

# Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

---

Emanuel Čubr

O měření země. [I.]

*Časopis pro pěstování matematiky a fysiky*, Vol. 4 (1875), No. 1, 21--26

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/121792>

## Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1875

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

## O měření země.

Napsal

Emanuel Čubr.

### B) Oddělení theoreticko-praktické.

#### IV. Měření stupňů délky.

§. 24.

Měření stupňů délky taktéž vésti může ku poznání velikosti a tvaru země. Porovnání oblouků téhož kruhu souběžného, tedy téže šířky, učí nás znáti odchylky tvaru země od tělesa rotačního, porovnání pak oblouků pod rozličnými šířkami měřených vede nás ku poznání s ploštění.

Proč se s pracemi tohoto druhu tak zřídka setkáváme, má příčinu svou v obtížném provedení astronomické operace sem náležející.

Měření stupně délky skládá se jako měření ve směru meridiánu ze dvou částí, geodetické, kterouž se určí délka oblouku, a z části astronomické, určení amplitudy za účel mající. Amplitudou jest zde úhel sklonu rovin poledníkových, konečnými body oblouku položených; úhel tento jest funkcí času, kterýž uplyne od kulminace jisté stálice v meridiánu jednom (východnějším) k téže kulminaci její v meridiánu druhém (západnějším), poněvadž stejnoměrné otáčení země kolem osy přenášíme na tělesa nebeská. Funkce tato jest podstaty velmi jednoduché; poněvadž se otáčí země za 24 hodin = 1440 minut o 360°, odpovídá otočení o jeden stupeň času 4 minut, otočení o úhel jedné sekundy času  $\frac{4.60}{3600} = \frac{1}{15}$  sekundy. Z toho tedy jest patrné, že určení amplitudy vyžaduje velmi přesné měření času; chyba  $\frac{1}{15}$  sekundy = 0.066... v čase vede za sebou chybu jedné sekundy v amplitudě, což odpovídá asi šestnácti toisám v stupni rovníku.

Nalezají-li se na obou koncích oblouku chronometry, čas hvězdný pro tyto body udávající, třeba jen v témž okamžiku na obou odečísti; rozdíl obou časů jest ihned amplitudou oblouku

časem vyjádřenou. Jedná se tedy o to, jak se má okamžik označiti. Z počátku <sup>1)</sup> užívalo se za znamení zatmění měsíce a zatmění satelitů *Jupiterových* jakožto zjevů, které na místech nepříliš vzdálených týmž okamžikem povstávají; avšak počátek těchto úkazů nedá se s dostatečnou určitostí pozorovati.

*Benzenberg* navrhoval čistění hvězd k tomuto účelu, avšak ten úkaz pozbývá vši zde tak nutné určitosti. Nejlépe se hodí signaly střelným prachem dané na výšinách z obou bodů, jichž amplituda se má určit, viditelných. V době naší poskytuje telegraf a s ním spojený chronograf výtečný prostředek k provedení obtížné operace.

Na provedení měření stupňů délky nemohlo se dříve pomysleti, pokud nestávalo prostředků k zevrubnému měření času. První práce toho druhu považovány musí býti jen co pokusy; sem náleží měření *Cassinim* a *Miraldim* roku 1734 v souběžném kruhu pařížském konané, taktéž měření, kteréž *Cassini de Thury* a *Lacaille* v jižní Francii provedli, dále pokusy *Reubena Burrowa* a *Lambtona* ve *Východní Indii*.

Dle původního plánu pro měření peruánské mělo se také tam provésti měření stupně délky; avšak podle návrhu *Bouguerova*, který obtíže a nespolehlivost takové operace uvážil, s toho sešlo; následkem toho teprve uzavřeno měření lapponské.<sup>2)</sup>

Když bylo měření meridiánu mezi *Formenterou* a *Dunkerkem* dokázáno, uzavřel francouzský gouvernement provedení velké triangulace ve směru kruhu souběžného, která by sloužiti měla měření stupňů délky mezi mořem atlantickým a jaderským za základ. Vedením plukovníka *Brousseaua* provedena triangulace od ústí *Girondy* k hranicím savoyským, načež podán vládě sardinské a rakouské návrh, aby každá z nich část projektovaného řetězu triangulačního, připadající na vlastní území, měřiti dala. Návrh ten přijat a ihned sestavila se smíšená komise z důstojníků sardinských a rakouských jakož i ředitelů hvězdáren v *Miláně* a *Turině* totiž *Carliniho* a *Plany*. Celý takto změřený oblouk kruhu souběžného obnáší  $12^{\circ}59'3\cdot72''$ , časem vyjádřen  $0^{\text{h}}51'56\cdot248''$ ; zeměpisná šířka tohoto kruhu jest

<sup>1)</sup> Dr. F. *Brünnov* „Sphärische Astronomie.“ Berlin 1871.

