



Kartometrická analýza starých map I.

KGI/KAMET | Alžběta Brychtová

KARTOMETRIE

- ▶ část kartografie, zabývající se:
 - ▶ měřením a hodnocením **geometrických a topologických vlastností** objektů a jevů na mapách,
 - ▶ zpracováním výsledků měření s cílem získat **kvantitativní a kvalitativní charakteristiky** těchto objektů a jevů,
 - ▶ zabývající se měřením pro **hodnocení matematického základu a geometrické přesnosti** mapy.



KARTOMETRIE

- ▶ **Kartometrie se zabývá metodami měření na mapách, příslušnými pomůckami a způsoby vyhodnocování naměřených hodnot.**

„Stejně jako je možné v mapě změřenou skutečnost zobrazit, je také možné tuto skutečnost zpátky z mapy odměřit.“



KARTOMETRIE

- ▶ **Kartometrické metody** dělíme na:
 - ▶ **Přímé** = **grafickými postupy** získáváme hodnoty délek, úhlů či ploch na mapách
 - ▶ **Nepřímé** = **výpočty ze souřadnic** (z mapy získáme souřadnice určujících bodů, ze kterých následně vypočteme hledané údaje).
- ▶ Na mapách můžeme měřit: **délky úseček i křivek, úhly (a směrníky) a plochy**

KARTOMETRICKÉ VLASTNOSTI MAP

- ▶ ovlivňují převod získaných veličin **z mapy do skutečnosti** a přesnost jejich výpočtu.
- ▶ **základními kartometrickými vlastnostmi map jsou:**
 - ▶ měřítko,
 - ▶ zobrazení,
 - ▶ **podrobnost a přesnost mapové kresby,**
 - ▶ **srážka mapy.**

KARTOMETRICKÉ VLASTNOSTI MAP

▶ Měřítko

- ▶ (Voženílkova definice)

▶ Zobrazení

- ▶ je vzájemné přiřazení polohy bodů dvou různých referenčních ploch.
- ▶ je matematicky jednoznačně vyjádřeno vztahem mezi souřadnicemi bodů na obou referenčních plochách (zobrazovacími rovnicemi).
- ▶ při zobrazování jevů do mapy dochází vždy ke zkreslení (délek, ploch, úhlů), na které je třeba při odměřování údajů z mapy brát ohled !



KARTOMETRICKÉ VLASTNOSTI MAP

- ▶ **Měřítko a kartografické zobrazení** použité na mapě (a tím pádem také průběh **kartografických zkreslení** délek, ploch a úhlů), značně ovlivňují vlastnosti mapového obrazu ve **středních a malých měřítcích**.

KARTOMETRICKÉ VLASTNOSTI MAP

- ▶ **Podrobnost kresby mapy** je výsledek vlivu měřítka mapy, stupně generalizace (výběru a zjednodušení) a účelu mapy.
- ▶ **Přesnost mapové kresby** závisí na generalizaci a na nahodilých a systematických chybách, vnášených do mapy při jejím vzniku.
 - ▶ Pro zjištění přesnosti mapy použijeme grafický (např. mapa většího měřítka) či číselný materiál (např. geodeticky zaměřené body), který je oproti zkoumané mapě přesný. Porovnáním tohoto materiálu se zkoumanou mapou zjistíme polohové odchylky, které se vyznačují přímo v mapě pomocí vektorů.
- ▶ **Srážka mapy** je dána vlastnostmi použitého papíru, charakteru systematické chyby. Velikost srážky se mění s časem, proto je třeba ji před každým měřením určit.

KARTOMETRICKÁ ANALÝZA STARÝCH MAP

- ▶ hodnocení **geometrické přesnosti** mapy
 - ▶ (s ohledem na měřítko a použité kartografické zobrazení, podrobnost atd.)

a její **obsahové správnosti, úplnost, názornosti, a další.**
- ▶ Základem hodnocení je zpravidla porovnávání staré mapy s předlohou, kterou vůči hodnocené mapě považujeme za "bezchybnou" (např. již zhodnocená nejnovější mapa většího měřítka).

KARTOMETRICKÁ ANALÝZA MAPY

- ▶ Základní údaje o mapě
 - ▶ Výčet obsahu prvků
 - ▶ Plnění funkce mapy
 - ▶ Geometrická přesnost a spolehlivost mapy
-
- ▶ **Celkové zhodnocení**
 - ▶ **Závěr**

Základní údaje o mapě

- ▶ **název mapy** (včetně psaní velkých a malých písmen, psaní stojatým písmem či kurzívou, řádkování - oddělování jednotlivých řádek svislou čarou),
- ▶ **tematika, zobrazené území, měřítko** (hlavní, lokální)
- ▶ zhodnocení **kompozice kladu mapových listů** (obdélníky, lichoběžníky, překryty, případně vazbu na souřadnicový systém),
- ▶ marginálie a doplňkový obsah, **údaje o autorovi**, sestaviteli, vydavateli, kresliči, rytci a dalších zaznamenaných osobách na mapě,
- ▶ rozměry kresby, formátu papíru, pořadí vydání, údaje o rubové straně, **místo a rok vydání**, provenience a lokace, cena.



