

## KARTOMETRICKÁ MĚŘENÍ NA MÜLLEROVÝCH MAPÁCH ČECH A MORAVY

Jiří CAJTHAML<sup>1</sup>, Jakub HAVLÍČEK<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Katedra mapování a kartografie, Fakulta stavební, ČVUT v Praze, Thákurova 7, 166 29, Praha 6, ČR  
*jiri.cajthaml@fsv.cvut.cz*

<sup>2</sup> Katedra mapování a kartografie, Fakulta stavební, ČVUT v Praze, Thákurova 7, 166 29, Praha 6, ČR  
*jakub.havlicek@fsv.cvut.cz*

### Abstrakt

Müllerovy mapy Čech a Moravy jako jedny z nejvýznamnějších kartografických památek byly již mnohokrát zkoumány a proměřovány. Následující příspěvek popisuje nejnovější výzkum prováděný pomocí moderních GIS technologií. Kartometrické analýze předcházela několikaletá usilovná práce zaměřená na digitalizaci a zejména tvorbu vektorových datových modelů příslušných map. Vektorová data byla použita jako vstupní pro další analýzy týkající se zejména přesnosti a charakteristik zákresu mapových prvků.

V rámci projektu GA ČR 205/09/P102 "Komplexní studium, analýza a zpřístupnění Müllerových map Čech a Moravy pomocí technologie GIS" byla provedena kartometrická šetření na obou zmíněných mapách. Určována byla pravděpodobná kartografická zobrazení včetně jejich parametrů a měřítko map. Dále byl testován polohový soulad mapové kresby a mapových ráků obou map pomocí identických bodů.

Pro Müllerovu mapu Čech bylo určeno jako pravděpodobné jednoduché válcové zobrazení ekvidistantní v polednicích. Byly určeny základní konstanty tohoto zobrazení (nezkreslená rovnoběžka, základní poledník, poloměr náhradní koule) a měřítko mapy. Z analýzy zákresu mapového rámu byl určen jeho posun a pootočení oproti mapové kresbě. Pro Müllerovu mapu Moravy byl postup obdobný. Kartografické zobrazení bylo určeno jako stejné, tedy jednoduché válcové zobrazení ekvidistantní v polednicích. V konstantách zobrazení se mapa Moravy liší, a to i v nezkreslené rovnoběžce i v základním poledníku. Dále bylo určeno měřítko mapy. Opět byl zjištěn posun a natočení mapového rámu vůči mapové kresbě.

### Abstract

Müller's maps of Bohemia and Moravia as part of the national cartographic heritage were analyzed for many times. Following article describes the latest research on these maps made by modern GIS technology. Before cartometric analysis it was necessary to digitize maps; especially full vector data models of both maps were created. Vector data served as a basis for later analyses focused on the precision and characteristics of map features.

Within the GA CR 205/09/P102 project called "Complex study, analysis and access to Müller's maps of Bohemia and Moravia using GIS technology" cartometric measurements on both maps were realized. Possible cartographic projections were determined with relevant constants and parameters. The scale of both maps was determined too. In the next phase correspondence of position of map features and map frames were tested.

For Müller's maps of Bohemia simple cylindrical projection equidistant in meridians was determined. Basic parameters (undistorted parallel, prime meridian, sphere radius) and scale of the map were computed. From the analysis of map frame position, its shift and rotation were revealed. The procedure was similar for Müller's maps of Moravia. The same simple cylindrical projection equidistant in meridians was determined. The map of Moravia differs in projection parameters (undistorted parallel and prime meridian). The scale of the map was determined as well. Rotation and shift of the map frame was revealed like for map of Bohemia.