<sup>2)</sup> *Mädler*: „Geschichte der Himmelskunde“. I. Bd.

45° 43' 12"; délka jednoho stupně určena na 77862·60 metrů (39948·96 tois). Při určování azimutů jakož i amplitud objevily se však veliké odchylky. Tak na příklad obdržen azimut na *Mont-Cenisu* pozorováním o 49·55" menší než jak v *Paříži* byl vypočítán; astronomicky určený rozdíl zeměpisných délek meridiánu *Milánského* a *Turinského* vyskytnul se o 31·29" menším než z geodetického výpočtu plynul. A takových odchylek našlo je ještě více.

Triangulaci se vna toho přiřknouti nemůže, poněvadž provedena velmi svědomitě; hlavně bude záležití v tom, že základ počtů, zvlášt co se azimutů týče, byl chybný; jiná část dá se vysvětliti tím, že tehdaž ještě nebrán při astronomickém pozorování ohled na tak zvanou osobní rovnici, jejímž účelem jest odstraniti vliv osobitosti rozličných při téže práci zaměstnaných pozorovatelů. Co pak ještě zbývá, pocházeti bude částečně z odchylek kolmice a částečně z nepravidelností v tvaru země.<sup>1)</sup>

Jiné velkolepé měření stupňů délky provedeno ve Francii na kruhu souběžném, na kterémž *Paříž*, *Brest* a *Štrasburk* leží; jmenovaná místa zároveň jsou nejhlavnějšími body celé práce. Část mezi *Paříží* a *Štrasburkem* provedl plukovník *Henry*, část druhou plukovník *Bonne*. Část astronomická provedena pomocí signálů střelným prachem daných v rocích 1824 a 1825; pro amplitudu oblouku *Paříž* - *Štrasburk* obdržena hodnota 0<sup>h</sup> 21' 35·48" v čase, tedy 5° 23' 52·20"; pro část druhou nedocílno žádných potřebných výsledků.

V době pozdější prodlouženo toto měření přes *Mnichov* až k *Vídni* a astronomická část provedena pomocí telegrafu.

V Německu pojal myšlenku o měření stupňů délky ponejprv generál *Müffling* r. 1816 a předložil r. 1817 plán takové práce pařížskému „*Bureau de Longitudes*“, které sestavilo komisi k proskoumání otázky, zdali se hodí lépe signály střelným prachem aneb parabolickými zrcadly dané. Než však tato komise práci svou dokončila, upuštěno od celého plánu *Müfflingova* a uzavřeno měření předešlé.

Na to pak vykonal *Müffling* samostatně měření, spojiv hvězdárnu na *Seeberku* u *Gothy* s *Dunkerkem* a *Manheimem*

<sup>1)</sup> *Baeyer* „Grösse und Figur der Erde.“

v jeden veliký trojúhelník, z něhož určil vzdálenosti a polohu jmenovaných míst; co rozdíl zeměpisných délek *Seeberku* a *Dunkerku* obdržel  $0^{\text{h}} 33' 25'' \cdot 178''$  aneb  $8^{\circ} 21' 17'' \cdot 68''$ . Z těchto výsledků pak vypočítal sploštění země  $= \frac{1}{315 \cdot 2}$ .<sup>1)</sup>

Samostatné měření stupňů délky provedeno v Anglicku mezi *Greenwichem* a *Valencií* na pobřeží *Irském* v kruhu souběžném  $51^{\circ} 40'$  šířky. Z tohoto měření plyne délka jednoho stupně kruhu na poledník normálního  $57226 \cdot 83$  tois.

Největší měření stupňů délky však provedlo Rusko. Tam podle návrhu r. 1857 *Struvem* vypracovaného provedena triangulace od pruských hranic až k východní hranici Evropy jdoucí; k tomuto řetězu trojúhelníků asi  $39^{\circ}$  zaujímajícímu připojen řetěz v *Prusku* provedený v rozsáhlosti asi  $12^{\circ}$ , dále pak belgický  $5^{\circ}$  a konečně anglický  $13^{\circ}$  obnášející, tak že celé měření  $69^{\circ}$  zaujímá. Rozdíly délek určeny mají býti pomocí telegrafu. Práce ještě není dokončena.

Tak spojena všechna v Evropě konaná měření stupňů a zároveň povstal takto řetěz trojúhelníků ve směru k rovníku souběžném od meridianu *Valenciánského* až k východní hranici Evropy jdoucí.

