

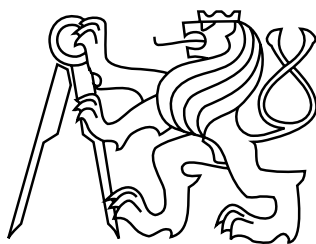
ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

PRAHA 2011

Jakub HAVLÍČEK

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ
OBOR GEOINFORMATIKA



DIPLOMOVÁ PRÁCE
ANALÝZY NAD VEKTOROVÝMI MODELY
MÜLLEROVÝCH MAP

Vedoucí práce: Ing. Jiří Cajthaml, Ph.D.
Katedra mapování a kartografie

leden 2011

Jakub HAVLÍČEK

ZDE VLOŽIT LIST ZADÁNÍ

Z důvodu správného číslování stránek

ABSTRAKT

V diplomové práci navazuji na moji bakalářskou práci, na bakalářskou práci Jaroslava Luče a Věry Peterové a na diplomovou práci Jany Malimánkové.

Nejprve jsou spojeny výsledky všech tří prací v rámci Müllerovy mapy Čech. Jednalo se o spojení a aktualizaci geodatabáze a její transformace na přesný rozměr.

V diplomové práci je dále zkontrolována topologie celkových geodatabází obou map. Následně je provedena kontrola a připojení identických bodů pro transformaci na mapě Čech. Pomocí transformace je určena přesnost pro jednotlivé mapové listy, pro jednotlivé typy sídel i pro celkovou mapu Čech. Pro mapu Moravy jsou otestovány výsledky, které byly vypočítány Věrou Peterovou. Na závěr práce je určeno kartografické zobrazení pro obě Müllerovy mapy a závěrečná příprava dat pro Web Map Service (WMS) a Web Feature Service (WFS).

KLÍČOVÁ SLOVA

Müllerova mapa Čech, Müllerova mapa Moravy, mapový list, vektorizace, rastr, geodatabáze, transformace, kartografické zobrazení, měřítko mapy, nezkreslená rovnoběžka, poloměr náhradní koule.

ABSTRACT

My graduation theses follows on my bachelor thesis, on the bachelor thesis of Jaroslav Luč and Věra Peterová and graduation theses of Jana Malimánková.

First, results were combined of all three works under Muller's map of Bohemia. It was a connection and update the geodatabase and its transformation to the exact dimensions.

The thesis is further reviewed the overall topology of both maps geodatabase. Subsequently, a check and the connection of identical points are made for the transformation on the map of Bohemia. Through transformation is determined the accuracy of individual map sheets, for different types of settlements and the complete map of Bohemia. For a map of Moravia are tested results, that were calculated by Věra Peterová. At the conclusion of the thesis is intended cartographic coordinate system for both maps of Muller and final preparation of data for Web Map Service (WMS) and Web Feature Service (WFS).

KEYWORDS

Müller's map of Bohemia, Müller's map of Moravia, map's sheet, vectorization, grid, geodatabase, transformation, cartographic coordinate system, map scale, parallel undistorted radius of spare of Earth

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že diplomovou práci na téma „Analýzy nad vektorovými modely Müllerových map“ jsem vypracoval samostatně. Použitou literaturu a podkladové materiály uvádím v seznamu zdrojů.

V Praze dne

.....

(podpis autora)

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat vedoucímu práce Ing. Jiřímu Cajthamlovi, Ph.D. za připomínky a pomoc při zpracování této práce.

Obsah

Úvod	7
1 Historie	8
1.1 Mapování českého území do Müllerovy doby	8
1.2 Historická topografická mapování na českém území	9
1.3 Jan Kryštof Müller	10
1.4 Müllerova mapa Moravy	12
1.5 Müllerova mapa Čech	15
1.6 Zkoumání Müllerových map	22
1.6.1 Zkoumání Müllerovy mapy Moravy	22
1.6.2 Zkoumání Müllerovy mapy Čech	22
2 Zdroje informací	24
2.1 Bakalářská práce Jakuba Havlíčka	24
2.1.1 Přípravné práce	24
2.1.2 Vektorizace mapy	24
2.1.3 Výpočet přesnosti	26
2.1.4 Výsledky	26
2.2 Diplomová práce Jany Malimánkové	26
2.3 Bakalářská práce Jaroslava Luče	27
2.4 Bakalářská práce Věry Peterové	28
3 Vlastní práce	29
3.1 Spojení, dokončení a obsah geodatabáze pro Müllerovu mapu Čech	29
3.1.1 Bodové třídy	30
3.1.2 Liniové třídy	32
3.1.3 Polygonové třídy	33
3.2 Kontrola a obsah geodatabáze pro Müllerovu mapu Moravy	36
3.2.1 Bodové třídy	36
3.2.2 Liniové třídy	37
3.2.3 Polygonové třídy	38
3.3 Kontrola, oprava a dopřipojení identických bodů pro Müllerovu mapu Čech	40
3.4 Tvorba celkového rastru pro Müllerovu mapu Čech	42
3.5 Tvorba celkového rastru pro Müllerovu mapu Moravy	43
3.6 Transformace na správný rozměr tiskových matic pro Müllerovu mapu Čech	44

3.7	Kontrola topologie na Müllerově mapě Čech	45
3.8	Kontrola topologie na Müllerově mapě Moravy	46
3.9	Určení přesnosti pomocí transformace na Müllerově mapě Čech . . .	46
3.9.1	Přesnost celé mapy	47
3.9.2	Přesnost území Čech	47
3.9.3	Přesnost jednotlivých mapových listů	47
3.9.4	Přesnost jednotlivých krajů	48
3.9.5	Přesnost jednotlivých typů obcí	48
3.9.6	Zhodnocení jednotlivých přesností	49
3.10	Určení přesnosti pomocí transformace na Müllerově mapě Moravy . .	50
3.11	Kartometrická proměření mapových rámu	50
3.11.1	Mapa Čech	51
3.11.2	Mapa Moravy	52
3.12	Kartometrická šetření mapového rámu Čech	53
3.12.1	Určení nezkreslené rovnoběžky	53
3.12.2	Určení měřítka	53
3.12.3	Určení poloměru náhradní koule	54
3.12.4	Zjistění nultého poledníku	54
3.12.5	Porovnání zeměpisné délky	55
3.12.6	Porovnání mapové kresby a skutečného stavu na Besselově elipsoidu	56
3.12.7	Transformace do skutečného stavu	56
3.13	Kartometrická šetření mapového rámu Moravy	57
3.13.1	Určení nezkreslené rovnoběžky	57
3.13.2	Určení měřítka	57
3.13.3	Určení poloměru náhradní koule	58
3.13.4	Zjistění nultého poledníku	58
3.13.5	Porovnání zeměpisné délky	59
3.13.6	Porovnání mapové kresby a skutečného stavu na Besselově elipsoidu	60
3.13.7	Transformace do skutečného stavu	61
	Závěr	62
	Použité zdroje	64
	Seznam symbolů, veličin a zkratek	66
	Seznam příloh	67

A	Kartometrická měření na rámu Müllerovy mapy Čech	68
B	Kartometrická měření na rámu Müllerovy mapy Moravy	71
C	Porovnání zeměpisné sítě identických bodů s rámem Müllerovy mapy Čech	74
D	Porovnání zeměpisné sítě podle jednotlivých os na mapě Čech	75
E	Porovnání zeměpisné sítě identických bodů s rámem Müllerovy mapy Moravy	77
F	Porovnání zeměpisné sítě podle jednotlivých os na mapě Moravy	78

Úvod

Na Katedře mapování a kartografie probíhá dlouhodobě výzkum historických map. Mapy měly vždy důležitou roli v celé společnosti. Lze se z nich dovědět mnoho důležitých a užitečných informací. Jedná se především o data z výzkumu v oblasti životního prostředí, archeologie, matematické a kartografické přesnosti a vědy zkoumající osídlení území.

Výzkum se vždy zásadně prováděl na rastrových datech a až v posledních letech při zavedení geografických informačních systémů se začíná uvažovat o převedení historických map do vektorové podoby. Výzkumy na vektorové mapě při použití nových softwarů přináší celou řadu nových možností jak mapy hodnotit a provádět s nimi další analýzy. Mezi nevýhody vektorového zkoumání patří časová náročnost přípravy dat a dosažení jejich topologické čistoty.

Na začátku akademického roku 2007/2008 jsem se stal pomocnou vědeckou silou u Ing. Jiřího Cajthamla, Ph.D. V rámci této spolupráce jsem začal pracovat na výzkumu Müllerových map – Čech a Moravy. Tento výzkum je součástí grantového projektu *Komplexní studium, analýza a zpřístupnění Müllerových map Čech a Moravy pomocí technologie GIS* na časové období 2009 – 2011. Výsledky dosažené za dvouleté období jsem publikoval v mé bakalářské práci. Na její výsledky navázalo několik studentů, kteří se podrobněji zabývali jednotlivými mapami.

Hlavním cílem předložené diplomové práce je sloučení jednotlivých studentských prací do mého vektorového datového modelu Müllerovy mapy Čech a následná revize obou vytvořených vektorových datových modelů Čech a Moravy. Geodatabáze obou map budou připraveny pro publikaci pomocí webových mapových služeb. Nad výslednými modely jsou provedeny analýzy přesnosti pro celkovou mapu, mapové listy a jednotlivé mapové značky. Další provedenou analýzou je určení kartografického zobrazení a měřítko mapy.

První kapitola mé diplomové práce zabývající se historií je z velké části převzata z mé bakalářské práce, z důvodu neměnných historických skutečností.

1 Historie

1.1 Mapování českého území do Müllerovy doby

V této kapitole byly využity zdroje [6], [9] a [14].

Naše státní území má z kartografického hlediska svůj specifický tvar. Státní hranici s výjimkou části kolem řeky Dyje tvoří několik pohoří. Proto je možné toto území jasně identifikovat již na řadě starých map. Pro název našeho území se často až do současnosti používá starý keltský název „*Bohemia*“, který během staletí prodělal řadu jazykových mutací (*Boemia*, *Boheim*, ...). Název „*Čechy*“ se začal používat od vzniku samostatného státu v 9. století. Název „*Moravia*“ byl prvně historicky zaznamenán v roce 877.

Ve výčtu map českého území se omezím pouze na ta díla, která jsou nejvýznamnější. Nejstarší mapy byly zpravidla vyhotoveny jednotlivci, s použitím primitivních pomůcek a bez vzdělání k tvorbě map.

Nejstarší dochovanou mapou Čech je *Klaudyánova mapa* z roku 1518. Její rozměry jsou 1 260 x 640 mm, avšak sama mapová kresba má rozměr 460 x 550 mm. Zobrazená mapa má přibližné měřítko 1 : 685 000. Objevuje se na ní 280 česky popsaných sídel, která zobrazují polohu královských a panských měst, hrady, zámky a kláštery. Je na ní zobrazen horopis, říční systém významných řek a značené zemské stezky. Její orientace, jako u všech nejstarších map, je směrem k jihu. Hlavním důvodem této orientace byl sluneční svit. Šlo o to, že člověk, který pracoval s mapou, si při své práci nevytvářel na mapě stín.

Druhou nejstarší dochovalou mapou Čech je *Crigignerova mapa* z roku 1568. Její rozměr je 486 x 421 mm s měřítkem 1 : 683 500. Na mapě se nachází 292 německy popsaných sídel. Oproti Klaudyánově mapě je bohatší. Je zde lepší zobrazení hor a vodstva, na druhou stranu zde však chybí jakékoliv cesty.

Posledním významným autorem, který zmapoval oblast Čech před Müllerem, byl Pavel Aretin, který vydal svoji mapu v roce 1619. Měřítko je udáváno na přibližnou hodnotu 1: 504 000. Na mapě je zobrazeno 1 157 osídlených míst. Území Čech je již v tomto díle rozděleno na 15 krajů. Všechna osídlená místa jsou uvedena ve jmenném rejstříku s pravoúhlými souřadnicemi.

Mezi další autory map Čech patří Jan Stich (1676) a kněz Mořic Vogt (1712).

Fabriciova mapa Moravy je nejstarší dochovalá mapa na území Moravy. Byla vydána roku 1569 a vytvořil ji Pavel Fabricius. Mapa má rozměr 946 x 846 mm. Na mapě se vyskytuje 347 místních názvů pro oblast Moravy a 134 pro oblast Dolních Rakous. Popis je německý i český. Její měřítko je 1 : 288 000. Toto nezvykle velké měřítko bylo zvoleno proto, že na mapě mělo být s velkou přesností znázorněno území pro vojenské účely, protože této oblasti hrozila turecká expanze z Balkánu.

Reliéf je na mapě zobrazen kopečkovým způsobem. Výsledné kartografické dílo bylo věnováno moravským stavům.

Druhou nejstarší dochovalou mapou Moravy je Komenského mapa z roku 1624. Její autor, proslulý pedagog Jan Amos Komenský, sestavil tuto mapu na základě svých cest po Moravě. Komenský vytvořil dílo, kterým opravil značné polohové i faktografické nepřesnosti Fabriciovy mapy. Její rozměr je 540 x 440 mm a měřítko se udává cca 1 : 470 000. Na mapě se nachází 667 sídel. Popis dostaly i významné řeky, rybníky a pohoří. Rám obsahuje zeměpisné souřadnice a sáhové měřítko. Tato mapa se stala na více jak 150 let nejžádanější mapou Moravy a byla vydávána ve své době v nejvýznamnějších světových kartografických dílech.

Mezi další autory map Moravy patří Vincenzo Maria Coronelli (1692) a Jiří Matyáš Vischer (1692).

Za autory Slezských map uvádím Martina Helwiga (1561).

1.2 Historická topografická mapování na českém území

V této kapitole byl využit zdroj [14].

Začátkem 18. století končí etapa tvořících jednotlivců. Kartografie se začíná spojovat s geodézií a vzniká nový obor zeměměřičtví. Toto období se označuje za reformu kartografie.

Státní kartografie si svými požadavky vynutila potřebu vytvoření podrobné topografické mapy, která by zmapovala celé státní území. Proto vznikají týmy odborníků, které jsou školené a placené státem. Tyto týmy měly za úkol topografické a katastrální mapování, které se dále využívalo ve vojenství a pro daňovou politiku. Začínají se používat modernější postupy, jako například budování a zdokonalování geodetických výškových a polohových základů a astronomická měření.

Z takto vzniklých map bylo i v současné době je možné čerpat cenné informace. Je to například změna krajiny během jednotlivých mapování až do současnosti, změna v názvosloví jednotlivých sídel, řek a pohoří. Z přesnosti map lze zaznamenat i pokrok v kartografické technice a matematice.

Mezi tato topografická mapování patří Müllerovo mapování (1708 – 1720), I. Vojenské mapování, takzvané Josefské (1763 – 1787), II. Vojenské mapování, takzvané Františkovo (1807 – 1869), III. Vojenské mapování (1870 – 1883), Prozatímní vojenské mapování (1923 – 1933) a Definitivní vojenské mapování (1934 – 1938).

1.3 Jan Kryštof Müller

V této kapitole byly využity zdroje [2], [11] a [15].

Jan Kryštof Müller se narodil 15. března 1673 na norimberském předměstí v obci Wohrdu jako druhé dítě preceptora (soukromého učitele). Jeho otec byl velmi přísný a dokázal u obou synů vyvolat touhu po vzdělání. Jeho starší bratr Jan Jindřich se dokonce v roce 1710 stal profesorem matematiky a fyziky na univerzitě v Altdorfu.

Základní vzdělání bylo Janu Kryštofu Müllerovi poskytnuto v místní škole. Po jejím absolvování nastoupil na humanitní studium v Norimberku. Po úspěšném ukončení pokračoval ve studiu matematiky u mědirytcce a astronoma Georga Christophu Eimmarta. Müller byl velice ctižádnostivý. Dokázal dokonale využít schopnosti svého učitele. Navíc se zajímal i o astronomická pozorování a kreslení. Norimberk byl, po úpadku holandských Antverp, v té době jedním z nejvýznamnějších kartografických center, což dokládá i později otevřený kartografický ústav zakladatele Jana Hollmana. Jan Müller úspěšně ukončil studium po čtyřech letech. Získal výborné znalosti z matematiky, astronomie a rýsování.

Jan se rozhodl, že vstoupí do rakouské armády. Svůj záměr uskutečnil 21. března 1696. Armáda pro něj zůstala domovem až do konce jeho života. Jako důstojník se dostal pod velení plukovníka hraběte Luigiho Ferdinanda Marsigliho ve Vídni, který byl zároveň výborným přírodovědcem a zeměpiscem. Müller se u něho zdokonalil v praxi a zanedlouho byl jmenován vojenským inženýrem. Po krátké době ho Marsigli pověřil astronomickým pozorováním. Úkolem pozorování bylo určení pólové vzdálenosti význačných míst v Uhrách pro hydrografické a geografické dílo o Dunaji. Měření bylo prováděno pomocí astronomického kvadrátu, kterému přiřadil poloměr 2,5 stopy. Při plnění tohoto úkolu si doplnil i praktické dovednosti, které využil během celého zbývajícího života.

Jeho práce byla kvalitní, a proto dostal další úkoly týkající se zaměřování a proměrování významných míst v Uhersku. Jeho práce se neustále zlepšovala. Z tohoto důvodu obdržel i několik pochval od nadřízených a získal místo mezi nejlepšími kartografy své doby. V roce 1697 se Müller vrátil do Vídně za Marsiglim. Společně obdrželi výjimečný astronomický úkol – pozorovat průchod Merkuru přes Slunce. Po zpracování výsledků měření vydávají dvě rozsáhlá díla. Marsigli publikuje své výsledky v rozsáhlém spise o Dunaji, Müllerovo dílo se jmenuje *Ad. G. C. Eimmartum epistola, qua Mercuria Solem subeuntis, observatoionem comitis Marsiglii Viennae a se habitam eidem patrono suo dat, dedicat, consecrat Io. Christ. Müller Viennae*. Ještě před vydáním se Müller rozhodl, že tento spis věnuje svému norimberskému učiteli Eimmertovi.

Rakouská armáda se spojenci v čele s princem Evženem vyhrála bitvu u Zenty, čímž skončila po patnácti letech válka s Turky. Válka byla ukončena Karlovackým

mírem v roce 1699. Mladý, nadějný, ambiciózní geodet nepromarnil příležitost a spolu s Marsiglim dostal úkol upravit hranice Rakouska v Uhrách. Müller vždy své úkoly plnil svědomitě a kvalitně. Jeho pověst se šířila velice rychle, a proto byl pověřen z nejvyšších míst sestavením mapy Uher v nové podobě. Použil na ni měření, které spolu s Marsiglim naměřili již od roku 1696. Postupně doměřili v Uhrách zbytek území. Vyšla nová mapa Uher s měřítkem 1 : 450 000, kterou pojmenovali *Mappa geographica in qua universus tractus limitum immediatorum caeseo-ottomanicorum prout nimirum in alma pace carlovitzensi sunt conventi ... ostenditur*. Müller se rozhodl, že se pokusí své nové mapy výrazně vylepšit. Dříve kartografové zobrazovali pouze hlavní řeky, které ani často neměly správný směr toku. Jan touto svoji novou mapou změnil a doplnil dosavadní údaje. Od nadřízených dostal rozkaz, aby na mapě byly znázorněny všechny močály, řeky, bažiny a cesty. On však tento rozkaz mnohonásobně překonal. Mapa se řadila k nejlepším mapám do této doby. U větších řek dokonce použil astronomická měření, aby zjistil, přesnou polohu všech významných zákrutů. Navíc si tím začínal splňovat svůj velký sen, kterým bylo vytvoření velkého atlasu – *Atlas Austriacus*, tj. atlasu všech rakouských dědičných zemí.

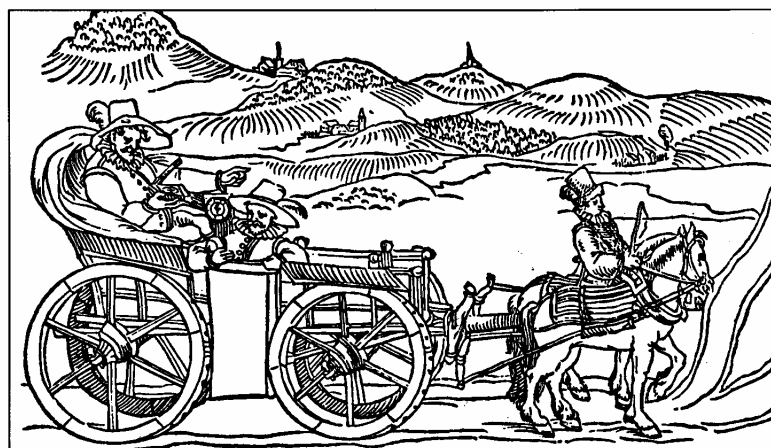
V Evropě vypukly nové války, které jsou známé jako Španělské války. Müller odjel s Marsiglim na poslední společnou výpravu na pevnost Breisach na Rýnu. V roce 1703 byla pevnost vydána Francouzům a Marsigli byl degradován. Sám Müller prožil jedno z nejhorsších období. Měl finanční problémy, neboť armáda neměla peníze na vyplacení služebného pro vojáky.

V roce 1705 se situace v armádě opět zlepšila a Jan byl přeřazen do služeb generála Harschla. Spolu odjeli na vojenské tažení do Itálie. Při této akci Müller velmi těžce onemocněl. Několik dní byl připoután na lůžko. Zimnice a vysoká teplota ho srazila do kolen. Když ustaly hlavní zdravotní problémy, odjel se všemi svými naměřenými daty do Norimberku. Hlavním důvodem jeho cesty byla následná rekonvalescence.

Po částečném zotavení začal opět v Norimberku pracovat. Na žádost vytvořil mapu Uherských hranic. Princ Evžen byl s touto prací nadmíru spokojen a v srpnu roku 1708 přidělil Müllerovi práci na velké mapě Uher. Jan už nemusel nic dále měřit. Všechna naměřená data, která naměřili spolu s Marsiglim, měl již u sebe. Vzniklo výborně odvedené dílo. Tisk byl prováděn pomocí čtyř mědirytinových desek. Měřítko mapy bylo 1 : 550 000. Müller se stal uznávaným kartografem, a z tohoto důvodu žádal zvýšení mzdy ze 75 zlatých na 100. Jako příčinu zvýšení mzdy uváděl potřebu pomocníka a nových přístrojů pro provádění ještě kvalitnějších prací.

Těsně před vydáním mapy Uher se Jan vydává na vlastní žádost měřit Moravu (viz kapitola 1.4). Chtěl tím pokračovat ve svém snu, ve tvorbě *Atlasu Austriacus*.

Těsně před dokončením mapy Moravy byl povýšen za svoje služby na setníka. Po odevzdání mapy panovníkovi si ho císař oblíbil a daroval mu svoji podobiznu



Obr. 1.1: Müllerův měřičský vůz [?]

zdobenou drahokamy v celkové hodnotě 1 300 zlatých. I moravským stavům se nová mapa líbila a Müller od nich dostal navíc 1 000 tolarů.

Jeho zdravotní stav se neustále díky maximálnímu nasazením na tvorbě nových map zhoršoval. Ještě nebyla odevzdaná mapa, na které pracoval, a už se pouštěl do nové. Těsně před jmenováním na setníka v květnu roku 1712 začal pracovat na jeho vůbec nejvýznamnějším díle, na Müllerově mapě Čech (viz kapitola 1.5).

Po dokončení mapových prací na mapě Čech se upnul k tvorbě mapy čtvrté oblasti tehdejšího Rakouska, ke Slezsku. Mezitím probíhala revize map před vytištěním. Müller byl na tom zdravotně velmi špatně. Problémy pohybové soustavy se v důsledku neustálého pobytu v poli, vyčerpání a přepínání sil neustále zhoršovaly. Jan Kryštof Müller zemřel 21. července 1721 ve svém bytě ve Vídni na celkové vyčerpání. Umřel, protože si chtěl splnit svůj velký sen — vydat velký atlas Rakouských zemí – *Atlas Austriacus*.

1.4 Müllerova mapa Moravy

V této kapitole byly využity zdroje [1], [9] a [15].

Müllerova mapa Moravy, celým názvem *Tabula generalis marchionatus Moraviae in sex circulos divisae quos mandato caesareo accurate emensus hac mappa delineatos exhibet Ioh. Christoph Müller S.C.M. Capitane* je druhou mapou pro *Atlas Austriacus*, kterým chtěl Müller zmapovat celé území tehdejšího Rakouska.

Müller se snažil císaře přesvědčit o potřebě kvalitního a spolehlivého mapování celé monarchie z armádních důvodů. Císař Josef I. s mladým geodetem souhlasil a 16. června 1708 vydává patent, který umožnil mapování Moravy. Na mapě měly být zobrazeny všechny silnice a mýta pro potřeby země a bezpečnost cestujících. Mapa

měla být financována z výběru mýta na moravských cestách. Výdaje se odhadovaly na 1 000 zlatých. Samotnému kartografovi náležel měsíční plat 100 zlatých, z kterého musel platit i pomocníka.

Císařská zakázka a patent měl zaručit, že Müller obdrží od každého panství seznam všech vesnic v českém i německém jazyce. Dále, že dostane vždy k dispozici místního znalce, který ho provede po hradbách měst.

