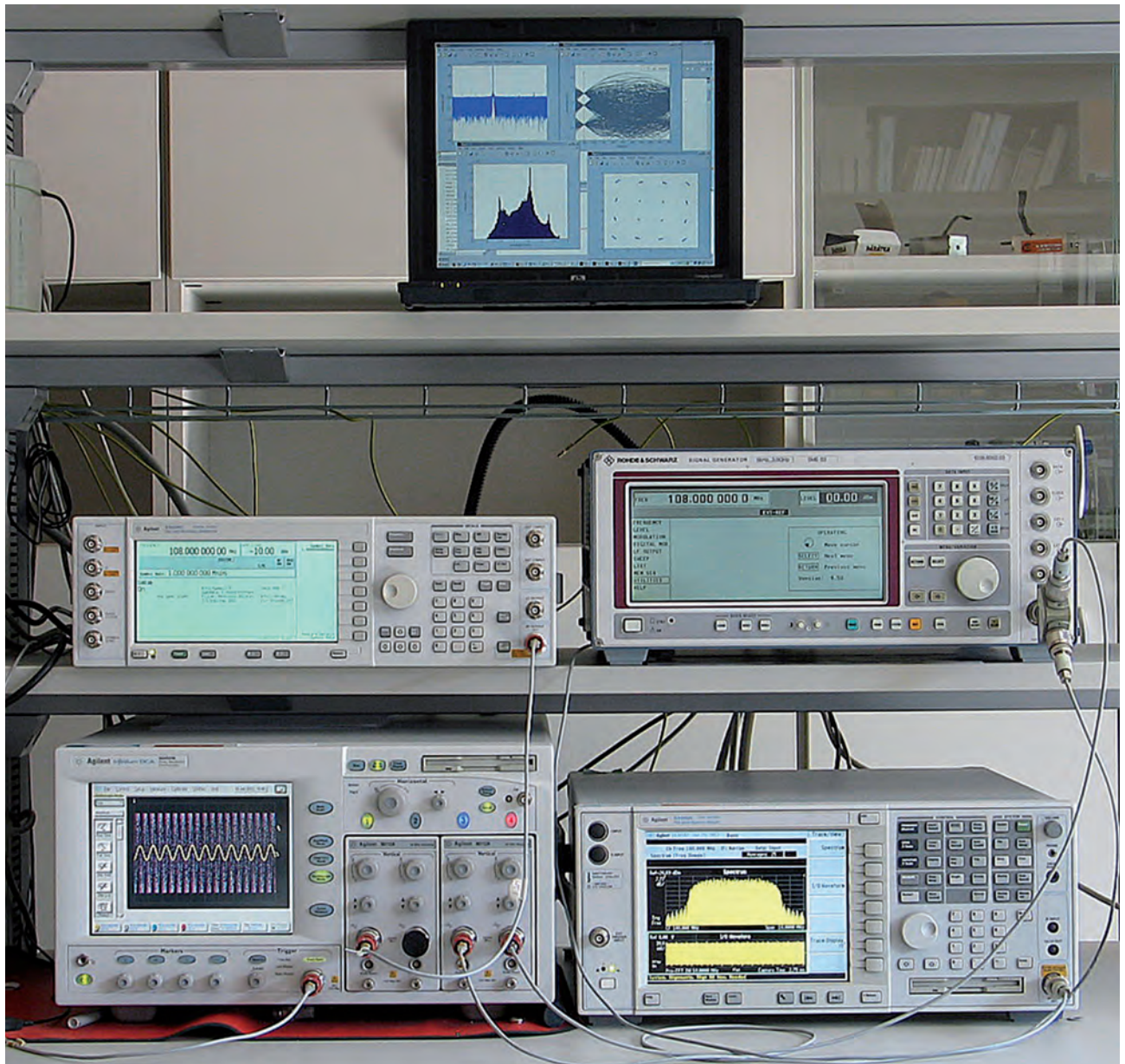


3/2012
ROČNÍK 21

METROLOGIE

VĚDECKÁ
LEGÁLNÍ
PRAKTICKÁ



VĚDA A VÝZKUM

Ing. Vladimír Sochor

Fyzikální princip a realizace etalonů1**METROLOGIE V PRAXI**

Doc. Ing. Jiří Horský, CSc.

Metrologie času a frekvence v praxi6

Ing. Martin Hudlička, Ph.D.

Metrologie digitálně modulovaných signálů11**LEGÁLNÍ METROLOGIE**

Ing. Jindřich Pošvář

Správnost výdejních stojanů na pohonné hmoty
v praxi15**AKREDITACE**

Ing. Eva Klokočnicková

Akreditace výrobců referenčních materiálů18**INFORMACE**

Ing. Zbyněk Veselák

Milestones in Metrology 201220

Ing. Zbyněk Veselák

Společné prohlášení BIPM, OIML, ILAC
a ISO o metrologické návaznosti22

Ing. Klára Vidimová, Ph.D.

35. výroční zasedání výboru pro referenční
materiály ISO/REMCO23

Ing. Martin Matušů, CSc.

Zpracování podkladů pro průběžné
sjednocování posuzování akreditovaných
kalibračních laboratoří v oboru elektrických
veličin24

Ing. Eliška Machová

Jednání pracovní skupiny pro měřidla
a Výboru pro měřidla při Evropské komisi
(červen 2012)25**PR**Začal platit nový Řád Rozhodčího
soudu27**HISTORIE**

Ing. František Jelínek, CSc.

90 let v české metrologii29

Čeněk Nenáhlo, dipl. tech.

Jak vznikala Česká metrologická
společnost33**SCIENCE AND RESEARCH**

Ing. Vladimír Sochor

Physical Principle and Implementation of Etalons1**METROLOGY IN PRACTICE**

Doc. Ing. Jiří Horský, CSc.

Metrology of Time and Frequency in Practice6

Ing. Martin Hudlička, Ph.D.

Metrology of Digitally Modulated Signals11**LEGAL METROLOGY**

Ing. Jindřich Pošvář

Accuracy of Fuel Dispensers
in Practice15**ACCREDITATION**

Ing. Eva Klokočnicková

Accreditation of Reference Material Manufacturers18**INFORMATION**

Ing. Zbyněk Veselák

Milestones in Metrology 201220

Ing. Zbyněk Veselák

Joint Declaration of BIPM, OIML, ILAC
and ISO Concerning Metrological Continuity22

Ing. Klára Vidimová, Ph.D.

35th Annual Meeting of the ISO/REMCO
Committee on Reference Materials23

Ing. Martin Matušů, CSc.

Treatment of Papers on Continuous Unification
of the Assessment of Certified Calibration
Laboratories in the Field of Electric
Quantities24

Ing. Eliška Machová

Dealings of the Working Group
on Measuring Instruments and the Committee
for Measuring Instruments at the EC (June 2012)25**PR**The New Rules of the Court of Arbitration
Have Come into Force27**HISTORY**

Ing. František Jelínek, CSc.

90 Years in Czech Metrology29

Čeněk Nenáhlo, dipl. tech.

How the Czech Metrological Society
Was Established33

STÁTNÍ ETALONY DOZIMETRICKÝCH VELIČIN ZÁŘENÍ X A GAMA

Ing. Vladimír Sochor

Český metrologický institut - Inspektorát pro ionizující záření

1 ÚVOD

Aplikace ionizujícího záření v různých oborech lidské činnosti jsou natolik rozšířené, že se z oblasti výzkumu a vývoje dostaly do oblasti rutinní činnosti. Mezi největší oblasti z hlediska použití ionizujícího záření patří radioterapie, nukleární medicína, radiodiagnostika, jaderná energetika, uranový průmysl, strojírenství - defektoskopie, potravinářský průmysl - dezinfekce, atd.

Ve všech těchto oblastech je personál, obyvatelstvo či životní prostředí potenciálně ohroženo škodlivým působením záření, a to formou vnějšího ozáření nebo vnitřní kontaminace ingestí, inhalací apod. Z tohoto důvodu jsou pro pracoviště či činnosti, kde toto nebezpečí potenciálně hrozí, stanovena pravidla a limity, jejichž plnění zmíněné nebezpečí redukuje na společensky přijatelnou míru.

Sledování plnění norem a limitů je zajišťováno měřidly, která tudíž mají z metrologického hlediska velmi významné postavení, protože jejich metrologické parametry jsou v přímé souvislosti s ochranou zdraví osob, ochranou životního prostředí apod. Zajištění kalibrací, ověřování a obecně metrologické kontroly těchto měřidel má proto zásadní význam, nehledě na obecné důvody zajištění konzistentního přenosu veličin a jednotek. Tato měřidla jsou stanovena ve smyslu zákona č. 505/1990 Sb. ve znění pozdějších úprav.

Důležitou oblastí měření ionizujícího záření je oblast dozimetrických veličin popisujících působení ionizujícího záření na hmotu. Mezi dozimetrickými veličinami zastávají významné místo veličiny expozice a kerma (resp. expoziční příkon a příkon kermy ve vzduchu), které mají společnou fyzikální podstatu a od kterých lze dobře přejít k dalším dozimetrickým veličinám, jako je dávkový ekvivalent, resp. operační veličiny v oblasti radiační ochrany - směrový dávkový ekvivalent, prostorový dávkový ekvivalent či osobní dávkový ekvivalent. Především ve zdravotnictví, v oblasti radioterapie, pak má významné místo veličina absorbovaná dávka ve vodě. Existence etalonu nejvyššího řádu pro veličiny příkon kermy ve vzduchu a příkon absorbované dávky ve vodě je nezbytným předpokladem spolehlivého zajištění metrologické návaznosti v celé hierarchii měřidel dozimetrických veličin.

Zajištění standardizace dozimetrických veličin je úkolem, který je řešen v každé zemi s určitým stupněm technické vyspělosti. Důvodem je jednak zajištění spolehlivosti v rámci země a jednak zajištění přesnosti a návaznosti ve styku s druhými zeměmi, např. v rámci ujednání MRA. Z tohoto důvodu ve většině vyspělých zemí existuje primární etalon veličiny expozice či kermy a absorbované dávky ve vodě, resp. sekundární etalony vybudované na základě využití ionizační metody, a instituce, které tyto etalony uchovávají, vzájemně spolupracují v mezinárodních sítích PSDL (primary standard dosimetry laboratory) nebo SSDL

(secondary standard dosimetry laboratory), které organizuje IAEA a WHO, dále v rámci regionálních metrologických organizací (v Evropě je to EURAMET), resp. v rámci CIPM.

V České republice je etalon expozičního příkonu a příkonu kermy ve vzduchu a etalon příkonu absorbované dávky ve vodě realizován v Českém metrologickém institutu. Etalony měly do roku 2011 statut referenčních etalonů s označením EPM 440-5 resp. EPM 440-6. Úřad pro normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví v roce 2011 oba etalony schválil jako státní etalony ECM 440-5/11-049 resp. ECM 440-6/11-050.

Tento článek uvádí podrobnosti o historii, návaznosti a parametrech obou etalonů. Etalony jsou v dalším textu pro přehlednost nazývány etalonem kermy a etalonem dávky.

2 FYZIKÁLNÍ PRINCIP A REALIZACE ETALONŮ

Etalony kermy resp. dávky jsou založeny na ionizační metodě, tj. na měření ionizačního proudu dutinové ionizační komory. Principem měření dutinovými ionizačními komorami je měření ionizačních účinků v malém objemu vzduchu obklopeném prostředím (vzduchem resp. vodou) za podmínky dosažení rovnováhy nabitých částic (podle Bragg-Grayovy teorie). Ionizace v dutině způsobuje tvorbu párů iont-elektron, a takto vzniklý elektrický náboj lze po vytvoření elektrického pole v dutině sbírat v podobě ionizačního proudu. Z ionizačního proudu lze za podmínky dosažení rovnováhy nabitých částic (podle Bragg-Grayovy teorie) stanovit příkon kermy ve vzduchu (resp. obdobně příkon absorbované dávky ve vodě) podle vztahu

$$\dot{K} = N_K \cdot I \cdot \Pi_i(k_i), \text{ resp. } \dot{D} = N_D \cdot I \cdot \Pi_i(k_i)$$

kde I je ionizační proud, N_K resp. N_D je kermový resp. dávkový kalibrační koeficient ionizační komory, $\Pi_i(k_i)$ je součin opravných faktorů (zejména opravy na tlak a teplotu vzduchu a na rekombinaci). Citlivost (kalibrační koeficient) ionizační komory lze stanovit absolutně na základě znalosti vlastností stěn komory, aktivního objemu komory (zejména koeficientů přenosu energie a brzdných schopností ve vzduchu a v prostředí) a dalších parametrů, nicméně oba státní etalony jsou realizovány jako sekundární, tj. ionizační komory etalonu jsou navázány na primární etalon BIPM resp. jiné primární etalony v zahraničí.

Etalony jsou tedy tvořeny sadou ionizačních komor, elektrometry pro měření ionizačního proudu a zdroji záření gama a X pro realizaci veličin expozice, kerma ve vzduchu a absorbovaná dávka ve vodě. Protože interakcí svazků fotonového záření s okolním prostředím dochází k ovlivňování vlastností standardních svazků a polí, za součást etalonu je nutno považovat i tři ozařovny, v nichž jsou svazky a pole záření gama a X realizovány. Dvě z ozařoven jsou vybaveny optickými lavicemi s automatickým posunem a přesným odečtem vzdálenosti. Dálková obsluha je soustředěna do dvou ovládacích místnosti.

Zde jsou uvedeny hlavní technické prostředky etalonů:

Nepřenosné standardizované zdroje záření, umístěné ve speciálních ozařovnách s technologickým a ovládacím zařízením:

a) dvě rentgenová zařízení Pantak/Seifert (160 kV, vlastní filtrace 1 mm Be), resp. Pantak (320 kV, vlastní filtrace 7 mm Be), 9 poloh filtrů přídavné filtrace (kombinace Al, Cu, Sn, Pb) pro realizaci kvalit záření X N40 až N300 dle ISO 4037, rozsah energií od 33 keV do 250 keV, vrcholový úhel kolimovaných svazků cca 15°.

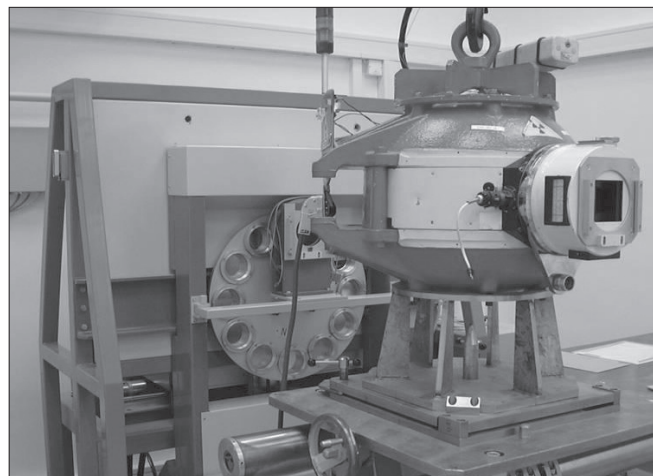
Nominální hodnoty kermového příkonu K_{ref} v referenční vzdálenosti 1,5 m od čela kolimátoru jsou pro jednotlivé kvality záření uvedeny v **tabulce 1**.

Tabulka 1

Kvalita záření dle ISO 4037	Proud mA	K_{ref} Gy. h ⁻¹
N40	10	1,17.10 ⁻²
N60	6	1,10.10 ⁻²
N80	11	1,11.10 ⁻²
N100	22	1,07.10 ⁻²
N120	21	1,13.10 ⁻²
N150	3	1,20.10 ⁻²
N200	8	1,19.10 ⁻²
N250	8	1,23.10 ⁻²
N300	8	1,19.10 ⁻²

b) ozařovací hlavice Chisobalt se zdrojem ⁶⁰Co pro realizaci vysokých kermových příkonů; střední energie fotonů 1,25 MeV; rozsah kermových příkonů cca 0,75 až 90 Gy/h (k 1.5.2011), vrcholový úhel kolimovaného svazku 5° až 20°, nominálně 14°.

Tato hlavice slouží rovněž pro etalon dávky, příkon absorbované dávky ve vodě ve vzdálenosti 1 m od zdroje záření 50 Gy/h (k 1.5.2011), ozařovací pole 10x10 cm, hloubka ve vodě 5 cm.



Obr. 1: Společné stínění obou rentgenů (v pozadí), ozařovací hlavice Chisobalt (v popředí)

c) ozařovač G7 pro realizaci středních kermových příkonů, obsahující sedm radionuklidových uzavřených zářičů (¹³⁷Cs a ⁶⁰Co); střední energie fotonů 661 keV a 1,25 MeV; vrcholový úhel kolimovaného svazku 15°; rozsah kermových příkonů cca 2 μGy/h až 1,75 Gy/h (k 1.5.2011).

Kermový příkon K_{ref} v referenční vzdálenosti 1 m od čela kolimátoru je pro jednotlivé zářiče (k 1.5.2011) uveden v **tabulce 2**.

Tabulka 2

Pozice	Radionuklid	K_{ref} Gy. h ⁻¹
1	¹³⁷ Cs	7,39.10 ⁻⁵
2	¹³⁷ Cs	5,29.10 ⁻⁴
3	⁶⁰ Co	8,04.10 ⁻³
4	¹³⁷ Cs	7,12.10 ⁻¹
5	⁶⁰ Co	1,46.10 ⁻¹
6	⁶⁰ Co	3,64.10 ⁻⁴
7	¹³⁷ Cs	2,00.10 ⁻²



Obr. 2: Ozařovna s ozařovačem G7 (v popředí vpravo)

d) pole fotonového záření pro oblast nízkých příkonů na úrovni přirozeného pozadí: speciální ozařovna s pozadím uměle sníženým přibližně na pětinu přirozené úrovně. Pro tuto ozařovnu je určena sada etalonových zářičů s radionuklidem ¹³⁷Cs.

Kermový příkon K_{ref} v referenční vzdálenosti 1,8 m je pro jednotlivé zářiče (k 1.5.2011) uveden v **tabulce 3**.

Tabulka 3

Číslo zářiče	K_{ref} μGy. h ⁻¹
9962	0,07
R2231	0,43
9931	0,98
9917	1,63
9907	3,56
9993	9,13
9641	14,64

Poznámka: Aktivita a kermový příkon radionuklidových zdrojů záření klesá s poločasem rozpadu radionuklidu

Etalonová měřidla:

- a) sekundární ionizační komory prvního řádu Nuclear Enterprises 2571 a Exradin A4 navázané na primární etalony v zahraničí,



Obr. 3: Ionizační komora NE2571 (vlevo) a Exradin A4 (vpravo)

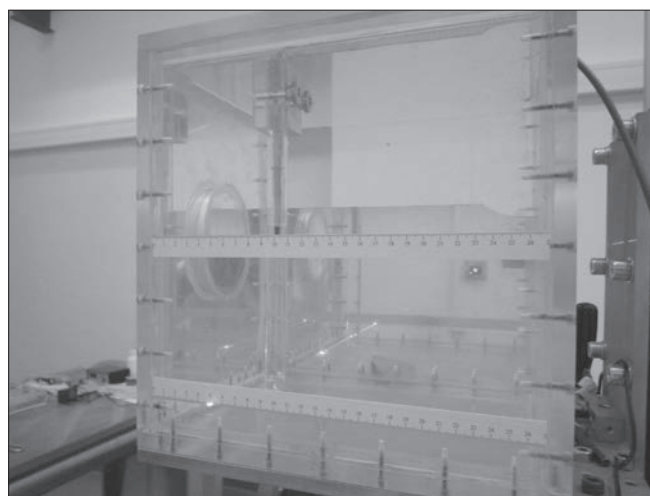
- b) sekundární ionizační komory druhého řádu Exradin A3, ND 1001, ND 1006, ND 1007, Radcal RC60, Radcal RC180 a FHT 191 N sloužící jako komparátory pro přenos jednotky na jiné svazky záření,
c) elektrometry Keithley 6517A a 617.



Obr. 4: Elektrometr Keithley 6517A

Pomocná zařízení:

měřidla pro měření pomocných veličin (teplota, tlak, vzdálenost, čas), vodní fantom 30x30x30 cm³.



Obr. 5: Vodní fantom pro realizaci veličiny absorbovaná dávky ve vodě (v hloubce 5 cm)

3 HISTORIE NÁVAZNOSTI ETALONŮ

Vývoj a výzkum, který probíhal od roku 1987 v rámci odboru fyziky bývalého Ústavu pro výzkum, výrobu a využití radioisotopů, byl nejprve zaměřen na technickou realizaci základních prvků etalonu tak, aby v co nejkratší době mohl sloužit jako sekundární etalon. Etalon expozice a kermy ve vzduchu byl budován společně s etalonem absorbované dávky ve vodě, s nímž také sdílí část měřicího řetězce. V této době začala i spolupráce s IAEA, která vyvrcholila ustavením SSDL a zahájením mezinárodní spolupráce s dalšími SSDL. Základní technické a fyzikální problémy byly zvládnuty do r. 1990 a poté byl výzkum zaměřen zejména na zpřesňování metrologických parametrů a zvyšování technické úrovně. Důležitou etapou byla příprava a projektování nového pracoviště, kde jsou etalony umístěny až do současnosti, a návrh postupů pro přenos jednotky směrem k nižším etalonům a měřidlům, jak to vyžadovaly praktické potřeby.

Od r. 1992 byla hlavní pozornost věnována stabilizaci parametrů etalonu v podmínkách provozu v nových laboratořích a doladění technologických postupů. Byly podrobně studovány vlastnosti standardních svazků záření a byl matematicky popsán jejich průběh. Byly studovány dozimetrické a metrologické vlastnosti ionizačních komor Exradin a dalších etalonových komor.

Etalon veličiny expozice a kerma ve vzduchu jako sekundární etalon nestanovuje hodnotu veličiny absolutně, ale pouze relativně prostřednictvím kalibračního koeficientu stanoveného primární laboratoří. Proto se správnost přenosu jednotky veličiny opírá o navázání na zahraniční národní etalony.

V letech 1990 a 1991 byly komory NE 2571 a Exradin A4 postupně kalibrovány pomocí sekundárního etalonu v dozimetrické laboratoři IAEA v Seibersdorfu. Touto kalibrací byla zprostředkovaně získána návaznost na primární etalon BIPM v oblasti záření X a záření γ ^{60}Co pro kermu ve vzduchu resp. záření γ ^{60}Co pro absorbovanou dávku ve vodě. Kalibrace komory Exradin A4 v dozimetrické laboratoři IAEA se pak opakovala ještě v roce 2000 s celkovou nejistotou kalibračních faktorů 1,8 % ($k=2$). Pomocí takto navázaných komor pak byly stanoveny referenční hodnoty v kolimovaných svazcích záření gama a X etalonu kermy a ve svazku záření gama ^{60}Co etalonu dávky.

Přímé navázání etalonu kermy ČMI-IIZ na primární etalon BIPM proběhlo v roce 1994. Celková nejistota získaných kalibračních faktorů byla 0,4 % ($k=2$). Další navázání proběhlo v roce 1995, a to na primární etalon LCIE (Francie). Celková nejistota kalibračních faktorů získaných v LCIE byla 1,0 % pro ^{60}Co , resp 1,3-1,4 % pro záření X ($k=2$). V roce 1998 proběhlo navázání komory Exradin A4 ze sestavy etalonu kermy na primární etalon BEV (Rakousko) s celkovou nejistotou kalibračních faktorů komory 1,2 % ($k=2$). Poslední navázání etalonu kermy bylo provedeno v roce 2006, kdy byla ionizační komora Exradin A4 navázána na primární etalon OMH (Maďarsko) v oblasti záření X (kvality N40 až N300) a γ (^{137}Cs a ^{60}Co). Celková nejistota kalibračních faktorů komory je 1,2 % ($k=2$).

Etalon kermu i etalon dávky byly pro záření gama ^{60}Co navázány na primární etalon BIPM v roce 2007. Celková nejistota kalibračních faktorů komory je 0,34 % ($k=2$) pro kermu ve vzduchu resp. 0,6 % ($k=2$) pro absorbovanou dávku ve vodě.

Dozimetrická laboratoř ČMI-IIZ se od roku 1991 zúčastňuje každoročně širokého mezinárodního auditu ve veličině absorbovaná dávka ve vodě, který organizuje dozimetrická laboratoř IAEA v Seibersdorfu. Porovnání probíhá tak, že IAEA zašle účastníkům sadu TLD dozimetrů, které účastníci ozáří dávkou 2 Gy ve vodním fantomu a odešlou zpět k vyhodnocení. V letech 1991 až 2011 byla odchylka hodnoty uváděné naší laboratoří od střední odchylky hodnot uváděných všemi laboratořemi v intervalu $\pm 3,5\%$, což je kritérium úspěšnosti přijaté organizátorem vzhledem k přesnosti použité TLD metody.

ČMI se v letech 2005 až 2008 zúčastnil klíčového porovnání EUROMET.RI(I)-K1. Výsledkem porovnání je tabulka ekvivalence jednotlivých NMI, přičemž stupeň ekvivalence výsledku ČMI je pro veličinu příkon kermu ve vzduchu resp. příkon absorbované dávky ve vodě $-0,58\%$ resp. $-0,4\%$ od váženého průměru výsledků všech účastníků porovnání. Tato hodnota potvrzuje nejistotu etalonu ČMI deklarovanou v CMC tabulkách. Vzhledem k tomu, že celý měřicí řetězec etalonu je identický pro všechny kvality záření realizované v rámci etalonu expozice a kermu, do měření pouze vstupuje jiná hodnota kalibračního koeficientu použité ionizační komory. Proto lze považovat uvedené porovnání pro tyto další kvality záření X a γ za „podobné“ ve smyslu metodického přístupu Euramet a použít je k potvrzení správnosti etalonu expozice a kermu v celém energetickém rozsahu.

4 ANALÝZA NEJISTOT ETALONŮ

Hlavní parametry svazků záření pro veličinu příkon kermu ve vzduchu

Pro navázání kolimovaného svazku záření je pevně zvolena vhodná vzdálenost d_0 jako referenční, a to vzdálenost 1 m od čelní plochy kolimátoru, resp. čelní hrany kolimační clony rentgenu. V této vzdálenosti je potom při navázáních kontrolována dlouhodobá stabilita svazku. Kermový příkon $\dot{K}(d_0)$ stanovený v referenční vzdálenosti je tedy nejvýznamnějším metrologickým parametrem svazku záření.

