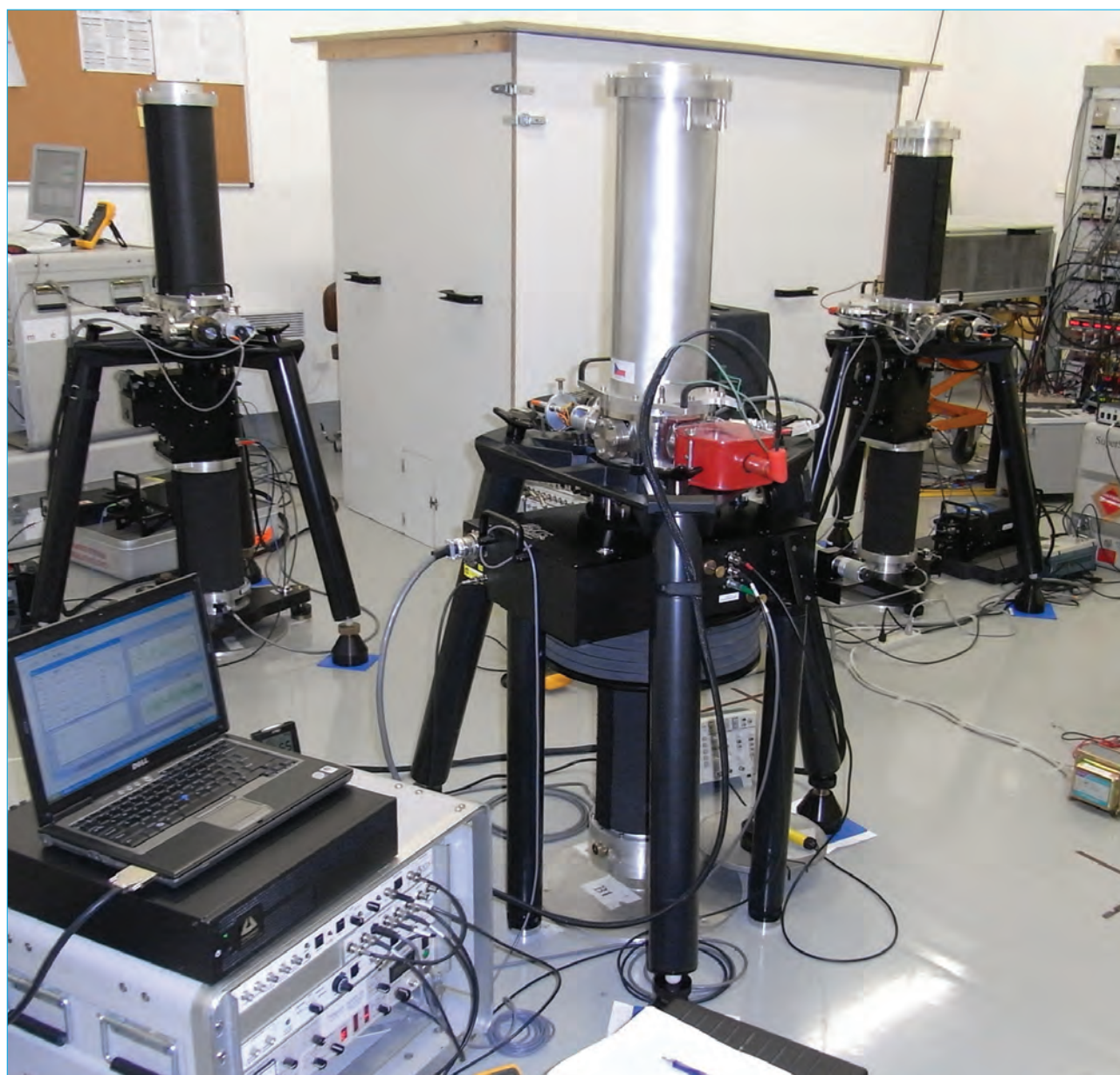


3/2013
ROČNÍK 22

METROLOGIE

VĚDECKÁ
LEGÁLNÍ
PRAKTICKÁ



VĚDA A VÝZKUM

Ing. Vojtech Pálinkáš, Ph.D., Ing. Jakub Kostecký, Ph.D., Dr. Zhiheng Jiang, Ing. Miloš Vaľko, Ph.D. Výbrané výsledky státního etalonu tíhového zrychlení	1
Ing. Martin Hudlička, Ph.D. Výpočet nejistot vícerozměrných veličin	7

STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ

Ing. Jaroslav Rajlich Ochrana oprávněného/veřejného zájmu	15
---	----

METROLOGIE V PRAXI

Doc. Ing. Jiří Horský, CSc. Stanovování kalibračních intervalů – 2	23
--	----

INFORMACE

Ing. Zbyněk Veselák 29. zasedání výboru WELMEC	27
Ing. Milan Badal Změna právní úpravy akreditace	30
Ing. Zbyněk Veselák 36. zasedání výboru ISO/REMCO	31
Doc. Ing. Olga Tůmová, CSc., Ing. Lukáš Kupka, Ph.D. Vývoj a současný stav měření a metrologie na FEL ZČU	33
Ing. Jindřich Šabata Seminář kalibrace měřidel teploty a vlhkosti pořádaný ČKS	37