Výčet obsahu prvků a plnění funkce mapy

▶ Výčet obsahu mapy po prvcích

- ▶ (systematicky jednotlivé prvky mapového obsahu např. podle legendy), **klasifikace prvků, způsoby kartografického vyjádření** (u každého prvku se uvede, jaký znázorňovací způsob byl použit), údaje o vyhotovení a úplnosti **legendy, náplň mapy** (posoudí se v závislosti na účelu a původnosti mapy, apod.).

▶ Zhodnocení

- ▶ jak mapa vyhovuje účelu **svým měřítkem, kartografickým zobrazením, obsahem a způsobem kartografického vyjádření**, upozorní se na případné použití nemetrických jednotek, zhodnotí se únosnost grafické zátěže mapy, posoudí se **spolehlivost toponomastik**, případně jejich přepis do odvozených map, barevné řešení, polygrafické provedení, **celková estetická úroveň**.



Geometrická přesnost a spolehlivost mapy

- ▶ odhad **polohových chyb prvků mapy**
 - ▶ (základní metodou zjištění geometrické přesnosti mapy je porovnání jejího vybraného obsahu se spolehlivou moderní mapou většího měřítka),
- ▶ geometrickou přesnost je nutné určovat odděleně pro **jednotlivé prvky** obsahu mapy či skupinu těchto prvků,
- ▶ je posouzena **kvalita generalizace**
 - ▶ (respektive překreslování prvků obsahu z mapy původní do její odvozeniny, z odvozeniny do další odvozeniny), zjišťování pramene pro odvozeniny a vyhodnocení deformací;
- ▶ hodnocení upozorňuje na **kartografické chyby**
 - ▶ (např. nesprávný zákres průběhu vodních toků, omyly při umístování a přepisu geografických jmen, nedostatky způsobené tendenčními vlivy (např. neodpovídající zákres hranic apod.), zákres neexistujících a mytických objektů)



Zhodnocení grafické a závěr

- ▶ **Celkové zhodnocení grafické (estetické) úrovně**
 - ▶ provedení dekoračních a doplňkových prvků (parerg, kartuší, vinět), způsobu popisu, celkové **kompozice** staré mapy, umístění hlavního mapového pole, vedlejších map a dalších marginálií, **uspořádání a optická váha** kompozičních prvků (názvu mapy, legendy, měřítko, tiráže), případně srovnání s obdobnou mapou (jiného autora, derivát x původní mapa, jiná provenience).
- ▶ **Závěr, tj. shrnutí jednotlivých zjištění při rozboru a hodnocení, zvláště upozornění na nové poznatky a vývody pro využití staré mapy.**

KARTOMETRICKÁ ANALÝZA STARÝCH MAP

- ▶ Před zahájením hodnocení je nutné **stanovit hierarchii ukazatelů kvality** příslušné staré mapy.
- ▶ Prioritní může být **geometrická přesnost** pro kartometrická šetření na mapě původní a její odvozenině (derivátu), ale i **podrobnost zákresu** obsahu.
- ▶ Požadavky mohou být i protichůdné:
geometrická přesnost x míra generalizace, podrobnost
x názornost
atd.

ANALÝZA KARTOGRAFICKÉHO ZOBRAZENÍ

- ▶ **Vizuální rozpoznávání na mapách velkých měřítek je podstatně obtížnější než na mapách malých měřítek.**
- ▶ **Vyhodnocován je druh kartografického zobrazení:**
 - ▶ zobrazení válcová, kuželová, dále lichoběžníková, s obdélníkovou sítí atd.
 - ▶ Vycházíme ze zákresu rovnoběžek (přímkový, obloukový apod.)
 - ▶ Dále zjišťujeme nezkreslenou (nebo zobrazovací) rovnoběžku
 - ▶ na základě vztahu měřítka v poledníkovém směru a měřítek na jednotlivých rovnoběžkách.