Dále je nutné znát závislost kermového příkonu na vzdálenosti střed zářiče-ozařovací místo $\dot{K}(d)$. Tato závislost by měla ve vakuu tvar

$$\dot{K}(d) = \dot{K}(d_0) \cdot (d_0^2/d^2) \quad (1)$$

ve vzduchu pak v ideální volné geometrii pro úzký svazek

$$\dot{K}(d) = \dot{K}(d_0) \cdot (d_0^2/d^2) \cdot e^{-\mu(d-d_0)} \quad (2)$$

kde složka $e^{-\mu(d-d_0)}$ představuje vliv zeslabení záření γ a X ve vzduchu.

V reálných podmínkách se závislost $\dot{K}(d)$ od závislosti (2) poněkud liší. Zavádíme proto opravnou funkci $F(d)$

$$\dot{K}(d) = \dot{K}(d_0) \cdot (d_0^2/d^2) \cdot F(d) \quad (3)$$

kteřá umožňuje provést přepočítání kermového příkonu v referenčním bodě na kermový příkon v jiné vzdálenosti a která v sobě zahrnuje vliv zeslabení záření γ a X ve vzduchu, vliv rozměrů místnosti a kolimovaného svazku a vliv konstrukce kolimátoru. Předpokládáme, že $F(d)$ je nezávislé na aktivitě zářiče. Z toho plyne, že je nezbytné stanovit $F(d)$ pro každý kolimátor používaný v cejchovně, a toto $F(d)$ pak platí i pro různé zářiče (stejně konstrukce), které by byly v kolimátoru instalovány. V případě záření X zahrnuje rovněž ocenění nestability rentgenu. Funkce $F(d)$ je dalším metrologickým parametrem charakterizujícím svazek ionizujícího záření.

Pokud tedy jsou při navázání svazku na etalon vyššího řádu stanoveny parametry $\dot{K}(d_0)$ a $F(d)$, lze kermový příkon v období mezi navázáními vypočítat jako

$$\dot{K}(d, t) = \dot{K}(d_0) \cdot (d_0^2/d^2) \cdot F(d) \cdot F(t) \quad (4)$$

kde $F(t) = e^{-\ln(2) \cdot t / T_{1/2}}$ je oprava na rozpad (v případě radio-nuklidových zdrojů).

Stanovení referenční hodnoty kermového resp. dávkového příkonu

Kermový příkon se v jednotlivých bodech stanoví ionizační metodou, neboli měřením ionizačního proudu vhodné ionizační komory, která je umístěna do osy kolimovaného svazku, a to podle vztahu

$$\dot{K} = N_K \cdot I \cdot \Pi_i(k_i) \quad (5)$$

kde I je ionizační proud, N_K je kalibrační koeficient ionizační komory, $\Pi_i(k_i)$ je součin opravných faktorů (zejména opravy na tlak a teplotu vzduchu a na rekombinaci).

Dávkový příkon se stanoví ionizační metodou, přičemž ionizační komora je pomocí fixního vodotěsného PMMA pouzdra umístěna do vodního fantomu 30x30x30 cm tak, že referenční bod komory (geometrický střed) se nachází v hloubce 5 cm od čelní stěny vodního fantomu v ose ozařovacího pole. Dávkový příkon se stanoví měřením ionizačního proudu, a to podle vztahu

$$\dot{D} = N_D \cdot I \cdot \Pi_i(k_i) \quad (6)$$

kde I je ionizační proud, N_D je kalibrační koeficient ionizační komory, $\Pi_i(k_i)$ je součin opravných faktorů (zejména opravy na tlak a teplotu vzduchu a na rekombinaci).

Odhad chyb a celkové nejistoty

Kermový příkon ve vzdálenosti d od středu zářiče je vyjádřen vztahem (4), který po dosazení z (5) lze přepsat na

$$\dot{K}(d, t) = I \cdot N_K \cdot (d_0^2/d^2) \cdot F(d) \cdot \Pi_i(k_i) \cdot F(t) \quad (7)$$

Celkovou nejistotu stanovení kermového příkonu $K(d)$ lze stanovit podle zákona šíření chyb ze znalosti nejistot jednotlivých veličin. Typické hodnoty těchto nejistot a jejich vlivu na celkovou nejistotu stanovení kermového příkonu jsou pro uvedeny v následující tabulce.

Tabulka: Rozbor nejistoty stanovení referenční hodnoty kermového příkonu

veličina	celková nejistota (k=3)	vliv na celkovou nejistotu kermového příkonu (k=3)
I	0,4 - 4 %	0,4 - 4 %
$\Pi_i(k_i)$	0,4 %	0,4 %
N_k	0,7 - 4,2 %	0,7 - 4,2 %
d_0	0,2 %	0,4 %
d	0,2 %	0,04 - 0,8 %
F(d)	1 - 2,5 %	1 - 2,5 %
Σ^2		1,4 - 6,4 %

Tyto nejistoty se uplatňují v případě, že je referenční hodnota kermového příkonu stanovena výpočtem z opravné funkce F(d) v období mezi navázáními. V případě přenosu hodnoty kermového příkonu K(d) na pracovní měřidlo přímým porovnáním s navázanou ionizační komorou se neuplatňuje vliv opravy na hustotu vzduchu, vliv stanovení opravné funkce F(d) a vliv nejistoty stanovení referenční vzdálenosti d_0 . V tomto případě jsou typické hodnoty nejistot následující:

veličina	celková nejistota (k=3)	vliv na celkovou nejistotu kermového příkonu (k=3)
I	0,4 - 4 %	0,4 - 4 %
$\Pi_i(k_i)$	0,1 %	0,1 %
N_k	0,7 - 4,2 %	0,7 - 4,2 %
d	0,2 %	0,04 - 0,8 %
Σ^2		0,8 - 5,9 %

Měřidla absorbované dávky ve vodě se na státní etalon navazují přímým porovnáním s ionizační komorou etalonu. Přitom se neuplatňuje vliv stanovení referenční vzdálenosti a opravy na hustotu vzduchu. V tomto případě jsou typické hodnoty nejistot následující:

veličina	celková nejistota (k=3)	vliv na celkovou nejistotu dávkového příkonu (k=3)
I	0,4 %	0,4 %
$\Pi_i(k_i)$	0,1 - 0,3 %	0,1 - 0,3 %
N_D	0,9 - 3 %	0,9 - 3 %
Σ^2		1,0 - 3,1 %

Rozšířená celková nejistota (k=3) stanovení referenční hodnoty kermového příkonu je v rozsahu 0,8 až 6,4 % (podle způsobu navázání a podle hodnoty realizovaného kermového příkonu).

Rozšířená celková nejistota (k=3) stanovení referenční hodnoty příkonu absorbované dávky ve vodě je v rozsahu 1,0 až 3,1 % (pro různé vzdálenosti od zdroje záření).

5 SHRNU TÍ A ZÁVĚR

ČMI uchovává státní etalony kermu ve vzduchu a absorbované dávky ve vodě, které jsou využívány k zajištění návaznosti těchto veličin, t.j. ke kalibraci, ověřování a typovým zkouškám měřidel dozimetrických veličin. Kolimované svazky a pole záření jsou realizovány ve třech ozařovnách, „těžké“, „lehké“ a nízkopozadové. Referenční hodnoty kermových a dávkových příkonů ve svazcích a polích záření jsou stanoveny iontometricky pomocí sekundárních ionizačních komor s přímou návazností na primární etalony v zahraničí.

Těžká ozařovna, ve které se nachází zdroj záření gama ^{60}Co o nejvyšší aktivitě a zdroje záření X, je určena k typovým zkouškám energetické závislosti odezvy a ke zkouškám chování měřidel při přetížení, k ověřování měřidel používaných v radiodiagnostice (v kermě ve vzduchu) a k ověřování a kalibraci měřidel určených pro radioterapii (ve veličině absorbovaná dávka ve vodě pro záření gama ^{60}Co).

Lehká ozařovna s ozařovačem G7 je určena především k typovým zkouškám linearity a statistických fluktuací odezvy měřidel k ověřování měřidel v oblasti ochrany před zářením, protože volbou zdroje a změnou vzdálenosti lze realizovat příkony kermu ve vzduchu v rozsahu šesti řádů od cca 2 $\mu\text{Gy/h}$ (pro nejslabší zdroj záření a největší vzdálenost) až téměř do 2 Gy/h (ve vzdálenosti 0.5 m od čelní plochy ozařovače s nejsilnějším zdrojem záření).

Nízkopozadová ozařovna je určena ke zkouškám měřidel určených k monitorování životního prostředí, tj. k měření hodnot dozimetrických veličin na úrovni přirozeného pozadí. Nejnižší dosažitelná referenční hodnota kermového příkonu je cca 80 nGy/h s nejistotou na úrovni 6 % (k=2).

Státní etalony jsou využity průměrně přibližně ke 300 ověřením měřidel v oblasti ochrany před záření ročně, cca k 20 až 30 ověřením radiodiagnostických měřidel, asi k 10 kalibracím radioterapeutických měřidel a k několika zkouškám pro schválení typu ročně.

Další rozvoj etalonu kermu bude zaměřen na rozšíření do oblasti nízkých energií záření X, rozvoj etalonu dávky se soustředí na realizaci veličiny absorbovaná dávka ve vodě v oblasti záření X.



METROLOGIE ČASU A FREKVENCE V PRAXI

Doc. Ing. Jiří Horský, CSc.

Proč se zabýváme touto problematikou

Metrologie času a frekvence se podstatně liší od metrologie ostatních veličin. Návaznost je snadno a všude dostupná a není vždy nutně vázána na transport etalonu ke kalibraci. Oblast měření frekvence dosahuje v praxi nejvyšší přesnosti. Akreditované laboratoře dosahují pro měření frekvence nejistotu v takových řádech, jakou bychom museli dosahovat při délkových měřeních abychom měřili vzdálenost země-slunce s přesností na jednotku metrů. Školících akcí je pro tento obor měření nedostatek. České kalibrační sdružení proto plánuje na 4.10.2012 seminář zaměřený na metrologii frekvence. Jedná se o největší akci věnovanou frekvenci v ČR a je to tedy unikátní příležitost pro všechny, kteří se s tímto oborem setkávají, zopakovat a rozšířit si znalosti o nové poznatky z rozvoje oboru, protože tento obor v poslední době zaznamenal nebývalý pokrok ve vlastnostech i v dostupnosti návaznosti, zvláště ve spojení s možnostmi moderních technologií, jako je příjem GPS.

Úvod

Čas je veličina, kterou lidstvo zná a zajímá se o ni odepaměti. Čas, dělený na hodiny a minuty známe od dob starého Babylonu. Pokusy o zavedení dekadického dělení, v době zavádění metrické soustavy ve Francii se neujaly. S rozvojem techniky začala být důležitá i frekvence.

Metrologie času řeší dvě základní úlohy. První je měření času události vzhledem k časové stupnici UTC, druhou je měření časového intervalu mezi dvěma událostmi (jednotkou je sekunda SI). Měření frekvence je pak úloha duální k měření intervalu. Měření frekvence je často a velmi široce potřebné v metrologických laboratořích elektrických veličin.

Evropská akreditace se před 15 lety pokoušela zorganizovat samostatnou skupinu pro metrologii času a frekvence, ale nepodařilo se to. Metrologii času a frekvence se na plný úvazek věnuje jen málo techniků, obvykle na nejvyšší úrovni přesnosti v národních metrologických institutech. V průmyslu a v kalibračních laboratořích je tento obor vždy spojen s jinými kalibracemi, které musí pracoviště zajišťovat. Metrologie frekvence je v převážné většině laboratoří zařazena do oblasti kalibrace měřidel elektrických veličin, metrologie času se v praxi podniků většinou týká stopek a různých časovačů v technologickém procesu a požadavky na přesnost v tomto případě nebývají velké.

Jednotka času a frekvence

Základní jednotkou v metrologii času je sekunda. Ta je jednou ze sedmi základních SI jednotek a je definována jako trvání 9 192 631 770 cyklů záření v atomu cesia. Frekvence, vyjádřená v Hz, je jednou z 19 odvozených SI jednotek a je vyjádřena počtem cyklů za sekundu. Metrologii frekvence proto můžeme vztáhnout jen k periodicky se opakujícím a trvajícím dějům. To umožňuje v některých případech navazovat kontinuálně na rozdíl od většiny oblastí metrologie,

kdy se návaznost zajišťuje pouze v periodických intervalech, protože je k ní potřebí převoz etalonů a kalibrovaných zařízení na jiné místo.

Mezinárodním etalonem pro metrologii času je **mezinárodní časová stupnice** zajišťovaná BIPM Paříž - Francie. BIPM zajišťuje časovou stupnici známou jako **atomový čas TAI**, zpracováním dat z asi 350 hodin umístěných v asi 69ti národních metrologických institutech po celém světě. Většina z těchto etalonů jsou komerční cesiové oscilátory, ale některé jsou i vodíkové masery. Každý z oscilátorů má přiřazen určitý váhový faktor, takže lepší oscilátory se více uplatňují ve výpočtech. Žádný z těchto oscilátorů ale nemá váhu větší než 0,7 %. Přenos dat od každého oscilátoru na BIPM je prováděn pomocí společného sledování GPS satelitů. Kromě porovnávání časových stupnic pomocí „společného sledování GPS družic“ (Common View) se zvláště mezi významnými laboratořemi používá Two-Way Satellite Time Transfer přes stacionární komunikační družice. Při porovnání na velké vzdálenosti lze touto metodou dosahovat lepších výsledků. Zvláštní roli při výpočtu stupnice TAI ale hrají primární etalony frekvence, kterých bylo v posledních letech 15. Tyto etalony slouží k vytváření sekundy SI. Zhruba se dá říct, že stupnice TAI se neustále koriguje tak, aby její sekunda byla rovna sekundě SI určené z měření na zmíněných primárních etalonech frekvence.

Protože TAI je odvozen od atomových jevů, není vázán na rotaci země a je rychlejší proti **astronomické časové stupnici UT1** o asi 3×10^{-8} za rok. Časová stupnice UTC je shodná s atomovou stupnicí TAI s výjimkou přestupných sekund, které jsou nezbytné k vyrovnání se stupnicí UT1. Přidání dodatečné sekundy 30. června letošního roku způsobilo problémy některým počítačovým serverům.

UTC je „papírovou časovou stupnicí“, protože je počítána BIPM se zpožděním několika týdnů proti skutečnosti, je publikována měsíčně a je také dostupná na internetu.

Minulost

Od paměti hodiny nařizujeme podle nějaké autority. Přesné hodiny byly dlouhou dobu základním problémem, hlavně pro navigaci mezikontinentálních námořních plaveb. Až po velkém a dlouhodobém úsilí byly zhotoveny vyhovující kyvadlové chronometry. V běžném životě u nás se čas sledoval od středověku podle hodin a podle zvonů kostelů, později vysíláním časového signálu v rádiu či v televizi, nyní podle rádiového signálu šířeného na dlouhých vlnách vysílačem DCF 77. Automatizovaně se synchronizovaly hodiny pomocí speciálních sítí (systémy matričních a podružných hodin), přenosem signálu po elektrickém vedení, nyní hlavně internetem. Stále se hledají cesty, jak levně obsáhnout co největší okruh uživatelů. Rádiové vysílání je jedna z možností. Rádiová stanice vysílá časový signál, podle kterého se (pomocí časových značek) hodiny samy nastaví a jdou stále přesně, včetně nastavení na letní čas a zpět. Typickým znakem hodin „řízených rádiem“ je symbol vysílače a případně nápis „Radio Contolled Clock“.

Ačkoliv v dřívějších dobách fungovaly v ČR vlastní systémy pro vysílání přesného času, počínaje systémem z roku 1955 s vysílačem vysílajícím na frekvenci 2,5 MHz a konče systémem OMA 50, vysílajícím na frekvenci 50 kHz, nedošlo k masovému využití těchto vysílačů, protože v té době nebylo možné realizovat dostatečně levný a malý přijímač na vestavění do hodin. Proto byl poslední český systém OMA 50 z finančních důvodů v roce 1995 vypnut. Klíčovou platformou pro vysílání času vzduchem se stal v Evropě německý systém DCF77, který začal vysílat v roce 1970 a funguje dodnes. DCF77 je poslední funkční systém vysílající čas na dlouhých vlnách na evropském kontinentu. Jelikož je hojně využíván v komerční sféře, má stále své uplatnění a bude nám snad sloužit ještě řadu let. Zhruba od roku 2007 obsahuje DCF77 signál také informaci o předpovědi počasí pro 60 regionů v Evropě (na ČR připadají 3 regiony). Tuto informaci využívá množství domácích meteorologických stanic, které jsou běžně na trhu. Přijímače signálu DCF jsou stále levnější (nejlevnější prodejní cena nepřesahuje příliš 100 Kč), a tak se postupně upouští od budování speciálních časových sítí v budovách.

Etalony frekvence

Prakticky všechny hodiny a etalony frekvence jsou nyní elektronické a řízeny oscilátorem s krystalem. Krystalové oscilátory prodělaly za posledních 50 let obrovský rozvoj a nyní máme k dispozici krystaly pro běžné hodinky za nepatrnou cenu i kvalitní krystaly pro měřicí techniku až po krystaly pro elektroniku atomových hodin.

Atomové hodiny v současnosti jsou velmi přesné hodiny, měřící čas na základě mikrovlnného signálu, který vysílají elektrony v atomech při změně energetické hladiny atomů. První atomové hodiny byly postaveny v roce 1949 v USA. V roce 1955 vyrobili ve Velké Británii první cesiové atomové hodiny. Základem atomových hodin je resonance kmitání atomů cesia, respektive plynného čpavku. Frekvence atomových hodin je mnohem vyšší a stabilnější ve srovnání s křemenným krystalem, takže je možno dosáhnout větší přesnosti. Cesiové etalony umožnily novou definici sekundy (viz výše).

Řada dalších systémů atomových hodin je používána i k jiným účelům. Rubidiové etalony jsou ceněné pro nižší cenu a malý šum, ale mají určitý dlouhodobý drift. Vodíkové masery (často vyrobené v Rusku) mají vynikající krátkodobou stabilitu ve srovnání s jinými etalony, ale často nižší dlouhodobou přesnost. Výzkumy jsou zaměřeny na cesiové fontány a na použití etalonů z oblasti viditelného světla, protože má 50000 krát vyšší frekvenci než pro cesium při použití mikrovlnného záření. Atomové hodiny, které pracují s optickou rezonancí, mohou být právě z tohoto důvodu ještě mnohem přesnější. Významnou roli dnes hraje šíření času v internetu. Využívá se přitom většinou protokol NTP (Network Time Protocol). Global Positioning System (GPS) je systém, který umožňuje distribuci přesného času a frekvence a porovnávání časových stupnic s využitím satelitů.

Požadavky na návaznost

Sekunda je jednou ze sedmi základních jednotek a proto se objevuje v definici řady dalších jednotek. Většinou však

není omezujícím faktorem ani při nejpřesnějších měřeních. Na příklad v oblasti délkových měření postačuje přesnost měření frekvence kolem asi 10^{-11} , při definici jednotky napětí na základě Josephsonova jevu 10^{-10} .

Úlohou metrologa organizace je zajistit návaznost. V České republice v oblasti národního etalonu času a frekvence nepracuje ČMI, ale Ústav fotoniky a elektroniky akademie věd ČR. V Evropě, pro její malé rozměry, to bývá i návaznost na národní metrologický institut jiné země (například při příjmu DCF 77 na PTB). Národní instituty zajišťují návaznost buď šířením etalonového signálu nebo monitorováním vlastností signálu z jiných zdrojů.

Návaznost v běžném životě

K šíření etalonových signálů se užívá všech možných a dostupných možností. Je to satelitní vysílání, vysokofrekvenční rádiové a televizní vysílání, rádiové vysílání v oblasti velmi dlouhých vln (Německo DCF 77,5 kHz, ve Skotsku vysílač Anthorn 60 kHz a jinde ve světě řada dalších vysílačů, systémy jako je LORAN-C, radionavigační systémy jako je GPS, Galileo v EU, GLONASS v Rusku, BeiDou v Číně, IRNSS v Indii, případně i internet.

Téměř každá domácnost u nás má v dnešní době velmi kvalitní návaznost v oblasti času. Je to dáno nízkou cenou a velkým rozšířením hodin řízených radiovým signálem DCF. Jakmile tyto hodiny po vložení baterie začnou ukazovat správný čas, dosáhli jsme návaznosti na etalon času z metrologického ústavu Německa PTB, který řídí etalonový signál DCF 77,5 kHz. (Označení **DCF77** je zkratka, kde **D** značí Deutschland (Německo), **C** - Langwelle dlouhovlnný, **F** - Frankfurt a **77** - frekvenci v kHz). Časový údaj, šířený vysílačem DCF77 pochází z cesiových atomových hodin německého Fyzikálně-technického spolkového úřadu v Braunschweigu a je vysílán prakticky nepřetržitě od roku 1970. Kódování časové informace je prováděno pulzně šířkovou modulací, poklesem amplitudy nosné na 25 % na začátku každé sekundy. Střední hodnota nosného kmitočtu 77,5 kHz se neodchyluje od jmenovité hodnoty více než o 10^{-12} týdně. Relativní nepřesnost za více než 100 dní je pouze $2 \cdot 10^{-13}$. (Provádět měření přesnosti za kratší dobu nemá význam, neboť vysílač vysílá za týden pouze $77 \cdot 500 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 7 = 4,6872 \cdot 10^{10}$ sinusových kmitů). Aby bylo kontrolní měření prováděno s přesností 10^{-12} , musí rozeznat 1/20 periody za týden. Dlouhodobá přesnost $2 \cdot 10^{-13}$ odpovídá při 77,5 kHz jednomu kmitu za dva roky. V praxi samozřejmě je přesnost podstatně menší. Ofset frekvence vysílače DCF 77 je zanedbatelný. Signál z vysílače se šíří rychlostí světla, takže k nám dojde cca za 1,5 ms. Hodiny nejsou navázány stále, ale synchronizují se jen jednou nebo několikrát za den. DCF77 umožňuje dva druhy synchronizace hodin, při čemž většina běžných komerčních hodin používá levnější, ale méně přesný způsob navázání. Vlastní synchronizace má nejistotu asi 15 μ s, vyhodnocení a určení správného okamžiku synchronizace však může být s nejistotou řádu několika ms. Hlavním zdrojem nepřesnosti je drift frekvence krystalu hodinek mezi navázáním (kdy na displeji svítí symbol vysílače), to může být pro hodiny méně často navazující až do 0,5 sec.

Pokud má počítač připojení na internet, může jednoduše nastavovat přesný čas podle některého serveru s přesným časem plně automaticky. Pro tento účel existují protokoly starší Time a novější NTP a SNTP. Přesnost synchronizace času pomocí protokolu Time není velká, pohybuje se kolem 1 sekundy. Naopak protokol NTP, umožňuje udržovat systémový čas s přesností desetin milisekundy. Proto ho také časové servery v Internetu používají k synchronizaci s globálním jednotným časem UTC. Dosažitelná přesnost seřízení hodin v počítači závisí i na operačním systému. Pro operační systém Windows NT2000/XP se udává přesnost synchronizace ± 5 ms. Velkou nevýhodou je, že k synchronizaci hodin dochází jen jednou týdně v definovaný okamžik (čas poslední synchronizace). Pokud v tento okamžik bude počítač zrovna vypnutý nebo se nezdaří připojení k časovému serveru, synchronizace neproběhne. Čas je však možné kdykoliv synchronizovat ručně stiskem tlačítka „Aktualizovat“.

Návaznost při málo přesném měření

V řadě oblastí postačí přesnost měření času nebo frekvence v řádu procent. Jsou to většinou služby, kde zákazníci platí v závislosti na čase, jako jsou například nejrůznější časovače ve výrobě, ale i parkovací hodiny, myčky aut, počítače délky telefonních hovorů a mnohé další. Tato zařízení lze kalibrovat pomocí stopek a časových spínačů s relativní nejistotou kolem 2×10^{-4} . Pro měření rychlosti automobilů radarovými rychloměry je v USA požadována návaznost v rozsahu přesnosti 1×10^{-3} .

Návaznost měření je nutná i v oblasti rádiového a televizního vysílání. Aby se zabránilo interferenci mezi stanicemi, musela být přesnost frekvence AM i FM vysílačů lepší než 10^{-5} , postupně se požadavky o několik řádů zpřísnily. V některých případech slouží vysílače k přenosu etalonového signálu, a pak je přesnost nosné frekvence, případně dalších odvozených frekvencí mnohem vyšší a signál vysílače je navázán na národní etalon. Synchronizované počítačové sítě vyžadují návaznost s nejistotou několika ms. V USA takto zajišťuje NIST synchronizaci pro několik milionů počítačů.

Návaznost v oblasti přesných měření

Elektronika má většinou vyšší požadavky na přesnost frekvence. Kalibrace signálních generátorů a čítačů vyžaduje měření s přesností 10^{-6} až 10^{-10} . Mnoho organizací potřebuje zajistit a distribuovat uvnitř organizace etalonový signál s přesností 10^{-7} až 10^{-12} . Digitální telekomunikace potřebují referenční signál s nejistotou alespoň 10^{-11} . V ČR jsou komerční kalibrační laboratoře vybaveny na výborné úrovni, včetně cesiových etalonů frekvence.

Zdroje etalonového signálu

Velká přesnost při časové synchronizaci je potřebná i v některých oblastech průmyslu. Na příklad při výrobě elektrické energie je potřebná synchronizace až na $1 \mu\text{s}$.

Návaznost pomocí rádiového **vysílání na velmi dlouhých vlnách** se používá již dlouhou řadu let. Nyní prakticky celou Evropu pokrývá signál vysílače **DCF** na frekvenci 77,5 kHz řízený z PTB v Německu. Tímto signálem mohou

být řízeny i různé druhy hodin včetně levných a malých domácích typů. Nízkofrekvenční signál může distribuovat frekvenci s nejistotou menší než 10^{-11} .

Velmi perspektivním, v současné době již dominujícím zdrojem distribuce referenční frekvence pro vyšší požadavky na přesnost je **satelitní systém GPS** nebo jeho Ruská varianta GLONASS. GPS systém zajišťuje signály pro US armádu, ale L1 nosná (1575,42 MHz je volně přístupná všem uživatelům). GPS je v první řadě navigační systém, jeho použití pro etalonáž frekvence je jeho vedlejším produktem. Vlastností GPS systému je, že družice vysílající signál obíhají na drahách s periodou o něco menší než 12 hodin, takže během dne oběhnou zeměkouli dvakrát. Jedna družice proto nemůže být sledována z jednoho místa stále. V každém bodě zeměkoule je vždy k dispozici signál z několika družic. Některé národní metrologické instituty sledují GPS signál a publikují data na internetu, některé sledují všechny akreditované laboratoře, využívající GPS.

Přijímače pro GPS jsou běžně dostupné a relativně levné. Mimo příjem signálu mají velký vliv na vlastnosti přijímačů GPS i jejich vestavěné oscilátory. Přijímače s nízkošumovými krystalovými nebo rubidiovými oscilátory mají nejlepší vlastnosti.