PR

Rozhodčí soud	38
MESING	40

CIENCE AND RESEARCH

Ing. Vojtech Pálinkáš, Ph.D., Ing. Jakub Kostecký, Ph.D., Dr. Zhiheng Jiang, Ing. Miloš Vaľko, Ph.D. Selected Results of the National Etalon of Gravity	1
Ing. Martin Hudlička, Ph.D. Calculation of the Uncertainties of Multidimensional Variables	7

TESTING

Ing. Jaroslav Rajlich Protection of Justified/Public Interest	15
---	----

METROLOGY IN PRACTICE

Doc. Ing. Jiří Horský, CSc. Determining the Calibration Intervals – 2	23
---	----

INFORMATION

Ing. Zbyněk Veselák 29th Meeting of the WELMEC Committee	27
Ing. Milan Badal Change in the Legislation on Accreditation	30
Ing. Zbyněk Veselák 36th Meeting of the ISO/REMCO Committee	31
Doc. Ing. Olga Tůmová, CSc., Ing. Lukáš Kupka, Ph.D. Development and Current Condition of Measurement and Metrology at FEL ZČU	33
Ing. Jindřich Šabata Tutorial on Calibrating the Temperature and RH Gauges Organised by the CKS	37

PR

Arbitration Court	38
MESING	40

VYBRANÉ VÝSLEDKY STÁTNÍHO ETALONU TÍHOVÉHO ZRYCHLENÍ

Ing. Vojtech Pálinkáš, Ph.D.¹,
Ing. Jakub Kostecký, Ph.D.¹,
Dr. Zhiheng Jiang², Ing. Miloš Vařko, Ph.D.¹

¹ Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v.v.i. - Geodetická observatoř Pecný, 25165 Ondřejov 244, e-mail: vojtech.palinkas@pecny.cz

² Bureau International des Poids et Mesures, Pavillon de Breteuil, F-92312, Sèvres Cedex, France

1 Úvod

Gravitační síla je jednou ze čtyř základních fyzikálních sil. Je sice silou nejslabší (10^{36} slabší než síla elektromagnetická), ale jelikož působí úměrně hmotnostem těles, jsou její projevy určující z hlediska formování celého vesmírného prostoru a tudíž každodenní součástí našeho bytí. Pro nás, jakožto pozorovatele na Zemi, je pro popis celé řady jevů nejpřirozenější používat neinerčiální geocentrickou soustavu spojenou s rotující Zemí. Musíme tedy zahrnout i působení setrvačné odstředivé síly. Tíhová síla (vektorový součet sil gravitační a odstředivé) je $\mathbf{F} = m \mathbf{g}$, přičemž veličina \mathbf{g} je tíhové zrychlení [1, 2]. Velikost této vektorové veličiny „ g “ je měřena gravimetrem a závisí zejména na nadmořské výšce (gravitační síla klesá s výškou od povrchu, jelikož se vzdalujeme od geocentra) a zeměpisné šířce (nulová odstředivá síla na pólech a maximální na rovníku) v rozmezí (9,77–9,84) $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$.

V geodézii jsou dále přijaty konvence vztahující se k tíhovému poli Země tak, aby byly jasně vymezeny nejzásadnější časové variace tíhového pole. Jedná se o následující variace:

- pole slapových sil Měsíce a Slunce [1, 2, 3], které dosahuje variací do $2,8 \times 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$,
- změna pole odstředivé síly zemské rotace v důsledku pohybu pólů (variace $1,0 \times 10^{-7} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$),
- vliv anomálních vzdušných hmot, představující rušivé gravitační a deformační působení aktuální atmosféry vzhledem k definované standardní atmosféře (variace $2,0 \times 10^{-7} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$).

Z uvedeného plyne, že tíhové zrychlení g není totožné se zrychlením, které je projevem působení všech gravitačních sil a odstředivé síly z rotace Země v daném okamžiku, neboli zrychlením volného pádu g^* . Chceme-li znát v určitém místě okamžitou hodnotu zrychlení volného pádu, musíme tíhové zrychlení určené pro toto místo zpětně redukovat o okamžité místní hodnoty všech výše uvedených redukcí. Pro zajímavost také konstatujeme, že v důsledku stanovené definice slapových korekcí [4] tíhové zrychlení nelze zaměňovat ani se střední hodnotou zrychlení volného pádu.

V geovědních disciplínách je využitelnost pozemních měření tíhového zrychlení velmi rozmanitá. Vzpomeňme např. určení tvaru Země - geoidu (jednoduše si ho lze představit jako střední hladinu oceánů protaženou pod kontinenty), sledování tektonických deformací nebo postglaciálního zdvihu, analýzu slapových měření a vlastních kmitů Země k určení struktury a modelů Země, sledování vulkanické

činnost, geofyzikální prospekci (např. nerostných surovin), změny distribuce hmot v atmosféře a hydrosféře (lokální i globální změny). V oblasti metrologie lze zmínit potřebu návaznosti etalonů síly a momentu síly na veličinu tíhového zrychlení nebo praktickou potřebu znalosti g při kalibracích přesných vah. Dále je velmi aktuální připomenout souvislost s předpokládanou redefinicí kilogramu na základě Planckovy konstanty prostřednictvím výkonových vah [5]. Porovnání mechanického a elektrického výkonu se neobejde bez znalosti zrychlení volného pádu platného v čase experimentu.