Müller začal mapování v létě 1708 ve Znojenském kraji. Nejprve byla určena astronomická poloha významných obcí v kraji. Ostatní poloha dalších míst byla určena buzolou. Délky se měřily pomocí přídavného kola na voze, tzv. viatoria. Je zřejmé, že takto změřená délka nebyla vůbec přesná, proto ji Müller redukoval přibližně o 10 až 15 procent bez použití specifického vzorce. Autor tuto hodnotu určil dle vlastního citu podle tvaru terénu.

Mapovací práce byly dokončeny v posledním kraji po čtyřech letech v roce 1712. Vydání samotné mapy však trvalo další čtyři roky. Müller byl nespokojený se soupisy obcí, a proto si vyžádal dodatečný výpis názvů ze zemských desek. V roce 1714 proběhlo nové správní rozdělení Moravy na šest krajů, což velmi zpomalilo vydání a autor musel téměř hotové dílo aktualizovat.

Na začátku roku 1716 byl podklad mapy schválen závěrečnou revizí a byl vydán první výtisk. Mapa byla vyryta do čtyř měděných desek brněnským rytcem Janem Kryštofem Leidigem. Její celkový rozměr je 1 374 x 974 mm. Měřítko mapy je pouze grafické a převodem do číselného měřítka se uvádí přibližně 1 : 180 000.

Grafická výzdoba (obr. 1.2) se nachází pouze v severozápadním rohu mapy. V horním středu výzdoby je vyobrazena moravská orlice. Pod ní je napsán celý název díla. Nápis a celou mapu hlídá zleva muž válečník a zprava žena válečnice. Pod nimi se nachází dalších pět postav, které jsou typické pro Moravu. Jedná se zleva o rybáře, lovce s jelenem, dítě s ovocem, muže, který popíjí víno, a dítě se srpem v ruce. Na celou grafickou výzdobu dohlíží zprava andělíček.



Obr. 1.2: Grafická výzdoba Müllerovy mapy Moravy, [13]

V severovýchodním rohu je umístěna legenda (obr. 1.3), která je orámovaná rámem s loveckým motivem (lebka jelena, pušky a lovecké hudební nástroje). Legenda

obsahuje 17 značek pro sídelní objekty, dvě značky pro cesty a jednu značku pro pojmenování pohoří. Zajímavostí je, že oblast kolem legendy byla později doplněna novými mapovými značkami a výškopis byl kolem takto nově zniklých obcí znázorněn šrafováními.



Obr. 1.3: Legenda na Müllerově mapě Moravy, [13]

V jihovýchodním rohu je grafické měřítko (obr. 1.4). Horní část měřítká udává vzdálenost v moravských mílích. Spodní část měřítká udává čas potřebný k zdolání určité vzdálenosti v hodinách.



Obr. 1.4: Grafické měřítko na Müllerově mapě Moravy, [13]

Na mapě jsou vyobrazena sídliště, vodstvo, lesy, cesty, správní hranice a názvy krajů. Reliéf je zobrazen kopečkovou metodou s osvětlením od západu. Zajímavostí je, že na mapě jsou popsány i čtyři hory. Jedná se o Schnee Berge – Kralický Sněžník a tři vyrcholy v pohoří Hrubý Jeseník (Petersstein – Břidličná hora, Prand – Kamenec a der Vater – Praděd), dále průsmyk u Starého Hrozenkova v Bílých Karpatech. Lesy jsou zakresleny značkou malých stromů. Vodní toky jsou posány velmi zřídka a vodní plochy nejsou popsány vůbec. Některé obce mají kromě německého názvu také český název, který je uvozen zkratkou B, která znamená böhmisch (český).

Původní mapy neobsahovaly zeměpisné souřadnice. Ty byly doplněny až později. Byla vyhotovena pravidelná čtvercová síť s popisem pro poledníky a – z a pro rovnoběžky A – Q. Pro všechny obce byl vyhotoven soupis obcí v rejstříku, který je zobrazen na dalších dvou samostatných listech. Poledníky i rovnoběžky jsou zobrazeny po dvou minutách. Poledníky jsou v rozmezích 35°00' až 38°42' a rovnoběžky jsou v rozmezí 48°34' až 50°12'.

Müllerova mapa Moravy byla velmi kvalitní a Müllerovi se za její vydání dostalo velkého uznání. Mapa po více jak 150 letech nahradila Komenského mapu. Dílo po svém vydání nesmělo být rozmnožováno jinými rytci po dobu deseti let. Po uplynutí této doby dochází k mnoha dalším vydáním jednotlivými rytci jako například Johannem Baptistou Homannem, Matthäusem Seutterem, Georgem Louisem Le Rouge či Franzem Reisserem.

1.5 Müllerova mapa Čech

V této kapitole byly využity zdroje [1], [3], [7], [11] a [15].

Müllerova mapa Čech, celým názvem *Mappa geographica regni Bohemiae in duodecim circulos divisae cum comitatu Glacensi et districtu Egerano adiunctis circumiacentium regionum partibus conterminis ex accurata et ad usum commodum nec non omnia et singula distinctius cognoscenda XXV. Sectionibus exhibita a Joh: Christoph: Müller, C.S.M. Capitan: et Ingen: A:C: M.DCC.XX* je největší mapou na světě, která byla vydána jednotlivcem. Jan Kryštof Müller se tvorbou této mapy navždy zapsal do historie.

První záměr k zhotovení nové mapy Čech je dochován z roku 1708, tj. z roku ve kterém Müller začíná práci na mapě Moravy. Kartograf měl spoustu práce, a proto požádal pražské místodržící, aby se podíleli na tvorbě mapy. Jedním z hlavních důvodů Vídně, která požadovala novou mapu, byly kontroly mýtného na cestách. Panovníkovi se zdálo, že kontroly jsou příliš časté a z jeho pohledu nekontrolovatelné. Obával se, aby z tohoto důvodu nenastal v Čechách úpadek obchodu. Rozkaz pro místodržící byl jasný – barevně do starých map znázornit královské cesty (místa, na kterých se vybírala královská i soukromá mýta) a královská města. Místodržícím se však do úkolu nechtělo a stále ho odkládali. Z tohoto důvodu dokonce k realizaci projektu vůbec nedošlo.

Císař svaté říše římské Karel VI. byl s přístupem místodržících nespokojen, a proto v roce 1712 vydává patent, kterým Müllera pověřuje zmapováním celého území Čech. Všem úředníkům, především hejtmanům, dává na vědomí, že se jedná o císařskou zakázku, a proto všichni mu musejí být při jeho práci k dispozici. Když utlačovaní Češi viděli, že se jedná o mapování v režii armády, byli často nedůvěřiví a podezíraví. Müller očekával, že nařízení císaře mu pomůže a on bude moci rychle pokračovat ve své práci. To se však nestalo a on se často setkával s nevolí a neochotou. Hejtmani byli požádáni o dodání veškerého soupisu míst. Tyto soupisy však neodevzdali. Müller musel opět tyto informace o názvosloví vyhledat sám v zemských deskách. Tím se komplikovala, prodlužovala a zdražovala veškerá práce. Císař byl se situací nespokojen, a proto vydal rozhodnutí o pokutování všech, kteří

by odmítli Müllerovi pomoc při jeho práci na mapě. Toto rozhodnutí donutilo Čechy ke spolupráci. Jejich nevole a nesvědomitost k práci však přetrvávaly. V roce 1709 byla odhadnuta cena na vytvoření mapy Čech na 2 500 zlatých.

Tehdejší Čechy se skládaly ze 12 krajů, z Chebského a z Kladského distriktu. Práce začala v květnu 1712 v největším z tehdejších krajů – v kraji Bechyňském. Tímto mapováním vznikla mapa *Regni Bohemiae circulus Bechinensis quem mandato caesareo accurate emensus hac mappa delineatum exhibet I.C. Müller; S.C.M. Ing.* V roce 1713 byl zmapován kraj Prácheňský, ve kterém vznikla mapa *Mappa chorographica circuli Prachinensis in regno Bohemiae quem mandato caesareo accurate emensus heic delineatum exhibet I.C. Müller; S.C. Majest: Capitan: et Ingen.* V roce 1713 byla dále vytvořena mapa Plzeňského kraje. V roce 1714 byl zmapován Chebský distrikt, Žatecký a Loketský kraj, který se územně připojil k Žateckému. V roce 1715 byla pořízena mapa Rakovnického kraje, dříve Slánského kraje – *Regni Bohemiae circulus Rakonicensis quem mandato caesareo accurate emensus hac mappa delineatum exhibet Joh.Christ. Müller; S.C.M. Capitan: et Ingeniar* a Litoměřického kraje – *Regni Bohemiae circulus Litomericensis quem mandato caesareo accurate emensus hac mappa delineatum exhibet J.C. Müller; S.C.M. Capit: et Ing,* Hradeckého kraje – *Regni Bohemiae circulus Reginohradecensis quem mandato caesareo accurate emensus hac mappa delineatum exhibet Joh:Christoph: Müller; S.C.M. Capit: et Ingen.* Dále byl zmapován kraj Chrudimský *Regni Bohemiae circulus Chrudimensis quem mandato caesareo accurate emensus hac mappa delineatum exhibet Joh:Christoph: Müller; S.C.M. Capit: et Ingen.* Čáslavský kraj byl dokončený v únoru 1717 *Regni Bohemiae circulus Czaslaviensis quem mandato caesareo accurate emensus hac mappa delineatum exhibet Joh:Christ: Müller; S.C.M. Capitan: et Ingen.* Kouřimský kraj *Regni Bohemiae circulus Kaurzimensis quem mandato caesareo accurate emensus hac mappa delineatum exhibit Joh:Christophorus: Müller; S.C.M. Capit: et Ingen* byl dokončený v březnu 1717. Poslední dva kraje Boleslavský a Berounský *Regni Bohemiae circulus Beraunensis quem mandato caesareo accurate emensus hac mappa delineatum exhibet Joh:Christ: Müller; S.C.M. Capitan et Ingen* byly dokončeny v lednu 1718.

Měřické a mapovací techniky byly totožné s mapováním Moravy. Jak již bylo uvedeno, délky se měřily pomocí přidavného měřícího kola na voze, tzv. viatoria. Toto měření nebylo příliš přesné. Měřila se pouze šikmá, nepřímá vzdálenost. Müller ji pak redukoval, bez použití specifického vzorce, bez redukce do nulové hladiny. Proto lze najít v mapách jednotlivých krajů dvojí měřítko. Jedním je nejkratší vzdušná čára, druhou je cesta pěšky, popřípadě vozem dosažitelnou cestou. Tyto dvě hodnoty se od sebe liší zhruba o 10 – 15 procent. Polohu významných míst v kraji určoval astronomicky. Poloha dalších obcí byla určena buzolou od těchto astronomicky určených míst. Jan během roku sbíral měření, která pak následně

v zimním období zpracovával do mapové kresby. Jednotlivé mapy byly odevzdávány na revizi krajským hejtmanům. Další výtisk byl poslán do Vídně, aby byl panovník seznámen, jak rychle a jak kvalitně se práce provádí. Revize u hejtmanů znamenala pro Müllerovu mapu zhoršení. Jejich neobornost a neznalost situace, založená pouze na jejich domněnkách, vedla k chybným opravám zobrazených dat. Sám autor si na tuto revizi mnohokrát stěžoval. Vnášení jejich chyb do jeho práce a z tohoto důvodu několikerá vynucená kontrola, vedla ke zpomalení prací.

Při tvorbě tohoto rozsáhlého díla byly Müllerovi přidělovány práce i na dalších projektech. Měl vytvořit mapu pohraničí, konkrétně pochodovou mapu z Chebu (Egeru) až po kladské hranice. Dále mu byl přidělen úkol, aby vytvořil pochodovou mapu z Plzeňského do Budějovického kraje. Jeho hlavní úkol – mapa Čech musela počkat, což se nelíbilo válečné radě, která mu udělila důtku. Tu však Müller odmítl. Pokusil se vše vysvětlit a odeslal vedení armády dopis, ve kterém si chtěl ujasnit, který úkol je pro něj prioritní. Výsledkem bylo, že byl poslán zpět na mapování Čech.

Müllerovi se tedy po necelých 6ti letech v lednu 1718 podařilo odevzdat poslední dva kraje. Následně na něho čekal lehčí úkol, a to sestavení výsledné mapy Čech z jednotlivých krajů. Výsledná mapa měla měřítko cca 1 : 132 000 a byla rozdělena na 25 mapových listů. Rám doplnil geografickou souřadnicovou síť. Otázkou zůstává, jaký poledník si vybral za nultý. V dřívějších dobách se zeměpisná délka zpravidla měřila od Ferra. Autor mapy si zvolil poledník, který je ještě o 2°53' západněji. Nebyl však jediným kartografem, který si zvolil vlastní nultý poledník. Např. několik kartografů vybíralo takový, aby pařížskou hvězdárnou procházel poledník, který měl zeměpisnou délku 20,5° východně od Ferra. Další volili nultý poledník procházející azorským ostrovem Corvo, který měl zeměpisnou délku 14° západně od Ferra. Nejpodobnější zeměpisnou délku pro svoji mapu zvolil kartograf Vischer. Jeho nultý poledník procházel 2° západně od Ferra, tj. s největší pravděpodobností procházel ostrovem Pik Tenerifa.

Müller si zvolil pro svoji novou mapu válcové zobrazení, neboť všechny zeměpisné poledníky jsou kolmé na zeměpisné rovnoběžky. Podle výzkumu Karla Kuchaře je nezkreslená rovnoběžka pro mapu skládající se z 25 mapových rámců 50° severní šířky. Podle autorových poznámek by nezkreslená rovnoběžka na přehledné mapě měla mít souřadnici 54°15'.

Autor mapu doplnil o legendu na mapě a o mapové značky. Takto rozsáhlou legendu neměla do té doby žádná mapa, zaznamenávající české území. Jen pro sídla bylo zavedeno 16 značek. Dále se v legendě objevily značky pro doly nejružnějších hornin, místa na zpracování nerostů, mlýny, převozy, lázně, hájovny, lesy a celá řada dalších mapových značek. Celkem se jich v legendě nachází 48.

Když se čeští stavové dozvěděli, že všechny mapové práce jsou již u konce,

začali připravovat vyrytí mapy. Na jaře v roce 1718 byl vyhlášen konkurz na tuto zakázku. I přesto, že se jednalo o velmi finančně zajímavou zakázku, nikdo z Čech se nepřihlásil. Vítězem soutěže se stal augšpurský umělec Michael Kauffer. Rytce se v ní zavázal k vytištění 25 mapových rámců do tří let od zadání zakázky a přehledného listu do šesti týdnů. Dále musel souhlasit, že na vlastní náklady obstará ozdobné rytiny ve všech 4 rozích. Poslední podmínkou bylo, že mapa zůstane utajena. Rytce ji nesmí nikomu dát.

Datum zadání zakázky bylo stanoveno na 5. dubna 1720. Císařská kancelář se dlouho neměla k podpisu, až nakonec císař Karel VI. 5. srpna 1720 smlouvu schválil. Jan se českým stavům zavázal, že provede ještě těsně před jejím vytištěním poslední úpravu rytin a mapy. Tento slib splnil pouze z poloviny. Po korekci dvanáctého mapového listu těžce onemocněl. Stihl však ještě předat všechny své záznamy z měření Čech a 21. července 1721 umírá ve svém bytě ve Vídni. Autorovy rukopisné mapy Čech, které zůstaly v jeho bytě v Mladé Boleslavi, někdo odcizil a na mnoho let byly ztraceny. Korekturu zbylých mapových listů provedl vojenský inženýr Jan Wolfgang Wieland. Vše bylo hotovo až v roce 1722, kdy mapa byla slavnostně vytištěna.

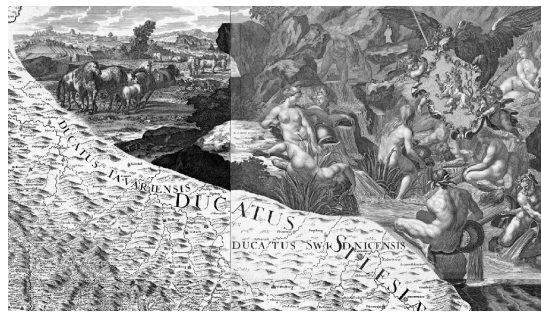
Augšpurský umělec Michael Kauffer si na ryteckou tvorbu ozdobných maleb najal mladého uměleckého rytce Jana Daniela Herze, který žil v letech 1693 až 1754. Mladý rytce zhotovil tato parerga podle předlohy staršího malíře Václava Vavřince Reinera. Dodnes zůstává otázkou, zda si Kauffer vybral spolupracovníky sám, nebo zda museli být schváleni císařem, nebo českými stavy.



Obr. 1.5: Parergo levého horního rohu, [12]

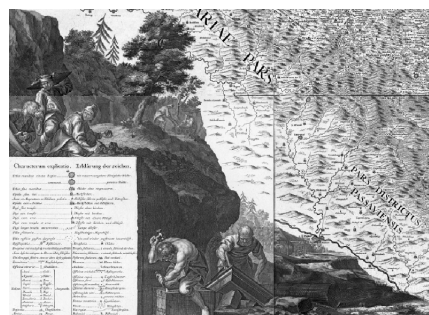
V levém horním rohu (obr. 1.5) je obraz Prahy s nejznámějšími stavbami. Dominantou obrazu je Karlův most se Staroměstskou mosteckou věží a Pražský hrad. Autor zde dále vyobrazil měšťanské domy na Malé Straně a hladinu řeky Vltavy, po které se splavují klády ze Šumavy pomocí vorů. Detail při důkladné prohlídce Karlova mostu dosvědčuje, že u Staroměstské mostecké věže je pečlivě vykreslen kříž s postranními sochami. Na druhé straně mostu je pouze socha svatého Jana Nepomuckého držícího kříž. Všechny sochy byly na Karlův most nainstalovány na přelomu 17. a 18. století. Podle historických údajů, již v roce 1720 byly všechny sochy

na svém místě, a proto výsledný obraz musí pocházet z konce 17. století, kdy byly na most instalovány první sochy. Tento krásný obraz drží v ruce čtyři andělé. Nad tímto obrazem by se měla nacházet miniatura staroboleslavského Paládia. Dále je zde zobrazen svatý Václav, který je obklopen třemi anděly a který prosí panu Marii s Ježíšem. Jeden z andělů obklopující svatého Václava drží v ruce vlajku s orlicí, která byla přemyslovským znakem. Druhý anděl má v ruce erb s tímto znakem.



Obr. 1.6: Parergo pravého horního rohu, [12]

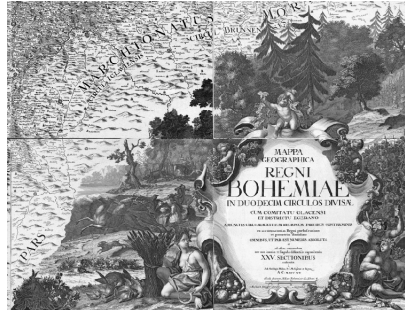
V severovýchodním rohu (obr. 1.6) je vyobrazen motiv proudících zemských řek. Prameny říčních toků jsou zde zobrazeny nahými těly žen a mužů, držících v rukou konev. Všechny konve mají nápisy se jmény významných českých řek. Tyto konve představují prameny významných řek. Pramen řeky Ohře je vyobrazen jako řecký bůh řek, který měl typickou podobiznu jako starý vousatý muž s věncem na hlavě. Dva další prameny řeky Cidlina a Lužnice jsou vyobrazeny pomocí dvou mladých mužů. Ostatní prameny jsou symbolizovány mladými ženami. Dalším motivem je přímo v rohu mapy znak Čech, symbolizovaný českým lvem s korunou. Tento státní symbol nesou dva andělíci s orlem. Orel má na hlavě císařskou korunu. Poslední důležitou částí tohoto rohu je vlevo zakreslený výjev typické české vesnice. Je zde vykreslena obec, pole a stáda koní a dobytka. Vlevo od tohoto výjevu jsou napsána jména autorů parerga Reinera a Herze.



Obr. 1.7: Parergo levého dolního rohu, [12]

Do jihozápadního rohu (obr. 1.7) je umístěna legenda Müllerovy mapy Čech.

Dalším motivem v tomto rohu je symbol hornictví. V prostoru nad legendou jsou vyobrazeni dělníci třídící vytěženou rudu. V pravém horním rohu legendy se nacházejí horníci vyvážející rudu z dolu. Vpravo od legendy jsou kameníci otesávající kvádr, na němž jsou opět jména obou autorů.



Obr. 1.8: Parergo pravého dolního rohu, [12]

V jihovýchodním rohu (obr. 1.8) je velkými písmeny napsán celý název mapy – *MAPA GEOGRAPHICA REGNI BOHEMIAE in duodecim circulos divisae cum comitatu Glacensi et districtu Egerano adiunctis circumiacentium regionum partibus conterminis ex accurata totius regni perlustratione et geometrica dimensione omnibus, ut par est, numeris absoluta et ad usum commodum nec non omnia et singula distinctius cognoscenda XXV sectionibus exhibita a Joh. Christoph Müller, S. C. M. capitan, et ingen. A. C. MDCCXX* a grafické měřítko. Ve spodní levé části nápisu sedí žena se srpem a klasy obilí. Žena představuje symbol léta. Vpravo jsou dva hodující muži, kteří jedí ovoce a pijí víno. Tato dvojice představuje symbol podzimu. V horní části nápisu jsou vyobrazeny tři děti. Jedno drží v ruce plody vinné révy, druhé plody chmelu a třetí dítě drží obojí. Dále se zde vyskytuje náčrt chmelnice a vinice. Posledním motivem jsou pohraniční lesy s lovci, kteří se snaží ulovit divokou zvěř.

O schvalování, nebo projednávání motivů v jednotlivých rozích nejsou dochované žádné písemnosti. V nedávné době byla ve Spolkové republice Německo v soukromé sbírce objevena kresba, která je nejspíše prvním nedodělaným návrhem na parergo Müllerovy mapy Čech.

Výsledná vtištěná mapa byla rozdělena na 25 sekcí. Rozměr jedné mapové kresby jednoho mapového listu byl podle dříve udávaných informací 473 x 557 mm. Měřítko mapy bylo přibližně udáváno na hodnotu 1 : 132 000. Dřívější přehledná mapa měla měřítko cca 1 : 649 000. Mapa měla být původně tajná, ale informace o ní se šířily velmi rychle, a proto císař roku 1725 povolil její volný prodej. Toto dílo bylo velmi kvalitní, a proto bylo velmi často vyobrazeno v různých atlasech nejslavnějších kartografů své doby. Byl to například Homann z Norimberku, Pierre

Schenk z Amsterdamu nebo slovenský kartograf Jan Tobiáš Majer, který pracoval také v Norimberku. Kromě atlasové tvorby byla mapa několikrát přepracována. Již v roce 1726 byla vydána Johanem Wolfgangem Wielandem, který mapu trochu přepracoval a zmenšil do měřítka 1 : 230 000. Rozměr jeho jednoho mapového listu byl 340 x 480 mm. Hlavním důvodem jeho nově vytvořeného měřítka byla snaha o přeměnu již existujícího formátu mapy v měřítku 1 : 132 000 a málo podrobné přehledné mapy od Jana Kryštofa Müllera. Výsledná parerga se však nepřepočítávala, byla pouze vtištěna v menším měřítku.

Jak již bylo uvedeno, celkové náklady byly v roce 1709 odhadnuty na 2 500 zlatých. Měly být uhrazeny z výnosu mýtného na českých stezkách. Odhad se však od skutečné ceny mnohonásobně lišil. Bylo stanoveno, že mapování bude každý rok dotováno z vojenských prostředků 900 zlatými. Janu Kryštofu Müllerovi bylo za devět let práce na této mapě od Zemských stavů vyplaceno 3 240 zlatých. Po dokončení mapování od nich dále obdržel odbytné ve výši 1 000 zlatých. Müller chtěl dále získat peníze na vůz, kterým by dopravil originál mapy císaři. Na jeho financování získal 40 zlatých. Dalším jeho příjmem bylo 90 zlatých na ubytování po dobu měření. Celkové výdaje na mapu tak překročily odhadovanou cenu přibližně desetkrát.

Mapa měla sloužit původně pouze pro vojenské účely. Pro použití v terénu však nebyla vůbec vhodná. Pro vojenské účely se začaly používat pochodové mapy, které byly vyhotoveny podle Müllerovy mapy. Do pochodových map byla dále dokreslena místa s ubytováním a stravováním. Mezi nejslavnější pochodovou mapu patří *Glock-spergerova mapa* z roku 1731, která sloužila i k plánované přestavbě královských silnic.

Krajina se rychle měnila. Müllerova mapa začínala být zastaralá, a tak vznikala myšlenka o provedení revize. Vídeň vydala nařízení, které přikazovalo kompletní kontrolu všech domů, statků, stavu silnic a cest, polohu toků řek a říček. Revize připadla na vojenské důstojníky, kteří ihned začali s kontrolou v terénu. Důstojníci objížděli na koních zadaná území a svoje výsledky zakreslovali do zvětšené Müllerovy mapy Čech, která byla kvůli své velikosti dále rozčtvrcena. Při této revizi nebyly použity žádné speciální měřicí pomůcky. Důstojníci měli pouze buzolu, která jim určovala směr k severu. Z tohoto důvodu se tato metoda označuje francouzsky jako *"à la vue"*, tedy pouhým pozorováním z koňského hřbetu. Takovouto primitivní metodou byly Čechy "zmapované" již o 100 až 250 let dříve. Výsledné mapy měly měřítko 1 : 28 000.

