

# Významná výročí mezinárodní metrologie v roce 2005

František Vdoleček

## Úvod

Na letošní kalendářní rok, ostatně jako na každý jiný, připadá řada významných výročí také v oblasti techniky. V souvislosti s oborem řídicí techniky, která se neobejde bez dokonalého měření, je vhodné si stručně připomenout také dvě kulatá výročí mezinárodní metrologie. Automatizace, resp. řídicí technika je oborem, který by bez měření a měřicí techniky nemohl vůbec existovat. Schéma regulačního obvodu je obvykle redukováno pro jednoduchost na pouhé dva stavební prvky, regulovanou soustavu a regulátor. Zdůrazněna pak bývá nezbytnost uzavření celého obvodu zpětnou vazbou, čímž se regulace (řízení) odlišuje od podstatně jednoduššího ovládní. Právě ona tolik důležitá zpětná vazba, v blokovém schématu zpravidla reprezentovaná jedinou čarou, je ve skutečnosti představovaná mnohdy i dosti složitým měřicím řetězcem.

Právě tento měřicí řetězec a měřicí technika obecně, mají v automatické regulaci svým způsobem dominantní postavení. Ani ten nejdokonalejší řídicí systém nedokáže uregulovat soustavu, jestliže mu měřicí řetězec bude dodávat zkreslené informace o stavu sledovaných veličin, ať se již jedná o samotnou veličinu regulovanou, či okolní poruchové veličiny apod. Čím více informací řídicí systém dostane, a čím budou spolehlivější, tím lepší výsledek můžeme od celého řízení očekávat.

Také v jiných oborech si jejich dnešní úroveň již asi málokdo dovede představit bez vyspělé techniky měřicí. Měření nás doprovází takřka na každém kroku a mnohý významný technický krok kupředu, objev, inovace apod. vděčí za svou existenci právě dokonalější úrovni měření a měřicí techniky. Samozřejmě, že někdy to bylo podmíněno aplikacemi měření v oblasti vývoje, experimentu, jindy ve výrobní technologii. Lze také zjednodušeně říci, že právě vzájemným působením měření s ostatními technickými a vědními obory je podmíněna spirála vývoje techniky posledních desetiletí.

O samotný rozvoj oboru měření se stará jeho samostatná vědní disciplína – metrologie, která v letošním roce oslavuje dvě významná výročí. Prvním je výročí Metrické konvence, od jejíhož přijetí uplynulo letos na jaře již 130 let, druhým jsou pak podzimní padesátiny Mezinárodní organizace pro legální metrologii. Obě výročí zapadají rovněž do kontextu s výročím automatizačním (technické kybernetiky), když letos vzpomínáme i 55. výročí vydání publikace profesora Norberta Wienera *Kybernetics and Society* (Kybernetika a společnost).

## Metrická konvence

Od podpisu Metrické konvence a vzniku Mezinárodní organizace pro váhy a míry (Bureau International des Poids et Mesures – BIPM) uplynulo 20. května již 130 let. Přestože i z pouhého názvu lze odvodit, že se jednalo o popis „jakési dohody o metru“, je význam celého aktu z 20. 5. 1875 v Paříži mnohonásobně širší. Zavedení metru jako takového do měrového systému, včetně jeho

definice, svůj velký význam mělo, ale zdaleka se nejednalo jen o něm. Po mnoha desetiletích byla uzákoněna dekadická soustava v mezinárodním měřítku, když v mnoha vyspělých zemích se osvědčila a začala prosazovat k životu již od konce století sedmáctého, stejně jako sám metr se objevil téměř o století dříve. Největším kladem je pak bezesporu nastartování velmi široké mezinárodní spolupráce v metrologii, do té doby velmi regionálně roztržštěné. Metrická konvence znamená především mezinárodně platné soustavy jednotek v dekadických řadách a postupem dalšího vývoje přecházející na koherentní systém bez složitých přepočtových součinitelů. Průvodním jevem celé akce bylo i zřízení výše uvedené Mezinárodní organizace pro váhy a míry, jejích orgánů, výborů a struktury, jak ji vlastně známe až do dnešních dní. Nově vzniklá organizace dostala do vínku zámeček v Seversu u Paříže, kde dodnes sídlí. Vrcholným orgánem BIPM je pak Generální konference vah a měř (Conférence Générale des Poids et Mesures – CGPM), která zasedá od doby vzniku Metrické konvence každé čtyři roky.