Cílem tohoto textu je navázat na článek [6], který čtenářům Metrologie představil nově vyhlášený etalon tíhového zrychlení. Níže uvedený text uvádí v sekci 2 výsledky etalonu na mezinárodních porovnávacích měřeních absolutních gravimetrů, které jasně vypovídají o velmi vysoké kvalitě etalonu. V sekci 3 jsou dále představeny tři aplikace státního etalonu: a) příspěvek k experimentu výkonových vah v BIPM, b) budování gravimetrických sítí České republiky, Slovenska a Maďarska a c) sledování variací tíhového zrychlení na stanici Pecný.

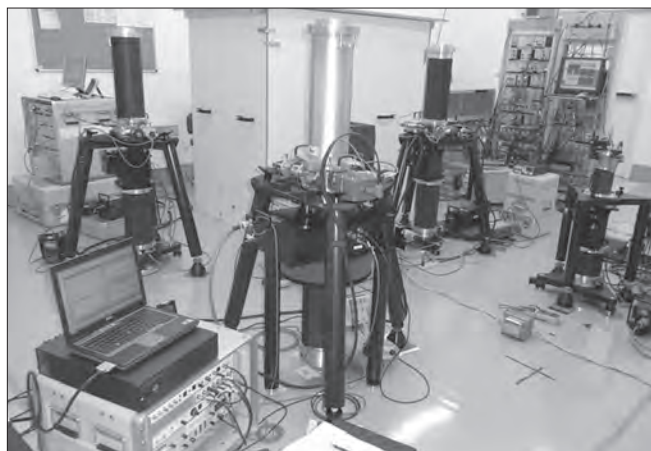
2 Absolutní gravimetr FG5#215 a porovnávací měření

Státním etalonem tíhového zrychlení je absolutní balistický gravimetr FG5#215, jehož podrobný popis lze nalézt v [7] a ve zkrácené formě také v [6]. Princip měření je založen na opakovaném volném pádu testovacího tělesa na vzdálenosti asi 0,2 m v prostředí s vysokým stupněm vakua. Během volného pádu je pozice tělesa určována jakožto funkce času (jehož realizaci zajišťuje rubidiový atomový oscilátor) a vzdálenosti měřené pomocí laserového interferometru pracujícího s jodem stabilizovaným He-Ne laserem. Absolutní tíhová měření jsou tak přímo navázána na jednotky času a vzdálenosti SI prostřednictvím opakovaných kalibrací s relativní nejistotou lepší než 2×10^{-10} . Během volného pádu testovacího tělesa je zaznamenáno asi 600 dvojic čas-vzdálenosti a z rovnice pohybu v nehomogenním poli [6, 7] (obecnější forma dobře známého vztahu pro homogenní tíhové pole $s = \frac{1}{2} g^* t^2$ určována hodnota zrychlení volného pádu g^* . Hodnota tíhového zrychlení g je následně vypočtena po přidání korekcí ze zemských slapů, pohybu pólů a atmosférického vlivu v souladu s konvencemi IERS [4].

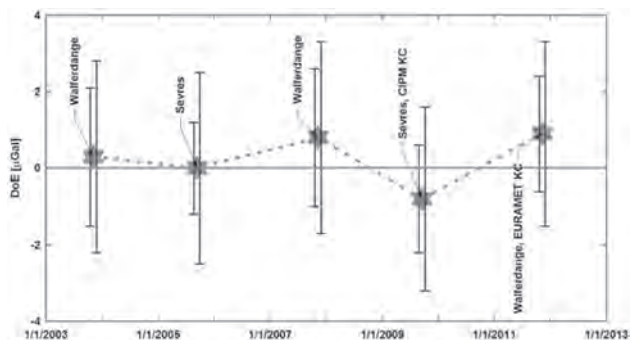
Gravimetr FG5#215 patří mezi úzkou skupinu národních etalonů tíhového zrychlení, přičemž deklarovanou CMC se standardní nejistotou od 4 μGal ¹ můžeme nalézt pouze u čtyř laboratoří. Velmi vysoká kvalita státního etalonu byla prokázána na všech pěti mezinárodních porovnávacích měřeních, kterých se zúčastnil [8, 9, 10, 11, 12]. Tato skutečnost je patrná z **obr. 2**, kde jsou znázorněny odchylky státního etalonu od referenční hodnoty porovnání, kterou si při zjednodušeném pohledu můžeme představit jako průměrnou hodnotu zúčastněných gravimetrů. Odchylky od referenčních hodnot jsou jednak velmi konzistentní a jednak pokaždé

¹ 1 $\mu\text{Gal} = 1 \times 10^{-8} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

menší než $1 \mu\text{Gal}$ ($1 \mu\text{Gal} = 1 \times 10^{-8} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$). Tato skutečnost potvrzuje vynikající reprodukovatelnost výsledků státního etalonu, která byla vyčíslena hodnotou $1,2 \mu\text{Gal}$ [13, 14] a představuje nejnižší hodnotu, která byla u absolutních gravimetrů detekována. Celková standardní nejistota měření je přitom $2,4 \mu\text{Gal}$, neboli relativní standardní nejistota $2,4 \times 10^{-9}$ a tudíž o řád horší než nejistota samotného měření fundamentálních veličin - času a délky. V rozpočtu nejistot měření [6] jsou totiž rozhodující příspěvky parametrů související s mechanickou realizací volného pádu (např. rotace tělesa během pádu) a elektronickou částí měření a vyhodnocení signálů (např. vyhodnocení měření laserového svazku s negaussovským průběhem výkonu). Ostatně, právě tato skutečnost byla impulzem k zahájení mezinárodních porovnávacích měření absolutních gravimetrů pod záštitou IAG (Mezinárodní asociace geodézie) a BIPM (Mezinárodní úřad pro váhy a míry) v roce 1981. V roce 2009 bylo prvně toto porovnání realizováno jako porovnání klíčové CCM.G-K1² a v roce 2011 jako regionální EURAMET.M.G-K1³.