**Klíčová slova:** kartometrie, staré mapy, Müllerova mapa Čech, Müllerova mapa Moravy

**Keywords:** cartometry, old maps, Müller's map of Bohemia, Müller's map of Moravia

## 1. MÜLLEROVY MAPY ČECH A MORAVY A JEJICH VÝZKUM

Müllerova mapa Čech (1720) a Müllerova mapa Moravy (1716) patří mezi nejvýznamnější mapové památky zobrazující naše území. O historii vzniku i o dalších informacích o těchto mapách bylo již publikováno poměrně dostatek prací (Fiala, 1922), (Kuchař, 1959), (Semotanová, 2001). V těchto pracích je možné nalézt informace o způsobu mapování i vlastní tvorbě map. Popisován je většinou obsah mapy, včetně doprovodných kreseb, informace o velikosti mapových listů, měřítku map či kartografickém zobrazení však chybí nebo jsou převzaty z jiných zdrojů.

Náš příspěvek se zabývá kartometrickým výzkumem těchto map. I na tomto poli bylo vydáno několik prací zabývajících se tímto tématem (Weiglová, 1928), (Kuchař, 1934), (Čada, 2006), (Cajthaml, 2007). Zpravidla byla zkoumána přesnost mapy a její měřítko. (Kuchař, 1934) také zkoumá kartografické zobrazení včetně příslušných parametrů. Naše práce vychází z digitalizace obou map, která proběhla v letech 2007 a 2008. Digitalizovány byly originální tisky map pocházející z Ústředního archivu zeměměřictví a katastru v Praze. V případě Müllerovy mapy Čech je pak významným zdrojem diplomová práce (Malimánková, 2010), která se zabývá proměření originálních tiskových matic této mapy uložených v Národním technickém muzeu v Praze. Velká část výzkumu byla provedena v rámci diplomové práce druhého z autorů (Havlíček, 2011). Celá práce je pak součástí projektu GA ČR vedeného prvním z autorů.

## 2. VEKTOROVÉ MODELÝ MAP

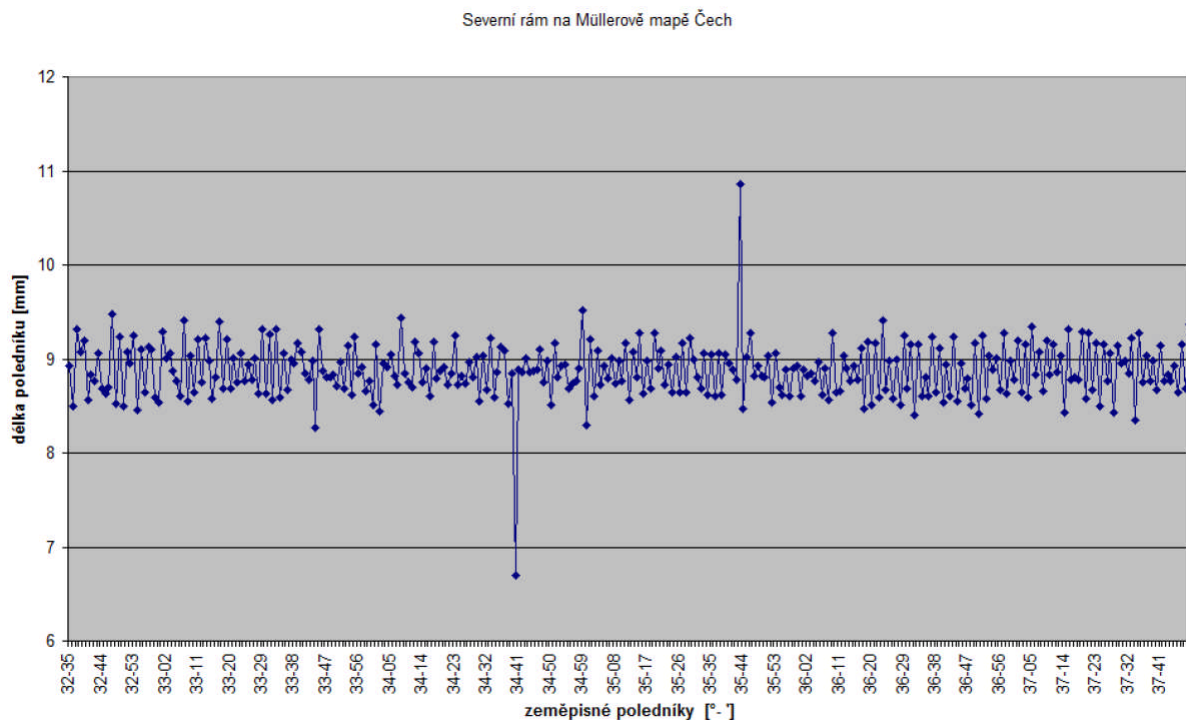
Nezbytným podkladem pro kartometrický výzkum obou map byly vektorové datové modely pořízené v předcházejícím období (Havlíček, 2009), (Peterová, 2010). Pořízení těchto modelů bylo časově velmi náročné a bohužel se neobešlo bez drobných chyb. Na začátku kartometrického výzkumu byly oba vektorové modely verifikovány a to jak topologicky (testováním několika topologických pravidel), tak atributově (test správného přiřazení atributů). Výsledkem jsou zkontrolované modely, které mohou vstupovat do dalších analýz.

