

# Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

---

Rudolf Kolomý

Z historie starých měr a zavedení metrické soustavy

*Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*, Vol. 14 (1969), No. 4, 177--181

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/139280>

## Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1969

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>

Laboratory (s dokončením se počítá už začátkem roku 1969). To je nesporně největší supravodivý magnet, který je již ve stadiu realizace. Ve stadiu projektových příprav jsou podobné magnety v dalších ústavech zabývajících se fyzikou vysokých energií v USA, SSSR, Anglii, Francii a v CERNu (společná organizace několika západoevropských zemí pro výzkum v oblasti vysokých energií).

## 9. VÝHLEDY – ZÁVĚR

Uvedené aplikace supravodivosti jsou jen ty nejnámější, ale zdaleka ne všechny. Jen namátkou lze ještě jmenovat ultracitlivé bolometry (detektory tepelného záření), supravodivé rezonanční dutiny, urychlovače a vysokofrekvenční generátory. V oblasti silnoproudých aplikací pak se již dnes vážně posuzují možnosti využití supravodičů ve vinutí točivých strojů a pro transformaci a dálkový přenos elektřiny.

Jak už bylo jednou zdůrazněno (v souvislosti s aplikací kryotronů v kybernetických strojích) je technické využití supravodivosti podmíněno masovým ovládnutím a rozšířením techniky velmi nízkých teplot. Šíření této techniky z laboratoří do technické praxe již začalo – alespoň ve světovém měřítku. I u nás se projevují první náznaky takového vývoje. Je zřejmé, že perspektivy supravodivých materiálů mohou být významným příspěvkem k tomu procesu, jemuž jsme začali říkat vědeckotechnická revoluce a který jako nikdy dosud spojuje neoddělitelně vědu a techniku s výrobním procesem i životními podmínkami nás všech.

## Literatura

- [1] V. L. NEWHOUSE: *Applied Superconductivity*, John Wiley, N. York—London—Sydney, 1964.
- [2] E. A. LYNTON: *Superconductivity*, Methuen - London, J. Wiley - N. York, 1962, ruský překlad *Sverchprovodimost'*, Mir Moskva, 1964.
- [3] J. W. BREMER: *Superconductive Devices*, Mc Graw-Hill, N. Y. - Toronto—London, 1962, ruský překlad *Sverchprovodjaščije ustrojstva*, Mir, Moskva, 1964.

## Z HISTORIE STARÝCH MĚR A ZAVEDENÍ METRICKÉ SOUSTAVY

RUDOLF KOLOMÝ, Moravská Třebová

V dějinách lidstva můžeme sledovat dlouhodobou snahu po získání základních a pokud možno co nejobektivnějších jednotek pro měření veličin a jejich neustálé zpřesňování a rozšiřování. V tomto článku si povšimneme vývoje délkových jednotek.

U nás byl dán základ sjednocení délkových a plošných měr již za Přemysla Otakara II. Kronikář Václav Hájek z Libočan o několik století později popisuje ve své „Kro-

nice české“, jak k tomu došlo. Základem délky bylo ječné *zrno* (4,93 mm), čtyři ječná zrna tvořila *prst* (19,71 mm), pět ječných zrn *palec* (24,65 mm), čtyři prsty *dlaň* (78,85 mm), 10 prstů *píd'* (197,14 mm), tři pídě byl tzv. *pražský loket* (0,591 m). Později se tato soustava znovu rozrůznila a za panování Karla IV. musely být míry znovu stanoveny. Byly vloženy do zemských desek, ale bohužel neměly dlouhého trvání, protože shořely spolu s nimi při velkém požáru pražského hradu v roce 1541.

Podrobný záznam o starých českých mírách provedl „císařův služebník v umění geometrickém a zemský měřič v království českém“ Šimon Podolský z Podolí (1561—1617) v česky psaném spise „Knížka o měrách zemských“. Obsahem knížky je poučení o správných zemských mírách a o správném postupu při vyměřování, protože – jak zdůrazňuje Podolský – „ne každý jest geometr a měřič, kdož máje šňůru aneb provazec v ruce, okolo dědin neb lesů s ní chodí“. Píše o neodborném vyměřování pozemků, luk, lesů, gruntů a vesnic nezkušenými laiky, kteří změřili mnohdy nesprávným provazcem obvod pozemku, dělili jej čtyřmi a za velikost plochy brali čtverec tohoto podílu, aniž si všímali nepravidelností pozemku.