Obr. 1: Mezinárodní porovnávací měření absolutních gravimetrů CCM.G-K1 v Mezinárodním úřadu pro míry a váhy v roce 2009. V popředí je státní etalon. V uzavřené bílé skříni a tomu příslušející optický stůl a skříň s elektronikou (vpravo nahoře) je atomový gravimetr CAG-01 (Laboratoire National de Métrologie et d'Essais-Systèmes de Référence Temps-Espace). Jednalo se o vůbec první měření jakéhokoliv atomového gravimetru mimo vlastní laboratoř.



Obr. 2: Odchytky absolutního gravimetru FG5#215 od referenční hodnoty porovnání (DoE-Degree of Equivalence) ve Walferdange a Sévres podle [8-12]. Chybové úsečky představují standardní nejistotu tohoto parametru a to) část statistickou, 2) celkovou nejistotu.

² <http://kcdb.bipm.org/AppendixB/appbresults/ccm.g-k1/ccm.g-k1.pdf>

³ <http://kcdb.bipm.org/AppendixB/appbresults/euramet.m.g-k1/euramet.m.g-k1.pdf>

3 Vybrané výsledky

Význam zajištění vynikající funkce státního etalonu je důležitý jak z pohledu metrologického tak geovědního. V této sekci jsou prezentovány vybrané aplikace gravimetru FG5 v metrologii a geodézii. Konkrétně se jedná o příspěvek k redefinici kilogramu, modernizaci gravimetrických sítí a sledování změn tíhového zrychlení na referenční stanici Pecný.

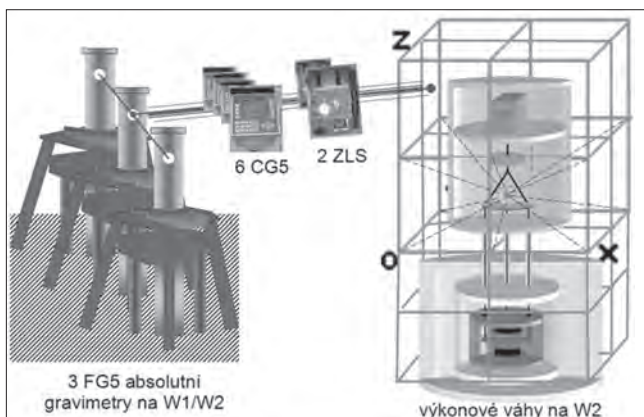
3.1 Příspěvek k redefinici kilogramu

Ze sedmi základních jednotek SI je kilogram jako jediný definovaný artefaktem, konkrétně mezinárodním prototypem kilogramu, který je uchováván v BIPM. Největší nevýhodou této definice je samotná skutečnost, že hmotnost artefaktu nemůžeme přirozeně považovat za absolutně stabilní. V roce 2010 CCM doporučilo vyvinout zařízení, které umožní zajistit realizaci kilogramu s relativní standardní nejistotou alespoň 2×10^{-8} . Slibnou cestou k této realizaci je určení a zafixování numerické hodnoty Planckovy konstanty h hodnotou $6,62606X \times 10^{-34} \text{ m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$, přičemž symbol X reprezentuje jednu nebo více míst, které budou k hodnotě h přidány v čase redefinice. Výkonové váhy představují zařízení, které realizuje přímý vztah mezi Planckovou konstantou a makroskopickou hmotou (artefaktem o dané hmotnosti) a jsou tudíž schopny zajistit kontinuitu se současnou definicí kilogramu. Prvním cílem tohoto experimentu je tedy určení Planckovy konstanty s nejistotou 2×10^{-8} . Výkonové váhy jsou vyvíjeny v celé řadě metrologických institutů (METAS, NPL, NIM, LNE, NIST, BIPM, MSL) a principiálně realizují ekvivalenci mezi elektrickým a mechanickým výkonem v obecně dvoufázovém schématu měření (statická a dynamická) navrženého B. Kibblem v roce 1976 [15]. Vztah mezi hmotností a Planckovou konstantou lze vyjádřit vztahem

$$m = h \left(\frac{C f_{J1} f_{J2}}{4 v g^*} \right),$$

kde C je bezrozměrný parametr určovaný experimentálně, f_{J1} a f_{J2} jsou Josephsonovy frekvence použité během obou fází experimentu, v rychlost pohybu cívky během dynamické fáze a konečně g^* je hodnota zrychlení volného pádu (free-fall acceleration) v čase experimentu a místě odpovídající poloze těžiště artefaktu použitého během statické fáze experimentu. Právě u experimentu výkonových vah je důležité uvážení rozdílu mezi tíhovým zrychlením (jakožto hodnotou, která se vztahuje k určitým konvencím) a zrychlením volného pádu (což je projev všech gravitačních a odstředivých sil v daném místě a čase). V literatuře samotné se právě u tohoto parametru můžeme setkat s řadou nepřesností a pojmenování (např. zcela nesprávně „gravitational acceleration“ [5], což je gravitační zrychlení, tedy složka tíhového zrychlení bez odstředivého zrychlení, ale my přece pracujeme s neinerciální soustavou) a proto zde i v [16] se snažíme tyto nepřesnosti uvést na pravou míru. Pokud by realizace výkonových vah s nejistotou 2×10^{-8} byla závislá pouze na přesnosti v určení g^* , pak bychom potřebovali znát g^* s nejistotou $20 \mu\text{Gal}$. Skutečný příspěvek g^* v rozpočtu nejistot musí být ovšem podstatně menší, jelikož je nutné počítat i s nejistotami dalších parametrů.