Pro úplnost je třeba dodat, že vektorový datový model Müllerovy mapy Čech obsahuje přes 15 000 bodových značek a několik tisíc liniových prvků. Vektorový model Müllerovy mapy Moravy obsahuje přes 4000 bodových značek a přes tisíc liniových prvků.

## 3. KARTOGRAFICKÉ ZOBRAZENÍ MAP

Pro určení kartografického zobrazení map bylo využito mapového rámu. Vzhledem k nižší přesnosti zákresu mapových prvků (směrodatné odchylky přes 2km) by bylo velmi obtížné určit kartografické zobrazení pouze z polohy identických bodů v mapě.

Prvním krokem tedy bylo důkladné proměření mapových rámu. U Müllerovy mapy Čech se jednalo o proměření obrazu, který byl převeden na původní rozměry mapy určené z tiskových matic (Malimánková, 2010). Na Müllerově mapě Čech je geografická síť zobrazena v intervalu jedné úhlové minuty, na Müllerově mapě Moravy v intervalu dvou úhlových minut. Oba rámy byly vektorizovány a to tak, že každý minutový (resp. dvouminutový úsek) byl vektorizován celkem 5krát. Pro všechny 4 strany mapového obrazu byly vyhotoveny grafy ukazující průběh délek těchto úseků. Na Obr. 1. je možné vidět ukázkou proměření minutových úseků na severní straně Müllerovy mapy Čech. Z grafu je patrné, že délka úhlové minuty se nemění. Hodnoty vykazující odchylky odpovídají minutám přecházejícím přes 2 navazující mapové listy. V celkovém průměru jsou však tyto hodnoty vyrovnány.



**Obr. 1.** Graf proměření severního rámu na Müllerově mapě Čech

Všechny 4 strany obou map vykazují neměnné velikosti úhlových úseků. Dále platí, že rozsah zeměpisných souřadnic na protilehlých stranách rámu je vždy stejný. Z těchto pozorování je možné vyvodit závěr, že mapy jsou zobrazeny ve válcovém zobrazení ekvidistantním v polednicích. Vzhledem k nesterélné délce úhlové minuty na poledníku a rovnoběžce používají kartografická zobrazení nezkreslené rovnoběžky.

Pro Müllerovu mapu Čech byla určena nezkreslená rovnoběžka na  $49^{\circ}56'$ , v případě Müllerovy mapy Moravy na  $51^{\circ}38'$ .

#### 4. MĚŘÍTKO MAP, POUŽITÁ REFERENČNÍ KOULE A ZÁKLADNÍ POLEDNÍK

Dalším kartometrickým šetřením bylo určováno měřítko map. Nejjednodušší možností bylo využít grafického měřítka zobrazeného přímo na mapách. Odvozením z historických délkových jednotek pak vychází pro mapu Čech měřítko 1 : 132 367. Pro mapu Moravy vychází (při použití délky České míle) měřítko 1 : 182 221.

Z hodnot měřítka mapy je dále možné odvodit poloměr náhradní koule, která mohla být použita pro kartografické zobrazení. Příslušnými výpočty vychází poloměr koule pro mapu Čech na 6 276 785 metrů a pro mapu Moravy na 6 233 816 metrů.