Shrnutí

Pokud měříme frekvenci, vždy měříme „průměrnou frekvenci“ na určitém časovém intervalu. Nejistota tohoto měření závisí na délce intervalu, va kterém měření proběhlo. U seriózního údaje o nejistotě měření frekvence se proto uvádí délka tohoto intervalu (totéž platí pro udávání měřících schopností CMC laboratoře). V případě GPS údaj o přesnosti 10^{-13} zhruba odpovídá měření za 1 den.

Požadavky na přesnost frekvence se podle použití liší o mnoho řádů. Přibližně je můžeme shrnout v následujícím přehledu, který uvádí pouze velmi orientační hodnoty relativní nejistoty.

Kalibrace radarových rychloměrů pro policejní účely	1×10^{-3}
Střídavá elektrická měření	5×10^{-4}
Kalibrace stopek a časových spínačů	2×10^{-4}
Levné krystalové oscilátory	1×10^{-6}
Přesné krystalové oscilátory (OCXO)	1×10^{-9}
Kalibrace elektronických zařízení	10^{-6} až 10^{-10}
Odvození metru a voltu	10^{-9} až 10^{-11}
Rozvod etalonového signálu pro kalibrační účely	10^{-8} až 10^{-12}
Primární reference pro synchronní digitální sítě	pod 10^{-11}
Kosmické a vojenské aplikace, mezinárodní porovnání	pod 10^{-13}

Dostupné zdroje etalonového signálu poskytují signál, který je ovlivněn úrovní šíření i úrovní zpracování signálu.

Přesnost měření je limitována přirozenými chybami (ionosférické a troposférické zpoždění, mnohacestné šíření při šíření prostorem, i zpoždění signálu při šíření po sítích. Přibližně se dá říci, že lze dosáhnout parametrů pro signál získaný z:

LF rozhlasové vysílání (50 až 100 kHz)	10^{-10} až 10^{-12}
GPS	10^{-11} až 10^{-13}
Rozvod etalonového signálu	10^{-8} až 10^{-12}
Reference pro synchronní digitální síť	pod 10^{-11}
Kosmické a vojenské aplikace	pod 10^{-13}
Rubidium	10^{-11} až 10^{-12}
Cesium	10^{-13}
H maser	až 10^{-15}
Optické hodiny (stroncium 87)	až 10^{-17}

Kalibrace v praxi

Metrolog organizace musí řešit potřeby kalibrace externě nebo interně v organizaci.

Externí akreditované kalibrace je možné zajistit u laboratoří akreditovaných ČIA pro frekvence od 0,01 Hz až do 46 GHz. Pro rozhodnutí, zda dělat kalibrace interně je nutné zhodnotit počet potřebných kalibrací a jejich požadované parametry. Etalony pro kvalitní kalibrační laboratoř elektro s běžnými potřebami z oblasti kalibrace DMM, kapacity a frekvence lze nyní pořídit již za investici cca 20 000 Kč (6,5 dig DMM s funkcí měření frekvence, ke kterým je třeba připočítat cca 3000 Kč ročně za kalibraci).

Kalibrace časových indikátorů, výrobních časovačů a stopek

Pokud se jedná o ručně zapínaná a vypínaná zařízení, je podstatnou složkou nejistoty reakční doba obsluhy. Ta kolísá (podle věku, únavy, denní doby, používaných léků atd) od 0,08 s až po 0,5 s. Vliv této nejistoty můžeme potlačit kalibrací pro co nejdelší časové intervaly. Jako etalon mohou být použity hodiny navázané na DCF nebo na signál šířený po internetu. Při validaci metody musíme prověřit, stav zvoleného zařízení i jak často se navazuje.

Kalibrace v oblasti nízkých frekvencí do 1 MHz s nižší přesností

Pro analogové generátory postačí měřicí funkce frekvence u 6,5 dig. DMM.

Kalibrace v oblasti frekvencí do 1 GHz s nižší přesností

Pro běžné generátory postačí univerzální čítače, s alespoň 8 místným displejem, postačí i bez závěsu na etalonový signál.

Kalibrace v oblasti frekvencí s vyšší přesností

Pro běžné generátory postačí univerzální čítače s alespoň 12 místným displejem, synchronizované podle signálu z GPS.

Kalibrace v oblasti frekvencí s nejvyšší přesností

Na tyto potřeby jsou zaměřené některé AKL a UFE AV ČR.

Závěr

V oblasti měření a kalibrace elektrických veličin a frekvence se setkáváme s řadou různých kvalifikačních požadavků na personál. Například klasické kalibrace měně přesných digitálních multimetrů (do 4,5 digitů mají požadavky na kvalifikaci malé a po zácvičku prakticky nejdou pokazit, totéž platí v oblasti kalibrace času jen pro kalibraci stopek. Kalibrace frekvence na vysoké úrovni přesnosti i kalibrace parametrů obvodových prvků (R, L, C, Q, D) vyžadují porozumění a znalost problematiky. Proto ČKS pořádá 4. 10. 2012 ve spolupráci s Ústavem fotoniky a elektroniky akademie věd ČR seminář pro tyto oblasti. První část bude věnována přehledu a opakování, uvede požadavky na přesnost v měření času a frekvence v běžné praxi, upozorní na specifika při vyjadřování přesnosti měření v oblasti času, probere kalibrace stopek. Krystalový oscilátor je základní obvodový prvek měřidel v oblasti frekvence a proto je nutné zopakovat orientační přehled konstrukčního řešení a vlastností. Kalibrace čítačů má svá specifika a řešení při kalibraci, je třeba mimo jiné odhad nebo stanovení hystereze, uvážit vliv šumu, výpočty nejistoty při kalibraci a použití čítače. Kalibrace osciloskopů také souvisí s tímto oborem, protože se jedná i o jejich frekvenční rozsah a kalibraci strmosti hran signálů. Nová část, dosud v ČR neuvedená, je blok přednášek: Metrologie času a frekvence v kalibrační laboratoři, základy metrologie času a frekvence (sekunda SI, časová stupnice UTC), charakterizace hodin a oscilátorů (odchylka času a frekvence, ADEV, TDEV), etalony času a frekvence vhodné pro kalibrační laboratoře (typické vlastnosti), systémy distribuce přesného času a frekvence (GPS, internet, DCF, využití systémů GNSS (Globální družicový polohový systém) v metrologii času a frekvence. přehled a vlastnosti systémů (GPS, GLONASS, GALILEO, EGNOS), principy a využití pro distribuci času a frekvence a porovnávání časových stupnic, zdroje chyb měření a výsledné nejistoty, kalibrace v oblasti frekvence v UFE kalibrace přijímačů GPS a využití výsledků v praxi.

Doufáme, že tímto školením bude odstraněn základní problém uživatelů, kteří se s časem a frekvencí setkávají velmi často, při tom jsou někdy uváděny velmi vysoké přesnosti a už řadu let nebylo v žádné nabídce žádné moderní školení ani mezilaboratorní porovnání v těchto oborech, které by prověřilo skutečně dosahované hodnoty přesnosti.

Literatura

http://www.bipm.org/en/scientific/tai/time_server.html.
Z obrovského množství literatury viz také Timescales at the BIPM, E F Arias 1,2, G Panfilo 1 and G Petit, Metrologia 48 (2011) S145–S153

a dále děkuji za osobní konzultace ing. Pánkovi, Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR.

Volba hlavního etalonu kmitočtu pro kalibrační laboratoř

Volně podle [1]

Časopis Cal Lab přinesl ve svém 2. čísle ročníku 2008 článek, ve kterém autor diskutuje možnosti zajištění metrologické návaznosti v oboru kmitočtu a času. Jako možná řešení hlavního etalonu laboratoře uvádí

1. krystalové oscilátory (oscilátory stabilizované krystalem)
2. atomové hodiny
3. synchronizované oscilátory, řízené pomocí signálů GPS.

Schopnost kalibrace a měření laboratoře do značné míry závisí na typu zvoleného etalonu a to je důležité zejména pro laboratoře akreditované. K dispozici je mnoho různých komerčně dostupných zařízení.

Krystalové oscilátory jsou především citlivé na teplotu, a proto takové etalony pracují v přísně teplotně stabilizovaném režimu krystalu a pracuje se se speciálními řezy krystalu (poznamenejme, že takový etalon užívala i TESLA Brno v sedmdesátých letech). Oscilátory mají obvykle vynikající krátkodobou stabilitu kmitočtu (1 s) v řádu až 10^{-13} a nízký fázový šum. Bohužel jsou zatíženy driftem kmitočtu a stárnutím. Neblahé jsou také změny kmitočtu při přerušení provozu; proto etalonový oscilátor musí pracovat nepřetržitě. Z hlediska uplatnění výkonů laboratoře je nepřijemné, že většina kalibrovaných přístrojů bude mít vestavěný kvalitní krystalový oscilátor jako zdroj kmitočtu a při kalibraci se tedy porovnávají dva zdroje, u kterých nemusí být možné dodržet potřebný odstup nejistot. Nicméně – u přesných krystalových oscilátorů (OCXO) lze dosáhnout přesnosti kmitočtu až 1×10^{-9} .

Rubidiové oscilátory jsou proti cesiovým hodinám sice méně přesné (asi 1000x pokud se neadjustují), ale jsou mnohem levnější, až desetkrát. Autor uvádí několik případů konkrétních Rb oscilátorů, které se sice liší ve svém chování (především podle prováděné adjustace), ale všechny vyhoví potřebám většiny laboratoří:

- pravidelně justovaný Rb oscilátor s kmitočtem se stabilitou 5×10^{-12} za den během celého roku
- méně pečlivě udržovaný oscilátor s kmitočtem stálým za celý rok v mezích 2×10^{-11} za den
- oscilátor méně stabilní než předchozí dva, ale stále schopný udržovat kmitočet během dne na 4×10^{-11}
- oscilátor ponechaný rok volnému běhu s občasným dostavením, který i tak měl za rok změnu v mezích 8×10^{-11} .

Cesiové hodiny by ještě nedávno nikdo nehledal v kalibrační laboratoři nebo na pozici hlavního etalonu podniku. V současné době je tomu už jinak, ale stále zůstávají nákladnou záležitostí. Jejich provoz zdražuje nutnost výměny cesiové trubice s vysokou stabilitou (high performance tube) po zhruba šesti až sedmi letech a přibližně po dvaceti letech u standardní trubice. To je spojeno s náklady srovnatelnými zhruba s polovinou pořizovací ceny celého etalonu. Ovšem, parametry jsou pro nejnáročnější laboratoře rozhodující – kmitočet stabilní až v řádu 10^{-14} /den. Navíc, tyto oscilátory pracují přímo podle definice sekundy, jsou tedy pravými primárními etalony. Je však nutné neustále kontrolovat porovnáním s jiným zdrojem, že etalon pracuje normálně.

Poznamenejme, že český státní etalon frekvence a času s takovými hodinami (5071 A) pracuje a dosahuje relativní nejistoty realizované sekundy 6×10^{-14} , průměrováno za jeden den.

Synchronizované oscilátory využívají přesnosti kmitočtu, nezbytné pro navigační systém GPS. Za cenu určité komplikace vnější anténou a přijímačem signálu GPS získá laboratoř etalon, nevyžadující dostavování a dosahující stability kmitočtu v řádu 10^{-13} za den. Tato volba realizace hlavního etalonu laboratoře je stále častější a hlavně stále levnější. Samozřejmě i zde je nutný stálý dohled.

Závěrem autor uvádí, že by se laboratoře měly vyvarovat používání krystalových oscilátorů na pozici hlavního etalonu a měly by dát přednost atomovým hodinám nebo zdroji řízenému prostřednictvím GPS. V každém případě je ovšem nutné vypracovat postup pro stanovení nejistoty etalonu, aby bylo možné průběžně zajistit **návaznost na SI**. Pro etalony kmitočtu se vedle cesty zasilání etalonu do národního metrologického institutu (NMI) ke kalibraci nabízí i možnost dálkové kalibrace prostřednictvím GPS. První metoda poskytuje údaje o kmitočtu etalonu a jeho nejistotě vlastně jen v okamžiku provedené kalibrace a vyžaduje opakované kalibrace ve vhodných intervalech. Metoda dálkové (remote) kalibrace založená na společných pozorováních GPS (angl. GPS Common View) má jednoduchý princip: Etalon kalibrační laboratoře je porovnáván s přenosovým etalonem R na družici GPS a současně je se stejným R porovnáván i státní etalon. Z rozdílu dat získaných na obou místech je možné stanovit rozdíl mezi etalonem laboratoře a státním etalonem a parametry etalonu R zde vůbec nevystupují. Více se lze o přenosu času prostřednictvím GPS dočíst v [2].

[1] LOMBARDI, Michael A.: Selecting a Primary Frequency Standard for a Calibration Laboratory. Cal Lab: The int. journal of metrology. 2008, Vol. 15, No. 2. Dostupné z: <http://tf.nist.gov/general/pdf/2289.pdf>

[2] PÁNEK, P. Přenos přesného času pomocí družicových navigačních systémů. Metrologie. 2011, roč. 20, č. 3.

Poznámka na okraj

V českých textech převládalo pro nějakou dobu pro označování kmitočtu slovo „frekvence“ (viz například název českého státního etalonu). Norma ČSN ISO 80000-3 ale zná označení „kmitočet“, stejně jako vyhláška č. 264/2000 Sb. ve znění vyhlášky 424/2009 Sb. Obě označení můžeme pokládat za synonyma (i když „frekvence“ má více významů), ale z hlediska jazykové čistoty a respektu k citovaným dokumentům bychom měli dávat přednost slovu „kmitočet“.

METROLOGIE DIGITÁLNĚ MODULOVANÝCH SIGNÁLŮ

Ing. Martin Hudlíčka, Ph.D.,

Český metrologický institut, oddělení mikrovlnné techniky

Abstrakt

Tento příspěvek je rozšířením článku [1], ve kterém byly podány základní informace o modulačních technikách a měřicích metodách používaných v dnešních komunikačních systémech. Nejprve jsou stručně shrnuty současné metody pro přesná měření parametrů modulovaných signálů a charakterizace širokopásmových vzorkovačů a poté jsou naznačeny směry budoucího vývoje. Krátce jsou představeny také cíle projektu EMRP „Metrology for ultrafast electronics and high-speed communications“.

1. Úvod

Bouřlivý rozvoj nových modulačních metod a stále složitějších telekomunikačních prostředků přináší i množství výzev v oblasti měření a metrologické návaznosti měřených parametrů. K vývoji a testování nových zařízení se používají jednak generátory digitálně modulovaných signálů a jednak vektorové signálové analyzátoři. V současnosti je poměrně dobře zpracována metrologická návaznost jednoduchých veličin jako je napětí, výkon nebo kmitočet na základní jednotky soustavy SI. Obecné metody měření vlastností komunikačních signálů s metrologickou návazností dosud nebyly výrobci měřicí techniky vypracovány, nicméně na předních metrologických pracovištích je této problematice věnována pozornost. Nové poznatky v této oblasti přinese i právě běžící projekt EMRP „Metrology for ultrafast electronics and high-speed communications“, viz [2] (EMRP je zkratka pro společný evropský metrologický výzkumný program spolufinancovaný z prostředků Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy a Evropské unie).

Komunikační prostředky jsou dnes navrženy již tak sofistikovaně, že lze většinu systematických chyb na straně vysílače i přijímače matematicky korigovat a nedochází tak ke zhoršení kvality přenosu informace. Kvalita signálu je při přenosu komunikačním kanálem ovlivněna mnoha faktory (kmitočtové úniky, mnohacenné šíření, útlum v trase, ...) a k přijímači tak signál dorazí vždy zkreslený. Může se zdát, že mimo laboratorní použití ztrácí smysl generovat modulované signály s velmi vysokou přesností, protože na straně přijímače lze většinu chyb úspěšně korigovat. Lze však očekávat, že tlak na efektivní využití kmitočtového spektra neustále poroste a komunikační prostředky tak budou muset splňovat velmi přísná kritéria, jejichž dosažení při výrobě a následném ověřování nebude možné bez velmi přesného měření. S problémy metrologické návaznosti měření některých parametrů se potýkají také kalibrační laboratoře po celém světě, jejichž systémy kvůli metrologické návaznosti vyžaduje.

2. Současný stav

V signálových analyzátořích jsou chyby modulovaného signálu obvykle určeny následovně: vř modulovaný signál

na vstupu přístroje je směšovačem převeden na nižší kmitočet, na kterém je s velkou rychlostí navzorkován A/D převodníkem (obvykle více než 12-bitovým). Na základě znalosti parametrů modulovaného signálu je provedena demodulace číslicového signálu a určeny původní přenesené symboly. Ze znalosti symbolů a druhu modulace je v přístroji vytvořena ideální replika modulovaného signálu a je porovnána s naměřeným signálem. Z rozdílu těchto dvou signálů lze určit různé amplitudové a fázové chybové parametry měřeného modulovaného signálu. Metrologická návaznost tohoto procesu vyžaduje plnou znalost vlastností a chyb použitého A/D převodníku a další chyby, které do procesu vnáší vlastní měřicí přístroj (chyby číslicových filtrů, chyby číslicových metod při zpracování navzorkovaného signálu, chyby směšovače, kvadrurního demodulátoru, ...). Tým dr. Humphreys v NPL volí cestu tzv. waveform metrologie, tedy velmi rychlého navzorkování modulovaného průběhu a jeho následné zpracování v počítači. Cílem je navzorkování vř signálu co nejlíže ke zdroji a jeho následné zpracování metodami, u kterých lze přesně vyčísřit chybu. Rychlé navzorkování je provedeno pomocí metrologicky navázaného vzorkovacího nebo digitálního osciloskopu s velkou šířkou pásma [3]. Návaznost je zajištěna pomocí elektro-optických systémů, které existují také na pracovištích v NIST [4] a PTB [5]. Popis systému, kterým lze rychle vzorkovací osciloskopy charakterizovat, bude popsán dále. Výpočet chybových parametrů signálu je potom proveden v počítači z navzorkovaných dat, která jsou demodulována a porovnána s ideální replikou signálu [6]. Uložení časového průběhu signálu pomocí digitálního osciloskopu je v principu poměrně jednoduché, dnešní osciloskopy s vzorkovací rychlostí v řádu jednotek až několika desítek GSa/s (miliardy vzorků za sekundu) jsou schopny zachytit a uložit dlouhé úseky signálu. Podle velikosti nosného kmitočtu je potom možné docílit převzorkování signálu (oversampling) v řádu jednotek až desítek. Počet vzorků, které lze najednou uložit, je u moderních digitálních osciloskopů až několik milionů. Při snímání signálu vzorkovacím osciloskopem je k dispozici typicky větší šířka pásma (v současnosti až 100 GHz) a počet bodů, které lze současně uložit, se pohybuje od několika tisíc do několika stovek tisíc. Oba přístupy mají i své zápory, při měření je třeba počítat s vlivem vzájemné fázové nestability použitého generátoru a osciloskopu (většina osciloskopů standardně neumožňuje fázově synchronizovat svou časovou základnu s externím referenčním signálem), u digitálních osciloskopů hraje vliv také jejich nelineární chování. U obou typů osciloskopů je obecně problémem spouštění (trigger), pokud měřený signál není periodický (jako periodické jsou míněny i pseudonáhodné posloupnosti PN9, PN11 apod., které se po určitém počtu symbolů opakují). Pro některé nelineární modulace s pamětí může být perioda, po které se časový průběh signálu pro periodická vstupní data začíná opakovat, velmi dlouhá. Většina generátorů digitálně modulovaných signálů obsahuje hodinový výstup, jehož kmitočet je v určitém poměru k symbolové

rychlosti signálu a je fázově zavěšen na kmitočty nosného signálu. Pro nízké kmitočty hodinového signálu (např. 100 Hz pro mobilní systém UMTS) je proces zachycení krátkého časového úseku vř modulovaného signálu vzorkovacím osciloskopem velmi zdlouhavý a trvá řádově několik hodin, přičemž musí být zajištěna vysoká teplotní a kmitočtová stabilita celého měřicího systému. Metoda je použitelná pouze pro kmitočty řádově do několika GHz, pro vyšší kmitočty prudce narůstá objem zpracovávaných dat. Snahou projektu „Metrology for ultrafast electronics and high-speed communications“ zmíněného v úvodu proto bude nalézt jinou, univerzálnější metodu analýzy modulovaných signálů, která by byla kmitočtově nezávislá a umožňovala analyzovat moderní širokopásmové modulované signály (až desítky MHz pro systémy WLAN, WiMAX, LTE nebo stovky MHz pro UWB signály), a která by zároveň byla cenově dostupná a umožňovala metrologickou návaznost na standardy vyšší přesnosti. V současnosti jsou na některých pracovištích rozpracovány metody, jak k tomuto účelu použít moderní spektrální a signálové analyzátoři s možností analýzy modulovaných signálů [7]. Jednou z metod pro testování signálových analyzátoři je např. přivedení signálu se známými parametry a kmitočtovým spektrem na jejich vstup (tzv. multitone signály), které je používáno např. v NIST a NPL. Takový signál se může skládat z velkého počtu nosných kmitočtů a je poměrně obecný, nicméně nemůže postihnout všechny jevy vyskytující se v moderních komunikačních systémech. Podrobnější popis bude uveden dále.

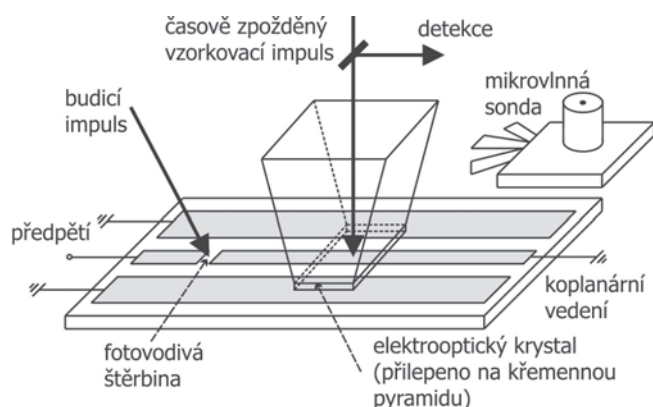
Pro kalibraci parametrů svázaných s digitálními modulacemi mají obvykle výrobci své vlastní metody, které nejsou unifikované a navázané na přístroje vyšší přesnosti, a výrobci o nich nezveřejňují příliš informací, protože by tím museli zároveň poskytnout některé detailní informace o vnitřní stavbě svých přístrojů. Navíc jejich kalibrační postupy tvoří zdánlivě uzavřený kruh – např. pro kalibraci modulačních parametrů signálového generátoru je potřeba spektrální/signálový analyzátoři. Ke kalibraci tohoto spektrálního/signálového analyzátoři je ovšem potřeba zkalibrovaný vektorový signálový generátor. Specifikace jednoho z klíčových parametrů pro posouzení kvality modulovaného signálu daného generátoru, amplitudy chybového vektoru EVM (error vector magnitude), jsou obvykle kontrolovány signálovým analyzátoři stejného výrobce, ve kterém je nainstalována možnost demodulace daného formátu a přesnost určení chybových parametrů je výrobcem odvozena ze znalosti vnitřního uspořádání a přenosu chyb uvnitř přístroje. Nejednotnosti v postupech výrobců nahrávají také dosud nejednotné předpisy a doporučení telekomunikačních orgánů. Např. o vytváření standardů pro mobilní síť GSM a UMTS se stará skupina 3GPP (tzv. Partnerský projekt třetí generace, konsorcium založené v roce 1998, jehož členy je mnoho zemí), v jejíž dokumentech lze nalézt specifikace pro měření parametrů základnových stanic a mobilních telefonů. Před samotným výpočtem chybových parametrů doporučují normy upravit vstupní signál tak, aby byly vyloučeny chyby kmitočtu, fáze apod. způsobené samotným měřicím zařízením a filtrací signálu (viz např. [8]). Není již

ovšem uveden standardizovaný postup, jakým způsobem se toto „předzpracování“ má provést (často se jedná o komplikované matematické úpravy) a tak existuje mnoho metod, jak toho docílit a obecně lze tvrdit, že čím sofistikovanější algoritmy pro předzpracování signálu jsou v přístroji použity, tím příznivějších chybových parametrů lze dosáhnout (použití ekvalizačních a kompenzačních filtrů apod.). Pro systémy 4G dokonce není měření některých parametrů ve standardech nijak specifikováno a předpokládá se použití systémů, které si každý výrobce navrhne svým způsobem. Výrobci již investovali velké množství prostředků do vývoje vlastních metod a proto bude pravděpodobně jejich sjednocení obtížné.

3. Elektrooptické vzorkování časových průběhů

Pro charakterizaci dnešních vzorkovacích osciloskopů se šířkou pásma 100 GHz a větší je potřeba mít k dispozici generátory signálů, jejichž šířka pásma je alespoň dvakrát až třikrát větší. Signály s tak obrovskou šířkou pásma lze na primární úrovni charakterizovat pomocí tzv. elektrooptického vzorkovacího systému. Principem je generování ultrarychlého elektrického impulsu a jeho přivedení na vstup měřeného zařízení. Porovnáním impulsu na vstupu a výstupu měřeného zařízení lze určit komplexní přenosovou funkci a impulsovou odezvu měřeného zařízení (předpokládá se lineární odezva systému). V následujícím textu bude popsán systém používaný v PTB [9]. Základem je fotovodivý prepínač (photoconductive switch) zhotovený z velmi tenkého plátku GaAs na koplanárním vedení. Délka vedení je 6 mm, střední vodič má šířku 30 μm a šterbinu šířky 10 μm , která je v něm vyleptaná, lze považovat za samotný fotovodivý prepínač. Mezi střední vodič a oba krajní vodiče koplanárního vedení je přivedeno předpětí 20 V a ozařováním šterbiny femtosekundovým laserem (250 fs impulsy, vlnová délka 840 nm) se uvolňují volné náboje a po koplanárním vedením se šíří elektrický impuls. Elektrooptické vzorkování těchto elektrických impulsů je potom provedeno pomocí krystalu zhotoveného z LiTaO_3 (tloušťka 20 μm , plocha 200 $\mu\text{m} \times 200 \mu\text{m}$), který je umístěn o něco dále na koplanárním vedení o charakteristické impedanci 50 Ω , viz obr. 1. Na krystal je namířen 150 fs impuls ze stejného laseru (vln. délka 840 nm) s proměnným časovým zpožděním oproti budicímu impulsu a detekují se změny indexu lomu v krystalu vyvolané příčnými složkami elektrického pole napěťových impulsů na koplanárním vedení. Změny jsou úměrné napětí na koplanárním vedení v okamžiku, kdy na něj dorazil optický impuls. Změnou zpoždění „vzorkovacího“ optického impulsu lze měnit relativní dobu, za kterou impuls dorazí na povrch LiTaO_3 krystalu a tím sledovat průběh napětí na koplanárním vedení v čase a rekonstruovat tvar impulsu. K měřenému osciloskopu je potom elektrický signál přiveden pomocí koaxiální sondy, která se dotýká všech vodičů koplanárního vedení. Sonda samozřejmě ovlivní tvar impulsu a tak je potřeba použití dalších technik, které vliv sondy a dalších koaxiálních komponent eliminují [9]. Metrologická návaznost časových parametrů impulsu je zajištěna přes návazné měření vzdálenosti. Pomocí současných systémů lze charakterizovat impulsy s trváním jednotek až desítek piko-

sekund, cílem projektu [2] bude vyvinout systém schopný charakterizovat časové signály délky alespoň 2 ns se šířkou pásma alespoň 500 GHz.