Existuje několik možných přístupů k určení g^* pro výkonové váhy. Nej přesnější možností je kombinace výsledků absolutního gravimetru (jehož systematické chyby jsou pravidelně určovány na porovnávacích měřeních) a kontinuálního relativního supravodivého gravimetru. Tento přístup je provozován na řadě geodynamických stanic (viz příklad stanice Pecný v sekci 3.3), jelikož je takovýmto způsobem možné zachytit variace zrychlení v řádech 0,1 μGal . Pro samotný experiment vah je ovšem tento přístup přesněji nákladný (vyžaduje dvě techniky měření) a důležité parametry v určení g , jakou je např. systematická chyba absolutního měření nebo rozdíl g v místě měření a v místě experimentu vah, nejsou tímto přístupem vylepšeny. U výkonových vah v METAS je využíváno simultánního měření absolutního gravimetru s vahami [17]. Tento přístup se zdá být neefektivnější, ale vyžaduje nutnost provozovat absolutní gravimetr a případná krátkodobá nefunkčnost gravimetru si přesto vyžádá jiný způsob řešení výpočtu g^* . Z tohoto důvodu bylo v případě výkonových vah v BIPM [18] realizováno řešení [16], které je založeno na skutečnosti, že největší část variací g^* (slapová zrychlení, odstředivé zrychlení, atmosférické vlivy) lze dostatečně spolehlivě modelovat (zemské slapy dokonce i predikovat) na základě dostupných dat (pohyb pólu z dat IERS⁴) a dodatečných měření (tlak vzduchu v místě experimentu a půlroční slapová gravimetrická měření na stanici). Strategie určení tíhového zrychlení g a potažmo zrychlení volného pádu g^* v místě budoucí instalace výkonových vah v BIPM lze shrnout do následujících kroků:



Obr. 3. Schéma tíhových měření v laboratoři výkonových vah v BIPM. Tři absolutní gravimetry (včetně státního etalonu FG5#215) měřily na dvou bodech W1/W2 a 8 relativních gravimetrů (včetně gravimetru VÚGTK Burris B-20) měřilo 3D síť okolo budoucí instalace výkonových vah. Převzato z [16].

- Určení absolutní hodnoty tíhového zrychlení g v 3D síti okolo budoucí instalace vah na základě relativních tíhových měření vztahovaných k hodnotě KCRV CCM.G-K1 (referenční hodnota klíčového porovnání v BIPM v roce 2009).
- Přímé určení g na dvou bodech 3D sítě okolo budoucí instalace vah pomocí tří národních etalonů tíhového zrychlení (Česká republika, Švýcarsko, Finsko).
- Určení finálních hodnot g v 3D síti vyrovnáním.

- Výpočet gravitačního efektu výkonových vah a započtení korekcí do 3D sítě obdobným způsobem, jak je to řešeno u absolutních gravimetrů [19].
- Interpolace g z 3D sítě do polohy těžiště artefaktu použitého při experimentu vah. Je potřeba poznamenat, že tíhové pole je značně gradientní zejména ve vertikálním směru a tak změně výšky o 1 cm odpovídá změna g o (2-4) μGal .
- Přepočtení tíhového zrychlení g na zrychlení volného pádu g^* v čase experimentu výkonových vah započtením korekcí ze zemských slapů, odstředivého zrychlení a tlaku vzduchu.

Velkou výhodou této strategie je, že není potřebné simultánní měření gravimetru s vahami pro určení g^* . Klíčovým předpokladem k možnosti aplikace této strategie v konkrétním místě měření je ovšem nutnost prokázat variabilitu tíhového zrychlení na stanici a zahrnutí tohoto parametru do rozpočtu nejistot. Výše popsaná strategie totiž předpokládá určení g v jiném okamžiku než je okamžik experimentu a variace g geodynamického původu nelze vyloučit a je tedy nutné mít průkazná měření o odpovídající variabilitě. Klíčovým parametrem jsou v tomto směru zejména variace hydrologického původu. Konkrétně změny zásob vodních hmot ve velmi blízkém okolí bodu, ale také změny kontinentálních zásob. V případě BIPM bylo použito tamních dlouhodobých opakovaných absolutních měření [16] (více než 100 měření během 10 let), která prokázala variace tíhového zrychlení na úrovni $\pm 2 \mu\text{Gal}$. Odpovídající položka v celkovém rozpočtu nejistot v tab. 1 je sice nejvýznamnější, ale celková nejistota 4,2 μGal je v souladu se specifikacemi, které jsou kladeny na znalost g^* při experimentu výkonových vah.