V letech 1763 – 1787 proběhlo i na našem území I. Vojenské mapování (takzvané Josefské), které vycházelo z revize a zpřesnění zvětšené Müllerovy mapy Čech. Müllerova mapa dále sloužila i jako vzor pro *Bockovu mapu*, která však nikdy nebyla úředně schválena.

1.6 Zkoumání Müllerových map

V této kapitole byly využity zdroje [1], [9], [11] a [15].

Ivan Kupčík ve své literatuře provedl soupis všech Müllerových rukopisných map i s jejich umístěním a signaturou. Tyto údaje jsou i nadále aktuální. Souhlasí zde jak místo uložení, tak i signatura těchto Müllerových rukopisných map. Jak již bylo uvedeno výše, po smrti Jana Kryštofa Müllera se dlouhá léta nevědělo, kde se tyto vzácné originály vůbec nacházejí. V České republice jsou tyto exempláře při návštěvě archívů zcela dostupné. Rukopisné mapy, které jsou uloženy ve Vídni, by měly být také volně dostupné v archivu. Velkým problémem, který téměř vždy nastává, je jejich vyhledání. Mají sice stejnou signaturu jako mapy uložené v Česku, ale odborníci se domnívají, že se část map ztratila, nebo byla náhodně založena někam jinam.

Je dobře, že tato díla přitahují spoustu lidí, a to jak mnoho odborníků, tak i laiků. Musíme si uvědomit, že tato díla byla ve své době nejrozsáhlejší a zřejmě i nejpřesnější. Jednalo se o první státní mapování. Byl to základ, ze kterého se čerpalo pro vojenská topografická mapování.

1.6.1 Zkoumání Müllerovy mapy Moravy

Müllerova mapa Moravy není samozřejmě tak slavná jako mapa Čech. Proto ji bylo v historii věnováno podstatně méně vědeckých výzkumů.

V polovině 20. století se mapou Moravy zabýval Karel Kuchař, který zkoumal historická mapování na našem území. Z jeho děl zabývajících se mapou Moravy můžeme jmenovat *Early maps of Bohemia, Moravia and Silesia* a *Naše mapy odedávna do dneška*. V současné době se věnuje výzkumu několik pracovníků a studentů z katedry Mapování a kartografie ze Stavební fakulty Českého vysokého učení technického v Praze.

1.6.2 Zkoumání Müllerovy mapy Čech

Neuplynulo ještě ani sto let od jejího vydání a první, kdo se pokusil zhodnotit Müllerovu mapu byl dlouholetý ředitel hvězdárny v Klementinu – Alois David. Tento muž byl významný český matematik a hvězdář, a proto se rozhodl, že přezkoumá přesnost Müllerovy mapy. Za jeho doby se poloha sídel téměř nezměnila, ale na druhou stranu je nutné konstatovat, že kvalita měřících přístrojů se v 18. století podstatně zdokonalila. Přístroje měly v té době mnohem větší přesnost a samozřejmě i větší možnosti při měření.

Alois David začal se zkoumáním přesnosti v osadě Svatý Vintř (dnešní Dobrá Voda v pohoří Šumava). Zde provedl astronomická měření. Jeho vypočítaná výsledná

poloha přesně odpovídala výsledkům Müllerova měření. Astronom byl velmi překvapen tímto faktem a rozhodl se, že Šumavu projde celou a zběžně provede určení poloh i dalších sídel. Jeho výsledky se pouze s drobnými odlišnostmi shodovaly s Müllerovými daty.

Müllerova mapa byla vtištěna ve velkém počtu výtisků a i v současnosti lze nalézt tyto mapy. Nacházejí se jak ve státních, tak i v soukromých mapových sbírkách. V případě zájmu mohou doporučit prodejnu map v Českém úřadu zeměměřičství a katastru, kde tato slavná mapa stojí Kč 420,-. Její originály můžeme například najít v Národním technickém muzeu v Praze, Národním muzeu a v Historickém ústavu akademie věd České republiky. Originální mědirytinové desky jsou společně se zmenšenými deskami přehledné mapy uloženy v Národním technickém muzeu v Praze.

Mezi další osobnosti, které zkoumaly Müllerovu mapu Čech patří Karel Kuchař. Musíme si uvědomit, že podmínky se za posledních padesát let značně změnily. Technika pokročila, a použití současného hardware a software celé zkoumání zjednodušilo. Kuchařovy výsledky jsou však velmi cenné. Zabýval se komplexem celé mapy, zkoumal kartografické zobrazení, prováděl přesnosti mapy, zkoumal rozměr rámu, atd. V současné době se zkoumání mapy věnuje hodně lidí. Nejvíce badatelů je z katedry Mapování a kartografie na Stavební fakultě Českého vysokého učení technického v Praze.

2 Zdroje informací

2.1 Bakalářská práce Jakuba Havlíčka

Moje bakalářská práce se nazývá *Vektorový datový model Müllerovy mapy Čech*. Práce vznikla na základě výzkumu, který je součástí grantu týkajícího se výzkumu Müllerovy mapy Čech. V jednotlivých bodech bude stručně sepsán postup a následné výsledky mé práce.

2.1.1 Přípravné práce

Po obdržení 25 naskenovaných mapových listů od *Ústředního archivu zeměměřičtví a katastru* jsem začal s přípravnou fází projektu.

Legendu, která byla psaná německy a latinsky jsem přeložil do češtiny. Do textového dokumentu jsem vybral jednotlivé symboly legendy, k nim jsem napsal jejich český překlad a vytvořil pro ně maximálně třípísmenou zkratku.

Další volba byla při výběru programu, ve kterém bude projekt zpracován. Vybrán byl software ArcGIS z důvodu velké rozšířenosti, dostupné studentské verze ve škole a znalosti prostředí programu z mnoha předmětů.

Rozhodl jsem, že vektorizace dat bude probíhat do geodatabáze se šesti třídami. Jednalo se o jednu bodovou třídu *obce*, do které patří všechny bodové sídelní, výrobní a těžební značky. Dále tři liniové třídy *cesty*, *správní hranice* a *řeky a potoky*. Poslední dvě třídy jsou polygonové. Jedná se o *obce polygon*, do které patří obce znázorněné na mapě plochou (s hradbami) a *vodní plochy*.

Poslední přípravnou fází byla afinní transformace rastrů do jejich správné polohy na rozměr určený Jiřím Krejčím na 557 x 473 mm na rohy mapových listů.

2.1.2 Vektorizace mapy

Vektorizace začala na mapovém listu číslo 8. Mapový list vypadal na první pohled jako jeden z nejhustěji pokreslených listů mapovou kresbou, proto jsem měl za úkol zjistit, jak rychle jsem schopný převést celý mapový list do vektorové podoby.

U bodové třídy *obce* jsem vektorizoval bodové mapové značky na jejich střed. Do atributové tabulky jsem v případě, že bodová značka měla název, napsal tento údaj do atributu *nazev_stary*. Pomocí současných mapových serverů, nebo pomocí současného autoatlasu ČR v měřítku 1 : 100 000 byl v případě, že obec existuje i v současnosti, dohledán aktuální název sídelní jednotky, který byl zaznamenán do atributu *nazev_novy*. Dále jsem zaznamenal do atributu *typ* o jakou mapovou značku se z legendy jedná. Když byly všechny obce převedeny do digitální podoby,

připojil jsem poslední dva atributy *Y_JTSK* a *X_JTSK* pomocí propojení tabulky z *Územně identifikačního registru základních sídelních jednotek (ÚIR-ZSJ)* z *Českého statistického úřadu (ČSÚ)*.

U polygonové třídy *obce_polygon* jsem vektorizoval tato sídla po hradbách, kde se vynechávaly hradbové výčnělky. Doplnění atributové tabulky jsem dělal totožným způsobem jako u třídy *obce*.

U polygonové třídy *vodni_plochy* jsem vektorizoval všechny vodní plochy. V případě, že se v současném mapovém zdroji našel název, byl doplněn do atributové tabulky pod atributem *nazev*.

U liniové třídy *reky_potoky* jsem vektorizoval celou říční síť. Do atributové tabulky jsem zaznamenal atribut *typ*, zda se jedná o řeku nebo potok. V případě, že jsem v současných mapových podkladech našel název vodního díla, doplnil jsem ho do atributové tabulky pod atributem *nazev*.

Liniové třídy *cesty* a *spravni_hranice* jsem vektorizoval bez použití dalšího atributu.

Snahou bylo vytvořit pokud možno topologicky "čistá" data. Tímto termínem se rozumí, že linie na sebe navazují v lomových bodech. Při křížení jednotlivých tříd je vždy na křížení vložen bod, který je lomový pro obě třídy. Linie procházející přes polygon má vždy jeden lomový bod na lomovém bodu polygonu, minimálně jeden lomový bod uvnitř polygonu a opět jeden lomový bod na lomovém bodě polygonu. V případě, že bodovým prvkem protéká vodní tok, měl by mít tento vodní tok lomový bod právě v definičním bodu bodového prvku.

Po vektorizaci mapového listu číslo 8 bylo jisté, že jako jedinec nejsem schopný celou Müllerovu mapu Čech zvektorizovat. Proto mi bylo nabídnuto, práci rozdělit mezi studenty. Vypracoval jsem jasný a stručný návod, který vycházel z mých zkušeností při vektorizaci mapového listu číslo 8. Dále jsem vytvořil 72 přibližně stejně složitých zadání (co se obtížnosti týče). Sám jsem vektorizoval okrajové mapové listy. Během cvičení jsem působil jako odborný konzultant.

Studentské výsledky byly výborné, průměrné i neodpovídající zadané úloze. Tyto neodpovídající výsledky, které místo přesné vektorizace byly generalizací nebo zobrazovaly jiné než zadané území, jsem musel kompletně předělat. Sám jsem tedy zvektorizoval přibližně čtvrtinu celkového území. Studentské výsledky musely být nejprve spojeny do jednotlivých databází pro jednotlivé mapové listy. Zvláštní kontrolu jsem věnoval styku jednotlivých zadání, kde buď nastala duplicita, anebo toto území muselo být opět dovektorizováno. Výčty s charakteristickými prvky jednotlivých tříd jsou uvedeny v mé bakalářské práci.

Jednotlivé mapové listy i geodatabáze jednotlivých mapových listů byly posunuty o násobky 557 a 473 mm tak, že vznikl mapový obraz 5 x 5 mapových listů, kde mapový list číslo 21 a jeho jihozápadní roh měl souřadnice 0; 0. Nyní byla

vytvořena celková databáze pro celé území Čech. Polygony a linie byly spojeny na styku jednotlivých mapových listů. V případě, že se grafické linie nebo polygony přesně na styku neshodovaly, byl vložen vždy nový bod na střed této neshody.

2.1.3 Výpočet přesnosti

U třídy *obce* a *obce_polygon* byly u některých sídelních jednotek doplněny do atributové tabulky souřadnice v S-JTSK. Pro tyto dvě třídy byly dopočítány v atributové tabulce souřadnice v místní mapové síti s atributy x a y . Z atributové tabulky byl vytvořen textový transformační soubor, ve kterém bylo uvedeno postupně ID bodu, souřadnice v místním systému x a y a souřadnice v S-JTSK Y_{JTSK} a X_{JTSK} . Tento transformační soubor byl načten do ArcGIS. Výsledná odchylka transformace byla velká a z transformačních vektorů, které vedly z místního systému do S-JTSK nebylo patrné, které body jsou špatně připojeny. Proto byly všechny připojené body pro jednotlivé mapové listy transformovány na dva jasné připojené body (většinou se jednalo o velká města). Z rozdílu, který byl mezi souřadnicemi připojených z ÚIR-ZSJ ČSÚ a nově vypočítanými, byly vypuštěny body, které byly špatně připojeny. Z upraveného transformačního klíče byla geodatabáze transformována podobnostní transformací do souřadnicového systému S-JTSK a byla určena přesnost pro jednotlivé mapové listy i celkovou mapu Čech.

2.1.4 Výsledky

Byla vytvořena komplexní geodatabáze Müllerovy mapy Čech. Na mapě bylo celkově zvektorizováno 15 215 bodových prvků, z toho 14 871 sídelních jednotek. Toto číslo se liší téměř o 2 400 sídelních jednotek od čísla, které bylo udávané před mojí prací.

Směrodatné odchylky pro jednotlivé mapové listy jsou uvedeny v mé bakalářské práci. Za výsledek přesnosti jsem bral v úvahu směrodatnou odchylku z podobnostní transformace, neboť srážka papíru a deformace vzniklé při skenování byly odstraněny afinní transformací mapových listů v přípravné fázi projektu. Výsledná směrodatná odchylka z podobnostní transformace mi pro celkovou mapu vyšla 2 460 m.

2.2 Diplomová práce Jany Malimánkové

Diplomová práce Jany Malimánkové se nazývá *Analýza původních tiskových matic a tisků Müllerovy mapy Čech*. Práce vznikla jako další návazná studie Müllerovy mapy Čech.

Jana Malimánková proměřila originální původní tiskové matrice, které jsou uloženy v Národním technickém muzeu v Praze. Měření probíhalo velkou vynášecí soupravou. Každá strana byla měřena minimálně dvakrát. Rozdíl dvojího měření nesměl přesáhnout stanovenou hodnotu 0,4 mm. V diplomové práci je tabulka, která udává rozměry jednotlivých stran jednotlivých mapových listů.

Výsledné průměrné hodnoty vycházejí 559,2 mm na 473,1 mm. Hodnoty se v ose X liší o více jak dva milimetry, v ose Y pouze o 0,1 mm. Při složení mapy vychází rozměr celkové mapy na 2 796 x 2 365,5 mm. Tyto hodnoty se od původně udávaných hodnot z různých druhů literatury značně liší. Její udávaný rozměr byl 2 822 x 2 403 mm. Rozdíl je nejspíše způsoben tím, že do rozměru mapy byl připočítán i rám se zeměpisnou sítí.

V diplomové práci je dále uvedeno, kde se vyskytují originální tisky Müllerovy mapy Čech. Malimánková dále proměřila originální tisky celé mapy. Konkrétně se jedná o dva komplety v Národním technickém muzeu v Praze, jeden komplet z Národní knihovny v Praze a jeden komplet z Ústředního archivu zeměměřictví a katastru, od kterého jsem měl k dispozici tyto originální skeny pro tvorbu vektorového datového modelu.

Na závěr práce je provedena analýza porovnání hustoty sídel a státních hranic z první poloviny 18. století a ze současnosti. Pro druhou analýzu byla převedena liniová třída *spravní_hranice* na polygonové třídy *hranice_kraju_polygon* a *hranice_cech_polygon*.

2.3 Bakalářská práce Jaroslava Luče

Bakalářská práce Jaroslava Luče se nazývá *Analýzy hydrologických dat na Müllerově mapě Čech*. Práce opět vznikla jako další návazná studie Müllerovy mapy Čech.

Jaroslav Luč kompletně zkontroloval a opravil vodstvo na Müllerově mapě Čech. Úprava se týkala dvou tříd geodatabáze, a to třídy *vodni_plochy* a třídy *reky_potoky*, kterou přejmoneval na *vodni_toky*.

Jak již bylo uvedeno v mé bakalářské práci, původní geodatabáze byla složena ze studentských prací. Studentské výsledky byly samozřejmě různorodé, záviselo na zodpovědnosti každého studenta. Nejhorší výsledky jsem opravil už já ve své bakalářské práci, ale v geodatabázi zůstalo několik výsledků, které by si opravu také zasloužily. Tu provedl právě Jaroslav Luč.

Dále byla v programu ArcGIS kontrolována topologická "čistota" dat. Autor práce dále zvektorizoval všechny mosty přes vodní toky, pro které vytvořil třídu *mosty* a na pramenech, soutocích a místech, kde vodní tok opouští zmapované území,

vložil bod, který je součástí nově vzniklé třídy *uzly_v*.

V práci byla dále provedena transformace nově vzniklých a upravovaných tříd do S-JTSK. Zde byla porovnána situace z první poloviny 18. století se současnou. Za nejvhodnější aktuální současnou mapu byla vzata Euro Regional Map. Byly porovnány délky a tvary vodních toků a rozloha a tvary vodních ploch.

2.4 Bakalářská práce Věry Peterové

Bakalářská práce Věry Peterové se nazývá *Vektorový datový model Müllerovy mapy Moravy*. Práce vznikla na základě výzkumu, který je součástí grantu týkajícího se výzkumu Müllerovy mapy Moravy.

Autorka v úvodu uvádí, že jako návod pro zpracování práce byla použita moje bakalářská práce.

Bakalářská práce má totožné vypracování s mojí prací. V geodatabázi vzniká nová polygonová třída *kraje*. Věra Peterová sama zvektorizovala celou Müllerovu mapu Moravy. Po vektorizaci jednotlivých mapových listů provedla topologickou kontrolu dat. Jako další krok následovalo spojení v celkovou mapu Moravy.

Poslední část práce je věnována přesnosti mapy podle různých typů transformací. Směrodatné odchylky byly počítány pro celkovou mapu, pro jednotlivé mapové listy i pro jednotlivé typy sídel.

3 Vlastní práce

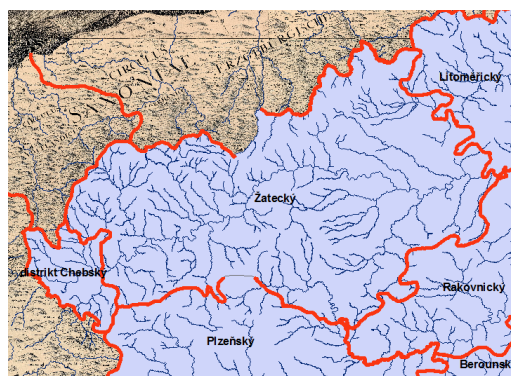
3.1 Spojení, dokončení a obsah geodatabáze pro Müllerovu mapu Čech

Jak již bylo uvedeno, geodatabáze z mé bakalářské práce měla šest tříd. Jednalo se o bodovou třídu *obce*, liniové třídy *cesty*, *spravní_hranice* a *reky_potoky* a polygonové třídy *obce_polygon* a *vodni_plochy*.

Z geodatabáze Jany Malimánkové byly převzaty nejprve tři třídy. Jednalo se o liniovou třídu *dovektorizace_kraju* a polygonové třídy *hranice_cekch_polygon* a *hranice_kraju_polygon*.

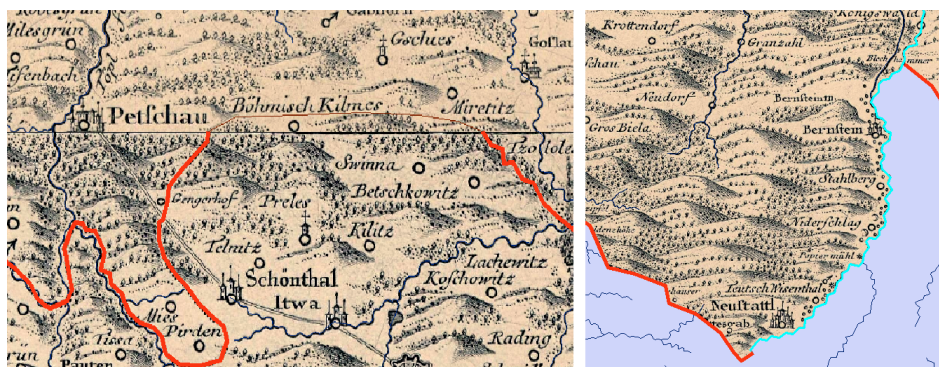
Na originálním tisku Müllerovy mapy není správné hranice Žateckého kraje souvislá – obr. 3.1. Konkrétně chybí úseky na severní a jižní části hranice, proto byla tato kresba Janou Malimánkovou dokreslena. Severní část hranice byla dokreslena po potoku *Polava* – obr. 3.2. Domnívám se, že tento zákres je správný a skutečně hranice kraje byla středem vodního toku. Oba zakreslené konce hranice končí na dotyku tohoto potoka. Jižní část hranice je problematická, neboť chybou autora nebo rytců nebyla hranice vůbec zakreslena na mapovém listu číslo 6. Autorka zvolila pro průběh hranice plynulé spojení koncových bodů přes mapový list číslo 6 – obr. 3.2. Dále převedla liniové třídy *spravní_hranice* a *dovektorizace_kraju* na polygonové třídy.

Po konzultaci byla vypuštěna liniová třída *dovektorizace_kraju*, neboť výsledná geodatabáze by měla obsahovat pouze zvektorizovaný skutečný obsah Müllerovy mapy Čech.



Obr. 3.1: Nedokreslená mapa správních hranic, [12]

Z bakalářské práce Jaroslava Luče byly převzaty čtyři třídy. Bodové třídy *mosty* a *uzly_v*, liniová třída *vodni_toky* a polygonová třída *vodni_plochy*. Ve třídě *mosty* jsou zvektorizovány bodem všechny mosty přes řeky. Ve třídě *uzly_v* jsou zvektorizovány



Obr. 3.2: Deatily nedokreslených správních hranic – jih a sever, [12]

bodem všechny prameny, soutoky a místa, kde vodní tok opouští zmapované území. Moji třídu *reky_potoky* přejmenoval na třídu *vodni_toky*. Domnívám se, že nové pojmenování zvolené Jaroslavem Lučem, je pro tuto třídu výstižnější a vhodnější, proto byl pro výslednou geodatabázi zvolen tento název. Luč zkontroloval a opravil liniovou a polygonovou třídu.

Dále jsem kompletně opravil třídu *cesty*, která byla velmi nekvalitně zvektorizována a na křižovatky a začátky cest vložil body, pro které jsem vytvořil novou třídu *uzly_c*.

Nakonec jsem prošel celou Müllerovu mapu Čech. Zkontroloval jsem a drobně upravil zvektorizovaný obsah.

Výsledná geodatabáze má jedenáct tříd. V následujícím textu bude tato geodatabáze popsána včetně všech atributových prvků.

3.1.1 Bodové třídy

obce

V této třídě jsou zvektorizovány všechny bodové sídelní, výrobní, těžební a zpracovatelské značky z celé mapy.

Třída obsahuje následující atributy:

1. OBJECTID – povinný údaj, který má funkci identifikátoru pro jednotlivé objekty
2. Shape – povinný údaj, který v sobě nese informaci o geometrii
3. nazev_stary – datový typ text, maximální délka 30 znaků, obsahuje názvy z Müllerovy mapy Čech
4. nazev_novy – datový typ text, maximální délka 30 znaků, obsahuje názvy ze současné mapy

5. typ – datový typ text, maximální délka 3 znaky, obsahuje zkratky vytvořené pro jednotlivé znaky z legendy
6. X_JTSK – datový typ long integer, obsahuje X-ové souřadnice sídelních jednotek v S-JTSK z ÚIR-ZSJ ČSÚ v metrech
7. Y_JTSK – datový typ long integer, obsahuje Y-ové souřadnice sídelních jednotek v S-JTSK z ÚIR-ZSJ ČSÚ v metrech
8. x – datový typ double, obsahuje x-ové souřadnice v místním systému mapy v milimetrech
9. y – datový typ double, obsahuje y-ové souřadnice v místním systému mapy v milimetrech
10. lambda – datový typ double, obsahuje zeměpisné délky λ vypočítané ze souřadnic čtyř rohů mapového rámu ve stupních
11. fi – datový typ double, obsahuje zeměpisné šířky φ vypočítané ze souřadnic čtyř rohů mapového rámu ve stupních
12. lambda_B – datový typ long integer, obsahuje zeměpisné délky λ , které byly přepočítány programem PROJ.4 ze souřadnic S-JTSK na Besselův elipsoid – jejich hodnota je ve stupních
13. fi_B – datový typ long integer, obsahuje zeměpisné šířky φ , které byly přepočítány programem PROJ.4 ze souřadnic S-JTSK na Besselův elipsoid – jejich hodnota je ve stupních

mosty

V této třídě jsou zvektorizovány všechny mosty přes vodní toky.

Třída obsahuje následující atributy:

1. OBJECTID – povinný údaj, který má funkci identifikátoru pro jednotlivé objekty
2. Shape – povinný údaj, který v sobě nese informaci o geometrii
3. reka – datový typ text s maximální délkou 50 znaků, obsahuje název vodního toku, přes který je postaven most
4. obec – datový typ text s maximální délkou 50 znaků, obsahuje název obce v blízkosti mostu

5. cesta – datový typ text s maximální délkou 50 znaků, obsahuje, zda most je součástí cesty (1)

uzly_v

V této třídě jsou zvektorizovány všechny prameny, soutoky a místa, kde vodní toky opouštějí zmapované území.

Třída obsahuje následující atributy:

1. OBJECTID – povinný údaj, který má funkci identifikátoru pro jednotlivé objekty
2. Shape – povinný údaj, který v sobě nese informaci o geometrii
3. Enabled – datový typ short integer, který slouží jako pomocný sloupec pro analýzy vodních toků, jeho hodnota je stanovena pro všechny prvky na 1
4. AncillaryRole – datový typ short integer, který opět slouží jako pomocný sloupec pro analýzy vodních toků, jeho hodnota je stanovena pro toky, které opouštějí zmapované území na 2, ostatní na 0

uzly_c

V této třídě jsou zvektorizovány všechny začátky, konce a křižovatky cest.