Pro naše země, české i slovenské kraje, je to historie velmi aktuální. Přímo v centru dění v Paříži sice byli zástupci tehdejšího Rakouska-Uherska, kam jsme v devatenáctém století patřili. Zatímco české země představovaly jakousi průmyslovou základnu rakouské části, Slovensko hrálo podobnou roli v části uherské, takže se důsledky Metrické konvence dotýkaly obou zemí velmi bezprostředně. S odstupem více jak století je zajímavé, podívat se na tehdejší „signatáře“ smlouvy. V roce 1875 bylo zakládajících zemí 18 a v abecedním pořadí to byly: Argentina, Belgie, Brazílie, Dánsko, Francie, Itálie, Německo, Norsko, Peru, Portugalsko, Rakousko-Uhersko, Rusko, Španělsko, Švédsko, Švýcarsko, Turecko, USA a Venezuela. Po rozpadu Rakouska – Uherska podepsala samostatná ČSR metrickou konvenci v roce 1922 a od roku 1993 jsou jejími členy i nástupnické státy – Česká republika a Slovenská republika.

Pro naši vědu a techniku je důležité, že se svou trvalou přítomností řadíme mezi několik desítek předních zemí, které se podílejí na činnosti BIPM a všech jejích struktur, že česká i slovenská pracoviště a laboratoře jsou zapojena do jednotlivých výborů péče o skupiny veličin a jednotek. Účastí na mezilaboratorních porovnáních i porovnáních národních etalonů se přímo podílíme na onom výše vzpomínaném zdokonalování a zpřesňování měření v celosvětovém měřítku. Podrobnější strukturu i zapojení do těchto mezinárodních struktur lze nalézt např. v lit. [3], [5], [6], [7]. V dnešních dnech má Metrická konvence 51 členských a dalších 18 asociovaných států.

## Historie metru a jeho definice

Pokud jde o metr jako základní jednotku délky a jeho definici, je vhodné si připomenout, že namísto „původní“ definice z roku 1875 platí v současnosti již vlastně čtvrtá – upřesněná verze, definující metr prostřednictvím rychlosti světla ve vakuu. Výsledkem je často jen těžko představitelné zpřesnění jednotky délky na ne-



jistoty v řádu  $10^{-12}$ , když předchází definice, vycházející z násobku vlnových délek vyzářených přechodem mezi dvěma energetickými hladinami garantovala přesnosti „pouze“  $10^{-8}$ .

Je zřejmé, že v oboru automatického řízení jsou velmi frekventované především tzv. „procesní“ veličiny jako jsou teplota, tlak, průtok a další. I jejich jednotky prošly zajímavým vývojem, který by vydal na velmi obsáhlé dílo. Při příležitosti výročí Metrické konvence se ale podívejme blíže na historii metru, který je chápán v jistém smyslu jako základ měrové soustavy, zachovává si tradičně přední pozici v soustavě jednotek a jen velmi málo jednotek dalších technických veličin se nějakým způsobem na metr neodkazuje.

Metr jako jednotka délky v dnešní podobě byl zaveden již zákonem republiky ve Francii 1795, tedy zhruba 80 let před podpisem Metrické konvence. Tehdejší definice metru, jak to učí i historie, říkala, že se jedná o desetimiliontu část zemského kvadrantu. Kvadrant Země dle tehdejších měření představoval délku 5 130 740 peruánských sáhů a 1/10 000 000 této vzdálenosti, měřená při teplotě 13 °R (asi 16,5 °C, odpovídající tehdejší průměrné roční teplotě ve Francii) byla jedním metrem. Převodní vztah z konce 18. století uváděl, že 1 m je délka 443,295 938 pařížských čárek peruánského sáhu. Jednak zpřesněním měření, jednak nepraktičností dřívějších definic, se později přešlo v roce 1889 k definici, že délka jednoho metru je rovna vzdálenosti dvou rysek na platino-iridiovém prototypu metru, který byl od vzniku Metrické konvence uložen v Severs u Paříže. Tato definice pak přečkala až do poloviny dvacátého století, kdy již nemohla postačovat rostoucím nárokům na přesnost v souvislosti s rozmachem vědy té doby.

V roce 1960 (na 11. CGPM) tedy byla přijata nová definice, podle níž se metr rovná 1 650 763,73 násobku vlnové délky záření širšího se ve vakuu a příslušného přechodu mezi energetickými hladinami  $2p_{10}$  a  $5d_5$  atomu kryptonu 86. Vzhledem k dynamice vývoje druhé poloviny dvacátého století, a zde se již plně projevila i vzpomínatá spirála vzájemných vlivů, do které se zapojila nově elektronika, automatizace, kybernetika aj. disciplíny zastupované tímto časopisem, se začala i tato definice jevit jako nedostačující a od roku 1983 (17. CGPM) ji nahrazuje definice nová. Podle ní je metr délka dráhy, kterou urazí elektromagnetická vlna (světlo) ve vakuu za čas 1/299 792 458 sekundy.

