.cz/gacr/a/files/krejci_dp.pdf

LAŠŤOVKA, Marek; LEDVINKA, Václav. Pražský uličník: Encyklopedie názvů pražských veřejných prostranství - 1. díl (A-N), 2. díl (O-Ž). Praha: Libri, 1997, 1998. 604 s, 726 s. ISBN 80-58983-25-9 (1. sv), ISBN 80-85983-25-7 (2. sv), ISBN 80-85983-23-0 (soubor).

LAŠŤOVKOVI, Barbora, Marek. Plán Prahy podle indikačních skic stabilního katastru (1840-1842). Skriptorium, Archiv hl. m. Prahy, 2005. 480 s. ISBN 80-86197-61-1 (Skriptorium), ISBN 80-86852-05-9 (Archiv hl. m. Prahy).

LAŠŤOVKOVI, Barbora, Marek. Plán Prahy a Vyšehradu na základě mapování stabilního katastru (1856). Skriptorium, Archiv hl. m. Prahy, 2008. 232 s. ISBN 978-80-86197-92-0 (Skriptorium), ISBN 978-80-86852-20-1 (Archiv hl. m. Prahy).

POMYKACZOVÁ, Aneta. Analýza Klaudyánovy mapy v prostředí GIS: bakalářská práce [online]. Praha: ČVUT Fakulta stavební, 2007. 46 s. [cit. 15. dubna 2010]. Dostupné z WWW:

<http://projekty.geolab.cz/gacr/b/files/pomykaczova.pdf>

Spatial Ecology [online]. [cit. 15. dubna 2010]. Dostupný z WWW:

<http://www.spatial ecology.com/>

TIŠNOVSKÝ, Pavel. JPEG - král rastrových grafických formátů? [online]. ROOT.CZ: 2006 [cit. 15. dubna 2010]. Dostupné z WWW:

<http://www.root.cz/clanky/jpeg-kral-rastrovych-graficky-ch-formatu/>

Ústřední archiv zeměměřictví a katastru. Povinné císařské otisky [CD-ROM]. 2010. Formát rastrových dat: JPEG.

Útvar rozvoje hlavního města Prahy. Katastrální hranice území hlavního města Prahy [Flash disk]. 2009. Formát vektorových dat: SHP.

Zeměměřický úřad. Klad listů stabilního katastru – Gusterberg [Flash disk]. 2009. Formát vektorových dat: DGN.

Zeměměřický úřad. Klad listů SM5 [online]. 2010. Formát vektorových dat: SHP. Dostupné online: http://www.cuzk.cz/GenerujSoubor.ashx?NAZEV=30-ZU_KladSMO5_WEB_SHP

12. Přílohy

Seznam příloh

Digitální přílohy:

Textové soubory vlíčovacích bodů použitých pro transformaci

Modely využité při zpracování dat

Skript pro úpravu rastrů v MATLAB

Papírové přílohy:

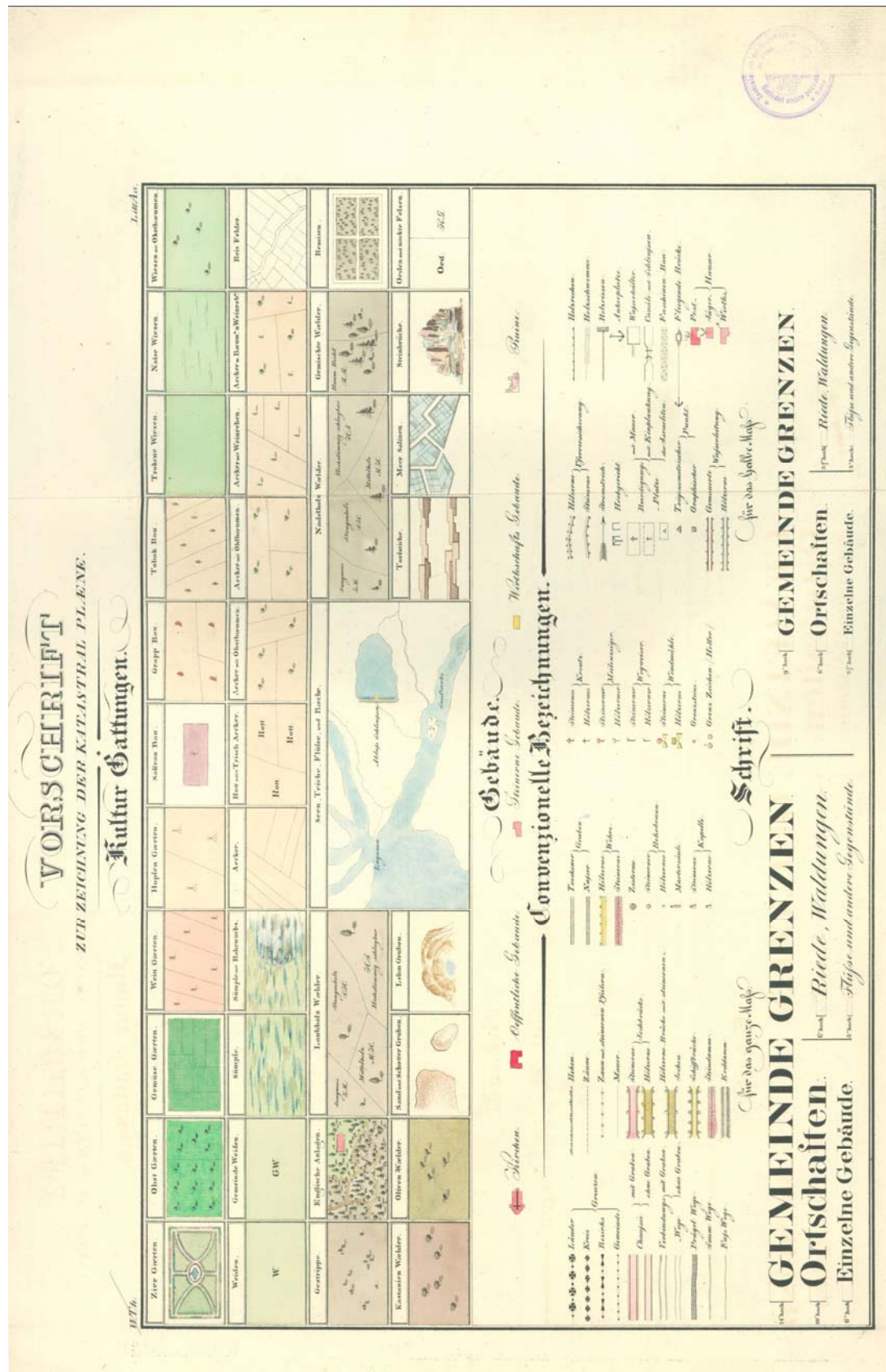
Příloha 1: Legenda povinných císařských otisků - originál

Příloha 2: Legenda povinných císařských otisků – český předlad

Příloha 3: Měřené vzdálenosti palcových značek povinných císařských otisků

Příloha 4: Měřené vzdálenosti palcových značek originálních map

Příloha 5: Ukázkové tisky bezešvé mapy části Prahy v měřítku 1:2 880 (není součástí vázané práce)



Příloha 3

otisk Královské Vinohrady													
Mapový list	I	II	III	III	III	IV	IV	IV	V	V	V	ad V	VI
Palec v metrické soustavě [mm]	26,34	26,34	26,34	26,34	26,34	26,34	26,34	26,34	26,34	26,34	26,34	26,34	26,34
Počet palců	9	22	12	5	9	13	15	20	22	9	5	20	9
Předpokládaná vzdálenost [mm]	237,06	579,48	316,08	131,7	237,06	342,42	395,1	526,8	579,48	237,06	131,7	526,8	237,06
Skutečná vzdálenost [mm]	234	560	310	130	231	340	388	517	564	232	130	518	235
Rozdíl předpokládané a skutečné vzdálenosti [mm]	3,06	19,48	6,08	1,7	6,06	2,42	7,1	9,8	15,48	5,06	1,7	8,8	2,06
Palec na mapě [mm]	26	26	26	26	25	27	26	26	26	26	26	26	27
	25	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
	26	26	26	26	26	26	25	27	26	26	26	26	26
	27	26	26	26	25	26	26	27	26	26	26	26	26
	26	26	26	26	26	26	26	25	26	25	26	26	25
	25	26	25		25	25	25	26	26	26		26	25
	26	26	27		26	26	25	26	26	26		25	26
	26	26	26		26	26	26	26	26	26		26	27
	26	26	26		26	26	25	26	26	25		26	25
		25	26			26	25	26	26			26	26
		25	26			25	26	26	25			25	26
		25	26			26	26	25	26			26	26
		25				27	25	27	26			26	26
		25					27	51	25			25	26
		25					25		27			27	26
		25						26	25			26	
		25						26	26			26	
		25						26	25			26	
		25						26	26			26	
		25						26	25			26	
		25						26	25			26	

Příloha 4

[illegible]