Třída obsahuje následující atributy:

1. OBJECTID – povinný údaj, který má funkci identifikátoru pro jednotlivé objekty
2. Shape – povinný údaj, který v sobě nese informaci o geometrii

3.1.2 Liniové třídy

vodni_toky

V této třídě je zvektorizováno celé tekoucí vodstvo na Müllerově mapě Čech.

Třída obsahuje následující atributy:

1. OBJECTID – povinný údaj, který má funkci identifikátoru pro jednotlivé objekty
2. Shape – povinný údaj, který v sobě nese informaci o geometrii
3. nazev – datový typ text s maximální délkou 30 znaků, obsahuje název vodního toku ze současných mapových podkladů

4. typ – datový typ text s maximální délkou 20 znaků, obsahuje typ vodního toku – řeka, potok, kanál, soutok
5. Enabled – datový typ short integer, kretý slouží jako pomocný sloupec pro analýzy vodních toků – jeho hodnota je stanovena pro všechny prvky na 1
6. Shape.Length – datový typ double, obsahuje délku zvektorizovaného vodního toku

spravni_hranice

V této třídě jsou zvektorizovány všechny správní hranice na Müllerově mapě Čech. Konkrétně se jedná o hranice krajů a hranice Čech.

Třída obsahuje následující atributy:

1. OBJECTID – povinný údaj, který má funkci identifikátoru pro jednotlivé objekty
2. Shape – povinný údaj, který v sobě nese informaci o geometrii
3. Shape.Length – datový typ double, obsahuje délku zvektorizované správní hranice

cesty

V této třídě jsou zvektorizovány všechny cesty na Müllerově mapě Čech.

Třída obsahuje následující atributy:

1. OBJECTID – povinný údaj, který v sobě nese informaci o geometrii
2. Shape – povinný údaj, který informuje uživatele, že se jedná o liniovou třídu
3. Shape.Length – datový typ double, obsahuje délku zvektorizované cesty

3.1.3 Polygonové třídy

obce_polygon

V této třídě jsou zvektorizovány všechny obce s hradbami na Müllerově mapě Čech. Vektorizovala se celá plocha hradeb bez grafických výběžků.

Třída obsahuje následující atributy:

1. OBJECTID – povinný údaj, který má funkci identifikátoru pro jednotlivé objekty
2. Shape – povinný údaj, který v sobě nese informaci o geometrii
3. nazev_stary – datový typ text, maximální délka 30 znaků, obsahuje názvy z Müllerovy mapy Čech
4. nazev_novy – datový typ text, maximální délka 30 znaků, obsahuje názvy ze současné mapy
5. typ – datový typ text, maximální délka 4 znaky, obsahuje zkratky vytvořené pro jednotlivé znaky z legendy
6. X_JTSK – datový typ long integer, obsahuje X-ové souřadnice sídelních jednotek v S-JTSK z ÚIR-ZSJ ČSÚ v metrech
7. Y_JTSK – datový typ long integer, obsahuje Y-ové souřadnice sídelních jednotek v S-JTSK z ÚIR-ZSJ ČSÚ v metrech
8. x – datový typ double, obsahuje x-ové souřadnice v místním systému mapy v milimetrech
9. y – datový typ double, obsahuje y-ové souřadnice v místním systému mapy v milimetrech
10. lambda – datový typ double, obsahuje zeměpisné délky λ vypočítané ze souřadnic čtyř rohů mapového rámu ve stupních
11. fi – datový typ double, obsahuje zeměpisné šířky φ vypočítané ze souřadnic čtyř rohů mapového rámu ve stupních
12. lambda_B – datový typ long integer, obsahuje zeměpisné délky λ , které byly přepočítány programem PROJ.4 ze souřadnic S-JTSK na Besselův elipsoid – jejich hodnota je ve stupních
13. fi_B – datový typ long integer, obsahuje zeměpisné šířky φ , které byly přepočítány programem PROJ.4 ze souřadnic S-JTSK na Besselův elipsoid – jejich hodnota je ve stupních
14. Shape.Length – datový typ double, obsahuje obvod zvektorizované obce
15. Shape.Area – datový typ double, obsahuje plochu zvektorizované obce

vodni_plochy

V této třídě jsou zvektorizovány všechny vodní plochy na Müllerově mapě Čech. Třída obsahuje následující atributy:

1. OBJECTID – povinný údaj, který má funkci identifikátoru pro jednotlivé objekty
2. Shape – povinný údaj, který v sobě nese informaci o geometrii
3. nazev – datový typ text, maximální délka 30 znaků, obsahuje názvy ze současného mapového podkladu
4. Shape.Length – datový typ double, obsahuje obvod zvektorizované vodní plochy
5. Shape.Area – datový typ double, obsahuje plochu zvektorizované vodní plochy

hranice_kraju_polygon

V této třídě jsou převedeny linie správních hranic do polygonových krajů na Müllerově mapě Čech.

Třída obsahuje následující atributy:

1. OBJECTID – povinný údaj, který má funkci identifikátoru pro jednotlivé objekty
2. Shape – povinný údaj, který v sobě nese informaci o geometrii
3. jmeno_kraje – datový typ text, maximální délka 50 znaků, obsahuje názvy krajů z počátku 18. století
4. Shape.Length – datový typ double, obsahuje obvod zvektorizovaného kraje
5. Shape.Area – datový typ double, obsahuje plochu zvektorizovaného kraje

hranice_cek_polygon

V této třídě jsou převedeny linie správních hranic do polygonových krajů na Müllerově mapě Čech.

Třída obsahuje následující atributy:

1. OBJECTID – povinný údaj, který má funkci identifikátoru pro jednotlivé objekty
2. Shape – povinný údaj, který v sobě nese informaci o geometrii

3. Shape.Length – datový typ double, obsahuje obvod zvektorizovaných hranic Čech
4. Shape.Area – datový typ double, obsahuje plochu zvektorizovaných hranic Čech

3.2 Kontrola a obsah geodatabáze pro Müllerovu mapu Moravy

Po obdržení dat z bakalářské práce Věry Peterové jsem provedl kontrolu zvektorizovaného obsahu mapy. Dále jsem provedl přejmenování jednotlivých tříd geodatabáze pro celkovou Müllerovu mapu Moravy. Autorka ke každé třídě přidala text *_spojene*, ten jsem pro každou třídu odmazal. Výsledná geodatabáze pro mapu Moravy má sedm tříd. V následujícím textu budou popsány jednotlivé třídy včetně atributů.

3.2.1 Bodové třídy

obce

V této třídě jsou zvektorizovány všechny bodové prvky z celé mapy. Konkrétně se jedná o sídla, doły a zpracovatelská místa nerostných surovin.

Třída obsahuje následující atributy:

1. OBJECTID – povinný údaj, který má funkci identifikátoru pro jednotlivé objekty
2. Shape – povinný údaj, který v sobě nese informaci o geometrii
3. nazev – datový typ text, maximální délka 50 znaků, obsahuje německé názvy z Müllerovy mapy Moravy
4. nazev_cesk – datový typ text, maximální délka 50 znaků, obsahuje české názvy z Müllerovy mapy Moravy, které jsou uvedeny zkratkou B.
5. nazev_souc – datový typ text, maximální délka 50 znaků, obsahuje názvy ze současné mapy
6. typ – datový typ text, maximální délka 50 znaků, obsahuje zkratky vytvořené pro jednotlivé znaky z legendy
7. X_JTSK – datový typ long integer, obsahuje X-ové souřadnice sídelních jednotek v S-JTSK z ÚIR-ZSJ ČSÚ v metrech

8. Y_JTSK – datový typ long integer, obsahuje Y-ové souřadnice sídelních jednotek v S-JTSK z ÚIR-ZSJ ČSÚ v metrech
9. x – datový typ double, obsahuje x-ové souřadnice v místním systému mapy v milimetrech
10. y – datový typ double, obsahuje y-ové souřadnice v místním systému mapy v milimetrech
11. lambda – datový typ double, obsahuje zeměpisné délky λ vypočítané na čtyři rohy mapového rámu ve stupních
12. fi – datový typ double, obsahuje zeměpisné šířky φ vypočítané ze souřadnic čtyř rohů mapového rámu ve stupních
13. lambda_B – datový typ long integer, obsahuje zeměpisné délky λ , které byly přepočítány programem PROJ.4 ze souřadnic S-JTSK na Besselův elipsoid – jejich hodnota je ve stupních
14. fi_B – datový typ long integer, obsahuje zeměpisné šířky φ , které byly přepočítány programem PROJ.4 ze souřadnic S-JTSK na Besselův elipsoid – jejich hodnota je ve stupních

3.2.2 Liniové třídy

vodni_toky

V této třídě je zvektorizováno celé tekoucí vodstvo na Müllerově mapě Moravy. Třída obsahuje následující atributy:

1. OBJECTID – povinný údaj, který má funkci identifikátoru pro jednotlivé objekty
2. Shape – povinný údaj, který v sobě nese informaci o geometrii
3. nazev – datový typ text s maximální délkou 50 znaků, obsahuje německý název vodního toku z Müllerovy mapy Moravy
4. nazev_souc – datový typ text s maximální délkou 50 znaků, obsahuje název vodního toku ze současných mapových podkladů
5. nazev_cesk – datový typ text s maximální délkou 30 znaků, obsahuje český název vodního toku z Müllerovy mapy Moravy
6. Shape.Length – datový typ double, obsahuje délku zvektorizovaného vodního toku

sprawni_hranice

V této třídě jsou zvektorizovány všechny správní hranice na Müllerově mapě Moravy. Konkrétně se jedná o hranice krajů, hranic Moravy a místní správní hranice.

Třída obsahuje následující atributy:

1. OBJECTID – povinný údaj, který má funkci identifikátoru pro jednotlivé objekty
2. Shape – povinný údaj, který v sobě nese informaci o geometrii
3. typ – datový typ text s maximální délkou 20 znaků, obsahuje hodnotu C pro hranici Moravy a krajů a hodnotu T pro místní správní hranice
4. Shape.Length – datový typ double, obsahuje délku zvektorizované správní hranice

cesty

V této třídě jsou zvektorizovány všechny cesty na Müllerově mapě Moravy.

Třída obsahuje následující atributy:

1. OBJECTID – povinný údaj, který má funkci identifikátoru pro jednotlivé objekty
2. Shape – povinný údaj, který v sobě nese informaci o geometrii
3. Shape.Length – datový typ double, obsahuje délku zvektorizované cesty

3.2.3 Polygonové třídy

obce_pol

V této třídě jsou zvektorizovány všechny obce s hradbami na Müllerově mapě Moravy. Vektorizovala se celá plocha hradeb bez grafických výběžků.

Třída obsahuje následující atributy:

1. OBJECTID – povinný údaj, který má funkci identifikátoru pro jednotlivé objekty
2. Shape – povinný údaj, který v sobě nese informaci o geometrii
3. nazev – datový typ text, maximální délka 50 znaků, obsahuje německé názvy z Müllerovy mapy Moravy

4. `nazev_cesk` – datový typ text, maximální délka 50 znaků, obsahuje české názvy z Müllerovy mapy Moravy, které jsou uvedeny zkratkou B.
5. `nazev_souc` – datový typ text, maximální délka 50 znaků, obsahuje názvy ze současné mapy
6. `typ` – datový typ text, maximální délka 50 znaků, obsahuje zkratky vytvořené pro jednotlivé znaky z legendy
7. `X_JTSK` – datový typ long integer, obsahuje X-ové souřadnice sídelních jednotek v S-JTSK z ÚIR-ZSJ ČSÚ v metrech
8. `Y_JTSK` – datový typ long integer, obsahuje Y-ové souřadnice sídelních jednotek v S-JTSK z ÚIR-ZSJ ČSÚ v metrech
9. `x` – datový typ double, obsahuje x-ové souřadnice v místním systému mapy v milimetrech
10. `y` – datový typ double, obsahuje y-ové souřadnice v místním systému mapy v milimetrech
11. `lambda` – datový typ double, obsahuje zeměpisné délky λ vypočítané ze souřadnic čtyř rohů mapového rámu ve stupních
12. `fi` – datový typ double, obsahuje zeměpisné šířky φ vypočítané ze souřadnic čtyř rohů mapového rámu ve stupních
13. `lambda_B` – datový typ long integer, obsahuje zeměpisné délky λ , které byly přepočítány programem PROJ.4 ze souřadnic S-JTSK na Besselův elipsoid – jejich hodnota je ve stupních
14. `fi_B` – datový typ long integer, obsahuje zeměpisné šířky φ , které byly přepočítány programem PROJ.4 ze souřadnic S-JTSK na Besselův elipsoid – jejich hodnota je ve stupních
15. `Shape_Length` – datový typ double, obsahuje obvod zvektorizované obce
16. `Shape_Area` – datový typ double, obsahuje plochu zvektorizované obce

vodni_plochy

V této třídě jsou zvektorizovány všechny vodní plochy na Müllerově mapě Moravy. Třída obsahuje následující atributy:

1. `OBJECTID` – povinný údaj, který má funkci identifikátoru pro jednotlivé objekty

2. Shape – povinný údaj, který v sobě nese informaci o geometrii
3. Shape.Length – datový typ double, obsahuje obvod zvektorizované vodní plochy
4. Shape.Area – datový typ double, obsahuje plochu zvektorizované vodní plochy

kraje

V této třídě jsou převedeny linie správních hranic do polygonových krajů na Müllerově mapě Moravy.

Třída obsahuje následující atributy:

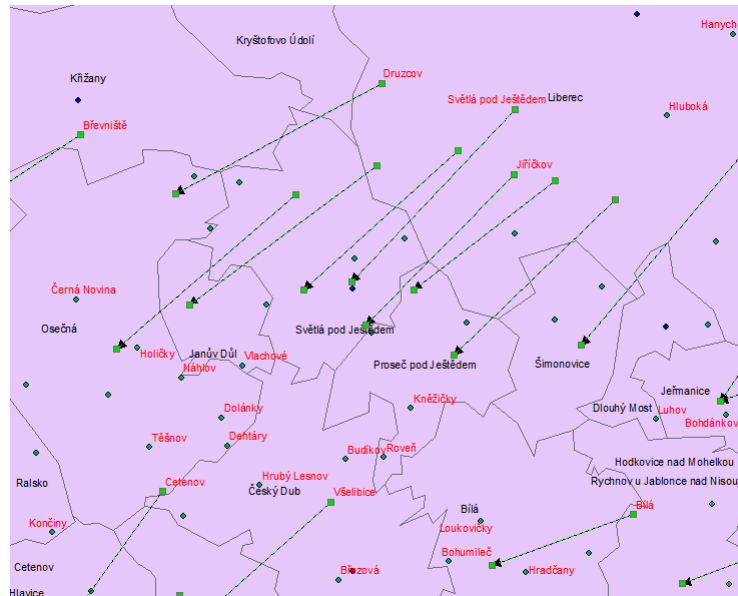
1. OBJECTID – povinný údaj, který má funkci identifikátoru pro jednotlivé objekty
2. Shape – povinný údaj, který v sobě nese informaci o geometrii
3. nazev – datový typ text, maximální délka 50 znaků, obsahuje názvy krajů z počátku 18. století
4. Shape.Length – datový typ double, obsahuje obvod zvektorizovaného kraje
5. Shape.Area – datový typ double, obsahuje plochu zvektorizovaného kraje

3.3 Kontrola, oprava a dopřipojení identických bodů pro Müllerovu mapu Čech

Původní připojení identických bodů probíhalo pomocí funkce *JOIN*, kde pro atribut *nazev_novy* byla připojena atributová tabulka z Územního identifikačního registru základních sídelních jednotek (ÚIR-ZSJ) Českého statistického úřadu (ČSÚ).

Toto připojení přináší riziko několika chyb. Konkrétně mohlo dojít k tomu, že atribut *nazev_novy* byl napsán pro jiné sídlo, nebo že tento název nebyl napsán správným způsobem. Mohla chybět čárka nad samohláskou, nebo háček nad souhláskou, nebo mohlo dojít ke zkrácení názvu obce. Například pro Jablonec nad Nisou bylo napsáno jen Jablonec n. N. V těchto případech se připojovaná atributová tabulka pro dané sídlo vůbec nepřipojí. Další nepříjemnosti se objevovaly u častých názvů obcí, které se v Čechách opakují. Například Nová Ves a různé Lhoty. V tomto případě je připojena pouze první Nová Ves z atributové tabulky ÚIR-ZSJ ČSÚ pro všechny Nové Vsi z Müllerovy mapy Čech.

Moje bakalářská práce obsahuje část zabývající se odstraněním těchto jasně špatně připojených identických bodů. Z původně připojených 4 409 identických bodů jich po mé redukci zbylo pouze 3 910. Stále však připojení nebylo stoprocentně



Obr. 3.3: Kontrola, oprava a nové připojení identických bodů

zkontrolováno. Bodovou třídu obcí a polygonovou třídu obcí jsem transformoval do souřadnicového systému S-JTSK na 3 910 identických bodů. Pod bodovou a polygonovou třídu jsem připojil soubory shapefile z Územního identifikačního registru základních sídelních jednotek Českého statistického úřadu a provedl ruční kontrolu, opravu a nové připojení všech obcí – obr. 3.3.

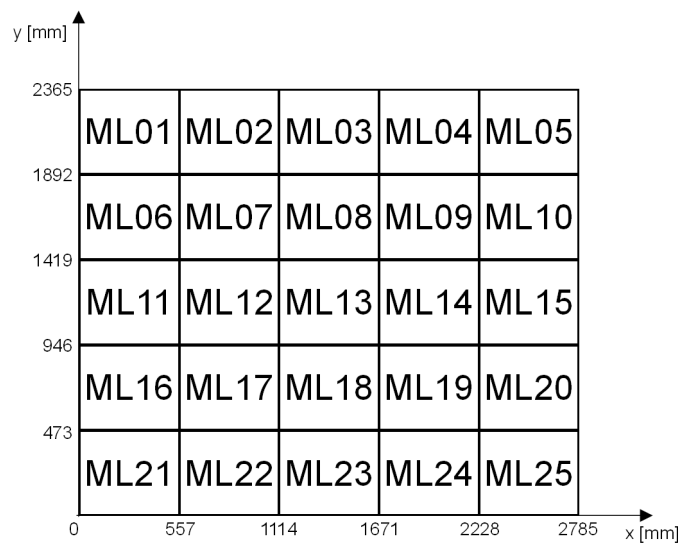
Tato kontrola, oprava a nové připojení byla velmi pracná a časově náročná. U tříd geodatabáze jsem zobrazil nový název objektu červeně. Pro polygonový shapefile současných obcí jsem nechal zobrazit název černě. Dále se do okna ArcGIS načetly transformační vektory. V případě, že byla obec z polygonu správně připojena byla do pomocného atributu napsána hodnota 1. V případě, že polygonová obec nebyla, ale měla být připojena, bylo do pomocného atributu vepsáno číslo identifikátoru bodové třídy. Mezi další, často opakované problémy, které jsem řešil, patřilo, že pro jednu současnou obec bylo připojeno více obcí z geodatabáze. Tato situace byla vyřešena tím, že se připojil pouze jeden správně identický bod a ostatní připojení bylo odstraněno.

Celkově se mi podařilo pro celkovou Müllerovu mapu Čech správně připojit 4 627 bodů. Z toho je 4 351 bodových obcí a 96 polygonových obcí.

3.4 Tvorba celkového rastru pro Müllerovu mapu Čech

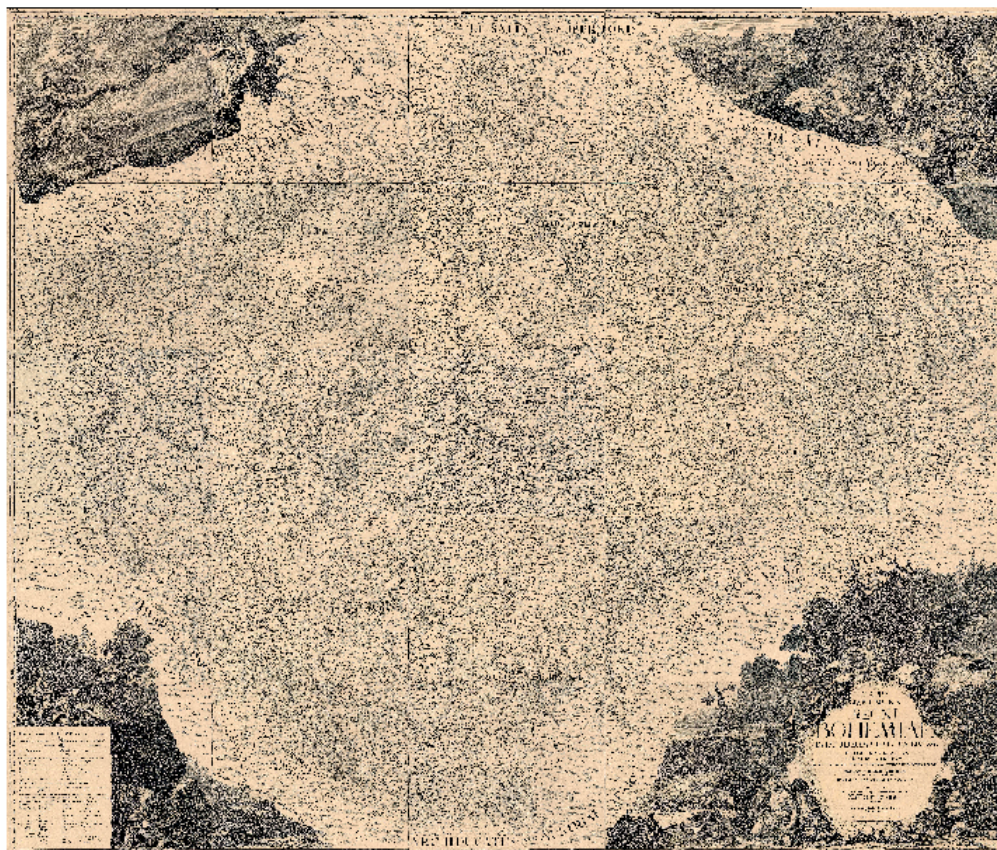
V mé bakalářské práci jsem se pokusil vytvořit celkový rastr. Bohužel s použitím tehdejší techniky to nebylo možné. Práce s 25 mapovými rámy s celkovou velikostí přes gigabyte byla pro 1 GHz procesor a operační paměť 512 MB zcela nemožná.

Se současně dostupnou technikou, konkrétně 2,2 GHz procesorem a operační pamětí 4 GB, byl tento úkol náročný, ale zvládnutelný. Na obrázku 3.4 je zobrazeno umístění všech rohů jednotlivých mapových ráků.



Obr. 3.4: Rozmístění mapových listů

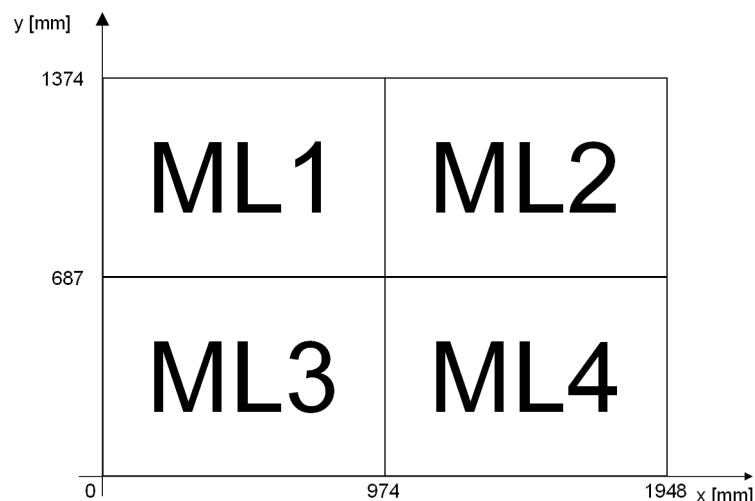
Dále jsem vytvořil 25 polygonových souborů. Jednalo se o soubory na ořez jednotlivých mapových listů. Přesah u krajních mapových listů byl stanoven na 25 mm. Oříznutí bylo provedeno pomocí funkce *Raster Clip*. Jednotlivé oříznuté mapové listy byly spojeny do výsledného rastru *muller_Cechy* – obr. 3.5. Jedná se o typ souboru JPG, s rozlišením 33 293 x 28 304, což znamená, že jeden pixel je menší než 0,1 mm. Jeho velikost je 264 MB a jeho bitová hloubka je 24. Rozmazanost výsledného rastru je způsobena velkým rozlišením. Při přiblížení je rastr zaostřený. Formát výsledného rastru JPG byl zvolen, protože originální skeny jednotlivých mapových listů od *Ústředního archivu zeměměřičtví a katasrtu* byly také ve formátu JPG.