ANALÝZA KARTOGRAFICKÉHO ZOBRAZENÍ

- ▶ Deformace **kartografických sítí**, mohou být důsledkem:
 - ▶ chyb a nepřesností při výpočtech, konstrukci a vykreslení zeměpisných sítí (před kresbou obsahu mapy nebo dodatečně nezávisle na kresbě);
 - ▶ srážky papíru, která ještě v jednotlivých plochách mapového pole může být různá.

ANALÝZA KARTOGRAFICKÉHO ZOBRAZENÍ

▶ Metodika pro zjišťování kartografického zobrazení :

1. vyhledávání informací o dané mapě, uvedené v odborných publikacích a pramenech,
2. vizuální a kartometrické vyšetření obrazu zeměpisné sítě na mapě, zjišťujeme:
 - ▶ druh křivek, zobrazující zeměpisné poledníky a rovnoběžky,
 - ▶ úhel mezi poledníky a rovnoběžkami,
 - ▶ vzdálenosti mezi jednotlivými poledníky,
 - ▶ vzdálenosti mezi jednotlivými rovnoběžkami,
3. stanovení pravděpodobných zobrazovacích rovnic a výpočet polárních nebo pravoúhlých souřadnic některých uzlových bodů zeměpisné sítě,
4. testování analýzy kartografického zobrazení konkrétní mapy.



VÝPOČET MĚŘÍTKA MAPY

- ▶ U nejstarších map měřítko nevyskytuje, nahrazuje jej údaj **o zobrazeném území** a formátu pokreslovací podložky
 - ▶ (velikosti klu, kosti, hliněné destičky, pergamenu, papíru apod.).
- ▶ V období **od 14. do 19. století** se začínají objevovat **grafická a slovní měřítka**, v jedné nebo více **různých dobových mírách**
 - ▶ (kromě délkových měr, např. mílí, byly užívány i míry, které představovaly dráhu, kterou lze urazit pěšky, na koni, slonu za časovou jednotku)

Eschelle
Mille par Geométriques ou Milles Italic

30	80	120	180	240	
Lignes Communes de France					
25	50	75	100		
Lignes Communes d'Allemagne					
12	24	36	48		
Lignes Communes de Sardaigne ou grandes Lignes d'Allemagne					
20	40	60	80		
Lignes Communes de Pologne					
80	160	240	320		
Verstes, ou Lignes Communes de Moscovie					
20	40	60	80		
Lignes d'une heure de Chemin					
Distes, ou Journees Communes de 40 M.P.G. d'actions					
1	2	3	4	5	6

Ville Metropolitaine
Archiepiscopale
Episcopale

A PARIS
Chez H. LAURENT
1692

VÝPOČET MĚŘÍTKA MAPY

- ▶ Číselné měřítko **1:M** převládlo na mapách až v průběhu **19. století**.
- ▶ Není-li měřítko na mapě uvedeno, zjišťuje se pomocí **kartometrických metod**:
 - ▶ Výpočtem ze slovního měřítka
 - ▶ **Určením z grafického měřítka**
 - ▶ Použitím nomogramu
 - ▶ **Určením ze zákresu zeměpisné sítě**
 - ▶ Určením podle kresby obsahu mapy
- ▶ Pro exaktnější zjištění a pro kontrolu, je vhodné použít k výpočtu **alespoň dvě rozdílné metody**



Výpočet ze slovního měřítka:

- ▶ "Masstab der Wiener Zoll gleich eine Oesterreichische Post Meile,,
 - ▶ (jeden vídeňský palec na mapě rovná se jedné rakouské poštovní míli ve skutečnosti)
- ▶ "Oesterreichische Postmeilen zu 4000 Wr. KL. oder ein Wiener Zoll,,
 - ▶ (rakouská poštovní míle po 4000 vídeňských sázích nebo jeden vídeňský palec)

a) Výpočet ze známých poměrů starých měř:

1 Wr. Klafter = 10 = 72 Wr. Zollen = 72"

- ▶ $1: M = 1": 1 \text{ Oester. Postmeile} = 1": 40000 = 1: 72 \times 4000 = 1: 288\,000$
- ▶ měřítko mapy = 1: 288 000 (výpočet odpovídá přesně poměru měřítka mapy).