Obr. 1: Princip elektrooptického vzorkovacího systému

4. Šíření nejistot mezi kmitočtovou a časovou oblastí

Většina metod pro charakterizaci širokopásmových standardů pro rychlé průběhy se omezuje pouze na stanovení nejistot základních časových parametrů, jako je např. doba náběhu odezvy osciloskopu na jednotkový skok nebo šířka impulsu. V současnosti se rozvíjí již zmíněná *waveform metrologie*, kdy lze přiřadit nejistotu každému bodu měřeného průběhu v časové nebo kmitočtové oblasti. To vyžaduje použití metod pro výpočet nejistoty vícerozměrných veličin, z nichž některé jsou sjednoceny a doporučeny k použití v Příloze 2 dokumentu GUM [10]. Obecná metoda pro výpočet nejistoty časových vzorků při měřeních vzorkovacím osciloskopem byla popsána např. v práci [4], ve které jsou uvedeny zároveň odkazy na další práce zabývající se problematikou přepočtu nejistot mezi kmitočtovou a časovou oblastí. Metoda využívá zákona o šíření nejistot k výpočtu kovarianční matice výstupní veličiny sestavené z komplexních měřených vzorků (vzorky jsou naměřeny v časové oblasti, Fourierova transformace je lineární transformací a zjišťuje se nejistota komplexních Fourierových koeficientů v kmitočtové oblasti). Metoda je vhodná pouze pro délky signálu do několika tisíc vzorků. Velikost kovarianční matice vytvořené z n naměřených vzorků je totiž úměrná n^2 , což pro průběhy s několika desítkami tisíc bodů a mnoho opakování měření představuje problém, který je obtížně řešitelný současnými výpočetními prostředky. Výstupem projektu [2] bude také vylepšená metoda výpočtu nejistoty, která si klade za cíl významnou úsporu paměti vyjádřením kovarianční matice jiným, úspornějším způsobem a umožnění výpočtu nejistoty časových vzorků i pro přístroje typu digitální osciloskop nebo vektorový signálový analyzátor, kde počet měřených vzorků může být v řádu statisíců až milionů.

5. Metrologická návaznost pro digitálně modulované signály

Metrologická návaznost pro digitálně modulované signály vyžaduje jednak měření jejich parametrů s návazností na standardy vyššího řádu a jednak metrologicky návaznou

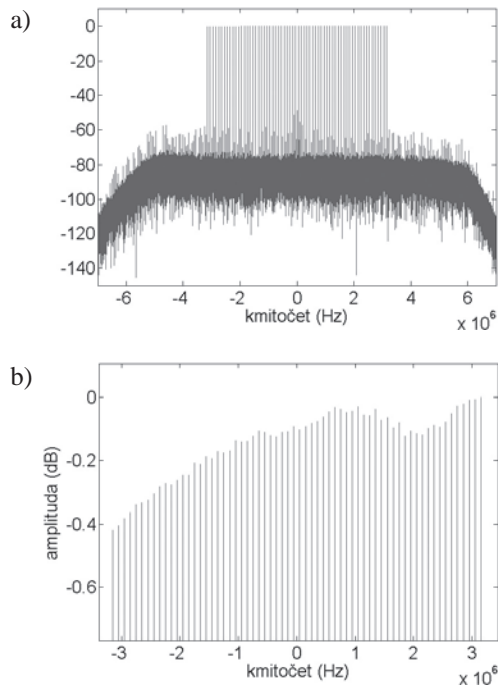
charakterizaci vlastních signálových analyzátorů. Moderní signálové analyzátoři dokážou pracovat s nosnými kmitočty > 20 GHz a šířkou pásma demodulace až 200 MHz (stav duben 2012). Ve velmi krátké době se předpokládá komerční nasazení systémů pracujících v oblasti 60 GHz až 90 GHz se šířkami pásma až 1,7 GHz [11]. Skalární (výkonovou) odezvu analyzátoru lze měřit s metrologickou návazností pomocí etalonových měřičů výkonu, ovšem bez informace o fázové odezvě. Na rozdíl od přístrojů jako je např. vektorový analyzátor obvodů, které obsahují vlastní vf generátor a při měření tak lze určit relativní fázi měřené veličiny, signálové analyzátoři potřebují pro určení fázové odezvy buzení signálem s mnoha kmitočtovými složkami se známými fázovými poměry mezi složkami. Detailní znalosti obvodového řešení analyzátorů mají k dispozici jen výrobci, a tak nezbyvá než určit fázovou odezvu nezávislou metodou. Existuje více přístupů – např. spektrum impulsně modulovaného vf signálu obsahuje řadu spektrálních složek s rozestupem nepřímo úměrným opakovacímu kmitočtu impulsů. Většina energie v impulsně modulovaném signálu je bohužel soustředěna do krátkého okamžiku a je tak potřeba velkého dynamického rozsahu analyzátoru. Další možnosti jsou hřebenové generátory (comb generators) pro testování nelineárních obvodů, zde je však zase problém vysoké opakovací rychlosti generátoru a tím pádem velkých rozestupů složek v kmitočtové oblasti, kdy do šířky pásma testovaného analyzátoru spadá jen několik málo složek. Jako nejvhodnější se jeví použití tzv. *multitone* (také *multisine*, česky snad mnohatónových) signálů, které se v kmitočtové oblasti skládají z velkého počtu složek se známými amplitudami, fázemi a vzájemným kmitočtovým odstupem

$$s(t) = \sum_{i=0}^{N-1} A_i \cos(\omega_i t + \varphi_i) + j \sum_{i=0}^{N-1} B_i \sin(\omega_i t + \varphi_i), \quad (1)$$

kde A a B jsou obecně konstanty, N je počet tónů a φ_i je fáze i -tého tónu, ω_i je úhlový kmitočet i -tého tónu. Vhodnou volbou parametrů lze docílit mnoha různých profilů fáze a rozložení amplitud v kmitočtové oblasti. Takovéto signály dokážou vytvořit moderní signálové generátory, které pomocí tzv. *arbitrary waveform* generátoru modulují nosnou vlnu [12]. Generátor samozřejmě není ideální a tak ani vytvořený mnohatónový signál nemusí být věrnou podobou matematické předlohy. Metrologicky návaznou cestou, jak určit fázovou odezvu signálového analyzátoru, je změření mnohatónového signálu pomocí vzorkovacího osciloskopu (kde existuje metrologická návaznost na elektrooptický vzorkovací systém) a následně pomocí signálového analyzátoru. Měřený signál je v obou případech stejný a lze jej odstranit dekonvolucí a zbyde tak jen odezva analyzátoru.

Pro zajištění plochého kmitočtového spektra je nutno učinit kompromis mezi poměrem špičkového a průměrného výkonu (PAPR, peak to average ratio) v časové oblasti a fázovou odezvu v kmitočtové oblasti. Maximálnímu poměru PAPR odpovídá konstantní rozložení fází tónů (tzn. nulový rozdíl fází, fáze každého z tónů je rovna nule ve zvoleném referenčním čase $t = t_{ref}$). Minimálního poměru špičkového

a průměrného výkonu dosahuje volba přibližně kvadratického vztahu mezi fázemi sousedních tónů. Na **obr. 2** je uveden příklad signálu v základním pásmu měřený pomocí spektrálního analyzátoru Agilent PSA v laboratoři ČMI (a) a detail spektra v okolí nulového kmitočtu pro demonstraci amplitudového zvlnění (b). Na kmitočtu 0 MHz je přítomna ještě parazitní složka nosného kmitočtu, která je potlačena o cca 30 dB (při zvoleném měřítku není vidět). Jednalo se o signál se 64 tóny s rozestupem 50 kHz (šířka pásma 3,2 MHz), fáze tónů byla nastavena konstantní, nosný kmitočet 100 MHz.

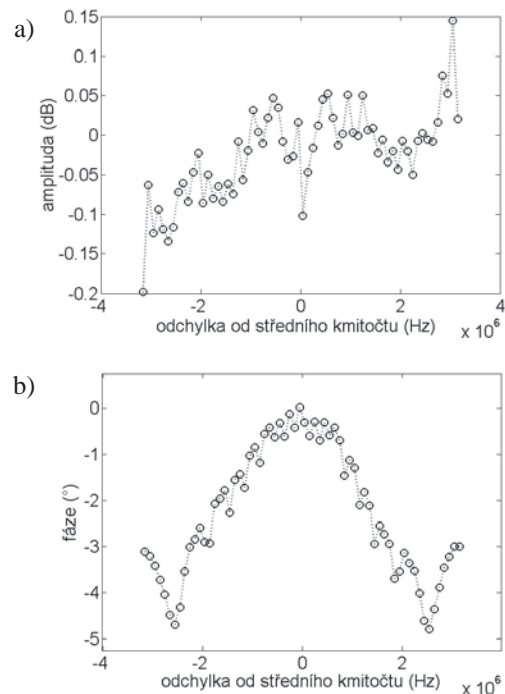


Obr. 2: Multitónový signál, konst. fáze, měření spektr. analyzátořem

Tento signál byl změřen zároveň spektrálním analyzátořem Agilent PSA a vzorkovacím osciloskopem Agilent 86100B. Odezva spektrálního analyzátořu po provedení dekonvoluce s přijatým signálem je ukázána na **obr. 3** (bez zahrnutí impedančního nepřizpůsobení v trase a obsahu vyšších harmonických v signálu), každý bod v grafu odpovídá jedné spektrální čáře mnohatónového signálu. Z obrázku je patřná max. amplitudová odchylka cca $\pm 0,2$ dB a fázová odchylka do 5° v šířce pásma demodulace 6,4 MHz. Výrobce spektrálního analyzátořu Agilent PSA udává maximální amplitudové zvlnění $\pm 0,25$ dB a vrcholovou hodnotu fázové chyby max. 10° v celé šířce pásma 8 MHz, nicméně odchylky od ideálních průběhů v **obr. 3** jsou dány především nedokonalostmi použitého generátoru.

Poznatky získané při metrologicky návazné charakterizaci digitálně modulovaných signálů a širokopásmových vzorkovačů budou využity také pro studium chování komerčních programových balíčků pro analýzu signálů [2]. Většina předních výrobců měřicí techniky má vyvinuto nějaké programové prostředí (ať už externě v počítači, nebo jako aplikaci přímo v měřicím přístroji), které dokáže velmi přitažlivě vizualizovat výsledky měření chybových parametrů, pracovat současně

v časové, kmitočtové i kódové doméně a sledovat tak vzájemné korelace a odhalovat chyby při vývoji zařízení apod. Problémem je právě odlišnost přístupů jednotlivých výrobců při číslicovém zpracování signálů a mírně odlišná vnitřní architektura přístrojů a tím obtížná porovnatelnost zdánlivě ekvivalentních výstupů z jednotlivých programových prostředí.



Obr. 3: Amplitudová (a) a fázová (b) odezva spektrálního analyzátořu po dekonvoluci měřeného signálu

6. Závěr

V příspěvku byl nastíněn současný stav a nové směry a výzvy v metrologii moderních digitálně modulovaných signálů. Bylo ukázáno, že je k tomu zapotřebí především metrologicky návazné charakterizace širokopásmových vzorkovačů, k čemuž se v současnosti používají metody vycházející z elektrooptického vzorkování velmi rychlých časových průběhů pomocí femtosekundového laseru. Velkým problémem je také jednotný postup výpočtu nejistot a vzájemných korelací u vícerozměrných veličin, kde se již v některých případech nelze řídit obecnou příručkou Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM) a je třeba hledat nové, efektivnější metody. Celosvětově je žádoucí měřicí a kalibrační metody různých výrobců telekomunikačních zařízení sjednotit, neboť technologický pokrok je tak rychlý, že její telekomunikační orgány nestačí efektivně odrážet ve svých normách a doporučeních.

Poděkování

Příspěvek vznikl v rámci řešení projektu EMRP IND16 „Metrology for ultrafast electronics and high-speed communications“. EMRP je zkratka pro společný koordinovaný evropský metrologický výzkumný program spolufinancovaný z prostředků Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy a Evropské unie.

Použitá literatura

- [1] Hudlička, M.: Měření v moderních komunikačních systémech. *Metrologie*, č. 4, ročník 18, 2010, s. 6-11.
- [2] Internetové stránky projektu *Metrology for ultrafast electronics and high-speed communications*, [cit. 5. 4. 2012] Dostupné na <http://www.ptb.de/emrp/235.html>
- [3] Humphreys, D. A., Dickerson, R. T., Yanecek, A.: Making Traceable EVM Measurements with Digital Oscilloscopes, *Agilent Measurement Journal* 04/2008, s. 46-51.
- [4] Williams, D. F., *et al.*: Covariance-Based Uncertainty Analysis of the NIST Electrooptic Sampling System, *IEEE Trans. Microwave Theory Tech.*, vol. 54, no. 1, Jan 2006, s. 481-491.
- [5] Seitz, S., Bieler, M., Spitzer, M., Pierz, K., Hein, G., Siegner, U.: Optoelectronic measurement of the transfer function and time response of a 70-GHz sampling oscilloscope, *Measurement Science and Technology*, vol. 16, no. 7, 2005, s. L7-L9.
- [6] McKinley, M. D. *et al.*: EVM calculation for broadband modulated signals, *Proc. of 64th ARFTG Conference Dig.*, Orlando, Florida, Dec. 2004, s. 45-52.
- [7] Humphreys, D. A., Harper, M. R., McInnes, L. K. J., Miall, J., "Strategy for traceability of complex modulated signals using RF waveform metrology," *Proc. of XXIX URSI General Assembly*, 7.-16. srpen 2008, Chicago, USA, příspěvek A03.6.
- [8] 3rd Generation Partnership Project, "Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Base Station (BS) conformance testing (FDD)", 3GPP TS 25.141, version 8.3.0, Release 8, s. 173.
- [9] Bieler, M., Spitzer, M., Hein, G., Siegner, U., Göbel, E. O.: Ultrafast optics establishes metrological standards in high-frequency electronics, *Applied Physics A*, ročník 78, 2004, s. 429-433.
- [10] Evaluation of measurement data - Supplement 2 to the „Guide to the expression of uncertainty in measurement“ - Models with any number of output quantities, *Joint Committee for Guides in Metrology*, říjen 2011
- [11] International Technology Roadmap for Semiconductors, [cit. 5. 4. 2012] Dostupné na <http://www.itrs.net/>
- [12] Remley, K. A., Hale, P. D., Bergman, D. I., Keenan, D.: Comparison of multisine measurements from instrumentation capable of nonlinear system system characterization, *Proc. of 66th ARFTG Conf. Digest*, Washington, USA, prosinec 2006, str. 34-43.



SPRÁVNOST VÝDEJNÍCH STOJANŮ NA POHONNÉ HMOTY V PRAXI

Ing. Jindřich Pošvář

Český metrologický institut

Pochybnosti o správnosti měřidel ze strany osob a subjektů dotčených výsledky jejich měření, zpravidla ze strany spotřebitelů, jsou nejčastější u vodoměrů, elektroměrů, plynometrů a výdejních stojanů na pohonné hmoty. Tyto druhy měřidel jsou uvedeny ve vyhlášce č. 345/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů, a jsou tedy stanovenými měřidly ve smyslu § 3 odst. 3 zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii, ve znění pozdějších předpisů. V případě, kdy nesprávným měřením měřidlem v provozu mohou být významně poškozeny zájmy osob, je oprávněna si poškozená strana (resp. *potenciálně* poškozená strana) vyžádat de facto přezkoušení měřidla a vyžádat si vydání osvědčení o výsledku, jak stanovuje § 11 odst. 4 zákona o metrologii. Příslušný elektroměr, plynometr či vodoměr je na základě požadavku o přezkoušení demontován a odeslán do autorizovaného metrologického střediska či do ČMI, kde je provedeno specifické *ověření podle § 11 odst. 4 zákona o metrologii*. V případě vodoměrů nabízí ČMI i alternativu přezkoušení měřidla v zamontovaném stavu, v případě elektroměru je takové přezkoušení v místě instalace v některých státech možné, avšak v České republice zatím není osvojeno. Výdejní stojany na pohonné hmoty

se v této záležitosti od elektroměrů, plynometrů či vodoměrů liší tím, že jsou přezkušovány vždy pouze v místě instalace (kde jsou i následně ověřovány); jim je z hlediska správnosti měření v provozu věnován tento článek.

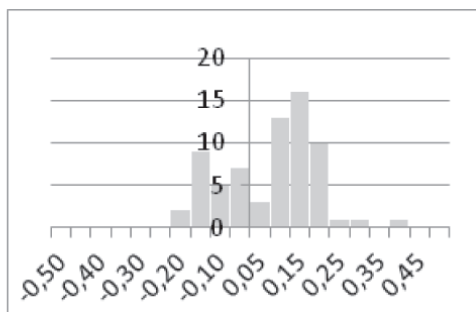
Úvahy o správnosti měřidel v provozu je jistě vhodné začít u jejich výroby a uvádění na trh a do provozu. Výdejní stojany na pohonné hmoty patří z hlediska uvádění na trh a do provozu mezi stanovené výrobky ve smyslu zákona č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky, ve znění pozdějších předpisů. Nové výdejní stojany jsou na evropský trh a do provozu uváděny cestou posouzení shody ve smyslu směrnice 2004/22/ES „MID“, resp. podle nařízení vlády č. 464/2005 Sb.; obecně platí, že měřidlo, které řádně absolvovalo proces posouzení shody, je s příslušnými označeními a s prohlášením o shodě uvedeno výrobcem na trh a bez dalších bariér a podmínek je možno je uvést do provozu ve kterémkoli členském státě EU. V případě České republiky tedy uvedeme do provozu *stanovené měřidlo*, pokud se jedná o druh měřidel stanovených k ověřování vyhláškou č. 345/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů. K výkonu dozoru nad trhem se stanovenými výrobky je určena Česká obchodní inspekce. Výdejní stojany však zpravidla jsou vyráběny již s určením konkrétnímu uživateli, s některými specifiky uživatelského programového vybavení, v grafic-

kém provedení provozovatele čerpací stanice apod., a proto nelze provést dozor nad trhem s takovými měřidly v „obchodě s výdejními stojany“, ale lze jej provést buď v expedičním skladu výrobce, nebo - což se v praxi jeví nejschůdnější - bezprostředně po jejich uvedení do provozu.



Obr. 1: Ověřování výdejního stojanu

S cílem posoudit v praxi účinnost a správnost aplikace systému posuzování shody při uvádění výdejních stojanů na trh provedl v roce 2011 ČMI sérii kontrol výdejních stojanů, které byly provozovány krátce, tedy ve stavu, kdy do nich po posouzení shody a uvedení do provozu nezasáhla servisní organizace ani nebyly po uvedení do provozu ještě ověřeny (viz obr. 1). Tyto informace se jevíly žádoucí i s ohledem na to, že jak dřívější systém s národním schvalováním typu a prvotním ověřováním, tak systém s EHS schvalováním typu a prvotním EHS ověřením dle směrnic 71/319/EHS a 71/348/EHS (resp. vyhláška č. 21/2001 Sb. v platném znění) obsahovaly, na rozdíl od směrnice MID, požadavek na dokončení zkoušek pro prvotní ověření nového výdejního stojanu v místě instalace v konkrétních podmínkách, za jakých bude stojan provozován a bylo třeba odpovědět na pochybnosti některých metrologů spojené s touto změnou. Při kontrole výdejních stojanů v provozu byly zjišťovány skutečné chyby měřidla při průtoku 10 %, 25 % a 100 % maxima; průměrné skutečné chyby uvádí obr. 2 (na svislé ose je počet měřidel, na vodorovné ose skutečná chyba). Největší dovolené chyby u tohoto druhu měřidel činí $\pm 0,5$ % (jako největší dovolené chyby pro měřidlo v provozu lze obvykle akceptovat až dvojnásobek chyb dovolených pro ověření či posouzení shody); chyba s kladným znaménkem znamená měření v neprospěch spotřebitele, záporné znaménko znamená měření v neprospěch prodávajícího. Ani jedna z naměřených hodnot u 68 výdejních stojanů kontrolovaných

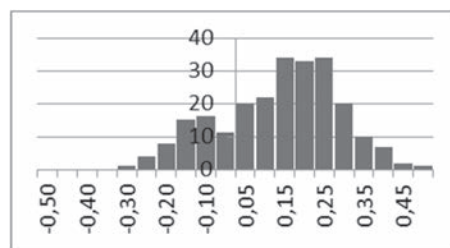


Obr. 2: Výdejní stojany krátce v provozu

v rámci projektu se nevyskytovala mimo rámec vymezený největší dovolenou chybou, aniž by bylo třeba využít jako kritéria chyby dvojnásobné.

Systémový příspěvek k ochraně oprávněných zájmů stran dotčených měření zavedl stát formou metrologické regulace u výdejních stojanů i v etapě jejich používání, tj. v provozu, a to v podobě jejich ověřování po uplynutí doby platnosti ověření stanovené vyhláškou č. 345/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů, na 2 roky (počítáno od 1. ledna roku následujícího po roce, v němž bylo provedeno posouzení shody či předchozí ověření), ověřování po opravě, či v jiném případě ztráty předchozího stavu způsobilosti k používání stanoveného měřidla (viz § 7 odst. 2 vyhlášky č. 262/2000 Sb. ve znění pozdějších předpisů).

Ověřování výdejních stojanů v provozu provádí pouze ČMI, který je odborně této problematice znalý, ale kromě toho jako státní příspěvková organizace naprosto nezávislý na zájmech kterékoli zainteresované strany. V rámci ověřování se provádí mimo jiné rozsáhlý soubor zkoušek při různých režimech vydávání produktu (měřených objemech a průtocích), a to přímo v místě instalace a v provozních podmínkách a s využitím speciálního metrologického a technického vybavení – viz obr. 4 a 5. Výše zmíněný projekt sledoval i cíl posoudit správnost měření těch výdejních stojanů, které již byly v provozu tak dlouho, že proběhlo alespoň jedno následné ověření včetně různých zásahů servisních organizací. Při kontrole těchto výdejních stojanů v provozu byly stejně jako u předchozí skupiny měřidel zjišťovány skutečné chyby při průtoku 10 %, 25 % a 100 % maxima a konfrontovány s největší dovolenou chybou $\pm 0,5$ %. Průměrné skutečné chyby této skupiny měřidel, která čítala 238 výdejních stojanů, uvádí obr. 3. Ani v této skupině měřidel se žádná z naměřených hodnot v rámci projektu nevyskytovala mimo rámec vymezený největší dovolenou chybou, aniž by bylo třeba využít jako kritéria chyby dvojnásobné.



Obr. 3: Výdejní stojany déle v provozu

Jak je tedy při všech těchto opatřeních a této situaci možné, že mají spotřebitelé důvody ke stížnostem na výdejní stojany? Stížnosti na tato měřidla lze zařadit do dvou kategorií:

- Jak se může do nádrže vozidla, která má podle manuálu výrobce objem 45 litrů, vejít 48 litrů, když tam ještě nejmíň pět litrů před natankováním bylo?
- Natankoval(a) jsem 10 litrů, ale podle palubního informačního systému vozidla to bylo míň.

V obou případech si spotřebitel odpoví: „Stojan krade!“ a uplatní stížnost (u ČOI či v ČMI). Každá stížnost je pro-

věřována tak, že Český metrologický institut provede kontrolu správnosti měření stanoveného měřidla, často zahájenou anonymním spotřebitelským nákupem pohonných hmot a jejich následným přeměněním. Následně pak prověří ČMI shodu výdejního stojanu s certifikovaným typem, zpravidla v rozsahu shodném s posouzeními a zkouškami pro ověření. Při těchto dozorech je zjištění neshodného měřidla naprosto výjimečným případem a ne vždy v neprospekch spotřebitele.

Jak lze tedy natankovat do nádrže motorového vozidla více pohonných hmot, než je její jmenovitý objem? Každá taková nádrž má kromě přívodního potrubí sloužícího pro natankování i další prostor jaksi „navíc“, který musí mít z bezpečnostních důvodů. U nádrže o jmenovitém objemu 45 litrů může mít expanzní prostor a hrdlo nádrže celkový objem až 17 litrů, což je 38 % jmenovitého objemu (v případě vozidel Škoda je tato informace zveřejněna na www.cmi.cz, ve vyhledávací číslo souboru 5078-ID-C). Při tankování může nastat situace, kdy jsou tyto prostory z menší či větší části zaplněny, což může vést až k faktickému natankování většího objemu pohonných hmot, než je objem jmenovitý. Takový stav věci by pak měl motorista poznat na větším počtu ujetých kilometrů; skutečností však je, že z mnoha desítek stěžovatelů v posledních letech jsme zaregistrovali pouze dva, kterým stálo za to se dodatečně po uplatnění stížnosti ozvat a uvést věci „na pravou míru“.



Obr. 4: Speciální vozidlo ČMI pro ověřování výdejních stojanů

Protože v praxi takový případ nastal, je vhodné se zmínit, že snaha o provedení důkazu o nesprávnosti výdejního stojanu formou „kontrolního“ natankování do kanystru je marná, neboť i tyto nádoby na pohonné hmoty jsou příslušným expanzním prostorem povinně vybaveny. Kontrolní měření by bylo možno provést (za dodržení podmínek bezpečnosti v prostředí se zvýšeným nebezpečím výbuchu) například do skleněné odměrné nádoby. Tato nádoba však by musela mít i vhodný objem reflektující přinejmenším to, že na každém výdejním stojanu je zřetelně uveden údaj o minimálním odběru, což je hodnota, pod kterou již není splnění největších dovolených chyb měřidla garantováno. Pokud jde o tento minimální odběr, je dobré jej mít na mysli při tankování do

malého motocyklu či do kanystríku pro použití v travní sekačce a podobných minispotřebičích.