Obr. 3.5: Rastr celkové Müllerovy mapy Čech, [12]

3.5 Tvorba celkového rastru pro Müllerovu mapu Moravy

Věra Peterová ve své bakalářské práci umístila mapové rámy na rozměr 974 mm a 687 mm. Já jsem je posunul do jejich správného rozměru podle obrázku 3.6. Provedl jejich oříznutí a spojení do celkového rastru *muller_Morava* obrázek 3.7. Jedná se o typ souboru TIF, s rozlišením 6 177 x 4 418, což znamená, že jeden pixel má přibližnou velikost 0,2 mm. Jeho velikost je 156 MB a jeho bitová hloubka je 24. Rozmazanost výsledného rastru je způsobena velkým rozlišením. Při přiblížení je rastr zaostřený. Formát výsledného rastru TIF byl zvolen, protože originální skeny jednotlivých mapových listů od *Ústředního archivu zeměměřictví a katastru* byly také ve formátu TIF.



Obr. 3.6: Rozmístění mapových listů



Obr. 3.7: Rastr celkové Müllerovy mapy Moravy, [12]

3.6 Transformace na správný rozměr tiskových matic pro Müllerovu mapu Čech

Jak již bylo uvedeno, Jana Malimánková proměřila v Národním technickém muzeu v Praze všechny originální tiskové matrice. Tímto měřením vznikl nový oficiální rozměr jednoho mapového listu na 559,2 mm v podélném směru a 473,1 mm v příčném

směru.

Vytvořil jsem si transformační klíč, který nedeformoval mapovou kresbu, ale pouze zvětšoval měřítko. Transformační identické body byly zvoleny na rohy mapové kresby – tab. 3.1.

Pomocí tohoto transformačního klíče byla transformována celá geodatabáze pomocí funkce *Spatial Adjustment* a celkový rastr pomocí funkce *Georeferencing*.

číslo bodu	x	y	X	Y
1	0,0	0,0	0,0	0,0
2	2 785,0	0,0	2 796,0	0,0
3	0,0	2 365,0	0,0	2 365,5
4	2 785,0	2 365,0	2 796,0	2 365,5

Tab. 3.1: Transformační tabulka pro zvětšení na správný rozměr

3.7 Kontrola topologie na Müllerově mapě Čech

Pro kontrolu topologie musely být převedeny jednotlivé *Feature Class* (jednotlivé třídy) do *Feature Dataset*. Pro *Feature dataset* byly vytvořeny jednotlivé kontrolní soubory – (*Topology*).

Nejprve jsem kontroloval jednotlivé liniové třídy. Pro tyto linie byly zvoleny čtyři následující podmínky:

1. *Must Not Overlap* – jednotlivé objekty se nesmějí překrývat
2. *Must Not Intersect* – jednotlivé objekty se nesmějí křížit bez bodu na průsečíku
3. *Must Not Have Pseudos* – jednotlivé objekty nesmějí mít konec, z kterého vychází pouze jedna další linie
4. *Must Not Have Dangles* – jednotlivé objekty nesmějí mít volné konce

Z výsledků pro liniové třídy (obr. 3.8) je vidět, že jsem opravil všechny první tři podmínky. U čtvrté podmínky jsem v případě, že linie vzniká nebo končí, uděloval výjimky. Dále jsem zjistil, že Jaroslav Luč provedl správně topologickou kontrolu pro třídu *vodni_toky*.

Dále byla provedena kontrola, zda bodové třídy, které přímo souvisí s liniovými, leží právě na těchto třídách. Konkrétně se jednalo o tři vazby – *vodni_toky* × *mosty*, *vodni_toky* × *uzly_v* a *cesty* × *uzly_c*. Kontrolovalo se pouze jedno topologické pravidlo:

1. *Point Must Be Covered By Line* – bod musí ležet na linii.

Výsledky jsou uvedeny na obrázku 3.9.

Rule	Errors	Exceptions
Must Be Larger Than Cluster Tolerance	0	0
Must Not Overlap	0	0
cesty	0	0
Must Not Intersect	0	0
cesty	0	0
Must Not Have Dangles	0	39
cesty	0	0
Must Not Have Pseudos	0	0
cesty	0	0
Total	0	39

Třída cesty

Rule	Errors	Exceptions
Must Be Larger Than Cluster Tolerance	0	0
Must Not Overlap	0	0
spravní_hranice	0	0
Must Not Intersect	0	0
spravní_hranice	0	0
Must Not Have Dangles	0	21
spravní_hranice	0	0
Must Not Have Pseudos	0	0
spravní_hranice	0	0
Total	0	21

Třída spravní_hranice

Rule	Errors	Exceptions
Must Be Larger Than Cluster Tolerance	0	0
Must Not Overlap	0	0
vodní_toky	0	0
Must Not Intersect	0	0
vodní_toky	0	0
Must Not Have Dangles	0	2341
vodní_toky	0	0
Must Not Have Pseudos	0	0
vodní_toky	0	0
Total	0	2341

Třída vodní_toky

Obr. 3.8: Výsledky kontroly topologie liniových tříd

Rule	Errors	Exceptions
Must Be Larger Than Cluster Tolerance	0	0
Point Must Be Covered By Line	0	0
mosty, vodní_toky	0	0
Total	0	0

Třídy vodní_toky a mosty

Rule	Errors	Exceptions
Must Be Larger Than Cluster Tolerance	0	0
Point Must Be Covered By Line	0	0
uzly_v, vodní_toky	0	0
Total	0	0

Třídy vodní_toky a uzly_v

Rule	Errors	Exceptions
Must Be Larger Than Cluster Tolerance	0	0
Point Must Be Covered By Line	0	0
uzly_c, cesty	0	0
Total	0	0

Třídy cesty a uzly_c

Obr. 3.9: Výsledky kontroly topologie liniových a bodových tříd

Další kontrola byla věnována křížení jednotlivých linií (zda na jejich průsečíku leží vždy bod). Kontrolovalo se opět pouze jedno topologické pravidlo:

1. *Must not intersect* – nesmějí se křížit.

3.8 Kontrola topologie na Müllerově mapě Moravy

Po důsledném prostudování bakalářské práce Věry Peterové jsem dospěl k závěru, že kompletní kontrola topologie na Müllerově mapě Moravy je již provedena, a proto jsem provedl pouze kontrolu nad liniovými třídami, která má tvrzení potvrdila.

3.9 Určení přesnosti pomocí transformace na Müllerově mapě Čech

Pro transformaci bylo vzato všech 4 627 bodů. Z těchto bodů bylo vytvořeno několik transformačních souborů. V rámci přesnosti Müllerovy mapy Čech jsem určoval – přesnost celé mapy, přesnost území Čech, přesnost jednotlivých mapových listů, přesnost jednotlivých krajů a přesnost jednotlivých typů obcí. Výsledkem

přesností je vypočítaná směrodatná odchylka pro podobnostní, afinní a projektivní transformaci.

3.9.1 Přesnost celé mapy

Z připojených bodů byl pro všechny připojené obce vytvořen transformační klíč, který obsahoval 4 627 identických bodů. Výsledky jsou napsány v tabulce 3.2.

typ	Směrodatná odchylka transformace [m]			počet ID
	podobnostní	afinní	projektivní	
celá mapa	2439	2379	2305	4627

Tab. 3.2: Směrodatné odchylky pro celou Müllerovu mapu Čech

3.9.2 Přesnost území Čech

Z připojených bodů byl udělán výběr bodů ležících v ploše polygonové třídy *hranice_cech_polygon*. Pro všechny vybrané obce byl vytvořen transformační klíč, který obsahoval 4 323 identických bodů. Výsledky jsou napsány v tabulce 3.3.

typ	Směrodatná odchylka transformace [m]			počet ID
	podobnostní	afinní	projektivní	
celé Čechy	2352	2214	2147	4323

Tab. 3.3: Směrodatné odchylky pro celé území Čech

3.9.3 Přesnost jednotlivých mapových listů

Všechny připojené body byly rozděleny do 25 transformačních klíčů podle souřadnic x a y . V některých mapových listech se nepodařilo připojit žádné identické body. Naopak na mapovém listě číslo 12 se podařilo připojit 548 identických bodů. Výsledky a počty identických bodů podle jednotlivých mapových listů jsou napsány v tabulce 3.4. V případě, že směrodatnou odchylku nelze spočítat, je v tabulce napsáno písmeno N.

mapový list	Směrodatná odchylka transformace [m]			počet ID
	podobnostní	afinní	projektivní	
1	N	N	N	0
2	1079	1012	863	10
3	1253	1093	1018	146
4	1297	1281	1249	34
5	N	N	N	0
6	1389	1311	1295	93
7	1208	1199	1053	321
8	2095	1979	1902	432
9	1366	984	959	423
10	1117	1073	1032	59
11	1519	1386	1323	223
12	2088	1397	1377	548
13	1301	1256	1231	402
14	1347	1204	1180	482
15	1743	1596	1595	276
16	1292	953	939	124
17	1208	1199	1053	272
18	1728	1526	1502	328
19	1912	1540	1509	248
20	1485	1452	1388	70
21	N	N	N	0
22	1619	1559	1462	22
23	1011	989	975	109
24	1510	731	467	5
25	N	N	N	0

Tab. 3.4: Směrodatné odchylky pro jednotlivé mapové listy

3.9.4 Přesnost jednotlivých krajů

Ze všech připojených bodů byly vybrány identické body, které leží v jednotlivých krajích. Tímto rozdělením vzniklo dvanáct transformačních klíčů pro jednotlivé kraje, jeden transformační klíč pro Chebský distrikt, jeden transformační klíč pro Šumavské rychtářství a poslední transformační klíč pro obce ležící mimo území Čech. Výsledky a počty identických bodů podle jednotlivých správních celků jsou napsány v tabulce 3.5. V případě, že směrodatnou odchylku nelze spočítat, je v tabulce napsáno písmeno N.

3.9.5 Přesnost jednotlivých typů obcí

Všechny připojené body byly rozděleny podle jednotlivých typů obcí na třináct transformačních klíčů. Vytvořil jsem transformační klíč pro 1. *protáhlá vesnice (VP)*,

kraj	Směrodatná odchylka transformace [m]			počet ID
	podobnostní	afinní	projektivní	
Bechyňský kraj	1594	1329	1259	417
Berounský kraj	1331	1181	1167	241
Boleslavský kraj	1978	1956	1869	408
Čáslavský kraj	1249	1233	1095	317
Hradecký kraj	1254	1166	1100	536
Chebský distrikt	788	622	568	19
Chrudimský kraj	1435	1365	1317	337
Kouřimský kraj	1136	970	944	278
Litoměřický kraj	1501	1348	1200	248
Prácheňský kraj	1183	1122	1080	283
Rakovnický kraj	1325	1219	1216	301
Šumavské rychtářství	0	N	N	3
Žatecký kraj	1397	1151	1100	302
Plzeňský kraj	1805	1247	1221	633
území mimo Čechy	2207	1984	1902	304

Tab. 3.5: Směrodatné odchylky pro správní celky

2. vesnice s kostelem a zámek (VKZ), 3. protáhlá vesnice s kostelem (VPK) a protáhlá vesnice se zámek (VPZ), 4. vesnice se zámek (VZ), 5. usedlost (U), 6. vesnice (V), 7. vesnice s kostelem (VK), 8. královské město s hradbami (MKH) a město s hradbami (MH), 9. samostatně stojící kostel (SK) a samostatně stojící stavení (SS), 10. městys (M), 11. ojedinelé typy obcí, 12. zámky (Z) a 13. město bez hradeb (MBH). Výsledky a počty identických bodů podle jednotlivých typů jsou napsány v tabulce 3.6.

3.9.6 Zhodnocení jednotlivých přesností

Z jednotlivých výsledků je patrný předpoklad, že nejmenší směrodatnou odchylku má projektivní transformace, následuje afinní transformace a největší směrodatnou odchylku má podobnostní transformace. Tento předpoklad je způsobem počtem transformačních parametrů. Většinou platí, že čím je více transformačních parametrů, tím menší bývá směrodatná odchylka transformace.

Výpočet přesnosti se potvrdil předpoklad, který vycházel z metody jak Müller mapoval území. Nejpresněji jsou zmapované jednotlivé kraje, dále jednotlivé mapové listy, celé české území a s nejmenší přesností je zmapován celý obsah mapové kresby.

Rozdíl mezi afinní a podobnostní transformací je největší u Plzeňského kraje a mapového listu číslo dvanáct. Tento rozdíl je způsoben rozdílným měřítkem jednotlivých os. Příčina může být ve srážce papíru mapy Plzeňského kraje, která se

typ	Směrodatná odchylka transformace [m]			počet ID
	podobnostní	afinní	projektivní	
VP	2015	1783	1731	191
VKZ	2060	1894	1815	94
VPK, VPZ	2099	1934	1794	93
VZ	2184	2152	2102	221
U	2298	1982	1981	62
V	2302	2248	2198	2659
VK	2343	2320	2217	693
MKH, MH	2584	2548	2404	96
SK, SS	2591	2208	2040	17
M	2648	2604	2493	416
ojediné typy	2667	2429	2411	17
Z	2706	2696	2571	44
MBH	2715	2378	2327	24

Tab. 3.6: Směrodatné odchylky pro jednotlivé typy sídel

následně podílí i na zkrácení mapového listu číslo dvanáct. Další významný rozdíl mezi směrodatnými odchylkami jednotlivých transformací je u mapového listu číslo dvacet čtyři. Tento rozdíl je však způsoben malým počtem identických bodů.

Při určení přesnosti na základě typu sídla je směrodatná odchylka transformace nejmenší pro jednotlivé typy vesnic a usedlostí. Naopak největší směrodatnou odchylku transformace mají velké obce, zámky a ojediné typy.

3.10 Určení přesnosti pomocí transformace na Müllerově mapě Moravy

Tímto tématem se podrobněji zabývala Věra Peterová ve své bakalářské práci. Podařilo se jí připojit 2 288 identických bodů. Všechny výsledné směrodatné odchylky pro celou mapu, pro jednotlivé mapové listy i pro jednotlivé typy sídelních jednotek jsou zaznamenány v tabulce 3.7.

3.11 Kartometrická proměření mapových rámců

Z mapových rámců obou map je zřejmé, že se jedná o jednoduché válcové zobrazení. Ze zeměpisné sítě je patrné, že podélné délky jednotlivých nejmenších dílků jsou stejné pro všechny poledníky a že příčné délky nejmenších dílků jsou stejné pro všechny rovnoběžky. Z těchto poznatků mohou vyslovit další hypotézu (stejně

oblast	typ sídel	podobnostní [m]	afinní [m]	projektivní [m]	ID bodů
ML1	vše	2003	1688	1661	520
	V	1953	1661	1618	438
	M	2105	1789	1761	73
	MH	1304	1130	947	9
ML2	vše	2126	2113	2107	447
	V	2132	2117	2109	382
	M	2133	2127	2106	48
	MH	1434	1386	1361	17
ML3	vše	2147	2056	2052	716
	V	2129	2045	2042	608
	M	2169	2048	2030	94
	MH	2125	1890	1759	14
ML4	vše	1893	1772	1649	605
	V	1875	1768	1649	529
	M	2007	1805	1624	65
	MH	1658	1123	1047	11
celá mapa	vše	2609	2259	2219	2288
	V	2592	2249	2206	1957
	M	2764	2350	2315	280
	MH	2229	1963	1871	51

Tab. 3.7: Směrodatné odchylky pro Müllerovu mapu Moravy, [9]

jako moji předchůdci), že se jedná o ekvidistantní zobrazení v polednicích s dvěma nezkreslenými rovnoběžkami symetrickými vůči rovníku.

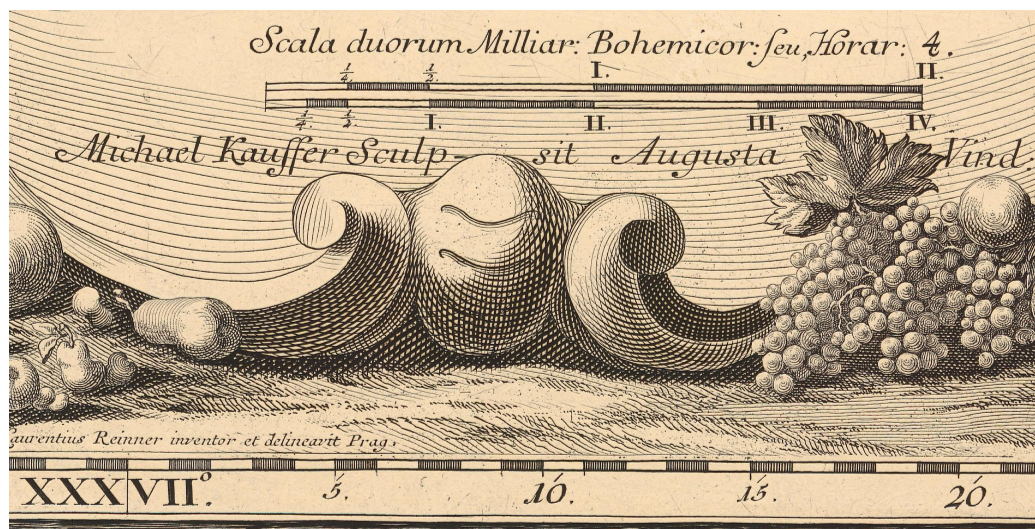
Byly vytvořeny dva soubory – liniové shapefiles, do kterých byly kompletně zvektorizovány oba mapové rámy a grafické měřítko mapy. Každý nejmenší dílek na poledníku, na rovnoběžce, či na grafickém měřítku byl změřen pětkrát. Každé měření bylo znázorněno linií. Veškeré linie jednotlivých dílků na sebe navazovaly pomocí funkce *snapping*. Pro každou linii byly vypočítány počáteční a koncové souřadnice x a y v místním systému.

Z těchto souřadnic byly vypočítány rozdílem jednotlivé délky linií. Byl vypočítán průměr jednotlivých dílků. Následovalo porovnání délek jednotlivých dílků sever \times jih a východ \times západ. Poté byl vypočítán průměr délky jednoho dílku v poledníku a jednoho dílku v rovnoběžce.

3.11.1 Mapa Čech

Rám Müllerovy mapy Čech je znázorněn v poledníku i v rovnoběžce po jedné minutě. Nezápadnější poledník má hodnotu $32^{\circ}35'$, nejvýchodnější $37^{\circ}50'$. Nejjihnější rovnoběžka má hodnotu $48^{\circ}24'$, nejsevernější $51^{\circ}15'$. Grafické měřítko obsahuje dvojí stupnici. První udává skutečnou délku v českých mílích, druhá pochodovou vzdálenost v hodinách.

V grafech v příloze A – A.1, A.2, A.3, A.4 je zobrazeno porovnání délek jed-



Obr. 3.10: Ukázka zeměpisné sítě a grafického měřítka, [12]

notlivých minut na jednotlivých světových stranách. Jednotlivé rozdílné délky jsou způsobeny nejčastěji tím, že minuta leží na styku jednotlivých mapových listů. V grafu v příloze A – A.5 je zobrazeno porovnání jednotlivých minut v rovnoběžkách na severním a jižním rámu. V grafu v příloze A – A.6 je znázorněno porovnání jednotlivých minut v polednicích na západním a východním rámu.

Výsledkem kartometrického šetření pro Müllerovu mapu Čech jsou výsledné průměrné hodnoty pro jednu minutu na rovnoběžce – **8,88 mm**, pro jednu minutu na poledníku – **13,79 mm**, pro jednu míli z grafického měřítka – **69,70 mm**.

3.11.2 Mapa Moravy

Rám Müllerovy mapy Moravy je znázorněn v poledníku i v rovnoběžce po dvou minutách. Nejzápadnější poledník má hodnotu $35^{\circ}00'$, nejvýchodnější $38^{\circ}42'$. Nejjižnější rovnoběžka má hodnotu $48^{\circ}36'$, nejsevernější $50^{\circ}12'$. Grafické měřítko obsahuje dvojí stupnici. První udává skutečnou délku v mílích, druhá pochodovou vzdálenost v hodinách.

Rám na Müllerově mapě Moravy je místy přerušen mapovou kresbou, nebo je rozhraní dvou dílků špatně identifikovatelné. V takovém případě byl zvektorizován jasně identifikovatelný úsek, který byl souměrně rozdělen na dvou-minutové intervaly.

Grafy v příloze B – B.1, B.2, B.3, B.4 zobrazují porovnání délek jednotlivých minut na jednotlivých světových stranách. Jednotlivé rozdílné délky jsou způsobeny nejčastěji tím, že minuta leží na styku jednotlivých mapových listů. V grafu v příloze B – B.6 je znázorněno porovnání jednotlivých minut v rovnoběžkách na severním a

jižním rámu. V grafu v příloze B – B.5 je zobrazeno porovnání jednotlivých minut v polednicích na západním a východním rámu.

Výsledkem kartometrického šetření pro Müllerovu mapu Moravy jsou výsledné průměrné hodnoty pro jednu minutu na rovnoběžce – **6,18 mm**, pro jednu minutu na poledníku – **9,95 mm**, pro jednu míli z grafického měřítka – **50,63 mm**.

3.12 Kartometrická šetření mapového rámu Čech

V první polovině 18. století kartografové zobrazovali pouze kouli do roviny. Výpočty, kdy se zobrazoval nejprve elipsoid na kouli a následně koule do roviny jsou doloženy z konce 18. století.

3.12.1 Určení nezkreslené rovnoběžky

V případě, že známe velikost minuty v poledníku a v rovnoběžce, lze pomocí použití jednoduchých zobrazovacích rovnic určit nezkreslenou rovnoběžku:

$$\begin{aligned} X &= R \cdot \varphi \\ Y &= (R \cdot \cos \varphi_0) \cdot \lambda \end{aligned}$$

Jednoduchou úpravou dostáváme vzorec pro výpočet nezkreslené rovnoběžky:

$$\cos \varphi_0 = \frac{Y}{X},$$

kde Y je délka minuty v poledníku a X je délka minuty v rovnoběžce.

Po dosazení vychází hodnota pro nezkreslenou rovnoběžku na **49°55'37"**. Vzhledem k tomu, že každá rozdílná tisícina milimetru posouvá hodnotu o přibližně 15", lze nezkreslenou rovnoběžku zaokrouhlit na hodnotu **49°56'**.

3.12.2 Určení měřítka

Určit měřítko mapy lze několika způsoby. Například z grafického měřítka na mapě, ze zeměpisné sítě, nebo transformací identických sídel. Z historických podkladů je zřejmé, že Müller určoval astronomické souřadnice pouze u několika větších obcí. Poloha ostatních obcí byla určena pouze pomocí buzoly. Seznam obcí, které byly určeny astronomicky, se nedochoval. K určení měřítka pomocí zeměpisné sítě bychom potřebovali znát poloměr náhradní koule, který též není znám. Proto jsem určil měřítko mapy pomocí grafického měřítka.

Z historických údajů pochází informace, že se na počátku 18. století v Čechách používala délková míra pražský loket. Padesát dva loktů byl jeden provazec a tři sta provazců byla česká míle.

$$\begin{aligned}
 1 \text{ pražský loket} &= 59,14 \text{ cm} \\
 1 \text{ provazec} &= 52 \text{ pražských loktů} = 30,75 \text{ m} \\
 1 \text{ česká míle} &= 300 \text{ provazců} = 9\,225,84 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Z kartometrického proměření je známa délka jedné míle z grafického měřítka. Průměrná hodnota jedné míle na Müllerově mapě Čech je 69,70 mm. Jednoduchým matematickým vzorcem se vypočítá měřítko mapy:

$$\text{měřítko mapy} = 1 : (\text{délka č. m. ve skutečnosti}) / (\text{délka míle v grafickém měřítku})$$

$$\text{měřítko mapy} = 1 : 9\,225,84 / 0,069\,70$$

$$\text{měřítko mapy} = \mathbf{1 : 132\,367}$$

3.12.3 Určení poloměru náhradní koule

Poloměr lze spočítat pomocí jednoduchého matematického vztahu. Jelikož se jedná o ekvidistantní zobrazení v polednicích stačí k výpočtu pouze část délky na poledníku a měřítko mapy.

$$\begin{aligned}
 \text{délka jedné minuty na mapě v poledníku} &= 13,79 \text{ mm} \\
 \text{délka jednoho stupně na mapě v poledníku} &= 827,62 \text{ mm} \\
 \text{délka jednoho celého poledníku (180°) na mapě} &= 148\,972,48 \text{ mm} \\
 \text{délka jednoho celého poledníku (180°) ve skutečnosti} &= 19\,719\,102 \text{ m} \\
 \text{poloměr náhradní koule} &= \frac{19719102}{\pi} \text{ m} \\
 \text{poloměr náhradní koule} &= \mathbf{6\,276\,785 \text{ m}}
 \end{aligned}$$

3.12.4 Zjistění nultého poledníku

Jak již bylo uvedeno mapový rám obsahuje zeměpisné souřadnice po jedné minutě. V rozích mapy byly vybrány čtyři body, na kterých byla celá geodatabáze Müllerovy mapy Čech transformována afinní transformací. Tento typ transformace byl zvolen vzhledem k různému délkovému měřítku pro poledníky a rovnoběžky. Transformační tabulka je znázorněna v tabulce 3.8. Transformace byla vypočítána se směrodatnou odchylkou $0,0057^\circ$. Převedením stupňů na náhradní kouli vychází směrodatná odchylka přibližně 600 m.

Po výpočtu transformace, byly v atributové tabulce pro třídu *obce* a *obce_polygon* přidány dva nové atributy *lambda* a *fi*, které byly vypočítány pomocí funkce *Calculate Geometry*.