### Mezinárodní organizace pro legální metrologii

Druhým významným metrologickým výročím letošního roku jsou padesátiny Mezinárodní organizace pro legální metrologii (Organisation Internationale de Métrologie Légale – OIML), která byla založena 12. 10. 1955 v Paříži. Historii, význam a strukturu opět podrobněji pro zájemce přiblíží například lit. [2], [8]. Stručně lze konstatovat, že byla zřízena v padesátých letech minulého století při Metrické konvenci a BIPM kvůli rostoucím požadavkům na legislativní stránku mezinárodní metrologie. Za padesát let své existence si plně vybojovala své místo ve struktuře mezinárodní metrologie a v dnešních dnech jsou obě naše země, Česká republika i Slovensko dvěma z jejích 59 řádných členů (dalších 54 zemí je jejími korespondenčními členy).

Výsledky práce OIML a jejich výborů se projevují v každodenním technickém životě jednak bezprostředně, mnohem častěji pak ale prostřednictvím velmi úzké spolupráce s dalšími institucemi, které jsou orientovány do oblastí standardizace, jako jsou např. ISO, IEC a další. Tyto dvě zkratky a jejich normy a předpisy zná asi dostatečně důvěrně každý technik z oboru automatického řízení. Z děl samostatných je třeba vzpomenout především názvoslovné (terminologické) slovníky. Předchozí verze Mezinárodního slovníku základních a všeobecných metrologických termínů (International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology

– zkráceně „VIM“) vydala OIML v roce 1993 a v České republice je promítnut do názvoslovné ČSN 01 0115 z roku 1996, ve Slovenské republice do STN 01 0115 z roku 2001. Nejnovější aktualizace VIM (letošní originál) se zatím ještě novelou ČSN ani STN neprojevila.

Vedle těchto ryze legislativních aktivit jsou dnes populární i mezinárodní certifikáty OIML v součinnosti s BIPM které slouží pro členské země jako uznání typové zkoušky měřidla a dalších certifikátů, což může velmi usnadnit uplatnění měřidla na mezinárodním trhu, popřípadě se jedná o vzájemné uznávání etalonů, jejich porovnání apod. Jedná se o dokumenty známé v oboru metrologie pod zkratkami MAA (Mutual Acceptance Arrangement) a MRA (Mutual Recognition Arrangement). O začlenění obou našich republik do tohoto nově vznikajícího systému se nyní velmi intenzivně jedná.

### Závěr

Bez měření a měřicí techniky by nemohla existovat řada technických oborů a ani žádná z lidských činností by nedosahovala své dnešní úrovně. Neexistovalo by řízení jakýchkoli procesů, nemohli bychom porovnávat parametry, sledovat kvalitu produkce kvantitativně hodnotit, obchodovat atd. Především by ale nemohlo vůbec existovat automatické řízení a regulace v našem technickém pojetí, jak se s ním již také cca půl století potkáváme a jak je propaguje mimo jiné i tento odborný časopis. Proto je vhodné si připomenout i ona dvě významná výročí metrologie, připadající na letošek.

Bez Metrické konvence a jí odstartované mezinárodní spolupráce v oboru metrologie by nebyla myslitelná spolupráce ve většině dalších oborů. Denně nás překvapující výsledky vědy a techniky by byly nemyslitelné s úrovní organizace měření středověku, kdy každý region měl svou vlastní měrovou soustavu, zpravidla zcela nekompatibilní s okolím. To jsou tedy jistě dostatečné důvody pro to, obě výročí metrologie si připomenout a práci jubilujících mezinárodních metrologických institucí a jejich přínos rozvoji techniky ocenit.

### Literatura

- [1] AUGUSTA, P., KLŮNA, J.: Tajemství přesnosti: 2. vydání, Praha: SNTL 1990 212s. ISBN 80-03-00087-4.
- [2] LUDVÍK, V.: 50. výročí existence Mezinárodní organizace pro legální metrologii. Metrologie XIV. 2/2005 s. 11 – 14.
- [3] ŠINDELÁŘ, V., TŮMA, Z.: Metrologie, její vývoj a současnost : Praha : Česká metrologická společnost Praha, 2002, 384 s.
- [4] ŠINDELÁŘ, V.: 130 let od vzniku Metrické konvence. Metrologie XIV. 2/2005 s. 2 – 10.
- [5] www stránky Českého metrologického institutu, dostupné z <<http://www.cmi.cz>>
- [6] www stránky Slovenského metrologického ústavu, dostupné z <<http://www.smu.gov.sk>>
- [7] www stránky BIPM <<http://www.bipm.org>>
- [8] www stránky OIML <<http://www.oiml.org>>

**Ing. František Vdoleček, CSc.**

**Ústav automatizace a informatiky FSI VUT v Brně**  
**Technická 2, 616 69 Brno, ČR**  
**e-mail: vdolecek@fme.vutbr.cz**