Jako odpověď na dotaz týkající se indikací informačního systému vozidla stačí při zohlednění již poskytnutých informací vzít na vědomí, že informace palubního systému o stavu pohonných hmot či informace o počtu kilometrů do nejbližšího čerpání apod. jsou založeny na indikátoru stavu paliva v nádrži motorového vozidla, jehož chyba se podle údajů některých výrobců vozidel pohybuje od 5 % do 15 % (v některých případech může být i větší). Indikace zařízení s těmito metrologickými parametry jsou pak motoristou srovnávány s indikacemi stanoveného měřidla, jehož největší dovolená chyba činí 0,5 % a které – na rozdíl od palivoměru vozidla – podléhá ve dvouročních intervalech posouzení správnosti – ověření.



Obr. 5: Připojné vozidlo ČMI pro ověřování výdejních stojanů

Pro úplnost pojednání o této problematice však je potřeba zmínit i následující možnost, byť by měla být spíše jen hypotetická. Nepravdivá indikace vydaného množství pohonných hmot by mohla nastat v případě, kdy by například vlivem nedostatku pohonných hmot v zásobní nádrži čerpací stanice bylo přisáváno ke kapalnému produktu do potrubí extrémní množství par, které by bylo tak velké, že by je nedokázal odloučit ani jinak velmi účinný odlučovač (který je standardní součástí výdejního stojanu). V tomto případě by však spotřebitel zcela jasně viděl ve skleněném průhledítku na výdejním stojanu, že jím neproudí kapalina, ale v podstatě téměř jen pění (právě z těchto důvodů jsou průhledítka na stojanech vyžadována zejména v případě stojanu, jehož odlučovač by nebyl schopen odloučit veškerý plyn či stojan v takovém stavu zablokovat). Stížnost na výdejní stojan v tomto provozním stavu skutečně byla v roce 2011 uplatněna, a proto je třeba čtenáře upozornit na to, aby si chování výdejních stojanů v tomto smyslu všimli.

Různá média věnují správnosti měření výdejních stojanů pohonných hmot na čerpacích stanicích čas od času pozornost. Velmi často jsou informace podané k této věci redukovány na tzv. čtenářsky zajímavé a únosné minimum, což vedlo k napsání tohoto článku v rozsahu širším a pro metrologie, zejména ty motorizované, snad i zajímavém.

AKREDITACE VÝROBCŮ REFERENČNÍCH MATERIÁLŮ

Ing. Eva Klokočnicková

Český institut pro akreditaci, o.p.s.

S rostoucími požadavky na kvalitu výsledků zkušebních laboratoří se zvyšuje i požadavek na kvalitu referenčních materiálů, které jsou v laboratořích využívány k různým účelům (validace metody, vyhodnocování nejistoty výsledku, verifikace správného provedení metody, kalibrace přístroje nebo systému, zajištění návaznosti výsledků, zajištění návaznosti hodnot RM nižších tříd a standardů, atd.). Požadavky na výrobce referenčních materiálů jsou uvedeny v dokumentu ISO Guide 34:2009 „Všeobecné požadavky na způsobilost výrobců referenčních materiálů“ [2]. Potřeba akreditace výrobců referenčních materiálů je dalším logickým krokem, který je učiněn za účelem dalšího zlepšení kvality výsledků poskytovaných laboratořemi. Otázkou akreditace referenčních materiálů se dlouhodobě zabývá též ILAC (International Laboratory Cooperation- www.ilac.org). Akreditace těchto subjektů by měla být – dle resoluce ILAC GA 8.12 [6] – prováděna dle požadavků ISO Guide 34:2009 [2] a pro laboratorní činnosti dle ČSN EN ISO/IEC 17025 [1].

ISO Guide 34 [2] specifikuje všeobecné požadavky na výrobce referenčních materiálů. Tento dokument je určen především výrobcům referenčních materiálů jako pomůcka k zavedení a udržování systému managementu, zavedení a neustálému zlepšování administrativních postupů a technických (odborných) postupů. Dále je možné tento dokument použít k posuzování a hodnocení způsobilosti výrobců RM (například zákazníci, regulátory nebo akreditační orgány). Dokument je možné použít pro výrobce certifikovaných i necertifikovaných materiálů, přičemž pro výrobce necertifikovaných RM jsou požadavky normy méně striktní.

V roce 2010 zjišťoval Laboratory Committee EA (EALC) prostřednictvím dotazníku informace od akreditačních orgánů o případném poskytování služby akreditace výrobců referenčních materiálů. Na tento dotazník odpovědělo celkem 18 akreditačních orgánů EA. Pouze 5 akreditačních orgánů (BELAC – Belgie, DAkKS – Německo, DANAK – Dánsko, RvA – Holandsko a UKAS – Velká Británie) poskytují akreditaci výrobců RM dle ISO Guide 34. Jeden akreditační orgán (PCA – Polsko) akreditoval jednoho výrobce RM dle ISO/IEC 17025 jako kalibrační laboratoř. Výrobci RM, které akreditovaly jmenované akreditační orgány, vyrábějí RM převážně v oblasti chemického (např. pro analýzy vod, půd, kalů a sedimentů), fyzikálně-chemického (např. pro testování kovů, směsí plynů), fyzikálního a mikrobiologického testování.

Z jiného podobného dotazníku EALC dále vyplynulo, že více než polovina akreditačních orgánů pod multilaterální dohodou EA uvažuje o zavedení této služby a přálo by si, aby akreditace výrobců RM byla pod multilaterální dohodou EA.

Z výsledků dotazníku ILAC (srpen 2010), který zjišťoval, kolik z akreditačních orgánů pod multilaterální dohodou ILAC akredituje výrobce RM, vyplynulo, že celkem 13 akreditačních orgánů z celkového počtu 52 akreditač-

ních orgánů, které v dotazníku odpověděly, akredituje výrobce RM. Tyto akreditační orgány akreditovaly celkem 61 výrobců referenčních materiálů po celém světě. Například American Association for Laboratory Accreditation (A2LA) do roku 2008 akreditoval 5 výrobců RM, zejména v oblasti chemie a biologie. To je vzhledem k velikosti USA poměrně malý počet.

Na úrovni ILAC je připravován dokument „ILAC Requirements and Guidance for the Assessment and Accreditation of Reference Material Producers“ [4], jehož Draft 9 je v současné době připomínkovan členy ILAC. Dokument vzniká jako pomůcka pro akreditaci výrobců RM vzhledem k tomu, že ISO Guide 34 [2] je určen pro výrobce RM, nikoliv pro akreditační orgány. Dokument ILAC G12:2000 „Guidelines for the Requirements for the Competence of Reference Material Producers“ [5] bude stažen a nahrazen tímto nově vznikajícím dokumentem. Nový dokument ILAC by měl být zveřejněn v polovině roku 2012.



V tomto dokumentu jsou v kapitole 2 uvedena kritéria posuzování výrobců referenčních materiálů. Je zde vysvětleno, jaký subjekt je považován za výrobce referenčních materiálů a jaké jsou jeho zodpovědnosti. Dále je zmíněno, že požadavky na akreditaci výrobců RM jsou dány dokumentem ISO Guide 34 v kombinaci s ISO/IEC 17025. Tým posuzovatelů akreditačního orgánu by měl na základě informací o aktivitách výrobce RM určit, která kritéria z těchto dokumentů je třeba posoudit. Jsou zde uvedeny požadavky na subdodavatele výrobců RM a požadavky na metody stanovení vlastností RM. V dokumentu jsou také uvedeny klíčové aktivity výrobce RM s odkazem na články výše uvedených dokumentů s požadavky na tyto činnosti, které je potřeba posoudit. Jiná tabulka uvádí možnou spolupráci výrobce RM se subdodavateli.

V kapitole 3 jsou pak uvedeny pokyny pro akreditační orgány k posuzování splnění požadavků pro akreditaci výrobců RM. Akreditační orgány by měly stanovit vhodnou kombinaci kritérií výše uvedených dokumentů s požadavky, případně použití dalších norem (například u zdravotnických laboratoří) pro posuzování způsobilosti výrobce RM v závislosti na jeho aktivitách (rozsahu akreditace). Pro splnění požadavků normy ISO/IEC 17025 by měla být uznávána akreditace laboratoře akreditačním orgánem, který je členem ILAC MRA. Pokud laboratoř tyto podmínky nespĺňuje, měl by se akreditační orgán přesvědčit o tom, že výrobce RM sám posuzuje splnění těchto požadavků vlastní nebo subdodavatelskou laboratoří. Pokud je referenční materiál testován přímo výrobcem RM, je nutné posoudit, jestli tyto činnosti splňují požadavky na nezávislost laboratoře (čl. 4.1.4 normy ČSN EN ISO/IEC 17025).

Dokument dále zdůrazňuje, kterým požadavkům normy ISO/IEC 17025 by měla být během posuzování výrobce RM věnována velká pozornost:

- a. Použití analytické metody
- b. Metrologická návaznost
- c. Odhad nejistoty měření
- d. Účast ve zkoušení způsobilosti (ev. audit měření, použití kontrolních vzorků, pokud PT není k dispozici)

Skupina posuzovatelů musí zahrnovat odborné posuzovatele, kteří mají znalosti o kategoriích vyráběných RM. Při výrobě RM by mělo být důsledně posouzeno vzorkování, což je kritická činnost při testování RM, zejména při posuzování stability, homogenity RM a přidělení hodnot vlastností. Při změnách subdodavatelů by měl výrobce RM informovat akreditační orgán, který posoudí splnění požadavků pro akreditaci.

Kapitola 4 je věnována definování rozsahu akreditace výrobců RM s příklady. Akreditační orgány musí mít postup, jak definovat rozsah akreditace výrobců RM a může k tomu využít příklady, uvedené v tomto dokumentu. Rozsah akreditace musí obsahovat informace o zkoušené matici (nebo artefaktu), kterého se týká daná vlastnost, dále o měřené vlastnosti a dále charakterizaci zkušební postupu, který má být použit k testování materiálu (např. techniku). Přístup k definování rozsahu akreditace je podobný, jako u rozsahu akreditace laboratoří.

Osvědčení o akreditaci pro výrobce RM musí informovat o tom, že výrobce splňuje požadavky ISO Guide 34, případně ISO/IEC 17025. Z tohoto osvědčení ale musí být patrné, že to neznamena, že výrobce RM má akreditaci pro zkušební/kalibrační laboratoř. Pokud výrobce RM provozuje také akreditovanou zkušební/kalibrační laboratoř, musí toto prokázat jiným osvědčením.

Na jednání Laboratory Committee EA v září 2011 byla diskutována otázka akreditace výrobců referenčních materiálů. Vzhledem k tomu, že zástupci akreditačních orgánů projeví zájem o poskytování této služby, bylo navrženo, aby bylo zavedeno diskusní internetové fórum pro řešení otázek této problematiky Technical Networks for Accreditation of RM Producers. Toto fórum by mohlo být spuštěno v roce 2012, na úrovni EA GA se bude jednat o možnosti vytvoření

multilaterální dohody pro oblast RM, což by zvýšilo zájem akreditačních orgánů o zavedení této služby a umožnilo posléze vznik multilaterální dohody na úrovni ILAC. Český institut pro akreditaci, o.p.s. projevil zájem účastnit se těchto Technical Network [9].

Na konferenci „Referenční materiály a mezilaboratorní porovnávání zkoušek IV“ v Medlově v listopadu 2011 byla otázka akreditace výrobců RM diskutována. V příspěvku [8] byl vyjádřen názor, že rozhodnutí, zda výrobce RM akreditovat nebo spíše certifikovat RM je závislé na způsobu přípravy RM: pro RM látkových vlastností a RM chemického složení čistých matic se tedy jeví jako výhodnější řešení akreditace výrobců RM, pro druhou skupinu RM chemického složení přírodních matic pak lze využívat k zajištění kvality přípravy RM projektový dozor, který je již v České republice k těmto účelům využíván.

Český institut pro akreditaci, o.p.s. bude i nadále sledovat vývoj situace kolem akreditace výrobců RM jak na evropské úrovni (jednání Laboratory Committee EA, účast v Technical Networks), tak na úrovni ILAC (jednání v příslušných pracovních skupinách). Dále se zástupce ČIA účastní jednání Komise pro referenční materiály ČMI, kde bude dále diskutovat otázku možností zvýšení spolehlivosti RM vyráběných v České republice. Zatím nebyl zaznamenán významný zájem o akreditaci výrobců referenčních materiálů v naší republice. V případě, že dojde k zásadní změně situace (zvýší se zájem o tuto akreditaci výrobců RM), Český institut pro akreditaci, o.p.s. znovu zváží potřebu tuto službu zavést.

Literatura

- [1] ČSN EN ISO/IEC 17025: Posuzování shody – Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří
- [2] ISO Guide 34: General requirements for the competence of reference materials producers
- [3] ISO Guide 80: Guidance for in-house Production of Reference Materials for Quality Control (QCMs)
- [4] Draft 9 ILAC Requirements and Guidance for the Assessment and Accreditation of Reference Material Producers
- [5] ILAC-G12:2000: Guidelines for the Requirements for the Competence of Reference Material Producers
- [6] Resoluce ILAC GA 8.12: „The General Assembly resolves that accreditation of technically competent bodies producing reference materials with assigned values will be conducted against harmonized criteria based on ISO Guide 34 and ISO/IEC 17025 in combination“.
- [7] Resoluce ILAC GA 8.11: „The General Assembly acknowledges that assessing the technical competence of bodies producing reference materials with assigned values is accreditation of a conformity activity.“
- [8] Bičovský K: Alternativy garance kvality přípravy RM, (2011), diskusní příspěvek na konferenci „Referenční materiály a mezilaboratorní porovnávání zkoušek IV“, Medlov
- [9] Draft Minutes of the 22th EA LC MEETING 7th – 8th September 2011 in Budapest

MILESTONES IN METROLOGY 2012

Ing. Zbyněk Veselák

Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví



V pořadí čtvrté setkání odborníků v oblasti metrologie, nesoucí název Milestones in Metrology IV, na kterém se setkávají zástupci výrobců, národních metrologických institutů, notifikovaných osob a národních i mezinárodních orgánů a organizací, se konalo ve dnech 9. až 11. května 2012 v italských Benátkách. Po Maastrichtu, Groningenu a Rotterdamu, místech konání předchozích konferencí v letech 2003, 2006 a 2009, se tedy akce poprvé přesunula za hranice Holandska. Pořadatel byl nicméně tentýž a to skupina NMI, která k organizaci využila svou pobočku v Padově, založenou v roce 2008. Ani v tomto roce nebyla účast nijak malá, konference se účastnilo 138 delegátů z 21 zemí (mj. z Ruska, Austrálie, Spojených států amerických, Japonska, Číny a Libye). Program byl přizpůsoben zaměření jednotlivých odborníků a rozdělen do paralelně probíhajících tří sekcí: Weighing, Energy a Oil&Gas (původně plánovaná čtvrtá sekce Transport byla, pro malý počet zájemců o tuto oblast, zrušena). Vzhledem k tomu, že druhou největší skupinu delegátů tvořili představitelé regulátorů, notifikovaných osob a metrologických institucí, byl i pro ně připraven jakýsi mix přednášek, které měly být nejzajímavější právě z jejich pohledu. Nic však nebránilo volnému výběru a účasti na přednáškách ve třech výše zmíněných sekcích.

Konferencí provázel pan Giovanni Bendistinto z NMI Padova, úvodní přednášku měl Peter Mason, předseda



OIML, který přiblížil cíle upravené strategie OIML, nově přijaté v říjnu 2011: 1. rozvíjet tvorbu mezinárodních norem a souvisejících dokumentů využitelných v legální metrologii i v průmyslu, 2. zajišťovat systém vzájemného uznávání snižujícího překážky trhu a nákladovost na globálních trzích, zejména v zemích s omezenými prostředky pro provádění zkoušek, 3. prezentovat a posilovat zájmy legální metrologie na mezinárodních fórech (metrologie, normalizace, zkušebnictví, akreditace a certifikace), 4. posilovat výměnu informací a zkušeností z oblasti legální metrologie, přitom spo-

léhat na aktivity regionálních organizací (např. WELMEC) a 5. zvyšovat povědomí o přínosech a ekonomické výhodnosti legální metrologie v moderních ekonomikách (zejména v rozvíjejících se ekonomikách mohou studie a analýzy prokazující efektivitu systému legální metrologie pomoci při rozhodování státních orgánů). Na závěr byl připomenut vývoj zaměření legální metrologie od aspektů čistě obchodních vztahů k aspektům souvisejícím s ochranou zdraví a životního prostředí.

Následující řešerše jsou výběrem z přednášek, kterých se autor článku účastnil a které byly nejzajímavější. Gianni Ceneri (ENEL, Itálie) prezentoval jedno z prvních masových nasazení inteligentních elektroměrů v Evropě i ve světě, které zahrnovalo více než 30 milionů elektroměrů. Projekt pod názvem „TeleGestore TM“ byl zahájen v roce 1999 a vycházel ze závěrů pilotního provozu 70 tisíc instalovaných elektroměrů s dálkovým odečtem a řízením (z toho asi 40 tisíc instalací bylo v Římě, komunikace v síti byla založena na DLC a GSM/GPRS nebo PSTN). Zajímavostí je vybudování velké laboratoře/zkušebního zařízení na simulaci chování sítě v Miláně, kde bylo instalováno celkem 40 km trasy nízkého napětí, reálné spotřebiče i ostatní zařízení (2,5 tis. domácích spotřebičů a průmyslových elektronických přístrojů, 600 tis. propojů nízkého napětí). Vhodnost dálkového ovládní elektroměrů ve velkém měřítku prokázala analýza provedená na konci roku 1998. Společnost ENEL (po liberalizaci trhu s elektřinou je od roku 1992 výhradním výrobcem elektrické energie v Itálii) tedy zpracovala obchodní plán, který byl připraven v několika scénářích, jež zahrnovaly možnost výměny elektroměrů u malých odběratelů během několika málo let (což si vynutilo podepsat kontrakt s výrobcem na velké dodávky elektroměrů, celkem 10 různých modelů) a počítaly s návratností investic do čtyř let. K výměně elektroměrů u odběratelů došlo v letech 2003 až 2010. Po dokončení projektu bylo v roce 2010 dosaženo 336 milionů dálkových odečtů a 14 milionů dálkových řídicích operací v systému AMM. V roce 2011 to bylo 408 milionů dálkových odečtů za rok a 9,3 milionu řídicích operací. Celý projekt je hodnocen jako velmi úspěšný, zejména proto, že kromě přínosů v logistice byl příjem z úniků 70 mil. € a celkový roční zisk 500 mil. €, což znamená naplnění předpokladu návratnosti investic.

André Postma (Enexis, Holandsko) zaměřil svou prezentaci na požadavky normalizace v oblasti elektromobilů a jejich dobíjení v sítích Smart Grids. Upozornil, že ani v Evropě samotné není dosud přijatý jednotný přístup k řešení otázek dobíjení elektromobilů, jejichž rozšíření si přeje i EK (místa nabíjení, rychlost nabíjení, systémy nabíjení, výkon nabíjení ad.). Přitom je nutné vyřešit celkem základní požadavky, mezi které patří volba normy připojení (dosud různé typy zásuvek, perspektivní se jeví standard COMBO). Kromě technických problémů bude nutné analyzovat i systémová rizika, např. nebezpečí současného nabíjení v domácnostech v okamžiku nízkého tarifu při využití inteligentních sítí, tzn. věnovat se otázce řízení nabíjení.

S problémem řízení pak nutně souvisí otázka komunikace v sítích. Oblast metrologie se prozatím neřeší.

Pozn.: Na jednání pracovní skupiny EK k měřidlům (11.-12.6.2012) byla podána informace o vytvoření pracovní skupiny CEN/CENELEC (eMobility Coordination Group=eM-CG), která má pod mandátem M/468 Evropské komise zajistit koordinovanou tvorbu evropských norem v oblasti elektromobilů. Zahajovací jednání skupiny se konalo 23.3.2012, druhé setkání je v plánu 25.10.2012 v Bruselu.

Max Ambrosi (Pietro Fiorentini, Itálie) se věnoval evropskému trhu s plynem v souvislosti s plány jednotlivých členských zemí EU na zavádění systémů inteligentních měření. Pro představu uvedl několik čísel: v zemích EU jsou asi 2 mil. km sítí, roční spotřeba dosahuje 520 bilionů m³ (z toho 40 % domácnosti a komerční sféra a jen 0,3 % doprava), počet odběratelů je 115 mil. (v EU je 501 mil. obyvatel). Analýzy efektivity a proveditelnosti hromadného nasazení inteligentních plynových měřidel dopadly (v zemích, kde již byly provedeny) kladně v Irsku, Velké Británii, Holandsku, Francii, Rakousku a Itálii. Negativně zatím jen ve Španělsku. Protože jednotlivé země mají rozdílné požadavky na vlastnosti plynových měřidel (ne na metrologické, ale na ostatní funkce), ani tady se nedá čekat, že dojde v rámci Evropy k vytvoření společné normy (rozdílné jsou např. přípojovací rozměry).

Dieter Richter (PTB, Německo), vedoucí pracovní skupiny WG 7 WELMEC, která se zabývá harmonizací postupů schvalování typu a posuzování shody s ohledem na SW, jenž je kritický pro metrologické charakteristiky měřidel, poukázal na potřebu rozšíření existující příručky k softwaru (WELMEC Guide 7.2) tak, aby postihovala všechny druhy IT komponentů včetně doporučení pro validaci. Hlavní myšlenkou přístupu, který by řešil novou situaci využívání SW v měřidlech a měřících systémech, je: a) využívání bezpečnostních certifikátů standardních operačních systémů pro aplikace v legální metrologii, b) konzistence bezpečnostních požadavků na rozhraní inteligentních měřidel (tzv. smart meter gateway) s normami pro IT bezpečnost a c) vytvoření základních pravidel pro určení verze SW k účelům efektivního dozoru prováděném kompetentními orgány. Na závěr své prezentace přednášející potvrdil, že otázka zapracování norem IT v legální metrologii je jednou z hlavních priorit pro orgány legální metrologie.

Pozn. Problematikou ochrany dat v legální metrologii (v SW) se zabýval seminář pořádaný PTB na přelomu listopadu a prosince minulého roku. Jednotlivé prezentace jsou ke stažení na: <http://www.ptb.de/cms/en/fachabteilungen/abt8/fb-85.html>.

Pravidly pro modifikované konfigurace, která by byla využitelná v legální metrologii, se zabývá článek „The challenge for legal metrology of operating systems embedded in measuring instruments“ autorů F. Thiel, U. Grottker, and D. Richter (OIML Bulletin, January 2011).

Henri Schouten (NMI Certin, Holandsko) zaujal praktickými zkušenostmi z testů citlivosti elektroměrů vůči rušení v elektrické síti v pásmu 2 kHz až 150 kHz. Zdánilo se, že po uvedení směrnice MID do života v roce 2006 a po odkazu na harmonizovanou normu

EN 50470 budou mít všechny notifikované osoby v celé Evropě snadnou práci, rozčeřilo Švédsko, ve kterém došlo po instalaci asi 5 milionů inteligentních elektroměrů ke zjištění, že jeden typ elektroměru vykazuje extrémně vysokou citlivost v pásmu 2 kHz až 150 kHz (elektroměrů tohoto typu bylo přitom instalováno asi 500 tisíc!). V důsledku těchto zjištění se následně rozpoutaly bouřlivé diskuse. Evropská skupina zástupců průmyslu v oblasti inteligentních měření (ESMIG, European Smart Metering Industry Group) uspořádala k problému seminář, případem ze začal zabývat WELMEC, notifikované osoby žádaly o vysvětlení postupů při posuzování shody, investoři žádali záruky před uzavíráním obchodů, začaly diskuse v normalizačních výborech CENELEC a IEC a Evropská komise žádala zdůvodnění a podklady. V reakci na oficiální námitku Swedac v roce 2010 vůči harmonizované normě EN 50470 vytvořila technická komise CENELEC (TC13) v roce 2011 skupinu expertů, která měla připravit technickou zprávu obsahující řešení tohoto problému. Základem pro návrh zkoušek, metod a dalších podmínek a kritérií byla praktická měření. Ta byla provedena v německém zkušebním a certifikačním institutu VDE ve dvou krocích: v reálném prostředí používání elektroměrů a v laboratorních podmínkách. Celkem bylo zkoušeno 12 typů elektroměrů rozdílných principů měření, které byly vystaveny rušení v pásmu 1 kHz až 150 kHz. 11 z nich nebylo téměř vůbec ovlivněno, u jednoho typu však byla zaznamenána až více než 70% chyba. V lednu 2012 byl návrh zprávy (CLC/FprTR 50579) rozeslán k připomínkám. Dokument obsahuje zkušební metody a přijímací kritéria pro elektroměry v přímém i nepřímém zapojení tříd A, B a C. NMI vytvořila podle tohoto dokumentu vlastní postupy a začala provádět zkoušky přiměřeného počtu elektroměrů od různých výrobců, rovněž založených na odlišných principech měření. Dosud bylo odzkoušeno více než 72 různých typů elektroměrů. U zhruba 82 % zkoušených elektroměrů se chyba pohybovala do 2%, některé elektroměry vykazovaly citlivost v určitém frekvenčním pásmu při krátkodobých testech, tato citlivost se však při dlouhodobém testu snížila. Celkově 92% zkoušených měřidel vyhověla požadavkům stanoveným v technické zprávě, ale 8% (6 typů elektroměrů) vykazovalo vážné problémy! Charakteristické pro ně bylo: jednalo se o přímé i nepřímé zapojení, všechny byly na principu Rogowského cívky, ostatní elektroměry na stejném principu však ovlivněny nebyly. Závěr zkoušek tedy, mj., zní: elektroměry založené na principu měření pomocí Rogowského cívky se zdají být citlivější na poruchy v uvedeném frekvenčním pásmu než ostatní systémy měření. Technická zpráva by měla být doporučena jako harmonizovaný technický dokument k MID společně s normou EN 50470. Pro elektroměry nově uváděné na trh by posouzení shody podle technické zprávy mělo být povinné. U již instalovaných elektroměrů musí rozhodnout jednotlivé členské státy. Normy obsahující požadavky na elektromagnetickou imunitu by měly být dále doplňovány a to včetně norem IEC.

Bruno Riccardi (Landis+Gyr, USA) ve svém vystoupení připomenul historii norem k měření elektrické energie. Do konce devadesátých let byly normy IEC 61036 (nazývaná

1036) a IEC 61037 (nazývaná 1037) využívány po desetiletí a byly velmi dobře zařité. Na počátku nového století byly IEC představeny nové normy řad: IEC 62052/53 (měření elektrické energie) a IEC 62056 (komunikace při měření elektrické energie). V důsledku přijetí směrnice MID však byla vytvořena nová řada evropských norem EN 50470, představená v roce 2007 a oznámená jako harmonizovaná ke směrnici MID v roce 2008. Její obsah však byl poměrně brzy předmětem námitky (viz předchozí odstavec). Normalizační organizace jsou v současnosti v souvislosti se zaváděním inteligentních měření pod poměrně silným tlakem výrobců, kteří se snaží do norem prosadit právě ta jejich řešení. Odolat takovým tlakům je skutečná výzva.