Nesmírná to práce; čest budiž vzdána státům a mužům, kteří na provedení jejím se zúčastnili!

## V. Rozměry a tvar země co výsledek měření stupňů.

### §. 25.

Bezprostředním účelem měření stupňů jest určení tvaru a velikosti země. Veliká řada učenců zanášela se řešením této úlohy; <sup>2)</sup> stůjtez tu na důkaz jména: *Maupertuis*, *Delambre*, *Laplace*, *Legendre*, *Zach*, *Lindenaу*, *Bohnenberger*, *Bessel*, *Walbeck*, *Schmidt*, *Airy*, *James*.

Že výsledky těchto prací rozličnou mají cenu vědeckou, vysvítá z mnohých příčin. Především musí každý takový počet

<sup>1)</sup> *Baeyer* „Grösse und Figur der Erde“ a „*Baurnefeind* „Bedeutung moderner Gradmessungen“.

<sup>2)</sup> *Berliner Astronom. Jahrbuch für 1852*. Str. 318.

zakládati se na jakési domněnce o tvaru země, neboť jen na dané, na určité ploše dají se analytické operace prováděti; rozliční učencové se však v těchto hypotézách valně lišili. V tom leží již jedna příčina. Druhou příčinu hledati musíme v tom, že jednotliví z jmenovaných učenců výsledky rozličných měření stupňových za základ výpočtů svých položili. Konečně má také pochod praktického počítání při pracích takových na výsledek značný vliv.

Na příklad budiž uvedeno, že dle starších výpočtů hodnota pro sploštění velmi byla neurčitá, měnila se od  $\frac{1}{270}$  do  $\frac{1}{334}$ , tedy v mezích příliš rozsáhlých. Protož také mají starší práce sem náležející více méně jen historický význam.

Důležité však jsou výpočty doby novější; základem jejich jsou novější měření stupňů s velikou důkladností konaná, a použilo-li se při nich měření starších, stalo se to teprve po důkladném jich zkoumání a opravení. Zároveň byl theoretický pochod při nich zachovávaný zdokonalen.

Výsledky důležitějších prací v pořádku chronologickém seřazené jsou tyto:

1. Porovnáním měření peruánského a francouzského, kteréž provedli *Delambre* a *Mechain*, určila „*Commission des Poids et Mesures*“

$$\text{sploštění } \alpha = \frac{1}{334}$$

a délku kvadrantu  $\kappa = 5130740$  tois.

Jsou to tytéž výsledky, na nichž spočívá míra metrická.<sup>1)</sup>

2. Z výsledků měření peruánského a francouzského, *Delambre* rektifikovaných obdržel *Puissant*

$$\alpha = \frac{1}{309\cdot6}$$

$\kappa = 5131111\cdot4$  tois.

3. *Zach*<sup>2)</sup> vypočítal, také na základě měření peruánského a francouzského, sploštění a rozměry země. Dle něho jest

$$\alpha = \frac{1}{310}$$

<sup>1)</sup> Viz §. 15.

<sup>2)</sup> v. *Zach's* „*Monatl. Correspondenz.*“ 1812. Julius XXVI.

poloměr rovníkový  $a = 3271558$  t.  
 polovice osy otáčení  $b = 3261005$  „

4. *Walbeck*<sup>1)</sup> porovnal šest měření stupňových a sice měření peruánské, obě měření vychodoindická, měření francouzské, anglické a švédské, a na základě metody nejmenších čtverců obdržel tyto hodnoty:

$$\alpha = \frac{1}{302.78}$$

$$\kappa = 5130878.4 \text{ tois}$$

$$a = 3271819.5 \text{ „}$$

$$b = 3261012.8 \text{ „}$$

střední délka stupně  $s = 57009.76$  „

5. K šesti měřením, kteréž *Walbeck* spracoval, připojil profesor *Eduard Schmidt* v *Gotinkách*<sup>2)</sup> ještě měření hanoverské, Gaussem provedené, a obdržel taktéž pomocí metody nejmenších čtverců

$$\alpha = \frac{1}{297.479}$$

$$\kappa = 5130779.0 \text{ tois}$$

$$a = 3271852.318 \text{ „}$$

$$b = 3260853.703 \text{ „}$$

střední délka stupně  $s = 57008.655$  „

(Pokračování.)

<sup>1)</sup> *Walbeck et Brunner* „De forma et magnitudine telluris“. Aboae 1819.

<sup>2)</sup> Dr. C. J. *Eduard Schmidt* „Lehrbuch der mathem. und phys. Geographie“ 1829. I. předmluva a §§. 231—239.