Délkovou jednotkou byl tzv. *pražský loket*. Jeho prototyp, železná tyč se dvěma výstupky, vymežující délku jednoho lokte (0,591 m), je dosud zazděn ve stěně věže Novoměstské radnice v Praze a býval volně přístupný, aby si kupci při trzích mohli porovnávat své míry; později při úpravách okolního terénu zůstal příliš vysoko nad úrovní ulice. Z ostatních jednotek se pro delší měření užívalo tzv. *zemského provazce*, který původně měřil 42 lokte a po požáru zemských desek byla jeho délka stanovena na 52 lokte (tj. necelých 31 m). Důvod ke změně délky provazce není přesně znám. Jsou však dohady, že délka měla být uvedena do souladu se zemskými rozměry, a uvádí se přitom, že délka 1" na rovníku je asi 30,9 m.

Pražský loket byl r. 1708 zaveden v Čechách jako závazná míra a nazván *loket český*. Roku 1764 však nařídila Marie Terezie všem rakouským zemím, aby užívaly *vídeňského lokte* (0,778 m). V Čechách se však mohlo měřit i českým loktem. Vedle českého a vídeňského lokte se však užívalo u nás v řadě měst ještě mnoha jiných loktů, volně přístupných na veřejných budovách, nejčastěji na radnicích. Tak víme o existenci brněnského, mělnického, litomyšlského, budějovického, moravského a jiných loktů, jejichž délky byly mnohdy odlišné. Kromě toho se užívalo dalších jednotek, většinou odvozených z rozměrů lidského těla, jako např. *palec*, *dlaň*, *stopa*, *sáh* aj., jejichž délky byly v různých oblastech různé. Základní délková jednotka *sáh* pochází od slova „sáhnouti“ a označuje délku mezi špičkami prstů rozepjatých paží. Proto také byly sáhy v jednotlivých zemích přibližně stejně dlouhé. *Vídeňským sáhem* (asi 1,9 m) se měřilo od roku 1771 také u nás.

Plošné jednotky byly původně odvozovány tou nejpřirozenější cestou ze zemědělské práce. Plošné jednotky *záhon*, *brázda* či *jitro* vyjadřovaly plochu kterou mohl rolník za den obdělat. Ale i tyto plošné jednotky byly samozřejmě různé. Tato nejednotnost v mírách délkových, plošných a rovněž i objemových a váhových způsobovala velké potíže zejména v hospodářském životě, v obchodním styku a později při rozvoji průmyslové výroby.

Snahou vědců a hospodářských činitelů bylo zavést jakousi „věčnou“ míru, přičemž by se jednotka délky stanovila z některého objektivně neměnného přírodního jevu. Již na konci 17. století navrhoval holandský fyzik CH. HUYGENS za jednotku délkové míry délku vteřinového kyvadla. Jiný návrh z druhé poloviny 18. století navrhuje považovat za délkovou jednotku dráhu, kterou proběhne volně padající těleso ve vzduchoprázdnu za jednu vteřinu. Někteří učenci navrhovali zase vzít za základ délky pozemským pozorovatelem zachycený zdánlivý průměr Slunce, nebo délku buňky ve včelí plástvi apod.

Ale již v roce 1585 navrhoval holandský fyzik SIMON STEVIN, aby se státy dohodly na *decimální soustavě* měr, vah, peněžních jednotek i na decimálním dělení kruhu. Trvalo však ještě přes dvě stě let, než byla vytvořena a uznána metrická soustava.

*Metrická soustava* vznikla ve Francii v době Velké francouzské revoluce. Zákonodárné národní shromáždění se usneslo vzít za délkovou jednotku *délku vteřinového kyvadla* pařížské hvězdárny. Pařížská akademie věd však tuto míru nedoporučila a přijala Talleyrandův návrh vzít za délkovou jednotku *desetimiliontinu zemského čtvrtpoledníku*. Návrh byl schválen 26. března 1791 a byl vydán jako zákon. Jednotka byla pojmenována metr, podle řeckého slova „metrein“, což znamená „měřit“. Desetinné dělení a pojmenování nižších jednotek bylo uzákoněno v roce 1795.