Tab. 1. Rozpočet nejistot určení zrychlení volného pádu v čase experimentu výkonových vah v BIPM pro polohu těžiště použitého artefaktu. Rozšířená nejistota je stanovena pro hladinu významnosti 5% s odpovídajícím koeficientem rozšíření $k=2$.

Zdroj nejistoty	Standardní nejistota / μGal
Určení g v 3D síti	1,7
Přepočtení do místa výkonových vah	1
Stanovení těžiště artefaktu	1
Slapové korekce	0,3
Atmosférická korekce	1
Korekce z pohybu pólu	0,1
Hydrologické variace g	2,8
Jiné	2
Kombinovaná standardní nejistota	4,2
Rozšířená nejistota ($k=2$)	8,4

⁴ Mezinárodní služba rotace Země a referenčních systémů, <http://www.iers.org/>

3.2 Gravimetrické sítě a změny g v regionálním měřítku

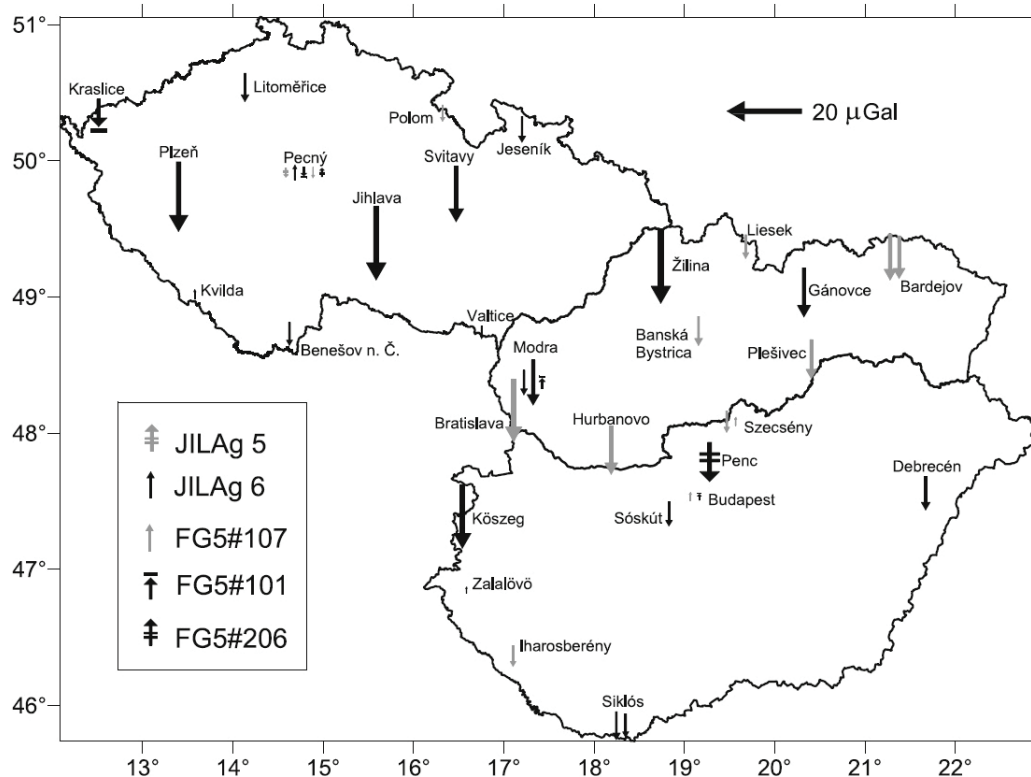
Z hlediska geovědního nelze opomenout význam státního etalonu při modernizaci gravimetrických sítí České republiky, Slovenska a Maďarska [20, 21]. Od roku 2001 bylo absolutním gravimetrem určeno tíhové zrychlení na celkem 50 bodech se standardní nejistotou lepší než $2,5 \mu\text{Gal}$ ($2,5 \times 10^{-8} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$), což představuje nejlepší dosažitelnou přesnost současných absolutních gravimetrů. Gravimetrické sítě, jakožto výchozí body všech terestrických gravimetrických měření v těchto státech, jsou tak pomocí státního etalonu navázány na mezinárodní porovnání, která fakticky realizují referenční hodnotu tíhového zrychlení.

Předmětem výzkumu na tíhových bodech jsou také variace zrychlení. Některé body jsou opakovaně zaměřovány za účelem zachytit zejména věkovité změny, které souvisí s dynamikou zemského tělesa ať už lokálního, regionálního nebo globálního charakteru. Takto byly porovnána tíhová zrychlení na celkem 29 bodech, přičemž analyzovány byly dvě skupiny dat: 1) tíhová zrychlení měřená do roku 2000 gravimetry typu FG5 a Jilag [22], tj. přístroji, jejichž nejistota je lepší než $5 \mu\text{Gal}$, 2) tíhová zrychlení měřená státním etalonem od roku 2001. Na **obr. 4** jsou znázorněny příslušné rozdíly, které mají evidentně systematický charakter. 31 rozdílů je kladných a pouze 8 záporných, střední hodnota rozdílu je $-6,6 \mu\text{Gal} \pm -1,2 \mu\text{Gal}$. Vysvětlení tohoto nesouladu bylo předmětem práce [21], kde jsou analyzovány následující příčiny nalezené systematiky: 1) regionální geodynamika, která by naznačovala velmi neočekávanou změnu zrychlení, vysvětlitelnou např. zdvihem území vzhledem k těžišti Země