Výpočet ze slovního měřítka:

b) Výpočet převodem starých měr na míru metrickou:

1 Wr. Zoll = 1" = 26 mm, 1 Oester. Postmeile = 7,6 km
(zaokrouhlené hodnoty)

- ▶ 1: M = 1 mm (na mapě): 1 Postmeile / 1" = 1: 7 600 000 / 26 = 1: 292 307,692 (asi 2920308)
- ▶ měřítko mapy = 1: 292 308 (výpočet je zaokrouhlením zkreslený)



Určeniím z grafického měřítka:

- ▶ Z délky úsečky grafického měřítka popsaného jednotkami starých délkových měř je vypočítáno měřítko

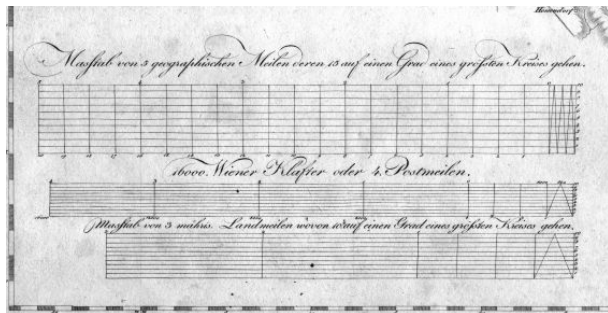
"Masstab von 5 geographischen Meilen deren 15 auf einem Grad eines grössten Kreises gehen."

Délka úsečky 5 geografických mil = 19,39 mm

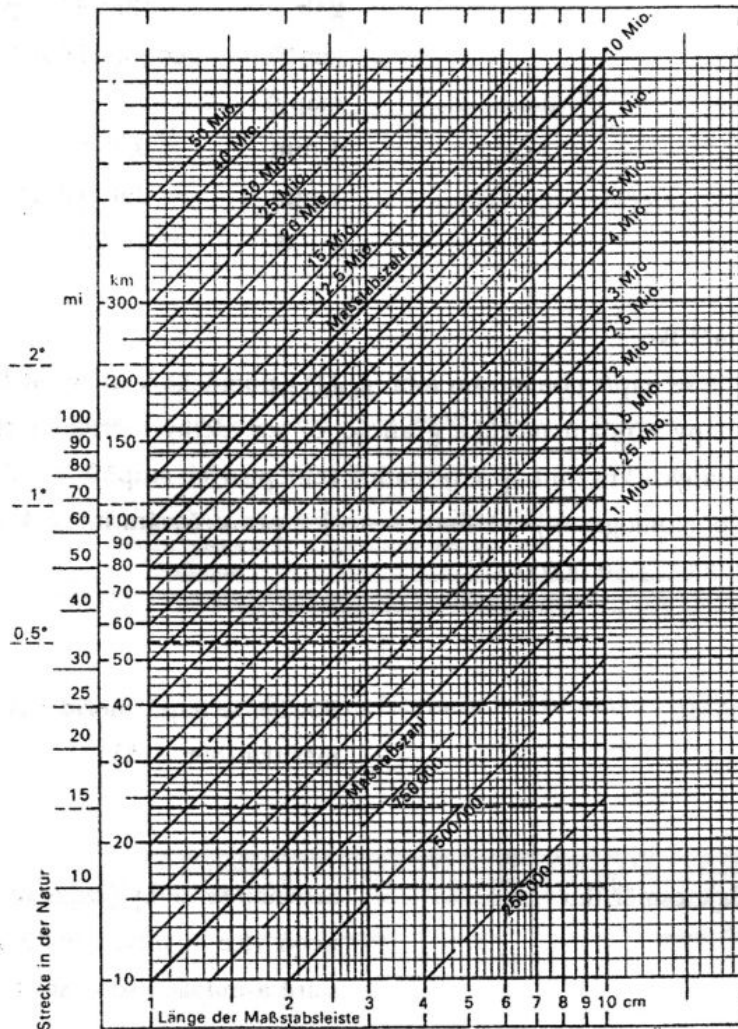
1 geografická míle = 1/15 stupně na rovníku = 7,420 438 5 km

M (měřítkové číslo) = 5 geografických mil : délkou úsečky na mapě

$$M = 5 \times 742\,043,85 : 19,39 = 191\,347,04$$



Použitím nomogramu:



► **Nomogram** = pomůcka k určování **číselného měřítka** mapy z údajů **měřítka grafického**

► z délky měřítka v cm (event. mm) a počtu udaných km (event. mil apod. převedených na km) a anglických statutárních mil, případně zeměpisných stupňů, které měřítko znázorňuje.

► Nomogram je sestrojován pro určování středních a malých měřítek cca **1: 250 000 až 1: 50 000 000**

Určení měřítka ze zákresu zeměpisné sítě:

- ▶ Do druhé poloviny 18. století vycházela tvorba map z jiných rozměrů Země než které má metrický systém.
- ▶ Vycházelo se z údajů **Poseidonia** (137-50 př.n.l.) který určil velikost kvadrantu Země na 8 333 100 m,
- ▶ **Metrický systém** byl zaveden po druhém stupňovém měření francouzské akademie 1791-1808, kdy byla délka kvadrantu Země stanovena na 10 000 000 m,
 - ▶ délka 1° z.š. = 111,111,km,
 - ▶ délka 1° z.d. po rovníku = 111,307 km.