Paul Dixon (NMO, Velká Británie) hovořil o podobných problémech, pouze elektroměry zaměnil za váhy s neautomatickou činností (NAWI). Řeč je o normě EN 45501 versus doporučení OIML R76:2006. Kvůli zpoždění revize normy EN 45501 dala Evropská komise (EK) najevo svůj záměr oznámit poznámkou, že v určitých bodech tato norma nespĺňuje předpoklad shody se směrnici. Protože však nebyl předložen dostatečný důkaz o případných problémech při používání NAWI, které byly zkoušeny pouze při úrovni 3 V/m a byly vzneseny obavy z neúměrného finančního zatížení při nutné modernizaci NAWI (zejména pro malé a střední podniky), EK nakonec rozhodla odmítnout námitky a oznámení poznámky (v Úředním věstníku EU) nezveřejnit. Místo toho bude čekat na publikování revidované normy EN 45501, která již bude zahrnovat zkoušky EMC při úrovni 10 V/m (očekává se v srpnu 2012). Zpoždění revize normy a možnost



„poznámky“ mezitím vyvolaly mezi výrobci a notifikovanými subjekty zmatek v tom, které zkoušky a jakou úroveň náročnosti mají zvolit, kdy nabudou nové požadavky účinnosti a zda budou platit zpětně. Ve skutečnosti pak někteří výrobci již začali přepracovávat své výrobky a některé notifikované subjekty začaly používat ustanovení R 76:2006, přestože je EN 45501 stále harmonizovanou normou. Jiní vyčkávají na oficiální kroky EK.

Akce Metrology in Milestones byla většinou účastníků hodnocena jako zdařilá, stejně jako volba tematických okruhů (v každém celkem 14 prezentací). To nakonec prokázalo i závěrečné elektronické hlasování, které také rozkrylo složení podle skupin: 39,8% výrobci; 30,7% zkušební laboratoře & notifikované osoby; 23,9% zástupci státních orgánů (regulátoři) a 5,7% koncoví uživatelé.



SPOLEČNÉ PROHLÁŠENÍ BIPM, OIML, ILAC A ISO O METROLOGICKÉ NÁVAZNOSTI¹

Ing. Zbyněk Veselák

Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví

9. listopadu 2011 podepsali nejvyšší představitelé čtyř mezinárodních organizací prohlášení o metrologické návaznosti jako jednom ze základních prvků mezinárodní důvěry v celosvětovou rovnocennost měření, který významnou měrou přispívá ke snižování technických překážek trhu. BIPM, OIML, ILAC a ISO v prohlášení společně podporují tato doporučení:

- s cílem dosáhnout mezinárodní uznatelnosti, mají být kalibrace prováděny:
 - v národních metrologických institucích, které jsou signatáři CIPM MRA² a mají CMC zveřejněné v jednotlivých oblastech v KCDB³, nebo
 - v laboratořích akreditovaných akreditačními orgány, které jsou signatáři dohody ILAC⁴,
- nejistoty měření mají být vyjádřeny podle principů obsažených v GUM,

- výsledky měření provedených v akreditovaných laboratořích mají být navázány na soustavu jednotek SI⁵,
- národní metrologické instituty, zajišťující návaznost akreditovaných laboratořích, mají být signatáři CIPM MRA a mají mít CMC zveřejněné v jednotlivých oblastech v KCDB,
- v rámci ujednání OIML MAA mají být akreditace prováděny orgány, které jsou signatáři dohody ILAC a má být dodržen výše uvedený princip návaznosti na soustavu jednotek SI.

Tyto principy mají být uplatněny vždy, je-li nutné prokázat metrologickou návaznost pro mezinárodní uznání.

¹ OIML Bulletin Volume LIII • Number 1 • January 2012

² http://www.bipm.org/en/cipm-mra/mra_online.html

³ <http://kcdb.bipm.org/>

⁴ Signatáři jsou v seznamu ILAC na webových stránkách – www.ilac.org.

⁵ V případech, kdy to není možné nebo to dosud není možné, na jiné mezinárodně uznané reference.

35. VÝROČNÍ ZASEDÁNÍ VÝBORU PRO REFERENČNÍ MATERIÁLY ISO/REMCO

Ing. Klára Vidimová, Ph.D.

Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví

Ve dnech 19. až 22. června 2012 se ve Vídni uskutečnilo již 35. výroční zasedání Výboru pro referenční materiály Mezinárodní organizace pro normalizaci ISO/REMCO, kterého se zúčastnili delegáti členských zemí a mezinárodních organizací.

Jednání řídil předseda výboru Prof. Hendrik Emons a sekretář Stéphane Sauvage. Zasedání bylo rozděleno již tradičně do čtyř jednacích dnů. Kromě plenárních zasedání probíhala také jednání jednotlivých pracovních skupin.

Novým plným členem ISO/REMCO se stala Lybie a naopak Kanada již není členem tohoto výboru. V současné době má tedy ISO/REMCO 33 plných členů (včetně ČR) a 38 členů v pozici pozorovatele. Dále má ISO/REMCO vztah s dalšími sedmi výbory ISO a 16 jinými organizacemi (např. BIPM, CITAC, EURACHEM, ILAC, IRMM, OIML, WHO atd.)

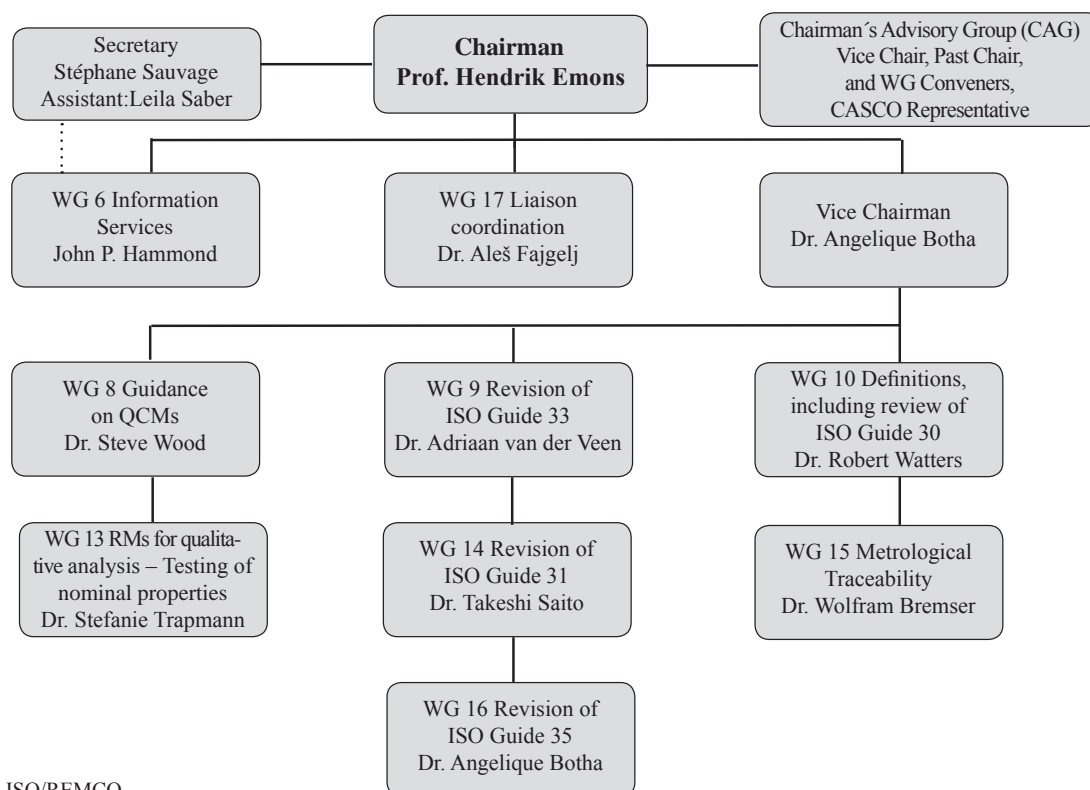
Práce ISO/REMCO je založena na vytváření návodových dokumentů nejen pro výrobce referenčních materiálů, ale pro všechny zainteresované subjekty, které mají s referenčními materiály co do činění. Jedná se o návodové dokumenty, které jsou soustavně aktualizovány a jsou připravovány jejich revize. Asi nejdůležitější je ISO Guide 34 (General requirements for the competence of reference material producers), který vyšel v listopadu 2009. Tento dokument byl přeložen do několika národních jazyků včetně japonštiny a v letošním roce se předpokládá jeho vydání i v českém překladu jako TNI.

Mezi tři hlavní priority práce expertů v ISO/REMCO patří bezesporu revize dokumentů ISO Guide 80, ISO Guide 30 a ISO Guide 31. Vzhledem k rozsáhlým diskusím zejména k terminologii a velkému počtu komentářů a doporučení ke všem těmto dokumentům se práce na revizích značně protahují a budou pokračovat i v dalším roce. Práce je složitá i kvůli zaneprázdněnosti expertů v domovských organizacích. Práce na jednotlivých dokumentech je velmi časově náročná a vyžaduje plné soustředění. Proto zapojení každého dalšího zájemce do práce jednotlivých pracovních skupin, které se zabývají revizí jednotlivých dokumentů a přípravou dalších např. technických zpráv, je víc než vítána.

V rámci ISO/REMCO funguje v současné době 9 pracovních skupin, které se zabývají jednotlivými řešeními problémy. Aktivní účast expertů z různých členských zemí je velmi vítána a je potřebná i proto, aby se dosáhlo větší efektivity práce a zkrátila se tak doba příprav na publikaci jednotlivých dokumentů. Má-li někdo z čtenářů zájem, nebo zná někoho, kdo by se chtěl zúčastnit práce v některé pracovní skupině, může se obrátit na autorku článku. Struktura ISO/REMCO je uvedena na **obr. 1**.

Příští, 36. výroční zasedání ISO/REMCO se po Evropě přesune do Austrálie a uskuteční se v červnu 2013 v Sydney.

Materiály, získané během zasedání, jsou k dispozici v odboru metrologie ÚNMZ u Ing. Kláry Vidimové, Ph.D. (vidimova@unmz.cz), kam je možné se obrátit i s případnými dotazy.



Obr. 1: Struktura ISO/REMCO

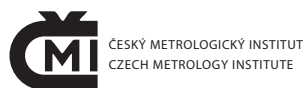
ZPRACOVÁNÍ PODKLADŮ PRO PRŮBĚŽNÉ SJEDNOCOVÁNÍ POSUZOVÁNÍ AKREDITOVANÝCH KALIBRAČNÍCH LABORATOŘÍ V OBORU ELEKTRICKÝCH VELIČIN

Ing. Martin Matuš, CSc.

Český institut pro akreditaci, o.p.s.

1. Úvod

V rámci Programu rozvoje metrologie pro rok 2011 byl v prosinci roku 2011 úspěšně ukončen úkol, který zajišťoval Český institut pro akreditaci, o.p.s. (dále ČIA) ve spolupráci s Českým metrologickým institutem (dále ČMI).



Řešena je oblast kalibrace elektrických veličin shora ohraničena kmitočtem 1 MHz, napětím 1 kV a proudem 100 A (resp. 1000 A u klešťových přístrojů) včetně kalibrací měřicích přístrojů pro EMC a kalibrací neelektrických veličin elektrickou simulací a vyjma kalibrací transformátorů.

Cílem úkolu bylo definovat činnosti, které lze akceptovat v rámci kalibračních laboratoří resp. v kalibračních metodikách, stanovit jednoznačné podmínky (včetně odpovídajících validací a postupů pro stanovování nejistot), které musí akreditované kalibrační laboratoře v oboru elektrických veličin ve výše uvedené oblasti splňovat, doporučit unifikace postupů laboratořím a odborným posuzovatelům těchto laboratořím a přehledně sumarizovat aplikovanou a dostupnou normativně-technickou dokumentaci (národní i mezinárodní).

2. Definování činností v daném oboru

Činnosti v daném oboru jsou definovány seznamem veličin, jejichž kalibrace provádějí akreditované kalibrační laboratoře v dané oblasti elektrických veličin v ČR (viz Tabulka č.1 zprávy), seznamem přístrojů či zařízení, jejichž kalibrace provádějí akreditované kalibrační laboratoře v dané oblasti elektrických veličin v ČR (viz Tabulka č.2 zprávy) a seznamem akreditovaných laboratořím v dané oblasti elektrických veličin v ČR (viz Příloha č.1 zprávy).

Přílohy osvědčení jednotlivých laboratořím s měřicí schopností kalibrace (dále CMC) lze najít po zadání čísla laboratoře (např. 2222) uvedeného v Příloze č.1 zprávy na webové stránce ČIA (www.cai.cz).

2.1 Unifikace postupů

Unifikace postupů je řešena ve zprávě ve třech kapitolách:

- o vzorový kalibrační postup (s ohledem na širší oblasti je řešena harmonizace univerzálních požadavků),
- o výpočet CMC a uvádění CMC v příloze Osvědčení o akreditaci,
- o kalibrace teplotních simulátorů a měřidel elektrickou cestou.

Jsou zde definovány činnosti, které lze akceptovat v rámci kalibračních laboratořím resp. v kalibračních metodikách (stanovení rekalkibračních intervalů, manipulace s kalibrovanými přístroji a příprava před měřením, provedení funkční zkoušky, vlastní kalibrace, justování měřidla a kalibrace po justáži, vyhodnocení kalibrace, provedení validace metody, provedení mezikalibračních kontrol, provedení interních kalibrací, výpočet nejistoty měření, výpočet CMC, kalibrace teplotních simulátorů a měřidel elektrickou cestou atd.), doporučeny podmínky, které musí laboratoře splňovat (kvalifikace a oprávnění osob, požadavky na podmínky prostředí, způsob stanovení rekalkibračních intervalů, způsob manipulace s kalibrovanými přístroji a příprava před měřením, způsob provedení funkční zkoušky, postup kalibrace, způsob justování měřidla a kalibrace po justáži, způsob vyhodnocení kalibrace, způsob provedení validace metody, způsob provedení mezikalibračních kontrol, způsob provedení interních kalibrací, způsob výpočtu nejistoty měření, způsob výpočtu CMC a uvádění CMC v příloze Osvědčení o akreditaci, způsob kalibrace teplotních simulátorů a měřidel elektrickou cestou atd.), doporučena unifikace postupů laboratořím a odborným posuzovatelům těchto laboratořím formou vzorového kalibračního postupu a tím implicitně i přístup odborných posuzovatelů k posuzování.

3. Sumarizace příslušné normativně-technické dokumentace (národní i mezinárodní)

Pro přehlednou sumarizaci dokumentace ve specifikované oblasti elektrických veličin je informativně v závěrečné zprávě uveden přehled norem a návodů pro danou oblast. Jedná se o ucelený přehled užívaných českých norem. Dále jsou uvedeny Metodické pokyny pro akreditaci, dokumenty EA, EURAMET, BIPM, Technické předpisy metrologické, Metodické pokyny pro metrologii, dokumenty ILAC a kalibrační postupy České metrologické společnosti.

4. Závěr

Řešení úkolu vytvořilo základní obecné technické podklady pro harmonizaci, které následně laboratoře a odborní posuzovatelé těchto laboratořím budou aplikovat. Vzhledem k širší problematice (lze identifikovat přibližně 30 veličin) byl přijat návrh pokračovat v řešení úkolu a to se zaměřením zejména na vysoké frekvence, napětí nad 1 kV, proud nad 100 A, upřesnění podkladů pro CMC a uvádění CMC v příloze Osvědčení o akreditaci v návaznosti na zavedení dokumentu ILAC - P14 Policy for Uncertainty in Calibration.

Cílem řešení obou úkolů je předložit uživateli podklady pro jednotný přístup laboratořím i posuzovatelům a tím připravit technické podklady pro harmonizaci, které následně kalibrační laboratoře, ČMI i ČIA budou aplikovat.

JEDNÁNÍ PRACOVNÍ SKUPINY PRO MĚŘIDLA A VÝBORU PRO MĚŘIDLA PŘI EVROPSKÉ KOMISI (ČERVEN 2012)

Ing. Eliška Machová

Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví

Tento článek si klade za cíl poskytnout nejdůležitější informace z posledního jednání pracovní skupiny pro měřidla a Výboru pro měřidla při Evropské komisi.

Pracovní skupina i Výbor pro měřidla zasedal v Bruselu ve dnech 11. až 12. června 2012. Za Evropskou komisi jednání vedli ředitel sekce ENTR/G/5 (Stavba, tlaková zařízení, metrologie) pan Vicente Leoz Argüelles, a vedoucí oddělení pro metrologii, měřidla a hotově balené zboží pan Daniel Hanekuyk.

Jednání se zúčastnili zástupci členských států (kromě Litvy, Maďarska a Slovenska), zástupci Chorvatska, Švýcarska, Norska, Turecka, metrologických organizací WELMEC, OIML, spolupráce notifikovaných osob v oblasti metrologie NoBoMet, zástupci normalizačních organizací CEN/CENELEC a profesních sdružení výrobců měřidel (CECIP – váhy, CECOD – zařízení pro distribuci a prodej pohonných hmot, AQUA – vodoměry, MARCOGAZ – zemní plyn, FARECOGAZ – plynoměry).

Oznámení k normám EN 45501:1992/AC:1993 a EN-50470:2006

Zástupce Evropské komise D. Hanekuyk navázal na písemnou informaci EK z března letošního roku ohledně plánovaného oznámení k harmonizovaným normám EN 45501:1992/AC:1993 (Metrologické aspekty vah s neautomatickou činností) a EN-50470:2006 (Elektroměry) v Úředním věstníku EU, které se mělo týkat omezení předpokladu shody těchto norem s příslušnou směrnicí. V případě vah s neautomatickou činností (NAWI) měla být oznámením zavedena povinnost zkoušet tyto váhy na odolnost proti vyzařovaným elektromagnetickým polím min. 10 V/m, aby byla zaručena shoda se směrnicí 23/2009/ES (NAWI). V případě elektroměrů mělo zkoušení pokrývat také interval vysokofrekvenčního proudového šumu 2 – 150 kHz. Evropská komise nakonec v březnu ustoupila od záměru zveřejnit tato oznámení v Úředním věstníku EU z důvodů, že již v létě tohoto roku mělo dojít k úpravě uvedených norem, a dále v případě oznámení k EN 45501:1992 z důvodů možných ekonomických dopadů na výrobce.

Vzhledem k tomu však, že celý proces úpravy norem bude ukončen pravděpodobně až v létě příštího roku, mnohé členské státy účastníci se jednání pracovní skupiny ukazovaly na přetrvávající právní nejistotu, zejména co se týká základních požadavků na elektroměry. **Evropská komise proto znovu otevřela možnost zveřejnění oznámení k normě EN-50470:2006. V případě směrnice NAWI je třeba podle sdělení zástupců Evropské komise vycházet z aktuální situace, kdy stále platí harmonizovaná norma EN 45501:1992/AC:1993.**

Informace o přizpůsobení směrnic 2004/22/ES (MID) a 2009/23/ES (NAWI) rozhodnutí 768/2008/ES

V pracovní skupině G7 pro technickou harmonizaci Rady EU pokračuje projednávání 9 směrnic, včetně MID a NAWI, přizpůsobených rozhodnutí 768/2008/ES. Jde o krok při provádění legislativního rámce, který byl přijat v roce 2008, jehož cílem je zajištění volného pohybu bezpečných výrobků prostřednictvím zefektivnění právních předpisů EU v oblasti bezpečnosti výrobků, posílení ochrany spotřebitele a vytvoření rovných podmínek pro hospodářské subjekty. Evropská komise očekává konečné schválení směrnic Radou i Evropským parlamentem do konce roku 2012.

Nové harmonizované normy

V Úředním věstníku EU byly dne 25. května 2012 v rámci provedení nařízení 765/2008, rozhodnutí 768/2008/ES a nařízení 1221/2009 zveřejněny odkazy na harmonizované normy týkající se zejména notifikovaných osob a systémů managementu.

Návrhy na úpravy MID podle článku 16.2

Evropská komise si vyžádala od členských států, resp. WELMEC, podklady k několika návrhům na úpravu směrnice MID, které by mohly být provedeny postupem podle článku 16.2 MID.

Jedná se o tyto návrhy:

- Příloha MI-001 Vodoměry: V bodě 1 stanovit nově poměr průtoků $Q_3/Q_1 \geq 40$ místo dosavadního $Q_3/Q_1 \geq 10$.
- Příloha MI-003 Elektroměry: Zahrnout měření elektrické energie dodávané do sítě. Zde je problém odlišného výkladu ve členských státech; podle mnohých členských států, včetně České republiky, příloha MI-003 pokrývá přenos elektrické energie v obou směrech. Nicméně vzhledem k vyhraněným opačným postojům některých členských států bude pravděpodobně určitá úprava nutná.
- Příloha MI-004 Měřidla tepla: Návrh na zahrnutí „chlazení“ do MID. V tomto případě by byla nutná změna základních požadavků přílohy MI-004.
- Příloha MI-005 Měřicí systémy pro kontinuální a dynamické měření množství kapalin jiných než voda: Návrh na zavedení lepší třídy přesnosti systémů pro měření lihu (návrh České republiky) – zatím ve stadiu úvah.
- Příloha MI-006 Váhy s automatickou činností: Návrh na úpravu požadavku bodu 1.3 na rozsah teploty. Podle CECIP a některých členských států nyní umožňuje nejednoznačný výklad v souvislosti s požadavkem na rozsah teploty uvedeným v tabulce 1 Přílohy I MID a vznikají tak překážky obchodu.

V případě, že Evropská komise získá pro výše uvedené návrhy dostatek argumentů a podkladů, bude následně vypracována analýza dopadů jednotlivých návrhů.

Návodové dokumenty WELMEC

Návodové dokumenty vypracované WELMEC mají za cíl sjednotit výklad a aplikaci směrnic MID a NAWID. Odkaz na dokumenty po odsouhlasení pracovní skupinou pro měřidla uvede Evropská komise na svých webových stránkách. Návodové dokumenty WELMEC nejsou právně závazné, nicméně zaručují mj. interpretaci směrnic uznanou Evropskou komisí.

Pracovní skupina odsouhlasila na svém jednání následující návodové dokumenty WELMEC:

- 2.8 (2. vyd.), *Guide for Conversion of NAWI (Indicator) test results for AWI purposes*,
- 8.21, *Directive 2004/22/EC: Common application*,
- 11.3, *Guide for sealing of Utility meters*.

Na tyto dokumenty uvede Evropská komise v nejbližší době odkaz na svých webových stránkách (http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/legal-metrology-and-prepack/documents/guidance-documents/index_en.htm).

Další dokumenty, které byly na programu jednání pracovní skupiny, 10.8 *Guide for common application of MID MI-005 and OIML International Recommendation R117-1 (R81, R80, R139)*, 11.1 (5. vyd.) *Common Application for utility meters*, si vyžadají ještě úpravy hlavně formálního charakteru, poté by měl být odkaz na ně uveden na stránkách Evropské komise.

Normativní dokumenty

Podle článku 13.2 směrnice MID mohou být identifikovány dokumenty Mezinárodní organizace pro legální metrologii (OIML), při jejichž splnění je splněn předpoklad shody se základními požadavky směrnice. Odkazy na takové dokumenty jsou zveřejňovány v Úředním věstníku EU na základě souhlasu Výboru pro měřidla.

Výbor pro měřidla, jehož zasedání navázalo bezprostředně na jednání pracovní skupiny pro měřidla, jednomyslně schválil návrh Evropské komise zveřejnit v Úředním věstníku EU odkaz na dokument OIML R 51-1 (2006), Automatic catchweighing instruments. Odkaz na tento dokument byl zveřejněn již v roce 2006, nový odkaz ale bere v úvahu i jeho opravu z roku 2010.

Výbor pro měřidla neprojednával stažení odkazů na předchozí verze normativních dokumentů OIML R 117-1 (1995), R 51 (2006) a R 99 (2000). Důvodem byla neshoda na znění ustanovení o platnosti certifikátů vydaných na jejich základě. Projednání tohoto bodu bylo odloženo na následující zasedání Výboru pro měřidla.

Veškeré pracovní materiály Výboru pro měřidla a pracovní skupiny pro měřidla jsou k dispozici na odboru metrologie ÚNMZ.



České kalibrační sdružení Vás zve ve dnech 23. a 24. 10. 2012 na 45. konferenci ČKS



v hotelu Skalký Dvůr, Lísek u Bystřice nad Pernštejnem.

Na konferenci vystoupí zástupci ÚNMZ, ČIA a ČMI s aktuálními informacemi v oblasti metrologie a akreditace.

Je přislíbena účast Dr. Petera Ulbiga z PTB, Německo.

Dále budou předneseny příspěvky věnované problémům kalibračních laboratoří a v samostatné sekci problémům při ověřování tachografů autorizovanými metrologickými středisky.

České kalibrační sdružení, Slovinská 47, 612 00 Brno

www.eks-brno.cz



ZAČAL PLATIT NOVÝ ŘÁD ROZHODČÍHO SOUDU



ROZHODČÍ SOUD

při Hospodářské komoře České republiky
a Agrární komoře České republiky

V první polovině letošního roku došlo ke dvěma událostem, které jsou důležité pro rozhodčí řízení a rozhodování sporů tímto způsobem důležité. První z nich je novela zákona č. 216/1994 Sb., o rozhodčím řízení a o výkonu rozhodčích nálezů, která vstoupila v platnost letos na jaře, druhou je nový Řád Rozhodčího soudu při Hospodářské komoře ČR a Agrární komoře ČR, jenž začal platit od 1. července.

O obou těchto záležitostech se také hovořilo a diskutovalo na odborném semináři, který se konal v polovině května ve Valdštejnském paláci, v sídle Senátu Parlamentu ČR. Téma tohoto semináře jednoznačně vystihuje i jeho název: Nejnovější trendy v rozhodčím řízení – novela zákona č. 216/1994 Sb., o rozhodčím řízení a o výkonu rozhodčích nálezů a její vliv na rozhodování v praxi. Záštitu nad seminářem, jehož organizátorem byl Rozhodčí soud při Hospodářské komoře ČR a Agrární komoře ČR, měl předseda Ústavně-právního výboru Senátu PČR JUDr. Miroslav Antl. Seminář byl určen především senátorům a poslancům, odborné veřejnosti, rozhodcům, studentům práv a každému, koho zajímá proces rozhodčího řízení.