o (2-4) cm během 10 let, 2) hydrologické vlivy, které by mohly být evidentní zejména, pokud by oba soubory dat byly pořízeny např. ve významně protilehlých ročních obdobích, 3) instrumentální vlivy a to zejména systematické chyby vztahujícími se k použitým přístrojům. Bylo prokázáno, že právě posledně jmenovaný vliv je příčinou nalezených systematických rozdílů. Na základě výsledků na **obr. 2** je evidentní, že u státního etalonu nelze předpokládat významnou změnu systematické chyby v čase. U dvou gravimetrů, jejichž výsledky se největší měrou podílely na zaměření tíhových bodů před rokem 2001 tomu tak ovšem není, jak ostatně částečně detekovala i některá mezinárodní porovnávací měření. Bohužel do roku 2000 byla porovnávací měření prováděna pouze jednou za čtyři roky a nedokázala s dostatečnou spolehlivostí podchytit změny systematických chyb u jednotlivých přístrojů. Zajištění a realizace kvalitních porovnávacích měření je tudíž klíčovým předpokladem ke správné interpretaci měření absolutních gravimetrů.

3.3 Změny tíhového zrychlení na stanicí pecný

Geodetická observatoř Pecný, která je místem uchování státního etalonu tíhového zrychlení, byla založena v roce 1957 za účelem experimentálního geodetického výzkumu v České republice. Gravimetrické práce se od roku 1969 z velké části soustředily na sledování zemských slapů pomocí relativních gravimetrů. Tato měření pokračují na observatoři nepřetržitě až do současnosti. Gravimetrická laboratoř observatoře byla také místem prvního absolutního měření tíhového zrychlení na území ČR v roce 1978. Absolutní tíhový bod na GO



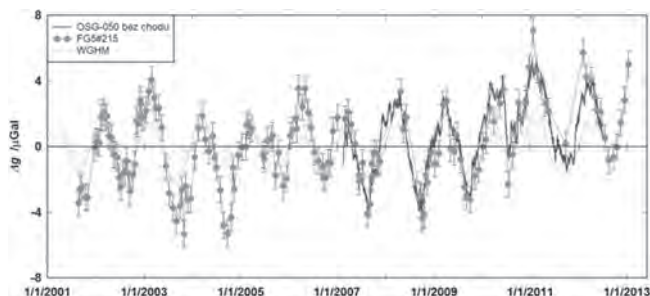
Obr. 4: Rozdíly tíhového zrychlení mezi výsledky gravimetru FG5#215 od roku 2001 a výsledky jiných gravimetrů (viz legenda) do roku 2000. Převzato z [21].

Pecný se následně stal referenčním tíhovým bodem ČR, na kterém bylo do roku 2001 provedeno celkem 14 absolutních měření osmi přístroji. Díky prostředkům Výzkumného centra dynamiky Země (projekty Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy ČR LN00A005 a LC506) byla měřicí technika v terestrické gravimetrii povýšena v současnosti na nejlepší možnou úroveň. Absolutní balistický gravimetr FG5#215 (pořízen v roce 2001) a supravodivý gravimetr OSG-050 (instalace v roce 2007) představují dvě principiálně odlišné techniky měření, jejichž kombinace dovoluje efektivně sledovat variace zrychlení od jevů seismických (dlouhoperiodické seismické vlny od periody několika minut) až po sekulární změny v tíhovém poli.



Obr. 5: Hlavní budova Geodetické observatoři Pecný, kde je umístěn státní etalon tíhového zrychlení FG5#215 (vlevo nahoře) a supravodivý gravimetr OSG-050 (vpravo nahoře).

Absolutní gravimetr (AG) v této kombinaci zajišťuje (i) samotnou absolutní referenční hodnotu zrychlení s návazností na mezinárodní porovnání absolutních gravimetrů, (ii) dlouhodobou stabilitu výsledků, jelikož slouží k určení chodu supravodivého gravimetru (postupná změna měřené hodnoty vyvolaná změnou parametrů samotného měřicího systému a nikoliv skutečnou změnou tíhového zrychlení). Supravodivý gravimetr (SG) je přístrojem relativním, který měří změny zrychlení v čase (nikoliv tedy plnou hodnotu tíhového zrychlení) [23]. SG je přístrojem staničním, určeným ke kontinuálnímu měření změn zrychlení (vzorkovací perioda 1 s) s přesností sledování dlouhoperiodických změn na úrovni $0,1 \mu\text{Gal}$. Supravodivé gravimetry jsou vhodné pro sledování širokého pásma geodynamických jevů počínaje vlastními kmity Země přes Zemské slapy a konče dlouhoperiodickými variacemi. U dlouhoperiodických a sekulárních jevů je ovšem potřebná znalost chodu gravimetru, který je ale u SG lineární (alespoň v časovém rozpětí 10 let) a typicky dosahuje hodnot $(1-2) \mu\text{Gal/rok}$. Kombinovaná časová řada AG a SG na stanici Pecný je patrná z **obr. 6**. Časová řada OSG-050 byla fitována (lineárním polynomem - posun v absolutní hodnotě a určení lineárního trendu v SG datech) na měření absolutního gravimetru. Na první pohled je patrná jednak vynikající shoda výsledků AG a SG a jednak sezón-