Problematika použitého základního poledníku je velmi zajímavá. Již běžným pohledem je možné zjistit, že souřadnice zeměpisné délky na obou mapách nevyužívají žádný ze známých (později používaných) poledníků. Pro velké množství (několik tisíc) identických bodů byly porovnány zeměpisné souřadnice na Besselově elipsoidu a souřadnice podle rámu map. Pro mapu Čech vychází základní poledník průměrně  $20^{\circ}34'05''$  západně od Greenwiche, pro mapu Moravy pak  $20^{\circ}03'51''$ . Rozdíl v obou hodnotách činí cca půl stupně. Proč byly použity právě tyto hodnoty bohužel není známo. Pravděpodobně jde pouze o matematické konstanty, které nemají základ v pevných bodech ležících na těchto polednicích.

## 5. MAPOVÝ RÁM

Poslední zkoumanou charakteristikou byla poloha mapových rámu vůči zákresu identických bodů na mapách. Z vektorových datových modelů byly odečteny souřadnice vzhledem k mapovému rámu, druhý seznam souřadnic byl odečten ze současné polohy identických bodů na Besselově elipsoidu. Porovnáním těchto dvou záznamů jsme došli k zajímavým závěrům.

Pro Müllerovu mapu Čech vychází souřadnice z mapového rámu průměrně o 2'43" jižněji. Vynesením rozdílů do grafu jsme navíc zjistili, že se tento rozdíl mění se zeměpisnou délkou. Celý obsah mapy je tedy vůči rámu mírně natočen. Střed rotace byl odhadnut v okolí Plzně.

Pro Müllerovu mapu Moravy vychází souřadnice rámu průměrně o 5'22" jižněji. Obsah mapy je stejně jako u mapy Čech oproti rámu natočen, a to se středem v severozápadní části mapy (mimo mapovanou oblast).

## 6. PODĚKOVÁNÍ

Tento článek vznikl za podpory grantu GA ČR 205/09/P102 "Komplexní studium, analýza a zpřístupnění Müllerových map Čech a Moravy pomocí technologie GIS".

## LITERATURA

Fiala, F. (1922) Jan Křištof Müller, inženýr-kartograf a jeho práce při vydávání první správné mapy Čech r. 1720, Praha.

Kuchař, K. (1959) Vývoj mapového zobrazení Československé republiky I. – Mapy českých zemí do poloviny 18. Století, Ústřední správa geodézie a kartografie, Praha.

Semotanová, E. (2001) Mapy Čech, Moravy a Slezska v zrcadle staletí, Libri, Praha.

Weiglová, E. (1928) Kartometrické studie na Müllerově mapě Čech, disertace PŘF UK, Praha.

Kuchař, K. (1934) Monumenta Cartographica Bohemiae. Mappa geographica regni Bohemiae, Geografický ústav UK, Praha.

Čada, V. (2006) Kartometrická kvalita Müllerovy mapy Čech (aneb vychází Müllerovy mapy Čech z astronomicky určených zeměpisných souřadnic?), Z dějin geodézie a kartografie, Národní technické muzeum, Praha.

Cajthaml J., Krejčí J. (2007) Müllerovy mapy Českých zemí, jejich digitalizace a zpracování, Kartografické listy vol. 15, Kartografická společnost SR a Geografický ústav SAV, Bratislava, pp. 51 do 59.

Malimánková, J. (2010) Analýzy původních tiskových matic a tisků Müllerovy mapy Čech, diplomová práce, ČVUT v Praze, Fakulta stavební.

Peterová, V. (2010) Vektorový datový model Müllerovy mapy Moravy, bakalářská práce, ČVUT v Praze, Fakulta stavební.

Havlíček, J. (2009) Vektorový datový model Müllerovy mapy Čech, bakalářská práce, ČVUT v Praze, Fakulta stavební.

Havlíček, J. (2011) Analýzy nad vektorovými modely Müllerových map, diplomová práce, ČVUT v Praze, Fakulta stavební.