Setkání zahájili předseda Ústavně-právního výboru Senátu Parlamentu ČR JUDr. Miroslav Antl a předseda Rozhodčího soudu při HK ČR a AK ČR RNDr. Zdeněk Somr. Poté následovala dvě obsažná vystoupení k velmi aktuální problematice rozhodčího řízení týkající se novely zákona č. 216/1994 Sb. V prvním vystoupení hovořil JUDr. Zbyšek Kordač k novele zákona č. 216/1994 Sb., o rozhodčím řízení a o výkonu rozhodčích nálezů, na něj pak navázal JUDr. Petr Hostaš s příspěvkem na téma dopady novely do činnosti stálých rozhodčích soudů na příkladu změn v Řádu Rozhodčího soudu při HK ČR a AK ČR.

Problematiku obsaženou v obou přednáškách následně rozhodci i další přítomní účastníci semináře poměrně obsažně diskutovali v následující části semináře.



Určitě není divu, neboť obě témata jsou pro rozhodce velice aktuální. Novelu zákona také připomínkoval Rozhodčí soud prostřednictvím svých zástupců v legislativních orgánech vlády

a také prostřednictvím Hospodářské komory ČR, která je připomínkovým místem, ještě před schválením tohoto předpisu.

Po schválení byla tato novela v médiích poměrně dost zmiňována, přičemž novináři se velice často dopouštěli nepřesností – zejména když vypouštěli ve svých zprávách či komentářích slovo „spotřebitelských“. Zavádějícím způsobem tak například uváděli, že spory mohou řešit rozhodci zapsaní na seznamu Ministerstva spravedlnosti ČR, nebo že rozhodčí doložka musí být sepsána písemně na samostatné listině. To jsou ale nová zákonná ustanovení, která se týkají výhradně spotřebitelských sporů a tyto změny v zákoně také odpovídají trendu v Evropské unii posílit ochranu spotřebitelů.

Pro rozhodce je rovněž vysoce aktuální změna Řádu Rozhodčího soudu při Hospodářské komoře ČR a Agrární komoře ČR. Právě jemu byla na semináři věnována značná pozornost. Řád byl v červnu zveřejněn v Obchodním věstníku a vstoupil 1. července v platnost.

Na jeho znění se začalo pracovat již v roce 2009, může se tedy zdát, že práce trvaly poměrně dlouho. Je ale skutečností, že jeho novou verzi projednávalo předsednictvo Rozhodčího soudu při HK ČR a AK ČR

jíž v roce 2010, v té době ale bylo již známo, že se připravuje novela zákona o rozhodčím řízení, která může do této problematiky zasáhnout. Proto bylo přijetí nové verze Řádu odloženo. V následujícím roce, kdy bylo jasné finální znění novely zákona o rozhodčím řízení, byla pracovní skupina pověřena revizí Řádu z pohledu novely. Úprava však byla širší a neomezila se jen na body dotčené novelou.

Tým odborníků, který na novém znění Řádu pracoval, vycházel z několika základních požadavků. Především to byl požadavek, aby místo dosavadních dvou řádů – jeden pro mezinárodní a druhý pro vnitrostátní spory – byl jednotný Řád pro mezinárodní i vnitrostátní spory. Dalším požadavkem bylo, aby pravidla o nákladech řízení byla součástí Řádu a Sazebník nákladů byl jeho přílohou. Tým měl rovněž za úkol upravit znění Řádu tak, aby odpovídal modernímu rozhodčímu řízení, a také upravit pravidla, která se v praxi ukázala být nevyhovující nebo nejasná. Požadavkem rovněž bylo, aby Řád reagoval na soudní judikaturu týkající se žalob na zrušení rozhodčích nálezů a aby sjednotil terminologii.

V neposlední řadě nové znění Řádu reaguje na aktuální znění právních předpisů, zejména na novelu zákona o rozhodčím řízení. I když nyní dochází k vytvoření jednotného Řádu pro mezinárodní i vnitřní spory, zůstávají nadále zachovány zvláštní Řády pro některé specifické druhy řízení, jako jsou spory o domény, úhradové spory ve zdravotnictví,



90 LET V ČESKÉ METROLOGII

Ing. František Jelínek, CSc.

Český metrologický institut

Tento příspěvek měl původně mít název „K 90. výročí metrologie ČR (a ČSR)“. Jenže o takovém výročí vlastně nelze mluvit; metrologie byla v českých zemích (na slušné úrovni) dávno před obnovením samostatného československého státu. Připomeneme si tedy sice devadesáté výročí oficiálního přístupu Československa k Metrické konvenci, ale pokusíme se také podívat na to, co se dělo po roce 1918 v metrologii po stránce organizační i technické. Bohužel při tom budou naše možnosti poněkud omezeny tím, že se v roce 1993 při rozdělení Československa do jisté míry přerušila kontinuita institucí a tím i archivních záznamů. Vůbec jsme historii dost dlužni – na rozdíl od západních a jižních sousedů. V Rakousku vyšla zajímavá publikace [1], která zmiňuje i situaci v českých zemích a na Slovensku. Německý PTB využil 125. výročí metrologického výzkumu v Německu k vydání zvláštního čísla časopisu PTB Mitteilungen [2], které je věnováno historii od roku 1887.

Popis posledních devadesáti let v metrologii by měl kromě historických událostí, které bereme jako mezníky, pojednat také o technickém pokroku, o legislativě a o organizačních formách, o významných lidech činných v oboru. Redakce časopisu by velice uvítala příspěvky čtenářů na toto téma, třeba jen střípky paměti, zajímavé dokumenty, osobní vzpomínky. Jistě se někdy najde příležitost k tématu se vrátit.

Než se budeme věnovat předmětu tohoto příspěvku, připomeňme si výchozí situaci. Historické zkušenosti Čechů a Slováků s Rakousko-Uherskem byly problematické v řadě oblastí života a to vedlo i k dramatickým změnám ve státoprávním uspořádání. Na druhé straně je ale objektivní skutečností, že monarchie byla (nejen) v otázkách měření a metrologie dosti pokroková.

Už v roce 1871 byla zavedena metrická soustava a od 1. ledna 1876 bylo její používání povinné v celé monarchii. Přistoupení Rakouska-Uherska k Metrické konvenci se uskutečnilo již jejím podpisem 20. května 1875. Za Rakousko-Uhersko podepisoval hrabě Aponyi. MK byla vyhlášena v Rakouském říšském zákoníku z roku 1876 pod číslem 20.

Na úrovni výkonných složek a zcela jistě na úrovni vědeckých a technických pracovníků byly zřejmě snahy negativní rysy centralizované vlády oslabovat. Svědčí o tom zajímavý výňatek z publikace [3]:

... aby vyšla státní správa vstříc mnohojazyčné struktuře, byly jednotlivé národy zastoupeny i v centrálních orgánech, takže jejich složení zrcadlilo národnostní složení starého Rakouska. Tak například v Ústřední komisi pro etalony a cejchování (Normal-Eichungs-Kommission) byli za Čechy okresní komisař Dr. Šafařík-Pštrosz, ředitel kanceláře Němec, ekonomický úředník Dokoupil, asistent Jansa ...

Jenom ve vnitřní legislativě se ukázala dvojkolejnost (která přetrvala až do časů první československé republiky) mezi Předlitavskem a Zalitavskem – v uherské části platily jiné předpisy. To se po první světové válce těžce projevi-

lo v ČSR například ve velmi důležité části státní správy – v katastru. Pozemky na Slovensku a Podkarpatské Rusi byly totiž vedeny ve starých jednotkách a převod na metrickou soustavu trval řadu let a vyžádal si velké náklady.

Československá republika, 1918 až 1922

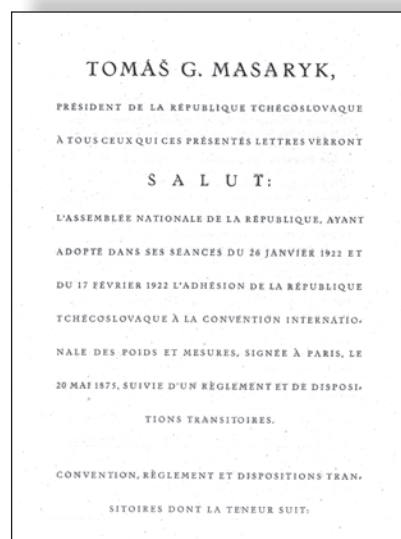
Sledujeme-li uplatňování Metrické konvence v českých zemích, musíme vzít v úvahu změny státoprávního uspořádání, kterými země prošla. Uplatňovalo se sice to, že každý „nový“ stát byl uznáván jako následnický, ale pro pořádek v legislativě to zřejmě nestačilo. Československo vycházelo z kontinuity právního řádu tam, kde to bylo možné a mnohé zákony platily až do doby po druhé světové válce. Důležitým novým aktem bylo Nařízení ministerstva veřejných prací č. 52 ze dne 20. listopadu 1918 o zřízení Československého ústředního inspektorátu pro službu cejchovní. Ústřednímu inspektorátu byly uloženy i úlohy fundamentální metrologie, jmenovitě „zhotovení a ověření měr prvotních, měr a vah normálních...“. Odtud už lze vysledovat kontinuitu metrologických orgánů v Česku, kupodivu včetně doby druhé světové války.

Zajímavý je také zákon č. 249 ze dne 13. května 1919 o převzetí smluvních cechmistrů do stavu státních úředníků zařazených do hodnostních tříd podle zákona z roku 1914 o služebním poměru státních úředníků, tj. o státní službě (který dosud v ČR není). Nařízením č. 329 vlády Republiky Československé z 16. 11. 1922 se potom stanovily nové úřední tituly pro technické a výkonné úředníky cejchovní služby.

Československá republika, 1922 až 1939

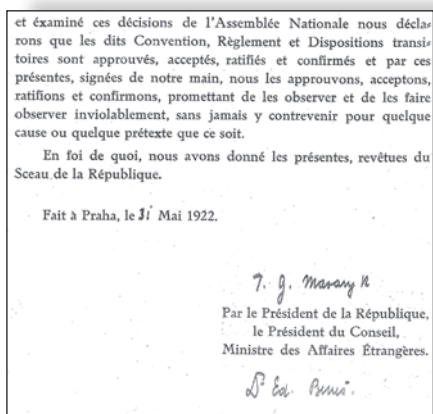
Vyhláška ministra zahraničních věcí (Dr. Edvard Beneš) ze dne 24. listopadu 1922, č. 351 Sb. zákonů a nařízení státu československého uvádí tuto posloupnost legislativních aktů:

- Usnesení Národního shromáždění ze dne 17. února 1922 o přistoupení



Obr. 1: Československá ratifikační listina, titulní list

- Ratifikační listina z 31. května 1922



Obr. 2: Československá ratifikační listina, podpisy

- Přístupní nota československá z 21. června 1922, která byla uložena v archivu francouzské vlády dne **23. září 1922**, čímž přístup nabyl mezinárodní platnosti.

Zde je tedy to historické datum, jehož devadesáté výročí si připomínáme. Na **obr. 1** a **obr. 2** jsou zobrazeny titulní list a podpisová část československé ratifikační listiny.

Následovala vyhláška ministra zahraničních věcí č. 200/1924 Sb. z. a n., kterou se uvedlo ve známost tehdejší znění mezinárodní úmluvy o soustavě metrické. Plný opis této vyhlášky je k dispozici například na stránkách ČMI.

Protectorát Čechy a Morava, 1939 až 1945

Podivná situace, daná válečnými událostmi a okupací. Postoj mezinárodních organizací, vůbec jejich činnost v té době a forma členství protektorátu v Metrické konvenci by vyžadovaly podrobné studium. V archivech je však možné dohledat dokumenty Ústředního inspektorátu z té doby, které dokládají kontinuitu činnosti a snahy tehdejšího německého PTR o sjednocování metrologických postupů. Pod jakým tlakem a za jakých okolností se jednání vedla, není ze záznamů zřejmé.

Československá republika, 1945 až 1992

Pokud jde o Metrickou konvenci, uznávala se kontinuita s ČSR z předválečného období. Určitým mezníkem je zákon č. 35/1962 Sb. o měrové službě, kterým byl (teprve) zrušen zákon č. 16/1872 ř.z. ve znění zákona č. 50/1876 ř.z. a dalších předpisů a teprve tehdy byly důsledně sjednoceny předpisy platné na Slovensku a v českých zemích. Zákon obsahoval určení základních jednotek m, kg, s, A, K, cd. Podrobnosti byly předmětem normy ČSN 01 1300.

Připomeňme si ještě další důležitý moment, zavádění mezinárodní soustavy jednotek SI; v tehdejší ČSSR započalo již v roce 1963, ale důležitým dokumentem bylo usnesení vlády ze dne 17. ledna 1974, č. 7, o zavádění mezinárodní soustavy jednotek v československém národním hospodářství. Od 31. prosince 1979 pak oficiálně skončil přechod Československa na jednotky SI. [4]

Většina z nás už pracovala v době platnosti vícekrát novelizovaného zákona č. 505 ze dne 16. listopadu 1990, o metrologii, který mimo jiné definoval úlohy Federálního

úřadu pro normalizaci a měření (FÚNM), Československého metrologického ústavu (ČSMÚ), Státního metrologického inspektorátu a Státních metrologických středisek.

Česká republika, od 1993 (jako Česká republika v rámci federace od 1992)

Opět změna státoprávního uspořádání a vznik nového státu. V archivu MZV jsou uloženy dokumenty, které se přístupem České republiky k Metrické konvenci zabývají. Jsou vesměs méně formální proti dokumentům z roku 1922 (i proti obdobným dokumentům současným).

Dne 21. prosince 1992 (výročí 70 let!) je vydán přístupový dokument ČR, ve kterém se praví mj.: Vláda České republiky tuto Mezinárodní úmluvu přezkoumala a v souladu s českými právními předpisy k ní přistupuje s platností od 1. ledna 1993. Podepsán ministr mezinárodních vztahů Josef Zienec.

Následně oznamuje dne 18. března 1993 MZV Francie dopisem Mezinárodnímu úřadu pro váhy a míry (BIPM) uložení přístupového dokumentu ČR v archivu francouzské vlády dnem **18. března 1993** (sdělení zapsáno v BIPM 23. března 1993). Podle toho se za datum přístupu ČR k MK pokládá 18. březen 1993 a v příštím roce to bude právě 20 let.

Další důležité okamžiky rozvoje metrologie v České republice:

- 1993 Zákon č. 20/1993 Sb. ČNR o zabezpečení výkonu státní správy v oblasti technické normalizace, metrologie a zkušebnictví
- 1993 Zřízení Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví
- 1993 Zřízení Český metrologický institut (ČMI)
- 1995 Probíhá obnova a rozšíření soustavy českých státních etalonů
- 1996 ČMI přijat za přidruženého člena EUROMET, za člena v roce 1997, nyní EURAMET e.V.
- 1999 Podepsáno Ujednání o vzájemném uznávání státních etalonů a certifikátů, vydávaných národními metrologickými instituty (CIPM MRA).

Nesmíme zapomenout na vývoj v **legální metrologii**, která byla v dávných dobách (ačkoliv se jí tak tehdy určitě neřikalo) vlastně prvotním hnacím momentem rozvoje metrologie. Byla ale chápána jako podstatná, téměř základní součást toho, co bylo v péči státu i v celém uplynulém devadesátiletém období. Vědecká, fundamentální metrologie byla mnohdy spíše věcí univerzitních pracovišť a jednotlivých vědců. Můžeme to vysledovat i ve vývoji institucí, které se metrologií zabývaly a zabývají. Vrátime se k tomu níže.

Publikace OIML D1 definuje legální metrologii jako obor, zahrnující všechny činnosti spojené s měřením, měřidly a metodami měření, pro které jsou stanoveny právní požadavky. Tyto činnosti jsou pak prováděny orgány vlády nebo z jejich pověření, aby zajistily přiměřenou věrohodnost výsledků měření v národním regulačním prostředí. Legální metrologie se nevztahuje jen k obchodním partnerům, ale také k ochraně jednotlivců i společnosti tam, kde se jedná

například o uplatňování zákonných předpisů, ochrany zdraví, měření pro ochranu bezpečnosti osob a zařízení.

Požadovaná důvěra ve výsledky měření a zkoušek má přirozeně mezinárodní rozměr. Tomu odpovídá významný mezník, zřízení Mezinárodní organizace pro legální metrologii v roce 1955. Úmluva o zřízení OIML byla podepsána v Paříži 12. října 1955 a nabyla účinnosti dnem 28. května 1958. Členem výboru OIML je v současné době generální ředitel ČMI.

Orgány OIML tvoří, zhruba analogicky struktuře CGPM-CIPM-BIPM

- Mezinárodní konference pro legální metrologii (International Conference on Legal Metrology),
- Mezinárodní výbor (International Committee of Legal Metrology),
- Mezinárodní úřad pro legální metrologii (International Bureau of Legal Metrology).

Vytvořeny jsou také regionální struktury pro legální metrologii, v našem případě WELMEC, jehož členem se stala ČR v roce 2004, kdy podepsala Memorandum o porozumění.

Vraťme se alespoň krátce k **vývoji organizační infrastruktury metrologie** v Československu a v České republice. Snad uvedený přehled poskytne alespoň základní představu; úplnost a přesnost by ovšem vyžadovala podstatně větší rozsah, protože pro období od druhé světové války je charakteristické velmi časté slučování, rozdělování, tvoření a zase rušení orgánů normalizace, metrologie, puncovní služby a zkušebnictví, v nejrůznějších kombinacích [6]. Také v roli ústředního orgánu státní správy se střídala různá ministerstva, Státní výbor pro rozvoj techniky, Státní komise pro vědeckotechnický a investiční rozvoj.

období	Rakousko-Uhersko
ústřední orgán státní správy	Ministerstvo obchodu (Handelsministerium)
odborné a správní orgány	Normal-Eichungs Kommission (N.E.K.)
orgány legální metrologie	Cejchovní úřady
orgány fundamentální m.	tyto činnosti zabezpečovala N.E.K., tvořená univerzitními profesory a čelnými úředními osobami a Cejchovní úřad ve Vídni, kde byly uloženy státní etalony, od roku 1890 prototypy metru č. 19 a č. 15 a prototypy kilogramu č. 33 a č. 14

období	1918-1939, Československá republika
ústřední orgán státní správy	Ministerstvo veřejných prací (české země), Ministerstvo obchodu (Slovensko a Podkarpatská Rus), sjednoceno v r. 1930
odborné a správní orgány	Československý ústřední inspektorát pro službu cejchovní
orgány legální metrologie	Cejchovní inspektoráty v Praze a Brně a v okresech Cejchovní úřady (převzate v podstatě z předchozího období)
orgány fundamentální m.	postupně (a pomalu) budované laboratoře Č. ústředního inspektorátu. V r. 1929 zakoupeny prototypy metru a kilogramu.

období	1939-1945, Protektorát Čechy a Morava
ústřední orgán státní správy	rozdělená správa a izolovaný vývoj v českých zemích a na Slovensku. Podkarpatská Rus součástí Maďarska.
odborné a správní orgány	Ústřední inspektorát pro službu cejchovní (české země) od 1943 Cejchovní a puncovní ředitelství
orgány legální metrologie	od 1944 inspektoráty zahrnuté jako složky do ředitelství, v okresech dále Cejchovní úřady
orgány fundamentální m.	laboratoře Ústředního inspektorátu (pracoviště v Praze, V Botanice 4 – dnešní LPM ČMI)

období	1945-1955, Československá republika
ústřední orgán státní správy	různá ministerstva a orgány na jejich úrovni
odborné a správní orgány	Cejchovní a puncovní ředitelství, přetrvávají rozdíly mezi uspořádáním v českých zemích a na Slovensku kontinuita Ústředního inspektorátu pro službu cejchovní
orgány legální metrologie	Cejchovní inspektoráty převzate v podstatě z předchozího období jako org. složky ředitelství a v okresech Cejchovní úřady
orgány fundamentální m.	laboratoře podřízené Cejchovnímu a puncovnímu ředitelství

období	1955 - 1993, ČSR, od 1960 ČSSR, od 1968 ČSFR
ústřední orgán státní správy	Ministerstvo financí a Povereníctvo financí, od 1959 Státní výbor pro rozvoj techniky v r. 1962 sjednoceno zabezpečování metrologie v českých zemích a na Slovensku od 1. 8. 1975 FÚNM jako ústřední orgán státní správy pro obor státní měrové služby
odborné a správní orgány	1955 Státní úřad pro míry, váhy a drahé kovy 1959 Úřad pro normalizaci 1962 Úřad pro normalizaci a měření (ÚNM, od 1968 FÚNM)
orgány legální metrologie	krajská metrologická pracoviště, 1963-1981 součást ÚNM od r. 1981 pracoviště legální metrologie, dislokované útvary ČSMÚ
orgány fundamentální m.	1965 zřízen Metrologický ústav, později ČSMÚ 1968 ČSMÚ se sídlem v Bratislavě, dnešní SMÚ

období	od 1993, Česká republika
ústřední orgán státní správy	Ministerstvo hospodářství, později Ministerstvo průmyslu a obchodu
odborné a správní orgány	Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (zákon 20/1993 Sb.)
orgány legální metrologie	Český metrologický institut, oblastní inspektoráty a autorizovaná metrologická střediska (více viz [7])
orgány fundamentální m.	Český metrologický institut a přidružené laboratoře - více na www.cmi.cz

Metrologie se vždy vyvíjela souběžně s vývojem vědeckých poznatků, byla nástrojem jejich získávání a ověřování a čile využívala nových technických možností. Často nelze říci, stejně jako u slepice a vejce, co bylo dříve. Před devadesáti lety se teprve z dětských let klubala elektronika, pozdější a hlavně dnešní prostředek měření ve většině oborů. Musíme jen obdivovat, co umu a zkušeností bylo tehdy obsaženo v mechanických a optických principech měřicích zařízení i v postupech elektrických měření té doby. Potom už stále rychleji následovaly důležité objevy i konstrukce přístrojů. Rozvoj fyziky, měření v oblasti ionizujících záření, zkapalnění helia, supravodiče, von Klitzingův a Josephsonův jev, zpřesňování hodnot základních přírodních konstant, hodiny řízené krystalem, později atomové hodiny, šíření etalonové frekvence radiovými vysíláči, nové možnosti realizace zařízení na bázi tranzistorů, prakticky použitelný operační zesilovač, výpočetní technika, digitalizace, GPS ... Mnoho podrobností najde čtenář také v článku Ing. Běťáka [5].

Jak to bývá, ne všechny zvraty a organizační šarády byly jen ku prospěchu věci. Důležité však je, že počátek 21. století je v české metrologii ve znamení koncepčního rozvoje, nebývalého technického pokroku, intenzivní mezinárodní spolupráce, zapojení do mezinárodních výzkumných programů. O tom všem jsou čtenáři časopisu průběžně informováni.

Závěrem lze říci, že devadesát let rozvoje metrologie v České republice má kořeny v kontinuitě práce mnoha generací vědců a techniků. Nebývalý rozvoj byl umožněn mnoha převratnými změnami ve vědě i technice a také samozřejmě rostoucími požadavky na měřicí techniku a rozvojem nových technologií. Je zřejmé, že malý stát se na tom všem může podílet svým ekonomickým i lidským potenciálem jen formou mezinárodní spolupráce. Můžeme konstatovat, že český národní metrologický institut a všechny orgány zodpovědné za zabezpečování metrologické služby touto cestou důsledně jdou. Přejme české metrologii další pokrok a dobré uplatnění v zájmu celého hospodářství.

Literatura:

- [1] GOBLIRSCH, Richard. BEV. *Die Normal-Eichungs Kommission und ihre Zeit*. 2011. vyd. Wien: Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV).
- [2] *PTB Mitteilungen: PTR/PTB: 125 Years of Metrological Research*. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, 2012, Vol. 122, č. 2. ISSN 0030-834X.
- [3] HAMEL*, Alfred. *Die k.k. Normal-Eichungs-Kommission*. soukr. kopie z BEV Bibliotheks. Nr. 2832, 1949 *podpis nečitelný. Dostupné z: archiv autora
- [4] ŠINDELÁŘ, Václav a Ladislav SMRŽ. *Nová soustava jednotek*. vyd. čtvrté. Praha: SPN, 1968.
- [5] BĚŤÁK, Jindřich. Padesát let cesty k moderní metrologii. *Metrologie*. 2012, roč. 21, č. 2
- [6] TESAŘ, Miroslav. ÚNMZ. *Historie institucionálního a právního vývoje v oblastech technické normalizace, metrologie a státního zkušebnictví*. Praha, 2012. Dostupné z: archiv autora
- [7] Národní metrologický systém ČR. In: [online]. [cit. 2012-07-13]. Dostupné z: <http://www.unmz.cz/urad/narodni-metrologicky-system-ceske-republiky>

Některé zkratky:

CGPM	Generální konference pro váhy a míry
CIPM	Mezinárodní výbor pro váhy a míry
BIPM	Mezinárodní úřad pro váhy a míry
WELMEC	European Cooperation in Legal Metrology (původně West European...)
BEV	Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (Rakousko)
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt (Německo)
ÚNM	Úřad pro normalizaci a měření
FÚNM	Federální úřad pro normalizaci a měření
ČSMÚ	Československý metrologický ústav

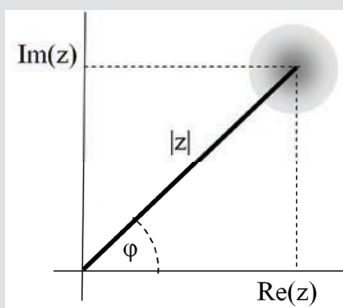


Přečetli jsme jinde

Výsledkem měření mnoha parametrů obvodů a součástek pro vysoké a velmi vysoké kmitočty (činitel odrazu, impedance, rozptylové parametry...) je komplexní číslo, které můžeme zapsat buď ve tvaru $z = \text{Re}(z) + j\text{Im}(z)$ nebo ve tvaru $z = |z| \cdot e^{j\varphi}$. Jde tedy vždy o uspořádanou dvojici čísel a už ze znázornění čísla v komplexní rovině je zřejmá specifická situace při stanovení nejistoty výsledku měření obou složek dvojice nebo dokonce výsledku výpočtu provedeného na základě měření více parametrů (například zesílení, kritérium stability atd.).

Ještě zajímavější je situace u měření, jejichž výsledkem je pouze modul parametru nebo u mezních hodnot činitele odrazu. Mnoho autorů se těmito problémy zabývá a byly vyvinuty metody, rozšiřující pravidla GUM pro stanovení nejistot a jejich šíření při výpočtech s komplexními veličinami. Z rozsáhlé literatury k tomuto tématu lze doporučit například následující články, obsahující mimo jiné i výběr relevantních publikací.