Nyní jsem společně s mým vedoucím diplomové práce převedli souřadnice identických bodů v S-JTSK na zeměpisné souřadnice na Besselově elipsoidu. K tomuto převodu byla zvolena knihovna PROJ.4, která je nainstalovaná na serveru katedry

ID bodu	x [mm]	y [mm]	λ [°]	φ [°]
1	8,26	8,86	32,600000	48,400000
2	9,64	2357,52	32,600000	51,250000
3	2788,27	2360,13	37,833333	51,250000
4	2795,73	-1,66	37,833333	48,400000

Tab. 3.8: Transformační tabulka pro transformaci na mapový rám

Mapování a karogarfie – maps.fsv.cvut.cz. Po připojení byl z příkazového řádku spuštěn tento příkaz:

```
invproj -f-%.6f +init=epsg:102067 </home/.../*.txt >/home/.../*.txt,
```

kde *invproj* – výpočet zobrazení z rovinných souřadnic na zeměpisné souřadnice,

-*f* – pomocný symbol značící dodefinování formátu,

%.6*f* – definování přesnosti výsledných souřadnic na šest desetinných míst,

+*init=epsg:102067* – kód zobrazení pro S-JTSK (rovinné souřadnice X a Y na λ a φ na Besselově elipsoidu), který byl dodatečně vložen do knihovny PROJ.4, tento kód má prohozené osy a souřadnice mají záporné znaménko,

</home/.../*.txt – vstup textového souboru, který má být převeden,

>/home/.../*.txt – výstup výsledného textového souboru s nově vypočítanými souřadnicemi.

Takto vypočítané hodnoty λ a φ pro všechny identické body byly opět vloženy do atributových tabulek tříd *obce* a *obce_polygon*. Nové dva atributy se nazývají *lambda_B* a *fi_B*.

Pro určení nultého poledníku byl vytvořen soubor v programu Microsoft Excel, kde byly porovnány atributy *lambda_B* a *lambda*. Z rozdílu (graf příloha C – C.1 – rozdíly srovnány dle velikosti) těchto zeměpisných souřadnic byl průměrem vypočítán nultý poledník. Jeho hodnota je **20°34'5"** západně od Greenwichského poledníku. Při převedení na poledník Ferro vychází, že nultý poledník pro Müllerovu mapu Čech byl ještě o **2°54'19"** západněji.

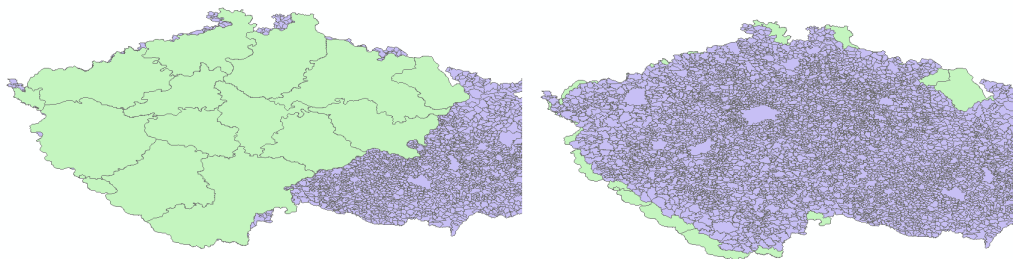
3.12.5 Porovnání zeměpisné délky

Z výpočtu nultého poledníku jsem měl připraveny souřadnice na porovnání zeměpisné šířky na Besselově elipsoidu a zeměpisných souřadnic z rámu Müllerovy mapy Čech. Vytvořil jsem opět graf porovnání všech identických bodů podle velikosti, který je součástí přílohy C – C.2. Výsledná průměrná hodnota **2'43"** vypovídá o tom, že rám Müllerovy mapy Čech je zakreslen jižněji než skutečnost.

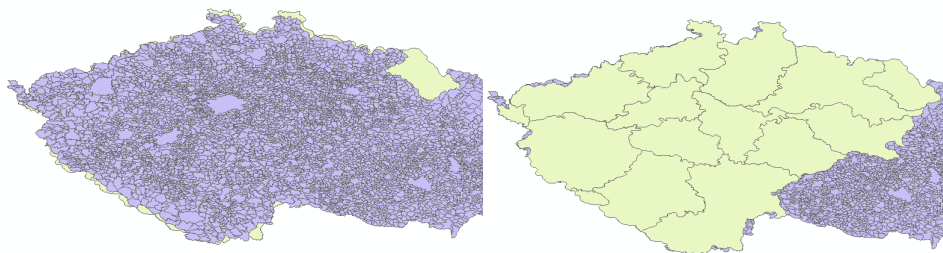
3.12.6 Porovnání mapové kresby a skutečného stavu na Besselově elipsoidu

Pro transformovanou geodatabázi na mapový rám Müllerovy mapy Čech byl v ArcGIS nastaven souřadnicový systém. Jednalo se o nový zeměpisný souřadnicový systém (*New Geographic Coordinate System*). Název byl zvolen na *Muller Cechy*, poloměr náhradní koule byl zvolen na 6 276 785 m, na používané jednotky byly nastaveny stupně. Poslední volbou bylo nastavení nultého poledníku. Program ArcGIS nepracoval správně. Při transformaci v okně ArcGIS zobrazoval mapovou kresbu posunutou v zeměpisné délce. Proto jsem provedl posun mapové kresby o průměr $20,5680201^\circ$ na Greenwichský poledník.

Z obrázku 3.11 bylo patrné, že rám mapy vzhledem ke skutečnosti je mírně natočen po směru hodinových ručiček. Tento předpoklad se prokázal, po zobrazení grafu rozdílu podle souřadnice x a y – příloha D – D.1, D.2, D.3 a D.4, a po načtení transformačních vektorů. Tento střed rotace byl z těchto vektorů odhadnut na oblast kolem obce Plasy (10 km severně od Plzně).



Obr. 3.11: Porovnání státní hranice na Besselově elipsoidu a na mapovém rámu



Obr. 3.12: Porovnání státní hranice po transformaci

3.12.7 Transformace do skutečného stavu

Byl vytvořen transformační klíč, který obsahoval identifikační číslo bodu, zeměpisné souřadnice λ a φ na mapě a zeměpisné souřadnice λ a φ na Besselově elipsoidu.

Celá geodatabáze byla transformována pomocí afinní transformace. Transformace byla vypočítána se směrodatnou odchylkou $0,025167^\circ$. Při převodu na délkovou míru byla směrodatná odchylka kolem 2,7 km. Porovnání státní hranice po transformaci je zobrazeno na obrázku 3.12.

3.13 Kartometrická šetření mapového rámu Moravy

Postup při kartometrickém šetření mapového rámu Moravy probíhalo ve stejných bodech jako kartometrické šetření rámu Čech. Opět pro toto mapové dílo platí, že zde bylo geografické zobrazení na kouli a ne na elipsoidu. Výpočty na mapě Moravy jsou provedeny na rozměrech místního systému, který vyhledala Peterová v literatuře. Oproti tomu rozměr mapového rámu na mapě Čech byl určen proměřením originálních tiskových matic.

3.13.1 Určení nezkreslené rovnoběžky

V případě, že známe velikost minuty v poledníku a rovnoběžce, lze pomocí použití jednoduchých zobrazovacích rovnic určit nezkreslenou rovnoběžku:

$$\begin{aligned} X &= R \cdot \varphi \\ Y &= (R \cdot \cos \varphi_0) \cdot \lambda \end{aligned}$$

Jednoduchou úpravou dostáváme vzorec pro výpočet nezkreslené rovnoběžky:

$$\cos \varphi_0 = \frac{Y}{X},$$

kde Y je délka minuty v poledníku a X je délka minuty v rovnoběžce.

Po dosazení vychází hodnota pro nezkreslenou rovnoběžku na $51^\circ 37' 58''$. Vzhledem k tomu, že každá rozdílná tisícina milimetru posouvá hodnotu o přibližně $15''$, lze nezkreslenou rovnoběžku zaokrouhlit na hodnotu $51^\circ 38'$.

3.13.2 Určení měřítka

Určení měřítka bylo opět provedeno pomocí grafického měřítka. Na počátku 18. století se nejčastěji na Moravě používala moravská míle, která měřila 8,40 km. Po provedení celého výpočtu s touto délkovou mírou byly výsledky značně rozdílné od předpokládaných (historicky udávaných) hodnot. Proto byl celý výpočet proveden ještě jednou, tentokrát s českou mílí. Výsledky byly v předpokládaných hodnotách, proto je považuji za správné.

$$1 \text{ česká míle} = 300 \text{ provazců} = 9\,225,84 \text{ m}$$

Z kartometrického proměření je známa délka jedné míle z grafického měřítka. Průměrná hodnota jedné míle na Müllerově mapě Moravy je 50,63 mm. Jednoduchým matematickým vzorcem se vypočítá měřítko mapy:

$$\text{měřítko mapy} = 1 : (\text{délka č. m. ve skutečnosti}) / (\text{délka míle v grafickém měřítku})$$

$$\text{měřítko mapy} = 1 : 9\,225,84 / 0,050\,63$$

$$\text{měřítko mapy} = 1 : 182\,221$$

3.13.3 Určení poloměru náhradní koule

Poloměr lze spočítat pomocí jednoduchého matematického vztahu. Jelikož se jedná o ekvidistantní zobrazení v polednicích, stačí k výpočtu pouze část délky na poledníku a měřítko mapy.

$$\text{délka jedné minuty na mapě v poledníku} = 9,95 \text{ mm}$$

$$\text{délka jednoho stupně na mapě v poledníku} = 597,08 \text{ mm}$$

$$\text{délka jednoho celého poledníku (180°) na mapě} = 107\,474,76 \text{ mm}$$

$$\text{délka jednoho celého poledníku (180°) ve skutečnosti} = 19\,584\,111 \text{ m}$$

$$\text{poloměr náhradní koule} = \frac{19719102}{\pi} \text{ m}$$

$$\text{poloměr náhradní koule} = 6\,233\,816 \text{ m}$$

3.13.4 Zjistění nultého poledníku

Jak již bylo uvedeno, mapový rám obsahuje zeměpisné souřadnice po dvou minutách. V rozích mapy byly vybrány čtyři body, na které byla celá geodatabáze Müllerovy mapy Moravy transformována afinní transformací. Tento typ transformace byl zvolen vzhledem k různému délkovému měřítku pro poledníky a rovnoběžky. Transformační tabulka je znázorněna v tabulce 3.9. Transformace byla vypočítána se směrodatnou odchylkou $0,0058^\circ$. Převedením stupňů na náhradní kouli vychází směrodatná odchylka přibližně 650 m.

ID	x [mm]	y [mm]	λ [°]	φ [°]
1	-0,35	16,27	35,000000	48,600000
2	-0,61	971,19	35,000000	50,200000
3	1353,35	971,24	38,666667	50,200000
4	1362,21	15,14	38,666667	48,600000

Tab. 3.9: Transformační tabulka pro transformaci na mapový rám

Po výpočtu transformace, byly v atributové tabulce pro třídu *obce* a *obce_polygon* přidány dva nové atributy *lambda* a *fi*, které byly vypočítány pomocí funkce *Calculate Geometry*.

Nyní jsem společně s mým vedoucím diplomové práce převedli souřadnice identických bodů v S-JTSK na zeměpisné souřadnice na Besselově elipsoidu. K tomuto převodu byla zvolena knihovna PROJ.4, která je nainstalovaná na serveru katedry Mapování a karografie – maps.fsv.cvut.cz. Po připojení byl z příkazového řádku spuštěn tento příkaz:

```
invproj -f%.6f +init=epsg:102067 </home/.../*.txt >/home/.../*.txt,
```

kde *invproj* – výpočet zobrazení z rovinných souřadnic na zeměpisné souřadnice,
-f – pomocný symbol značící dodefinování formátu,
%.6f – definování přesnosti výsledných souřadnic na šest desetinných míst,
+init=epsg:102067 – kód zobrazení pro S-JTSK (rovinné souřadnice X a Y na λ a φ na Besselově elipsoidu), který byl dodatečně vložen do knihovny PROJ.4, tento kód má prohozené osy a souřadnice mají záporné znaménko,
</home/.../.txt* – vstup textového souboru, který má být převeden,
>/home/.../.txt* – výstup výsledného textového souboru s nově vypočítanými souřadnicemi.

Takto vypočítané hodnoty λ a φ pro všechny identické body byly opět vloženy do atributových tabulek tříd *obce* a *obce_polygon*. Nové dva atributy se nazývají *lambda_B* a *fi_B*.

Pro určení nultého poledníku byl vytvořen soubor v programu Microsoft Excel, kde byly porovnány atributy *lambda_B* a *lambda*. Z rozdílu (graf příloha E – E.1 - rozdíly srovnány dle velikosti) těchto zeměpisných souřadnic byl průměrem vypočítán nultý poledník. Jeho hodnota je **20°03'51"** západně od Greenwichského poledníku. Při převedení na poledník Ferro vychází, že nultý poledník pro Müllerovu mapu Moravy byl ještě o **2°24'5"** západněji.

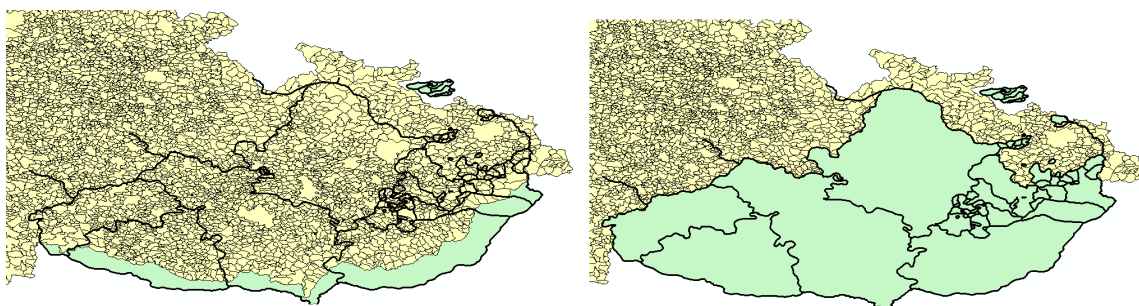
3.13.5 Porovnání zeměpisné délky

Z výpočtu nultého poledníku jsem měl připraveny souřadnice na porovnání zeměpisné šířky na Besselově elipsoidu a rámu Müllerovy mapy Moravy. Vytvořil jsem opět graf porovnání všech identických bodů podle velikosti, který je součástí přílohy E – E.2. Výsledná průměrná hodnota **5'22"** vypovídá o tom, že rám Müllerovy mapy Moravy je zakreslen jižněji než skutečnost.

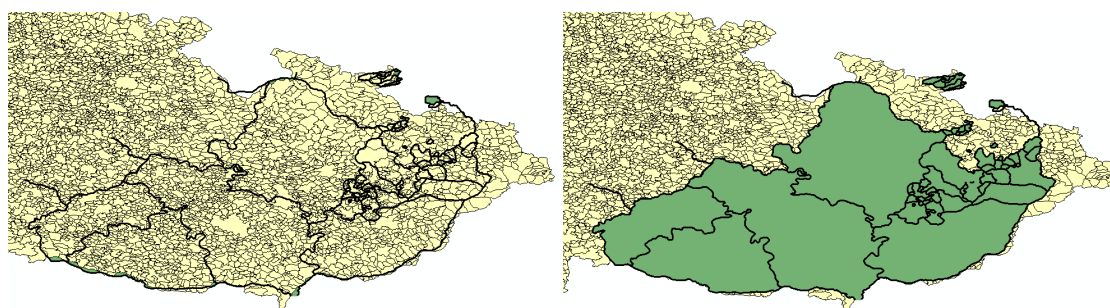
3.13.6 Porovnání mapové kresby a skutečného stavu na Besselově elipsoidu

Pro transformovanou geodatabázi na mapový rám Müllerovy mapy Moravy byl v ArcGIS nastaven souřadnicový systém. Jednalo se o nový zeměpisný souřadnicový systém (*New Geographic Coordinate System*). Název byl zvolen na *Muller Morava*, poloměr náhradní koule byl zvolen na 6 233 816 m, na používané jednotky byly nastaveny stupně. Poslední volba bylo nastavení nultého poledníku. Program ArcGIS nepracoval správně. Při transformaci v okně ArcGIS zobrazoval mapovou kresbu posunutou o zeměpisnou délku. Proto jsem provedl posun mapové kresby o průměr $20,0642710^\circ$ na Greenwichský poledník.

Z obrázku 3.13 bylo patrné, že rám mapy vzhledem ke skutečnosti je jižněji a východněji než současný stav. Po zobrazení grafů rozdílů podle souřadnic x a y – příloha F – F.1, F.2, F.3 a F.4, a po načtení transformačních vektorů, bylo opět zjištěno, že mapový rám je trochu stočen podle směru hodinových ručiček. Tento střed rotace byl z transformačních vektorů odhadnut na severozápadní oblast mimo zmapované území.



Obr. 3.13: Porovnání státní hranice na Besselově elipsoidu a na mapovém rámu



Obr. 3.14: Porovnání státní hranice po transformaci

3.13.7 Transformace do skutečného stavu

Byl vytvořen transformační klíč, který obsahoval identifikační číslo bodu, zeměpisné souřadnice λ a φ na mapě a zeměpisné souřadnice λ a φ na Besselově elipsoidu. Celá geodatabáze byla transformována pomocí afinní transformace. Transformace byla spočítána se směrodatnou odchylkou $0,027668^\circ$. Při převodu na délkovou míru je směrodatná odchylka kolem 3,0 km. Porovnání státní hranice po transformaci je zobrazeno na obrázku 3.14.

Závěr

V předložené diplomové práci jsem nejprve spojil výsledky tří závěrečných prací. Provedl jsem kontrolu, opravu a doplnění obou geodatabází a dále vytvořil celkové rastry pro obě mapy. Výsledné geodatabáze a rastry jsou připraveny, aby byly příští rok publikovány pomocí webových mapových služeb. Konkrétně se jedná o *Web Map Service (WMS)* pro rastrová data a *Web Feature Service (WFS)* pro vektorová data.

U Müllerovy mapy Moravy jsem u analýz přesnosti ověřil výsledky získané Věrou Peterovou, které se podařilo připojit 2 288 identických bodů. Největší přesnost mají města s hradbami. Tato hodnota může být způsobena malým počtem identických bodů. Směrodatné odchylky přesností jednotlivých mapových listů i různých typů sídel se od sebe příliš neliší, celá zmapovaná oblast byla vytvořena se stejnou přesností. Celková přesnost Müllerovy mapy Moravy při připojení všech identických bodů vychází pro podobnostní transformaci 2 609 m.

U Müllerovy mapy Čech byla provedena kontrola, oprava a nové dopřipojení identických bodů, kterých se podařilo připojit 4 627. Po výpočtu jednotlivých přesností lze konstatovat, že nejpřesněji jsou zmapované samostatné kraje. Müller nejprve mapoval jednotlivé kraje, poté složil z jednotlivých krajů mapové listy a z jednotlivých mapových listů byla složena celková mapa. Tento historický vývoj mapy potvrzují směrodatné odchylky jednotlivých transformací. Jako nejpřesnější typy sídel vycházejí různé druhy vesnic. Naopak z nejméně přesných typů jsou města s hradbami. Tato skutečnost je nejspíše způsobena výpočtem středu obce na centroid. Nepřesnost může být dále způsobena i tím, že v okolí měst se nachází další mapové prvky (např. vodní toky), v důsledku kterých se mohl autor dopustit určitých nepřesností. Dalším důvodem mohlo být zvětšení či zmenšení plochy městských hradeb. Celková přesnost Müllerovy mapy Čech při připojení všech identických bodů vychází pro podobnostní transformaci 2 439 m.

Při určení kartografického zobrazení na Müllerově mapě Moravy, jsem dospěl k závěru stejně jako moji předchůdci, že se jedná o ekvidistantní válcové zobrazení v polednicích se dvěma nezkreslenými rovnoběžkami souměrnými podle rovníku. Výsledky vypočítané v mé diplomové práci nemusejí být správné, neboť pro vektorizaci byl použit rozměr mapového rámu z literatury a nebylo provedeno měření na originálních tiskových maticích. Nezkreslená rovnoběžka byla vypočítána na hodnotu $51^{\circ}38'$ zeměpisné šířky. Číselné měřítko mapy bylo určeno z grafického měřítka na hodnotu 1 : 182 221. V porovnání s dříve udávanou přibližnou hodnotou 1 : 180 000 se liším o 22 m na jeden kilometr. Poloměr použité náhradní koule byl určen na 6 233 816 m. Nultý poledník Müller zvolil $20^{\circ}03'51''$ západní zeměpisné délky od Greenwichského poledníku a $2^{\circ}24'5''$ západní zeměpisné délky od poledníku procházejícím ostrovem Ferro. Přesnost mapového rámu byla určena přibližně na 3 kilometry.

Kartografické zobrazení na Müllerově mapě Čech je také ekvidistantní válcové zobrazení v polednicích se dvěma nezkreslenými rovnoběžkami souměrnými podle rovníku. Nezkreslená rovnoběžka byla vypočítána na hodnotu $49^{\circ}56'$ zeměpisné šířky. V porovnání s výsledkem, který uvádá Kuchař, rovných 50° severní zeměpisné šířky se liším o 4 minuty. Můj výpočet je prováděn na celém mapovém rámu s použitím moderní techniky. S výsledkem, který uvádí Krejčí a Cajthaml $50^{\circ}04'$ se liším o 8 minut. Tento rozdíl je způsoben tím, že můj výpočet byl proveden již na správném rozměru mapového listu. Číselné měřítko mapy určené z grafického měřítka bylo vypočítáno na hodnotu $1 : 132\,367$. Toto měřítko se téměř neliší od dříve udávané přibližné hodnoty. Poloměr použité náhradní koule byl vypočítán na $6\,276\,785$ m. Tato hodnota se liší při porovnání s výsledkem od Krejčího a Cajthamla o 80 kilometrů a je opět způsobena převedením mapového rámu na skutečný rozměr. Nultý poledník byl vypočítán $20^{\circ}34'5''$ západní zeměpisné délky od Greenwichského poledníku a $2^{\circ}54'19''$ západní zeměpisné délky od poledníku procházejícím ostrovem Ferro. V porovnání s dříve udávanou hodnotou se liším pouze o jednu minutu. Přesnost mapového rámu byla určena přibližně na 2,7 kilometru.

Na závěr provádím srovnání jednotlivých výsledků kartografického zobrazení pro Müllerovu mapu Čech a Müllerovu mapu Moravy. Nezkreslená rovnoběžka pro mapu Čech byla vypočítána přibližně na střed zmapovaného území – $49^{\circ}56'$. Nezkreslená rovnoběžka pro mapu Moravy byla vypočítána na $51^{\circ}38'$, což je o téměř jeden a půl stupně severněji než severní rám mapy. Při porovnání nultého poledníku $20^{\circ}34'5''$ západní zeměpisné délky pro mapu Čech a $20^{\circ}03'51''$ západní zeměpisné délky pro mapu Moravy je rozdíl $30'14''$. Rozdíl mezi poloměry použité náhradní koule je přibližně 43 kilometrů, což je v přepočtu asi 4,5 české míle. Přesnost mapového rámu je větší u mapy Čech. Hlavním důvodem je jistě i velikost nejmenšího dílku na rámu pro jednotlivé mapy.

Grantový projekt zabývající se výzkumem Müllerových map má být dokončen do konce roku 2011. Veškerá data jsou již připravena a zbývá poslední část projektu, která má za cíl zpřístupnit data a informace o obou mapách na internetu.

Použité zdroje

- [1] CAJTHAML, Jiří, KREJČÍ, Jiří. *MÜLLEROVY MAPY ČESKÝCH ZEMÍ, JEJICH DIGITALIZACE A ZPRACOVÁNÍ. In Kartografické listy.* [online]. [s.l.] : [s.n.], 2007. s. 9. Dostupné z URL: <http://maps.fsv.cvut.cz/gacr/publikace/2007/2007_Krejci_KL.pdf>.
- [2] HLADINA, Tomáš. *Analýza Müllerovy mapy Moravy a možnosti jejího digitálního zpracování.* [online]. Praha, 2008. 106 s. Vysoké učení technické. Vedoucí diplomové práce Cajthaml Jiří. Dostupné z URL: <http://maps.fsv.cvut.cz/gacr/student/2008_Ing_Hladina.pdf>.
- [3] KRÁLÍČKOVÁ, Pavla. *Lokalizace rukopisných Müllerových map Prácheňského a Berounského kraje.* [online]. Plzeň, 2008. 77 s. Západočeská univerzita v Plzni. Bakalářská práce. Dostupné z URL: <http://gis.zcu.cz/studium/dp/2008/Kralickova_Lokalizace_rukopisnych_Mullerovych_map_Prachenskeho_a_Berounskeho_kraje_BP.pdf>.
- [4] LUČ, Jaroslav. *ANALÝZY HYDROLOGICKÝCH DAT NA MÜLLEROVĚ MAPĚ ČECH.* [online]. Praha, 2010. 48 s. České vysoké učení technické v Praze. Vedoucí bakalářské práce Cajthaml Jiří. Dostupné z URL: <http://maps.fsv.cvut.cz/diplomky/2010_BP_Luc_Analyzy_hydrologickych_dat_na_Mullerove_mape_Cech.pdf>.
- [5] MALIMÁNKOVÁ, Jana. *ANALÝZY PŮVODNÍCH TISKOVÝCH MATRIC A TISKŮ MÜLLEROVY MAPY ČECH.* [online]. Praha, 2010. 93 s. České vysoké učení technické v Praze. Vedoucí diplomové práce Cajthaml Jiří. Dostupné z URL: <http://maps.fsv.cvut.cz/diplomky/2010_DP_Malimankova_Analyzy_puvodnich_tiskovych_matric_a_tisku_Mullerovy_mapy_Cech.pdf>.
- [6] MALIMÁNKOVÁ, Jana. *TVORBA DATOVÉHO MODELU CRIGINEROVY MAPY V ARCGIS.* [online]. Praha, 2008. 50 s. České vysoké učení technické v Praze. Vedoucí bakalářské práce Cajthaml Jiří. Dostupné z URL: <http://maps.fsv.cvut.cz/gacr/student/2008_Bc_Malimankova.pdf>.
- [7] MÜLLER, Stanislav. *Lokalizace rukopisných Müllerových map Litoměřického a Rakovnického kraje.* [online]. Plzeň, 2008. 72 s. Západočeská univerzita v Plzni. Bakalářská práce. Dostupné z URL: <http://gis.zcu.cz/studium/dp/2008/Muller_Lokalizace_rukopisnych_Mullerovych_map_Litomerickeho_a_Rakovnickeho_kraje_BP.pdf>.