S potřebnými měřeními se započalo ihned. Práce se ujali dva vynikající pracovníci francouzské akademie J. B. DELAMBRE (1747—1822) a A. MÉCHAIN (1744—1805), kteří změřili v letech 1792—1798 část pařížského poledníku na severu od města Dunkerque a na jih až k Barceloně. Úkolem bylo stanovení délky jednoho stupně v určité zeměpisné šířce a z výsledku měření pak určení délkové jednotky a tvaru průřezové elipsy zemského tělesa. Obě uvedená města, vzdálená  $9^{\circ} 40' 24,75''$ , byla spojena triangulační sítí o 120 trojúhelnících v celkové délce 551 584,72 toise (1 francouzský sáh = 1 toise = 1,949 m). Z těchto měření byla určena délka zemského kvadrantu v toisech ( $Q = 5\,130\,739,8$  toisů). Desetimiliontá část této délky pak byla vzata za metr. Dne 10. prosince 1799 byla ve Francii zavedena tato nová zákonná délková míra a tím alespoň v této zemi byl odstraněn zmatek starých sáhových měr. Podle pomyslného metru, stanoveného jako část toisu (asi 0,513 toisu), byl zhotoven platinový metr ve tvaru pravítka obdélníkového průřezu  $25\text{ mm} \times 4\text{ mm}$  a uložen ve státním archívu Francouzské republiky; odtud také název archívní metr (*mètre des Archives*). Vzdálenost mezi oběma konci tohoto měřítka (zvaného též koncové měřítko) udávala při  $0^{\circ}\text{C}$  správnou délku jednotky.

Metr se postupně vžíval. Roku 1803 byla zavedena metrická soustava v Itálii, roku 1821 v Holandsku a v Belgii, roku 1836 v Řecku, ale v samotné Francii byly staré míry definitivně zrušeny až roku 1840. Roku 1871 a s platností od roku 1876 byla metrická soustava zavedena také v Rakousko-Uhersku a tím i u nás. Do té doby se užívalo sáhové soustavy (1 sáh = 6 stop = 72 palců = asi 1,9 m). V roce 1875 přistoupilo k metrické soustavě dalších 18 států. Jedině Anglie, která používala a dosud používá yardové míry, nepřijala metr jako zákonnou délkovou míru, neboť by prý náhlé jeho zavedení nepříznivě zasáhlo rozvíjející se hospodářský život. Podobně

Spojené státy a země ve sféře Velké Británie (Indie, Austrálie, Kanada, Irsko aj.) si ponechaly yardové míry. Rovněž v Rusku se udržely staré míry až do Říjnové revoluce.

Státy, které přistoupily na metrickou soustavu, podepsaly „*metrickou konvenci*“, již se zřizoval *Mezinárodní ústav pro míry a váhy*.

Postupem doby se však ukázalo, že původní definice metru se nedá trvale udržet, neboť další stupňová měření a výpočty rozměrů Země vedly k malým rozdílům, které však nebylo možno zanedbat. Tak už počátkem 19. st. vypočetl německý geodet BESSEL délku kvadrantu  $Q = 10\,000\,856$  m a počátkem 20. st. Američan HAYFORD udává pro  $Q$  hodnotu  $10\,002\,293$  m. Těsně před druhou světovou válkou sovětský geodet KRASOVSKÝ určil délku kvadrantu  $Q = 10\,002\,138$  m, což se dosud považuje za nej přesnější údaj. Přesto bylo dohodnuto, aby „*mètre d'Archive*“ zůstal i nadále mezinárodní jednotkou délkové míry. Původní archívni metr, jakožto koncové měřítko, byl nahrazen dokonalejším čárkovým měřítkem ve tvaru tyče z platiny a iridia (poměr 9 : 1) o kolmém průřezu ve tvaru písmene X a v roce 1889 byl prohlášen za mezinárodní prototyp metrické soustavy. Na základě toho byl *mezinárodní metr* definován takto: je to délka obsažená při teplotě  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  mezi dvěma středními ryskami, které jsou vyryty na neutrální ploše kolmo k její ose. Profil tvaru písmene X (lze ho vepsat do čtverce o straně 20 mm) byl zvolen proto, aby tyč měla co největší odolnost proti ohybu a aby se získala velká povrchová plocha, umožňující rychlé vyrovnání teploty s okolím. Slitina platiny s iridiem má vysoké antikorozní vlastnosti, dostatečnou tuhost a časovou stálost rozměrů. Mezinárodní prototyp metru spolu s ostatními jednotkami je uložen v Mezinárodním ústavu pro míry a váhy v Sèvres u Paříže.