Pozn. **zemský kvadrant Q** je délka poledníku od rovníku k pólu



Určení měřítka ze zákresu zeměpisné sítě:

- ▶ Až **do konce 18. století** se prováděl zákres zeměpisné sítě do mapy **nezávisle nebo dodatečně** po kresbě v mapovém poli a netvořil geometrický ani geodetický základ.
- ▶ Proto je vhodné u starých map uvádět výpočet měřítka alespoň podle dvou výpočetních metod.
- ▶ **a) Určení měřítka cejchovaným měřidlem:**
 - ▶ Zjištění číselného měřítka provádíme na cejchovaném měřidle, zhotoveném na průsvitné folii. Po jeho přiložení k dělení zeměpisné sítě po poledníku, zpravidla na levém okraji rámu mapy, přímo odečteme délku co nejpřesněji v desetínách, resp. setinách mm. Spolehlivost odečtu na cejchovaném měřidle je u nestandardních měřítek pouze orientační.



Určení měřítka ze zakresu zeměpisné sítě:

▶ b) Výpočet měřítka z minutového a stupňového dělení zeměpisné sítě:

- ▶ vycházíme z poměru skutečné délky 1° z.š. na zemi ku délce 1° z.š. změřené po poledníku na mapě:

▶ Bayerova mapa Moravy a Slezska 1818:

- ▶ skutečná délka 1° z.š. = 111,111 km, délka 1° z.š. na mapě = 57,27 cm
 $1: M = 1: 1^\circ \text{ z.š. skuteč.} / 1^\circ \text{ z.š.}$
- ▶ mapa = $1: 111\,111 / 0,5727 = 1: 194\,012,57$
- ▶ zaokrouhlené měřítko mapy 1: 194 010



Určením měřítka podle kresby obsahu mapy:

- ▶ Metoda se využívá hlavně na starých **rukopisných mapách**, nebo mapách přibližně **do počátku 19. století** (kdy mapy získaly geodetické základy).
- ▶ Na novějších mapách se tento způsob užívá **pouze orientačně k vyloučení chyby při zjišťování měřítka**
- ▶ Při tomto způsobu se vzdálenosti **dvojic bodů** změří na moderní mapě (nejlépe v měřítku 1:1 000 000 nebo 1: 100 000) nebo vypočtou skutečné vzdálenosti na zemském povrchu např. ze zeměpisných souřadnic.
- ▶ Následně jsou změřeny vzdálenosti mezi stejnými dvojicemi bodů na staré mapě.
 - ▶ Měření vzdáleností provádíme s maximální přesností. Volíme minimálně jednu dvojici v přibližně poledníkovém směru a jedna dvojice ve směru rovnoběžkovém.
 - ▶ Větší váhu dáváme měřítkům vypočítaných z dvojic bodů v poledníkovém směru a dvojicím bodů významnějších lokalit. Z vypočtených měřítek provedeme **vážený aritmetický průměr**.
- ▶ Současně, **čím starší** je studovaná mapa, tím je také **menší spolehlivost** při odvozování výsledného měřítka mapy.



Určením měřítka podle kresby obsahu mapy:

- ▶ Porovnáváme taková sídla, která v době vyhotovení mapy byla již **astronomicky určena** nebo **uvedena v textových itinerářích**, tabulkách souřadnic bodů, případně která leží na starých dálkových cestách, např. císařských silnicích nebo poštovních trasách, které mívaly udávány vzdálenostní údaje, při soutocích řek apod.
- ▶ Pokud zjistíme větší variabilitu měřítka v mapovém poli, může mít hodnocená mapa více lokálních měřítek.
 - ▶ V tom případě rozdělíme mapu na segmenty, např. na čtvrtiny, a v každém segmentu provedeme samostatné měření nejméně dvou dvojic bodů jak v poledníkovém, tak rovnoběžkovém směru.
- ▶ **Závěrem: pokud se zjištěná měřítka podle různých metod výrazněji liší, je nutné uvést každé měřítko a popsat, podle jaké metody bylo zjištěno!**



KARTOMETRICKÉ ZJIŠŤOVÁNÍ SOUŘADNIC BODŮ

► Podle:

1. odměření zeměpisných souřadnic ze zákresu zeměpisné sítě na staré mapě,
2. vztahu jednotlivých bodů k průběhu kvaziekvideformát,
3. vzájemné polohy bodů změřením směru a vzdálenosti od výchozího bodu,
4. vzájemné polohy identických bodů na staré a novodobé mapě.