- [8] PAVELKA, Karel. *FOTOGRAMMETRIE 10*. [s.l.] : Vydavatelství ČVUT, 2003. 194 s. ISBN 80-01-02649-3.
- [9] PETEROVÁ, Věra. *VEKTOROVÝ DATOVÝ MODEL MÜLLEOVY MAPY MORAVY*. [online]. Praha, 2010. 62 s. České vysoké učení technické v Praze. Vedoucí bakalářské práce Cajthaml Jiří. Dostupné z URL: <http://maps.fsv.cvut.cz/diplomky/2010_BP.Peterova_Vektorovy_datovy_model_Mullerovy_mapy_Moravy.pdf>.
- [10] SKOŘEPA, Zdeněk. *GEODEZIE 4*. [s.l.] : Vydavatelství ČVUT, 2005. 128 s. ISBN 80-01-02566-7.
- [11] SÝKOROVÁ, Jana. *Lokalizace Müllerovy mapy Čech z roku 1720 v souřadnicovém systému S-JTSK*. [online]. Plzeň, 2006. 50 s. Západočeská univerzita v Plzni. Bakalářská práce. Dostupné z URL: <http://gis.zcu.cz/studium/dp/2006/Sykorova_Lokalizace_Mullerovy_mapy_Cech_v_S-JTSK_BP.pdf>.
- [12] Ústřední archiv zeměměřictví a katastru *25 NASKENOVANÝCH MAPOVÝCH LISTŮ MÜLLEROVY MAPY ČECH* [DVD]. Praha, 2008. 25 s.
- [13] Ústřední archiv zeměměřictví a katastru *6 NASKENOVANÝCH MAPOVÝCH LISTŮ MÜLLEROVY MAPY MORAVY* [DVD]. Praha, 2008. 6 s.
- [14] VEVERKA, Bohuslav, ZIMOVÁ, Růžena. *TOPOGRAFICKÁ A TEMATICKÁ KARTOGRAFIE*. [s.l.] : Vydavatelství ČVUT, 2008. 198 s.
- [15] *Zeměměřič: Výpis osobnosti* [online]. [2006] , 14.6.2006 [cit. 2009-04-18]. Dostupné z URL: <<http://www.zememerice.cz/osobnosti/osobnost.php?ido=806>>.

Seznam symbolů, veličin a zkratek

S-JTSK Souřadnicový systém jednotné trigonometrické sítě katastrální

ML mapový list

ID identický bod

JPEG formát obrázku - Joint Photographic Experts Group

TIF formát obrázku - Tagged Image File Format

ÚIR-ZSJ Uzemní registr základních sídelních jednotek

ČSU Český statistický úřad

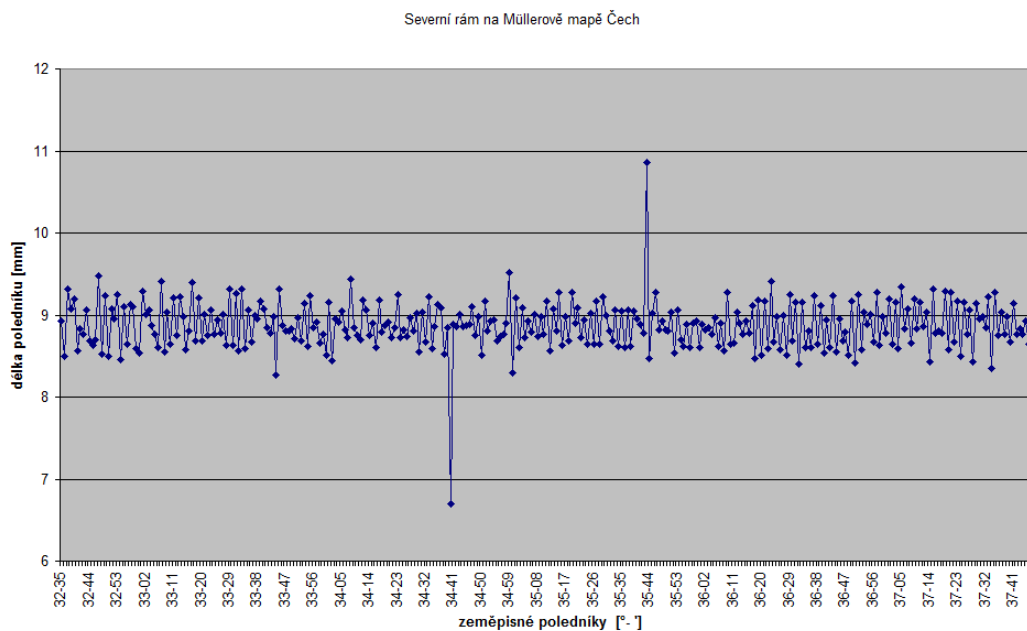
WMS Web Map Service

WMS Web Feature Service

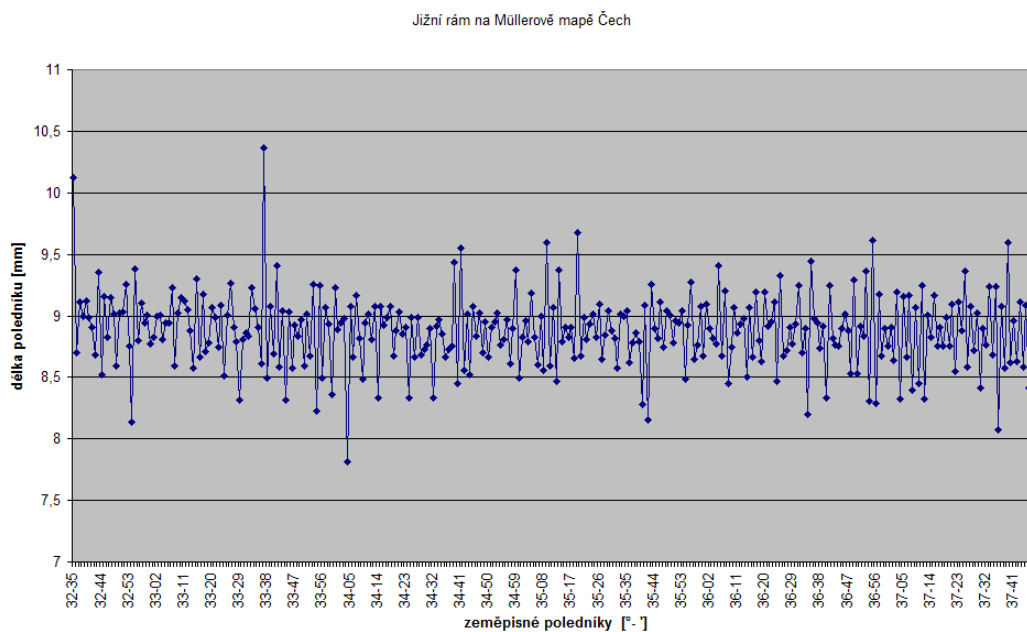
Seznam příloh

A	Kartometrická měření na rámu Müllerovy mapy Čech	68
B	Kartometrická měření na rámu Müllerovy mapy Moravy	71
C	Porovnání zeměpisné sítě identických bodů s rámem Müllerovy mapy Čech	74
D	Porovnání zeměpisné sítě podle jednotlivých os na mapě Čech	75
E	Porovnání zeměpisné sítě identických bodů s rámem Müllerovy mapy Moravy	77
F	Porovnání zeměpisné sítě podle jednotlivých os na mapě Moravy	78

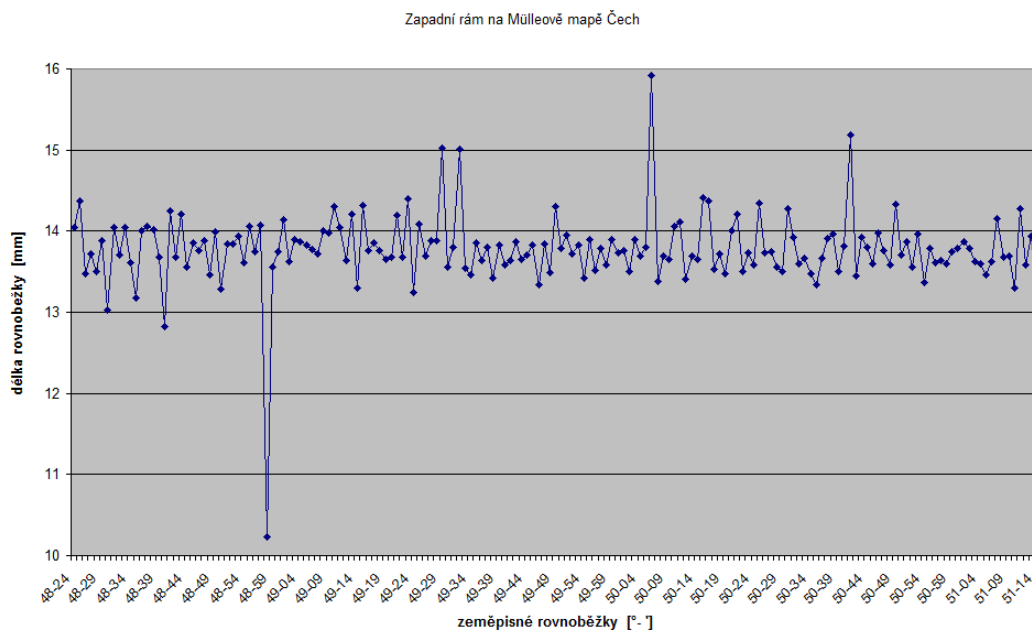
A Kartometrická měření na rámu Müllerovy mapy Čech



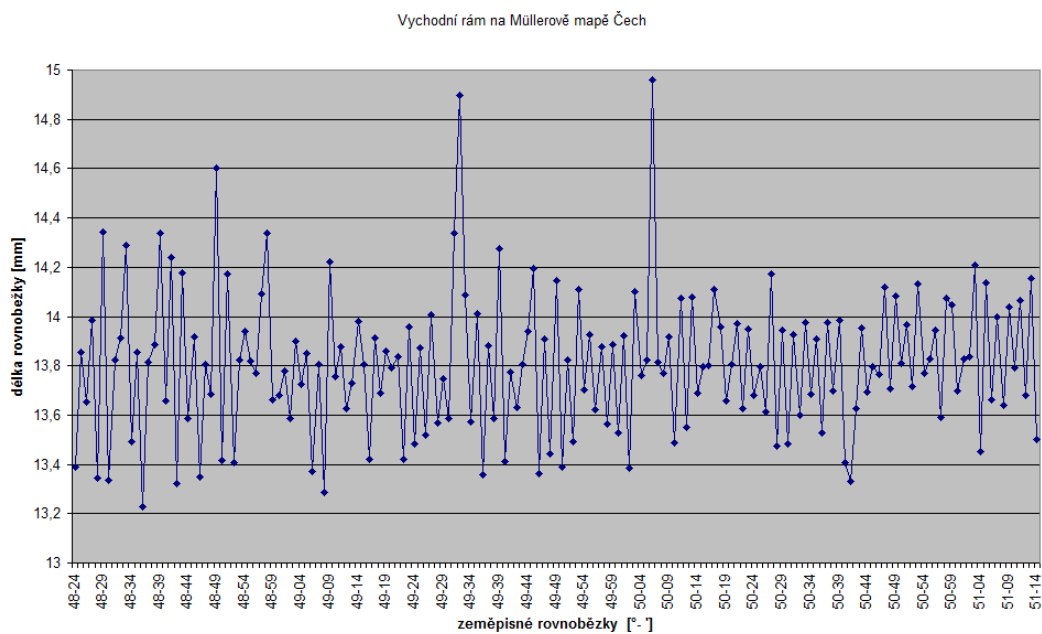
Obr. A.1: Graf délek jednotlivých minut na severním rámu



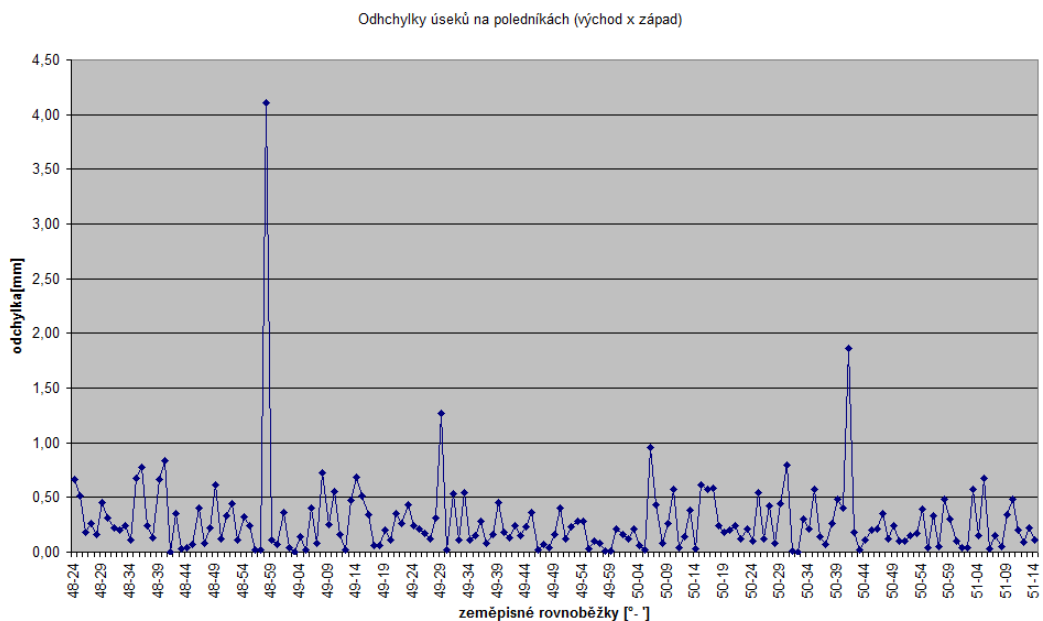
Obr. A.2: Graf délek jednotlivých minut na jižním rámu



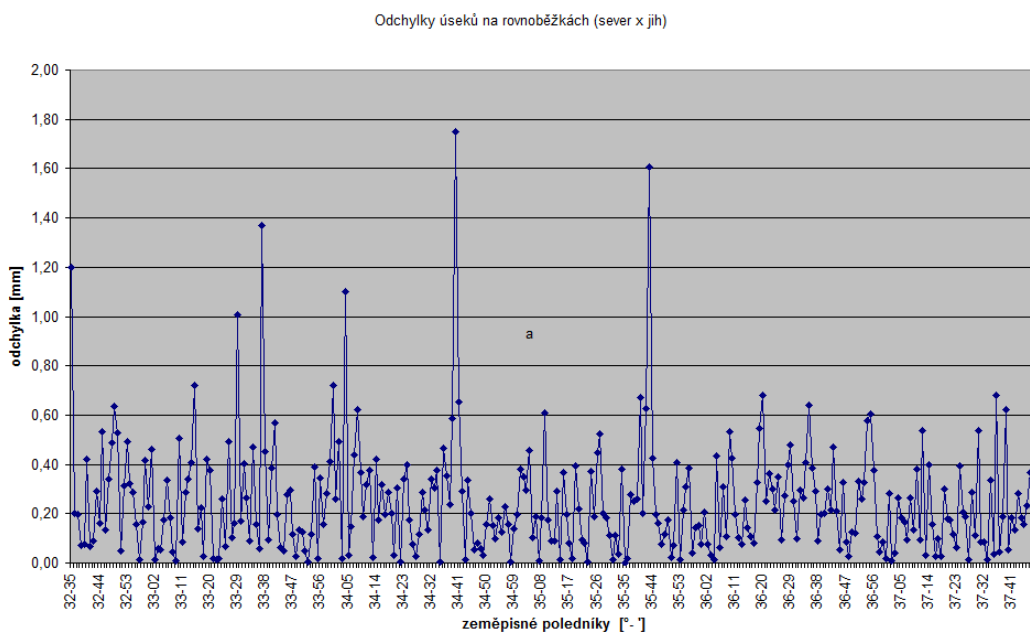
Obr. A.3: Graf délek jednotlivých minut na západním rámu



Obr. A.4: Graf délek jednotlivých minut na východním rámu

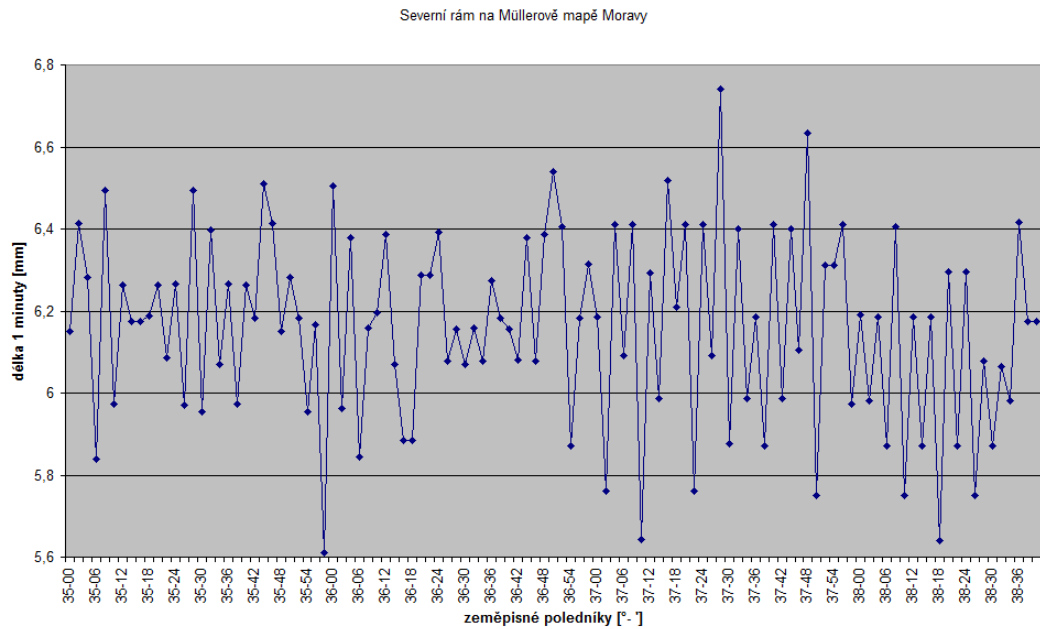


Obr. A.5: Graf rozdílu délek jednotlivých minut v poledniku jih × sever

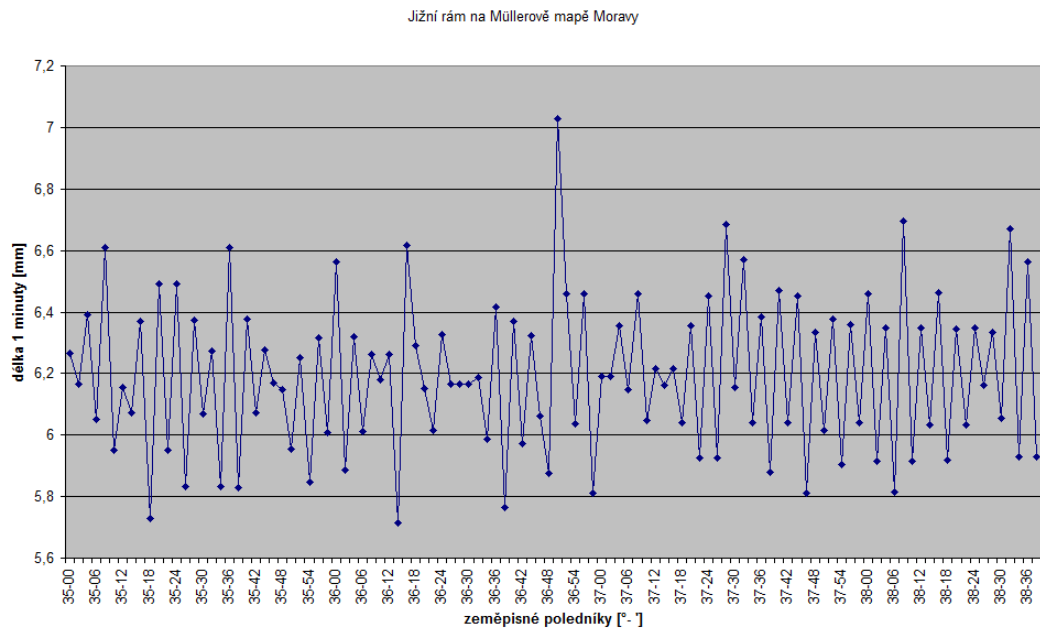


Obr. A.6: Graf rozdílu délek jednotlivých minut v rovnoběžce západ × východ

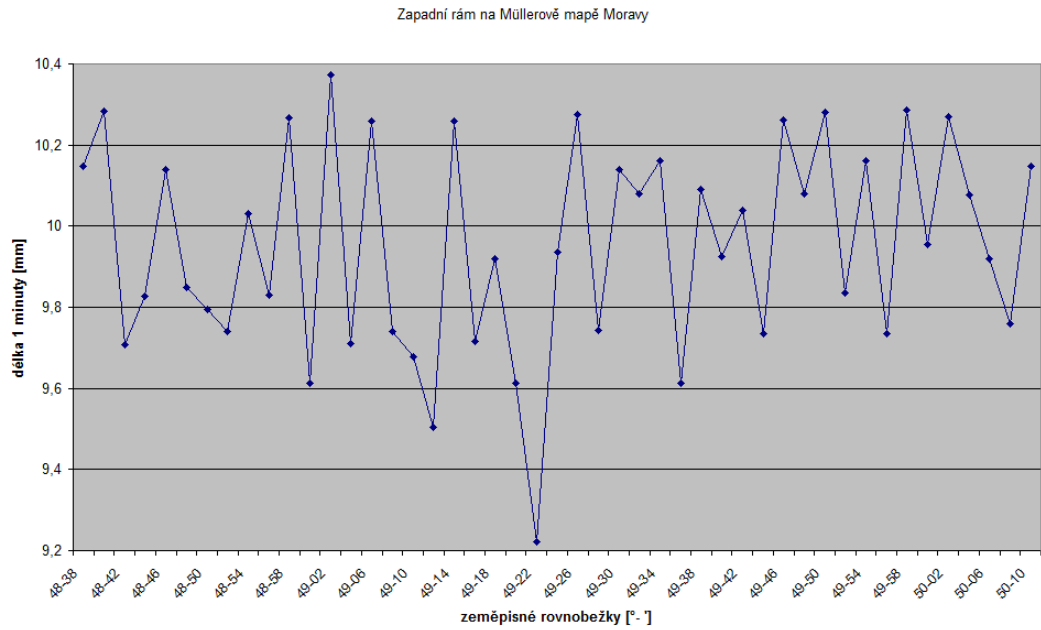
B Kartometrická měření na rámu Müllerovy mapy Moravy



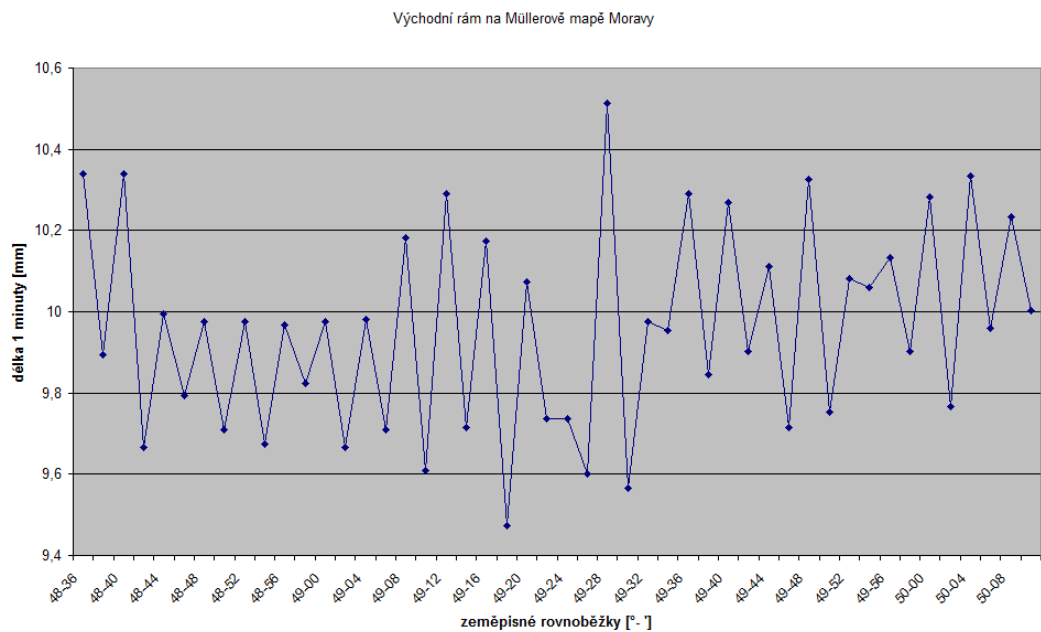
Obr. B.1: Graf délek jednotlivých minut na severním rámu