- [1] RIDLER, N. M. a SALTER, M. J. An approach to the treatment of uncertainty in complex S-parameter measurements. *Metrologia*. 2002, 39 č. 3
- [2] HALL, B.D. On the expression of measurement uncertainty for complex quantities with unknown phase. *Metrologia*. 2011, 48 č. 5. Dostupné (free article) z: <http://stacks.iop.org/Met/48/324>.



JAK VZNIKALA ČESKÁ METROLOGICKÁ SPOLEČNOST

Čeněk Nenáhlo, dipl. tech.

Česká metrologická společnost



Jedním ze znaků šestého desetiletí dvacátého století, které je často označováno jako *sladká šedesátá léta*, je zvýšená aktivita jednotlivců i zájmových skupin, zejména v kultuře, ale i v jiných oblastech života společnosti. Mezi těmi, kdo cítili potřebu reagovat na tehdejší vývojové tendence, byli i metrologové. Pro rozvoj v této oblasti existovalo navíc několik podnětů, které bylo třeba vzít v úvahu. Na prvním místě je třeba uvést nový **zákon o metrologii (zákon č. 35/1962 Sb.)**, který přinášel na tehdejší dobu nové úkoly jak pro státní orgány, tak i průmyslové organizace a který vytvářel předpoklady pro zabezpečování jednotnosti a správnosti měřidel a měření v celém národním hospodářství. Pro rozvoj metrologie, ale v širším měřítku i vědy a techniky, bylo zavádění nové mezinárodní soustavy jednotek SI. Jednalo se o zásadní dokument, který měnil dosavadní způsob myšlení a vyžadoval změnu orientace jak ve vědě, ve školství, průmyslu, tak i konec konců v celé společnosti. Z ostatních impulzů, zaměřených převážně do technické oblasti, doplňuje tuto oblast nové definování makro- i mikrogeometrických úchylek (nové normy tolerancí tvaru a polohy, drsnosti povrchu) a zavádění kontrolní technologie, která zasahuje i do oblasti metrologie a přibližuje měření a měřicí techniku výrobnímu procesu, zejména v automobilovém průmyslu a u jeho dodavatelů.

Dalším impulzem byla měřicí technika, zabezpečení její jednotnosti a správnosti i její propojení s výrobním procesem. **Šedesátá léta i pozdější období byla ve znamení rychlého vývoje nové měřicí techniky a jejího zavádění do průmyslových organizací.** Tato oblast metrologie a měřicí techniky byla obzvláště aktuální a vyžadovala soustavnou pozornost, neboť ztráta kontaktu s vyspělou měřicí technikou by znamenala snižování nebo dokonce ztrátu konkurenceschopnosti, která by našim průmyslovým podnikům hrozila. V tomto směru jako vývojovou novinku připomínáme **souřadnicové měřicí stroje**, které od té doby výrazně ovlivňují úroveň měření ve strojírenských a na ně navazujících organizacích. Přestože tyto měřicí stroje pracují ve strojírenství více než padesát let, patří stále k nejrychleji se rozvíjejícím měřicím prostředkům. Jiným příkladem z té doby jsou **měřicí ústředny**, které přinesly podstatné změny v hromadném sběru a vyhodnocování měřených hodnot a v jejich využití pro řízení technologických procesů. I když tehdejší měřicí ústředny mají k současným počítačovým systémům velmi daleko, představovaly v té době měřicí prostředek, který přinášel nové možnosti, ale také vyžadoval nové znalosti měřicích techniků.

Abyste uvedené trendy mohly úspěšně realizovat, vyskytovaly se často **hlasy po vytvoření zájmové základny, ve které by se metrologové mohli sdružovat**, získávat pro svou práci nové poznatky, vyměňovat si své zkušenosti a ve které by také mohli prosazovat své odborné zájmy. Tyto snahy se datují od začátku šedesátých let, první konkrétnější zprávy o metrologické organizaci spadají do roku 1968. Na konferenci o měře-

ni, kterou tehdy v Plzni připravovaly orgány České vědeckotechnické společnosti (dále jen ČVTS) ve ŠKODA Plzeň k.p., poukazovali účastníci konference na nedostatečnou informovanost průmyslových metrologů a na potřebu zlepšit vzájemnou výměnu zkušeností a poznatků z oboru měření. Volali po vytvoření samostatného orgánu v rámci ČVTS, ve kterém by se mohli sdružovat. Doklad o tom je v literatuře [1].

Plzeňská konference se tak stala bezprostředním impulzem k založení Metrologické sekce, jejíž pokračovatelkou byla pozdější Česká metrologická společnost. **Z popudu tehdejšího Československého metrologického ústavu v Praze (ČSMU), konkrétně Dr. Ing. V.Šindeláře, CSc., se vytvořil v rámci ČVTS přípravný výbor sekce**, složený ze zástupců různých organizací (tehdejšího ÚNM Praha a ČSMU, ČVUT, ORGREZ, ŠKODA Plzeň).

Pro úplnost budiž řečeno, že **vznik Metrologické sekce probíhal** za jiných podmínek, než jaké byly v šedesátých letech, tedy **v období začínající politické normalizace**, která do jisté míry ovlivnila i zahajovací práce. S ohledem na tuto nově vzniklou situaci nebylo možno vytvořit samostatnou metrologickou organizaci. Zůstala pouze možnost začlenit ji do některé stávající společnosti nebo komitétu ČVTS. Jedním z prvních úkolů přípravného výboru bylo navrhnout tedy vhodné organizační začlenění nově vznikající sekce. Možností bylo několik: Za dané situace mohla být nová organizace začleněna do Komitétu jakosti a spolehlivosti, Komitétu aplikované kybernetiky, Společnosti strojírenské a jiných orgánů ČVTS. Každá z těchto variant měla své výhody: Pro začlenění do Strojnírenské společnosti mluvila skutečnost, že měření má při výrobě strojů a strojírenských investičních celků rozhodující úlohu. Rovněž pro toto řešení byla skutečnost, že většina tehdejších zájemců byla ze strojírenských podniků. Z hlediska organizačního by bylo toto začlenění výhodné také proto, že Strojnírenská společnost byla nejsilnější odbornou společností ČVTS a že tedy nová Metrologická sekce, u které se předpokládal průřezový charakter, bude moci působit prostřednictvím řady závodních poboček společnosti do mnoha důležitých výrobních i výzkumných organizací. Další oblasti národního hospodářství (nestrojnírenské obory) by však tímto začleněním ležely mimo působnosti sekce.

Začlenění do Komitétu aplikované kybernetiky dávalo možnosti z hlediska perspektivních úkolů měření, zejména s ohledem na automatizované systémy, ve kterých sehrává měřicí technika nezastupitelnou úlohu. Dále pro toto řešení hovořila skutečnost, že v Komitétu aplikované kybernetiky byl začleněn Československý výbor IMEKO, který by představoval pro Metrologickou sekci významného mezinárodního partnera.

Další návrh, aby **organizace metrologů byla začleněna do Komitétu jakosti a spolehlivosti** (dále jen KJS), se ukázal ze všech posuzovaných návrhů za dané situace jako nejvhodnější. Nutnost úzké spolupráce metrologických útvarů s útvary řízení jakosti v průmyslových podnicích byla od té doby několikrát zdůrazňována v rozhodnutích tehdejších ústředních orgánů. Dále se ukazovalo v praxi, že dobře pra-

cující metrologické útvary v průmyslových organizacích (tehdy označované jako kontrolní měrová střediska), jsou základním předpokladem pro vytváření dobré jakosti výrobků a její postupné zvyšování. Metrologie však také ovlivňuje i výzkumnou a vývojovou činnost, která svým experimentálním charakterem je závislá na přesných informacích, získávaných měřeními. To je další přínos metrologie pro jakost výrobků, přínos, který se promítá především do technické úrovně výrobků. Přitom musíme chápat metrologii jako průřezovou disciplínu, která nezahrnuje pouze legální metrologii, popř. zabezpečování jednotnosti a správnosti měření, ale i další oblasti zabývající se jednotkami SI, jejich etalony, měřicími metodami a přístroji, používanými při měření ve všech fázích reprodukčního procesu od výzkumu a vývoje až po technickou obsluhu výroby.

Metrologická sekce (celým názvem Ústřední sekce pro metrologii) zahájila svou činnost jako součást KJS v roce 1970. Její práci řídil 29 členný výbor, v jehož čele stál po celou dobu existence Metrologické sekce Dr. Ing. Václav Šindelář, CSc. Členové výboru byli prakticky ze všech krajů ČSR (s výjimkou jihočeského) a z různých oborů národního hospodářství a školství. Výbor se scházel pravidelně 1x měsíčně (kromě letních měsíců) převážně v Praze. Uskutěčnila se však také zasedání v jiných městech, např. v Plzni a Olomouci, v obou případech spojená s uspořádáním významné odborné akce. Výbor sekce byl zastoupen v Ústředním výboru KJS, v jehož předsednictvu a také v jeho komisi pro výchovu a vzdělávání. Sekce měla své zastoupení i v Československém výboru pro technickou normalizaci a jakost, v Československém výboru EOQC a v národním komitétu IMEKO. Výbor navázal rovněž spolupráci se Slovenskou metrologickou sekcí od jejího vzniku v roce 1975.

Metrologická sekce působila také ve většině krajů ČSR prostřednictvím krajských metrologických sekcí, které byly začleněny do krajských výborů KJS. Prvá krajská sekce vznikla v západočeském kraji již v roce 1970, přípravný výbor jihomoravské metrologické sekce vznikl v Brně již v roce 1972. Následovalo ustavení výborů sekce ve středočeském, severomoravském a severočeském kraji. Tyto krajské sekce později zanikly.

Jedním z prvních úkolů výboru Metrologické sekce bylo provést nábor zájemců, kteří by se aktivně podíleli na činnosti sekce. Velký zájem mezi metrology potvrdil, že založení sekce nebylo formální, ale že je vyvolala skutečná potřeba metrologů z průmyslu, výzkumu i ze školství. Již při založení sekce bylo registrováno 146 zájemců, v roce 1974 již 553 a roce 1985 asi 1 400 metrologů z řad členů ČVTS. Kromě tohoto tzv. individuálního členství se uvažovalo také s kolektivním členstvím, určeným pro výrobce a opravce měřidel a pro výrobní organizace s významným podílem metrologie. To se však neosvědčilo a od kolektivního členství bylo později upuštěno. Výbor Metrologické sekce vedl adresář zájemců, resp. členů, ve kterém bylo uvedeno i odborné zaměření a odborné zájmy metrologů. Tento adresář umožňoval užší kontakt sekce se členy ČVTS, kteří pracují v metrologii, např. informacemi o různých odborných akcích.

Aby činnost sekce odpovídala co nejvíce potřebám praxe, provedl výbor sekce v roce 1973 široký **průzkum** současného stavu a **potřeb metrologických pracovišť**. Průzkum měl formu ankety a zúčastnili se jej členové ČVTS z různých organizací a to jak z měrových středisek a útvarů technické kontroly, tak i z výzkumných pracovišť. Z výrobních oborů převládali respondenti ze strojírenství, ale byly zastoupeny i další obory, zejména energetika. Výsledky ankety byly publikovány v časopisu Měrová technika a byly využity zejména při sestavování plánů výchovné činnosti sekce.

Činnost Metrologické sekce vycházela z **ročních plánů činnosti**, orientovaných do různých oblastí. Jedním z cílů této činnosti bylo uvádět výsledky vědeckého a technického rozvoje metrologie do praxe v souvislosti s dokumenty nejvyšších orgánů, obsažených ve vládních usneseních č. 227/73 a 178/77 o jakosti výrobků a č. 7/74 o zavádění mezinárodní soustavy jednotek SI. Velkou pozornost věnovala Metrologická sekce akcím týkajících se geometrických veličin, realizovaných zejména ve strojírenské výrobě. V této oblasti se sekce orientovala na připravovanou normu o úchylných tvaru a polohy. Prvá konference tohoto druhu byla uspořádána v Hradci Králové, pro velký zájem musila být opakována. Pozornost byla věnována i měření dalších veličin, zejména teplotě a mechanickým veličinám. Metrologická sekce jimi zaměřila svou pozornost do dalších výrobních odvětví: chemie a stavebnictví. Zejména stavbaři pocíťovali naléhavou potřebu specializovaných akcí. Pozornost byla také věnována „klasické“ problematice průmyslových měrových středisek, jak ukázala např. úspěšná velká konference pořádaná v roce 1977 v Liberci.

Metrologická sekce se nezabývala pouze výlučně metrologií, ale i disciplínami, které s ní souvisejí. V této oblasti byly uspořádány dvě besedy o vztazích mezi metrologií a kvalitometrií a o kvalitologii (lektor Ing. V. Liberský).

Důležitou oblastí bylo **zavádění soustavy jednotek SI** do národního hospodářství, které vyvolalo celou řadu odborných akcí. Zde připomínáme zejména intenzivní desetidenní kurzy pro lektory SI, byly několikrát opakované a organizačně je zajišťoval DT Praha (lektor Dr. Ing. V. Šindelář, CSc. a kol.).

Začala se také zavádět **schémata návaznosti měřidel**. Úspěšná a přínosná byla i tak zvaná výjezdní zasedání metrologické sekce. Ta byla organizována jako třídní diskusní zasedání mimo Prahu, doplněná exkurzemi do zajímavých podniků.

Z ostatních akcí uvádíme:

- Několik **konferencí o úchylných tvaru a polohy** (v souvislosti s připravovanými normami) a několik regionálních seminářů k této tématice, na kterých se podílel tehdejší VÚOSO Praha (Výzkumný ústav obráběcích strojů a obrábění, Ing. Vl. Odvody) ve spolupráci s Metrologickou sekcí,
- Pravidelně se pořádaly **odborné akce věnované metrologii teploty** (Ing. M. Černý, Ing. J. Běťák.). Dvoudenní konference o teplotě se pořádaly ve dvouletých intervalech a bývaly hojně navštívené.
- Úspěšné byly i jednodenní **semináře o metrologii v chemii**, které se konaly ve dvouletých intervalech se zaměřením zejména na referenční materiály (Ing. J. Hulcová).

- Pozornost byla také věnována „klasické“ **problematice průmyslových měrových středisek**, jak ukázala např. úspěšná velká konference pořádaná v roce 1977 v Liberci.
- Formou kurzů byly pořádány **vzdělávací akce pro metrologii z průmyslových podniků**. Velmi úspěšné byly kurzy, které se skládaly z pěti týdenních přednáškových soustředění a ze závěrečného soustředění. V těchto kurzech se posluchači naučili pracovat s právními metrologickými předpisy, s tvorbou podnikových metrologických předpisů, ale i s technickými aspekty metrologie, např. návazností měřidel v podniku a s kalibrací běžných druhů měřidel různých veličin. Absolventi vypracovali závěrečnou práci, orientovanou na některé téma, důležité pro jejich vysílající organizaci (zpravidla to bylo zpracování Řádu podnikové metrologie). V kurzu získali jeho absolventi mnoho důležitých informací pro práci podnikového metrologa nebo pro svou činnost v měrovém středisku podniku. V dnešní době by byly takové kurzy s ohledem na délku jejich trvání těžko realizovatelné.

Pro zabezpečení výukové činnosti byl vytvořen lektorský sbor, ve kterém byli odborníci z ÚNM, popř. ÚNMZ, ČSMU, kalibračních laboratoří, vysokých škol, výrobních organizací a členů Metrologické sekce.

Vzdělávací akce Metrologické sekce představovaly podstatnou část všech akcí KJS (viz tabulka, která shrnuje výsledky za období 1972 až 1976).

	Akce s mezinárodní účastí	Akce celostátní	Akce republikové	Akce celkem
Akce KJS celkem	6	26	15	47
Z toho akce o měření	2 (33 %)	7 (27 %)	10 (66 %)	19 (40 %)

Poznámka: Údaje v závorce znamenají procentní podíl akcí pořádaných Metrologickou sekcí

V oblasti zahraničních styků byly rozvíjeny snahy o navázání spolupráce se sesterskými organizacemi, v té době omezené na země sovětského bloku. Někteří členové výboru se aktivně zúčastnili odborných akcí, které pořádaly velké mezinárodní organizace, např. IMEKO nebo EOQC. Značná část zahraničních studijních cest, které metrologická sekce plánovala, však nebyla zahrnuta do plánu Ústředního výboru KJS, takže oblast zahraničních styků Metrologické sekce není úměrná ostatním činnostem sekce.

V oblasti ediční činnosti byly vydávány sborníky významných vzdělávacích akcí. Některé důležité práce členů Metrologické sekce byly publikovány v odborných časopisech, např. Strojírenská výroba. Zvláště dobrá a trvalá spolupráce byla s redakcí časopisu Měrová technika, resp. Československá standardizace, která Měrovou techniku později nahradila. Někteří členové Metrologické sekce také publikovali ve Vydavatelství ÚNM, např. v edici Péče o jakost.

Jako příklad aktivit Metrologické sekce uvádíme plán činnosti na léta 1976 až 1980.

- propagovat mezinárodní soustavu SI a poskytovat konzultace při zavádění SI jednotek,
- organizovat výměnu zkušeností při budování metrologických pracovišť a poskytovat poradenskou a konzultační činnost při jejich zřízení,
- vyhledávat progresivní způsoby měření fyzikálních veličin a metody zpracování výsledků měření,
- propagovat využívání matematicko-statistických metod při zjišťování správnosti měřidel,
- pomáhat vytvářet předpoklady pro vybudování metrologie v oboru obráběcích strojů,
- spolupracovat při zabezpečování metrologického pořádku v organizacích,
- poskytovat veškerou pomoc při průzkumu a propagaci unikátních měřicích přístrojů a zařízení.

Odborně vzdělávací akce Metrologické sekce byly v souladu s tehdy platnou metodikou ČVTS organizačně zajišťovány prostřednictvím Domů techniky (dále jen DT). Zejména šlo o DT České Budějovice (takto byly zabezpečovány např. několikátýdenní kurzy metrologie). Rovněž jsme spolupracovali s DT Praha, ojediněle s DT Kladno.

Poměrně čilá **spolupráce byla s některými vysokými školami**, např. VŠSE Plzeň při organizování postgraduálního studia, Univerzitou 17. listopadu při metrologických kurzech na Ládví nebo na Strojní a Elektrotechnické fakultě ČVUT (Dr. Ing. V. Šindelář, Ing. Zd. Tůma) nebo s některými průmyslovými podniky, např. se ŠKODA k.p. Plzeň při organizování celostátního semináře *Metrologie ozubení* (1980), nebo při pořádání kurzů, určených pro metrology konkrétních podniků, např. tehdejšího SONP Kladno (Ing. Fr. Hnízdil).

Kromě činnosti, plánované centrálně Metrologickou sekcí, se uvažovalo i o určité diferenciaci z hlediska odborného, resp. měřených veličin a z hlediska regionálního formou odborných skupin (dále jen OS), ustavených při výboru Metrologické sekce. Pokud jde o veličiny, pracovala OS geometrických veličin (zejména délky, rovinného úhlu, úchylek tvaru a polohy a drsnosti povrchu). Tato OS sdružovala odborníky z některých podniků (ŠKODA Plzeň, TOS Čelákovice aj.), ústavů (např. VUOSO) a vysokých škol (ČVUT Praha, VUT Brno a VŠSE Plzeň). Teritoriálně zaměřená OS v Brně, orientovaná především na metrologii elektrických veličin, začala pracovat při jihomoravské metrologické sekci (prof. Ing. K. Raclavský). Na severní Moravě působila krátce OS pro stavebnictví při resortním metrologickém středisku v TZUS Ostrava. Po určité době byla činnost těchto OS ukončena.

Koncem tohoto období (konec osmdesátých let) věnovala Metrologická sekce pozornost přípravě **konferencí s mezinárodní účastí METRAPLIQ (Aplikovaná metrologie)**. Byly uspořádány dvě konference: 1. *METRAPLIQ* se konal v Karlových Varech (nynější hotel PUPP) v prosinci 1989. Konference byla spojená s výstavou měřicí techniky, organizační zabezpečení DT Praha). Zajímavost: první den konference večer byl doplněn improvizovaným varhanním

INFORMACE

vystoupením Ing. J. Blably, CSc., významného metrologa ČSMU, který byl i zdatným amatérským varhaníkem.

2. *METRAPLIQ* se konal ve Smilovicích (Slapská přehrada) v květnu 1991. Konference (90 posluchačů, 24 referátů, z toho 8 zahraničních) byla spojena s výstavou měřicí techniky (5 vystavovatelů). Organizační zabezpečení DT Kladno.

3. *METRAPLIQ* byl plánován na říjen 1993 v Plzni. Neuskutečnil se, protože konference *METRAPLIQ* byly nahrazeny mezinárodními semináři, později konferencemi *Měřicí technika pro kontrolu jakosti*. To však je již období činnosti České metrologické společnosti.

Tím tedy končí historie Metrologické sekce. Začíná se odvíjet období její nástupkyně, **České metrologické společnosti**, které probíhá ve volnějším podměnkách života společnosti, prožívající změny politického klimatu, ale také v podměnkách drsného tržního hospodářství. To už je ale o něčem jiném, co do tohoto článku již nepatří.

Literatura

[1] Šindelář V.: Zaměření a úkoly České metrologické společnosti. In: Sborník přednášek *Měřicí technika pro kontrolu jakosti ve strojírenství*. Plzeň, 1992



NABÍDKA AKCÍ ČMS NA ZÁŘÍ AŽ PROSINEC 2012

Ing. Zdeněk Tůma

předseda České metrologické společnosti

Česká metrologická společnost Vám v podzimních měsících nabízí řadu seminářů a kurzů, které mohou být ještě doplněny akcemi, které by si vyžadovala situace.

19. září 2012 ČSVTS, Praha, učebna 318	S 446-12	ČSN 80000 Veličiny a jednotky
3. říjen 2012 ČSVTS Praha, 315	K 458-12	11. kurz pro technické kontrolory
31. říjen 2012 ČSVTS, Praha, učebna 315	S 447-12	Metrologie v analytických laboratořích
7. listopad 2012 ČSVTS, Praha, učebna 319	KO 459-12	14. fórum metrologů
26. listopad 2012 ČSVTS, Praha, učebna 315	K 465-12	Metrologie pro malé a střední podniky
3.-7. prosinec 2012 ČSVTS, Praha, učebna 219	K 460-12	37. základní kurz metrologie

Podrobná nabídka všech akcí ČMS, certifikace způsobilosti, kalibračních postupů i publikací ČMS je trvale k dispozici na webové stránce ČMS

www.csvts.cz/cms.

Z webové stránky můžete také stáhnout přihlášky na nabízené akce i žádosti o certifikaci způsobilosti, rozšíření i prodloužení certifikátu.

Nabídku s přihláškou si můžete vyžádat také v sekretariátu ČMS:

tel./fax. 221 082 254

e-mail: cms-zk@csvts.cz

Certifikační místo má samostatnou e-mailovou adresu:

e-mail: cert-cms@csvts.cz

tel.: 221 082 283

Výhled na I. pololetí 2013

V prvním čtvrtletí roku nabízíme, tentokrát už 22. mezinárodní konferenci s výstavou měřicí techniky, která je každoročně naší nejrozsáhlejší akcí, která vyžaduje dlouhodobou přípravu, takže I. čtvrtletí bývá chudší co do počtu akcí.

6. březen 2013 ČSVTS, 318	K 468-13	Řízení metrologie v organizaci
19.- 20. 3. 2013 Plzeň, kongresové centrum PRIMAVERA	KO 466-13	22. Měřicí technika pro kontrolu jakosti, s výstavou měřicí techniky
15. květen 2013 ČSVTS, 315	S 465-13	Nové kalibrační postupy
22. květen 2013 ČSVTS, 315	K 472-13	Metrologie pro veřejnou správu
3.-7. červen 2013 ČSVTS, 315	K 469-13	38. základní kurz metrologie





Dne 7. listopadu 2012
pořádá Česká metrologická společnost konferenci
v budově ČSVTS v Praze 1, Novotného lávce 5, učebně č. 319



14. fórum metrologů 2012

pod záštitou předsedy ÚNMZ Ing. Milana Holečka

Letošní konferenci jsme zaměřili na změny, které byly přijaty v posledním období jak v metrologické praxi tak i v legislativních a předpisových dokumentech.

Podrobnosti najdete na webové stránce ČMS: www.csvts.cz/cms.

Věříme, že hodně z Vás se s námi sejde na nabízené konferenci

vedení ČMS

Redakční rada:

Ing. Emil Grajciar (předseda), Ing. František Jelínek, CSc. (místopředseda), Ing. Jiří Kraus, Doc. Ing. Jiří Horský, CSc., Ing. Zdeněk Tůma, Ing. Milan Badal, Prof. Ing. Jaroslav Boháček, DrSc., Bc. Jan Klíma, Ing. Jiří Kazda, Ing. Jindřich Mlejnek, RNDr. Klára Popadičová, Ing. Jaroslav Rajlich, Ing. Petr Pánek, CSc., Jitka Hrušková.

PhDr. Bořivoj Kleník – šéfredaktor.

Časopis vychází 4 x ročně. Cena výtisku 80,- Kč, roční předplatné 320,- Kč + poštovné a balné + 14 % DPH. Vydavatel: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ) ve spolupráci s Českým metrologickým institutem, Českou metrologickou společností a Českým kalibračním sdružením. Sídlo vydavatele: ÚNMZ, Gorazdova 24, 128 01 Praha 2. IČO: 48135267. Povolení tisku: registrace MK ČR 6111, MIČ 46 676, ISSN 1210-3543.

Místo vydávání: Praha. Datum vydání: srpen 2012. Nakladatelský servis, předplatné a inzerce: PhDr. Bořivoj Kleník, Bezdědice 19, 294 25 Katusice, tel./fax: +420 326 394 888, mobil: 603 846 527, e-mail: klenik@q-art.cz. Nevyžádané materiály se nevracejí. Za původnost a správnost příspěvků odpovídají autoři.

Foto na obálce:

Měření chybových parametrů digitálně modulovaných signálů

Photo on the front page:

Measurement of error parameters of digitally modulated signals

REKREAČNÍ ZAŘÍZENÍ ÚNMZ



Nabídka pobytů

Nabízíme pobyty v rekreačním zařízení ÚNMZ
v **Bedřichově v Jizerských horách**

Výhodná poloha v nejvyšší části tohoto známého turistického a lyžařského střediska umožňuje plně využít příležitostí k letní turistice a cykloturistice v CHKO Jizerské hory, v zimě láká bezprostřední blízkostí lyžařských vleků a upravenými běžkařskými tratěmi.

Více informací naleznete na www.unmz.cz