Státy, které přistoupily na metrickou soustavu, dostaly kopii mezinárodního metru s přesně vyjádřenými koeficienty délkové roztažnosti. Odchytky od přesné délky mezinárodního metru jsou ovšem velmi nepatrné a mají význam pouze ve vědeckých pracích.

Československá republika přistoupila k mezinárodní metrické úmluvě z roku 1875 v roce 1922 a získala jako hlavní délkový etalon náhradní invarový metr o průřezu písmene H. Roku 1929 se podařilo získat přesné měřítko platinoiridiové č. 7, vyrobené v roce 1874, jeho cena byla asi čtvrt milionu tehdejších korun, a v roce 1930 bylo odevzdáno Úřadu pro míry a váhy v Praze, kde se provádějí komparace měřítek. Pro zajímavost uvedme, že tento náš „národní metr“ je při teplotě  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  o  $10^{-4}$  mm delší než přesný metr.

Snaha po vytvoření základního měřítka podle stálého přírodního jevu, aby kdokoliv a kdekoliv si je mohl sám určit nebo jeho správnost ověřit, vedla k *vyjádření metru v délkách světelných vln*. Přispěl k tomu rozvoj optického interferenčního způsobu měření délek.

Podle usnesení 7. generální konference pro míry a váhy (30. září 1927) byla k tomuto měření zvolena za základ červená čára ve spektru kadmia, jejíž vlnová délka  $\lambda = 0,643\,846\,96$  mikrometru, takže  $1\text{ m} = 1\,553\,164\lambda_{\text{cd}}$ .

11. konference Mezinárodní organizace pro míry a váhy v Paříži v říjnu roku 1960 přijala novou definici metru. 1 metr = 1 650 763,73 délek vln světla červené čáry izotopu kryptonu 86. Izotop Kr 86 je radioaktivní, poločas 9,4 roku, snadno se získá čistý, jeho červená čára je dostatečně úzká. Získání spektrálního izotopu kadmia je obtížnější. Tato definice nic nemění na běžném užívání metru, znamená však přechod od umělého platinoiridiového normálu k přirozenému délkovému normálu, jímž se stává uvedená vlnová délka.

Závěrem stručná zmínka o ostatních mírách užívaných ve světě. Již jsme se zmínili o anglických *yardech*. Základem této délkové míry zavedené v roce 1216 snad byla délka ruky krále Jindřicha I. Později byla tato délka upřesněna a za délku yardu byla vzata délka vteřinového kyvadla hvězdárny v Greenwichi. Z Anglie pocházejí rovněž některé dodnes u nás ve strojírenství a stavebnictví užívané míry, a to *couly*: 1 yard = 3 stopy = 36 coulů = 91,44 cm. To tedy znamená, že třeba dvoucoulové prkno je 52 mm silné.

Na Východě v Číně a v Japonsku i jinde se užívá dosud národních měřidel. Nicméně však v těchto zemích, podobně jako v anglosaské oblasti, se užívá též metrická soustava a bylo již vykonáno mnoho přípravných prací pro její povinné zavedení, ke kterému má např. v Anglii dojít po roce 1970.

Ze stručně načrtnutého historického vývoje délkových měř je vidět snaha lidstva po unifikaci a přesnější definici délkové jednotky, vyvolaná snahami po přesnějším měření, podmíněném prudkým rozvojem vědy a techniky.

#### Literatura

- DAVIDEK V.: Technik a staré míry délkové a plošné. *Sborník pro dějiny přírodních věd a techniky č.9.* NČAV Praha 1964, 271—294. Viz tamtéž bohatý soupis naší a zahraniční literatury.
- HONS J. - ŠIMAK B.: *Pojďte s námi měřit zaměkouli.* Praha - Orbis 1959.
- KUCHAŘ K.: *Naše mapy odedávna do dneška.* NČSAV Praha 1958.
- RYŠAVÝ J.: *Geodesie I., II.* SNTL Praha 1955.
- PUDR J.: *Dějiny geodesie a kartografie.* Učební texty vysokých škol. České vysoké učení technické v Praze. Fakulta zeměměřická. Praha 1959.
- SEDLÁČEK A.: *Paměti a doklady o staročeských mírách a váhách, jež sebral a složil . . . . .* Rozpravy České akademie věd a umění, tř. I., č. 66, Praha 1923.
- Naučné slovníky: Riegrův* 5, 361—2  
*Ottův* 17, 418—9  
*Teysler-Kotyškův* 8, 498—9