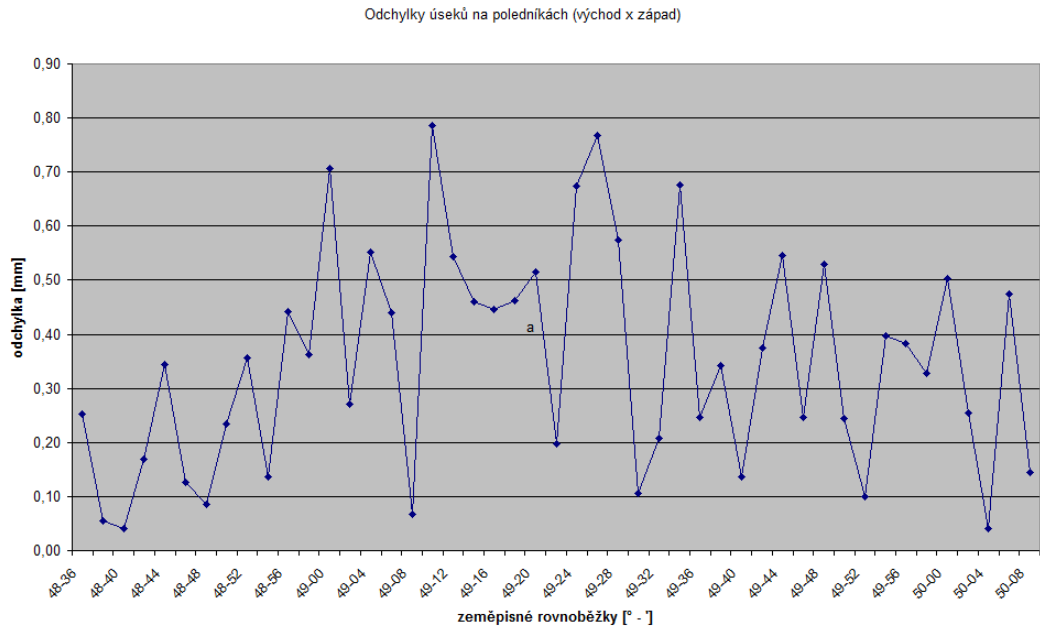
Obr. B.2: Graf délek jednotlivých minut na jižním rámu



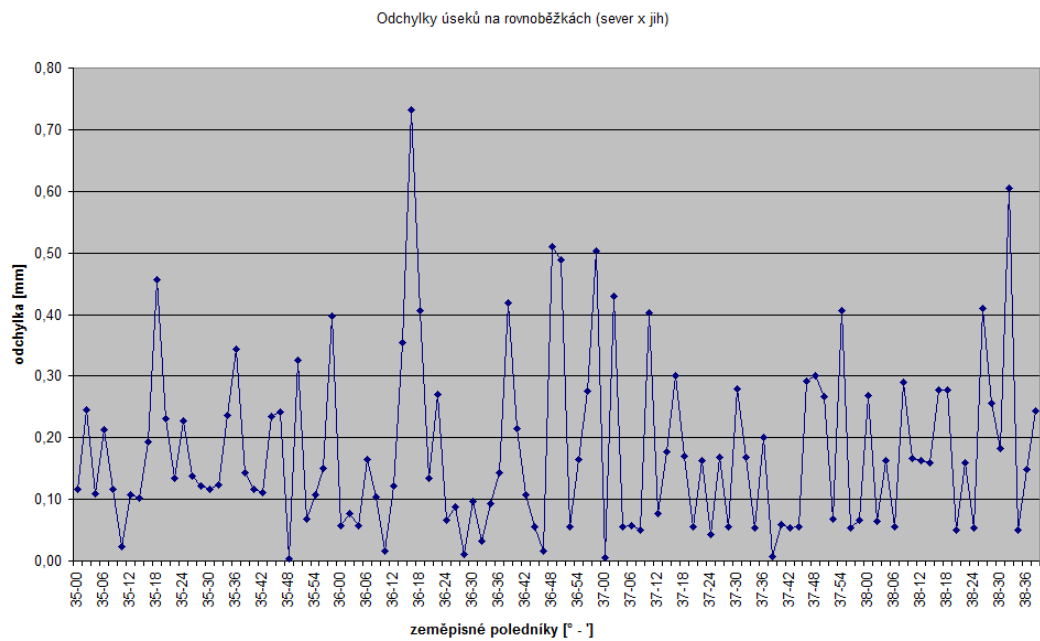
Obr. B.3: Graf délek jednotlivých minut na západním rámu



Obr. B.4: Graf délek jednotlivých minut na východním rámu

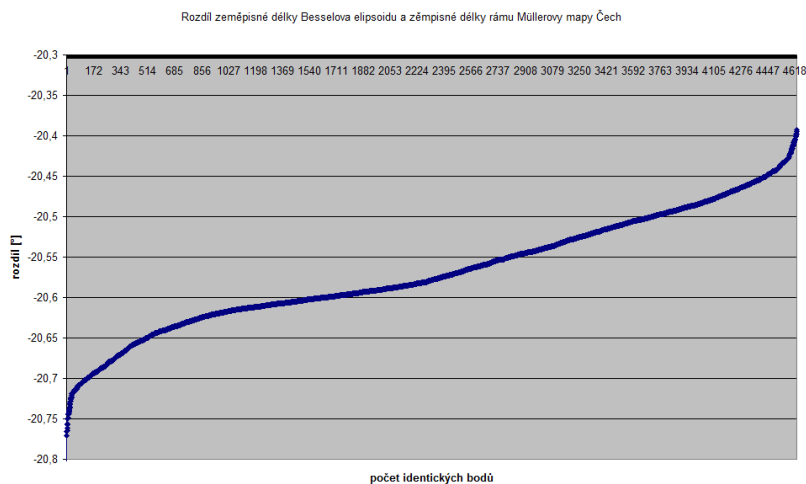


Obr. B.5: Graf rozdílu délek jednotlivých minut v poledníku jih × sever

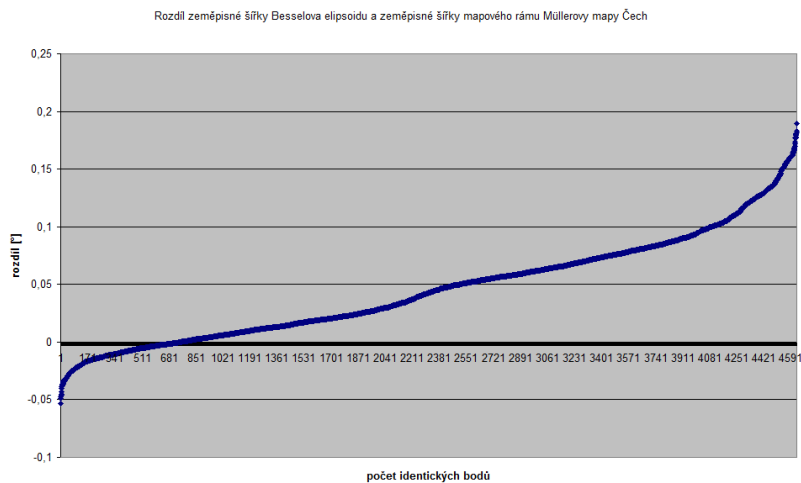


Obr. B.6: Graf rozdílu délek jednotlivých minut v rovnoběžce západ × východ

C Porovnání zeměpisné sítě identických bodů s rámem Müllerovy mapy Čech

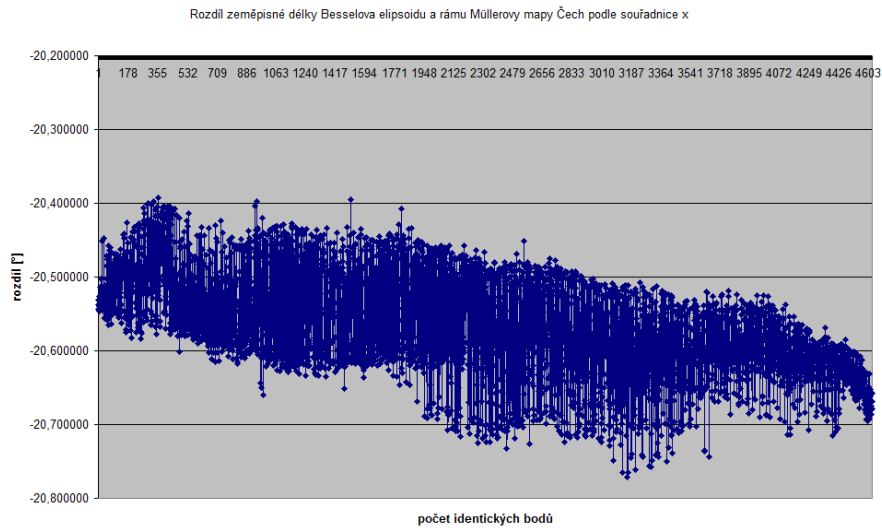


Obr. C.1: Graf porovnání zeměpisné délky identických bodů na Besselově elipsoidu a podle rámu Müllerovy mapy Čech

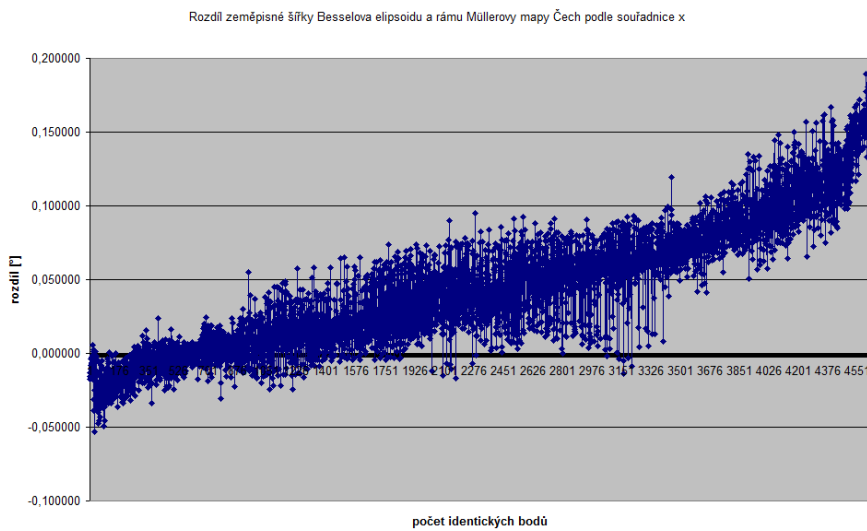


Obr. C.2: Graf porovnání zeměpisné šířky identických bodů na Besselově elipsoidu a rámu Müllerovy mapy Čech

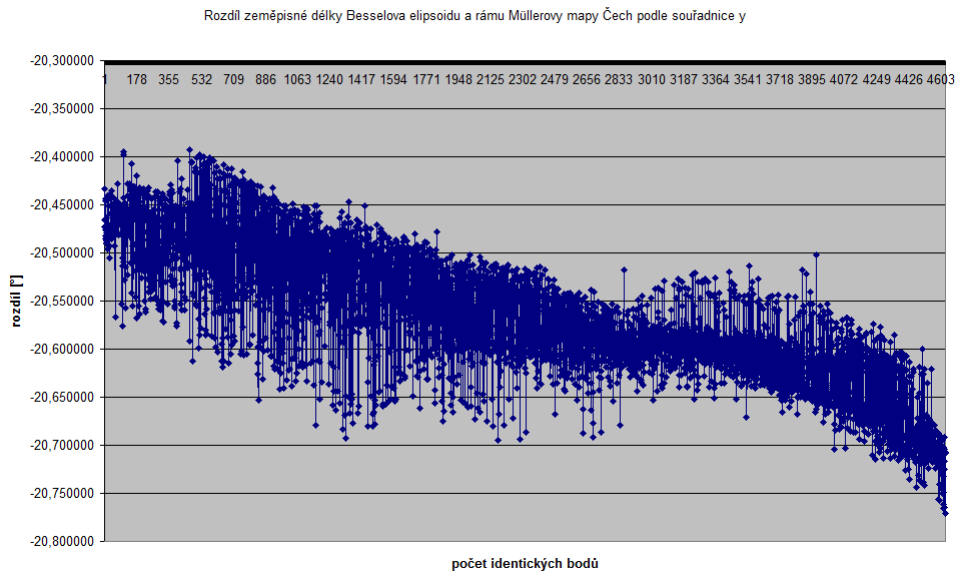
D Porovnání zeměpisné sítě podle jednotlivých os na mapě Čech



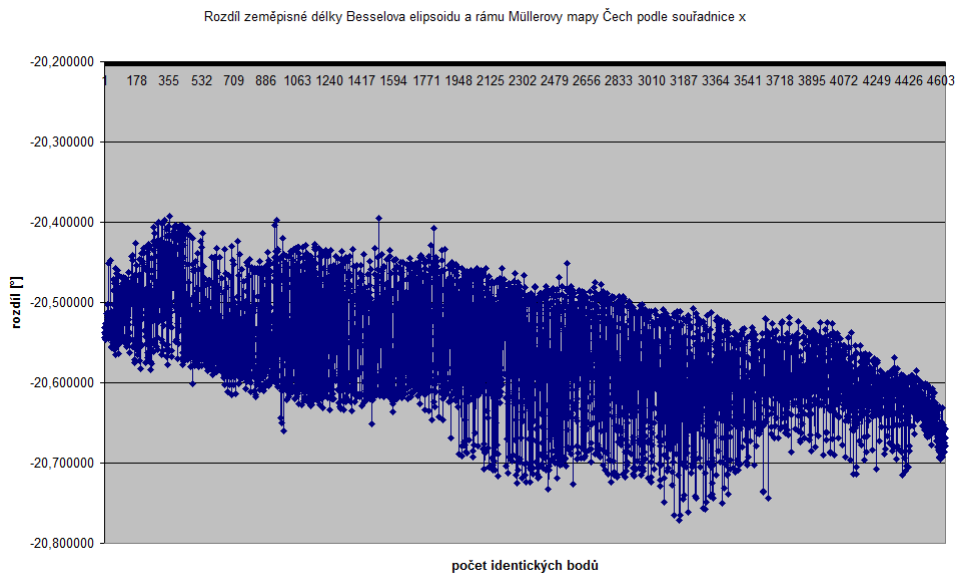
Obr. D.1: Porovnání zeměpisné délky podle souřadnice x



Obr. D.2: Porovnání zeměpisné šířky podle souřadnice x

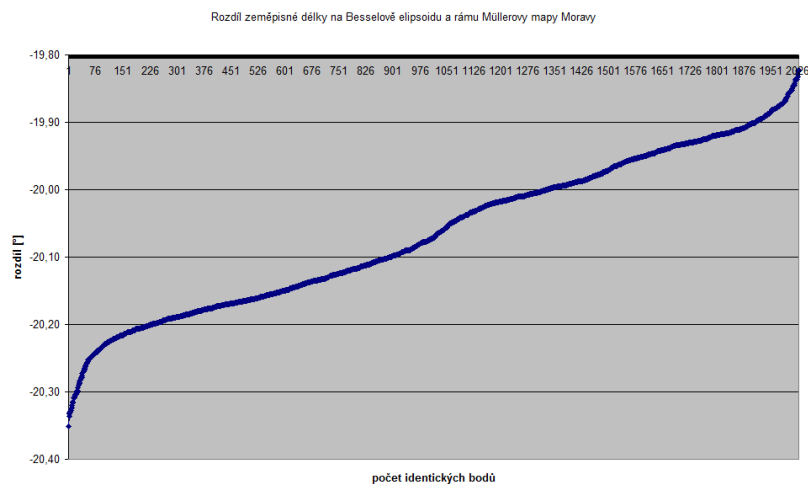


Obr. D.3: Porovnání zeměpisné délky podle souřadnice y

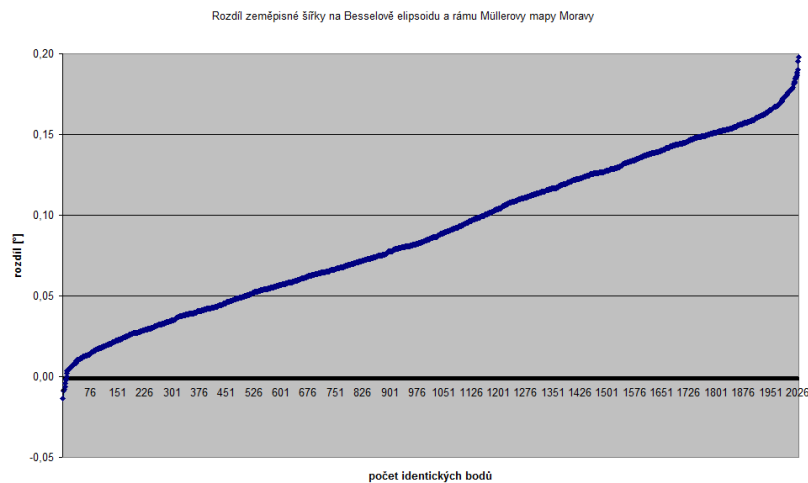


Obr. D.4: Porovnání zeměpisné šířky podle souřadnice y

E Porovnání zeměpisné sítě identických bodů s rámem Müllerovy mapy Moravy

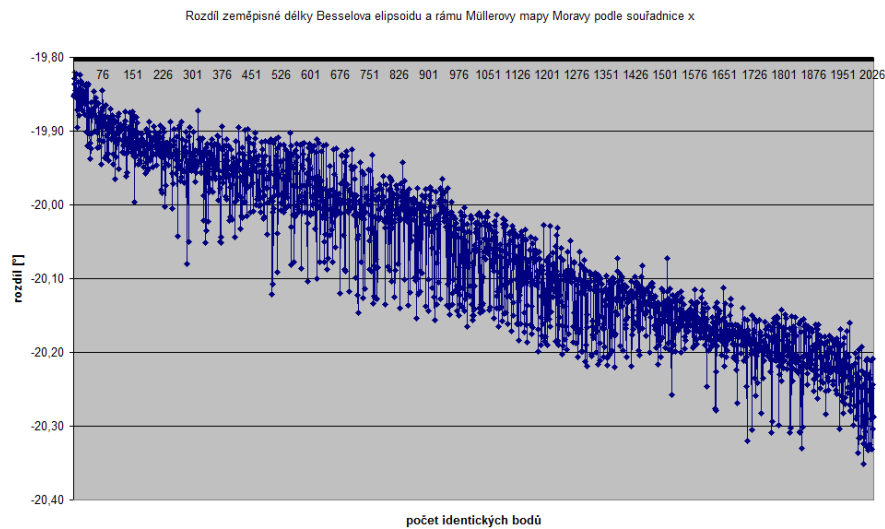


Obr. E.1: Graf porovnání zeměpisné délky identických bodů na Besselově elipsoidu a rámu Müllerovy mapy Moravy

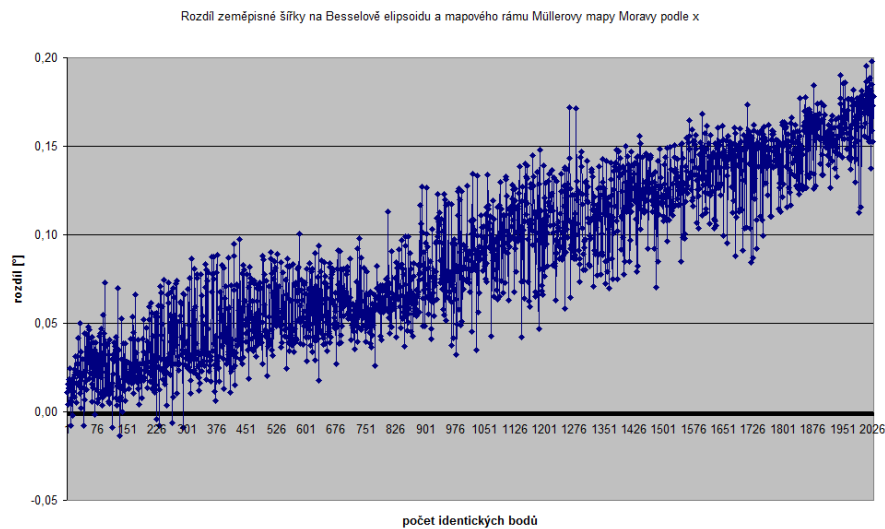


Obr. E.2: Graf porovnání zeměpisné šířky identických bodů na Besselově elipsoidu a rámu Müllerovy mapy Moravy

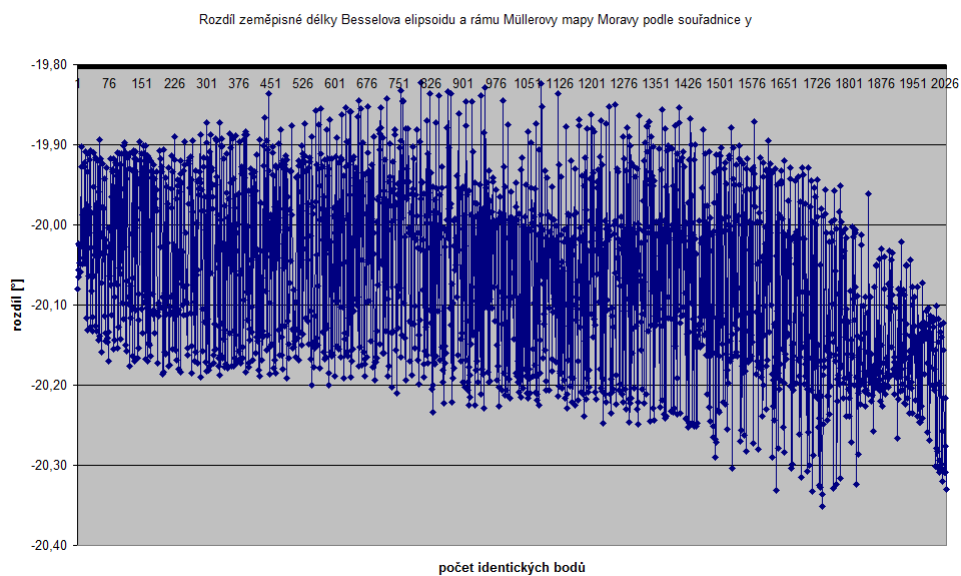
F Porovnání zeměpisné sítě podle jednotlivých os na mapě Moravy



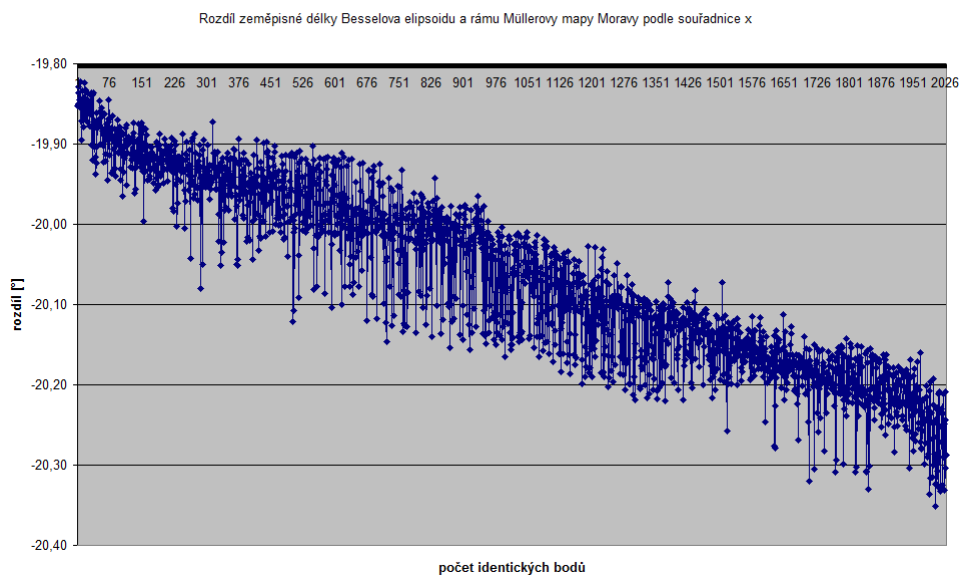
Obr. F.1: Porovnání zeměpisné délky podle souřadnice x



Obr. F.2: Porovnání zeměpisné šířky podle souřadnice x



Obr. F.3: Porovnání zeměpisné délky podle souřadnice y



Obr. F.4: Porovnání zeměpisné šířky podle souřadnice y