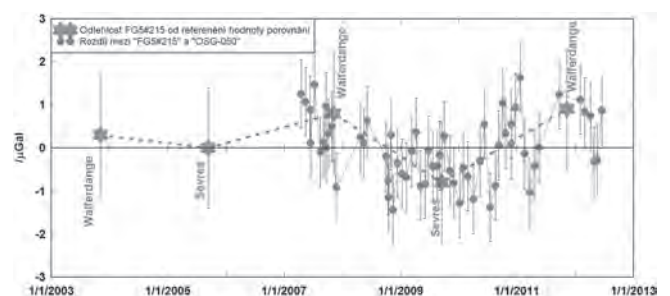


Obr. 6: Kombinovaná série změn tíhového zrychlení na GO Pecný z observace absolutního (FG5#215) a supravodivého (OSG-050) gravimetru. Vliv změn kontinentálních vodních zásob je vypočten na základě modelu WGHM (WaterGAP Global Hydrology Model) [25].

ní změny tíhového zrychlení, které jsou způsobeny zejména hydrologickými vlivy způsobenými proměnlivou zásobou vodních hmot jak v blízkém okolí samotného bodu (lokální vlivy), tak globálními změnami (např. variabilitou kontinentálních zásob vod) [13, 24].

Supravodivý gravimetr má velký přínos i pro samotný etalon tíhového zrychlení, jelikož umožňuje odhalit případné změny jeho systematické chyby v důsledku oprav a údržby etalonu v mezidobí mezinárodních porovnávacích měření. Navíc kombinace obou přístrojů vytváří aktuální referenční hladinu tíhového zrychlení na GO Pecný, která je velmi vhodná ke kalibraci jiných absolutních gravimetrů a to bez nutnosti simultánního měření se samotným etalonem.

Zaměříme-li se na míru shody mezi AG a SG patrnou z **obr. 6** dostaneme další potřebnou charakteristiku etalonu. Na **obr. 7** jsou znázorněny rozdíly mezi AG a o řád přesnějšími (předpokládáme-li znalost lineárního chodu) výsledky SG, která nám dávají vynikající informaci o tzv. instrumentální části reprodukovatelnosti státního etalonu, neboli vnitřní přesnosti FG5#215 v delším časovém období. Tu lze vyjádřit příslušnou směrodatnou odchylkou rozdílů, která je $0,72 \mu\text{Gal}$, což je při porovnání s jinými gravimetry téměř poloviční hodnota a poukazuje na velmi vysokou kvalitu jak samotného gravimetru, tak jeho obsluhy. Konzistentnost rozdílů na **obr. 7**, bez existence skoků svědčí o vynikajících parametrech absolutních měření, které jsou tudíž oproštěny od znatelných variací systematických chyb AG. Přirozeně, chod SG byl určen pomocí AG a tudíž jakási teoretická existence chodu v AG datech by tímto způsobem byla neodhalitelná. Potvrzení správnosti závěrů ohledně variability systematických chyb FG5#215 nám poskytnou až výsledky porovnávacích měření, které navíc určí případnou systematickou chybu v absolutních číslech. Právě z tohoto důvodu jsou dosavadní výsledky porovnávacích měření začleněny do **obr. 7**. Je evidentní, že určené variace systematických chyb na GO Pecný jsou ve velmi dobré shodě s výsledky porovnávacích měření. Navíc je systematická chyba FG5#215 velmi blízká nulové hodnotě.



Obr. 7: Rozdíly mezi AG (FG5#215) a SG (OSG-050 korigován o lineární chod $1,3 \mu\text{Gal/rok}$) reprezentují variabilitu systematické chyby absolutního gravimetru. Výsledky systematických chyb FG5#215 určených na porovnávacích měřeních jsou skutečnou referencí tíhových měření.

4. Závěr

Využití výsledků státního etalonu tíhového zrychlení má výrazný interdisciplinární charakter jednak v rámci geovědních disciplín, ale také v metrologii. Publikována byla řada

relevantních prací vztahujících se k analýze variací tíhového zrychlení [21, 24], výzkumu etalonu [13, 14], analýze systematických chyb [19] i příspěvku k projektu výkonových vah v BIPM [16]. Státní etalon prokázal svou velmi vysokou kvalitu na pěti mezinárodních porovnávacích měřeních, kde byly odchylky od referenční hodnoty pokaždé menší než $1 \mu\text{Gal}$ (nejistota měření je $2,4 \mu\text{Gal} = 2,4 \times 10^{-8} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$). Geodetická observatoř Pecný, jakožto místo uchovávání státního etalonu, dokáže zejména díky kontinuálnímu měření supravodivého gravimetru zabezpečit vynikající zázemí k udržitelnosti a průkaznosti kvality etalonu.

Poděkování

Tento článek obsahuje výsledky výzkumu prováděného v rámci projektu „NTIS-Nové technologie pro informační společnost“, Evropské centrum excelence, CZ.1.05/1.1.00/02.0090, podporovaného Evropským fondem pro regionální rozvoj (ERDF). Autoři dále děkují za podporu k uchovávání státního etalonu v rámci projektu programu rozvoje metrologie (II/4/11, II/4/12) financovaného Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.

Literatura:

- [1] Burša M., Pěč K. Tíhové pole a dynamika Země. Academia. Praha 1988.
- [2] Torge W. Gravimetry. Berlin - New York, Walter de Gruyter 1989.
- [3] Melchior P. The Earth Tides. Oxford, Pergamon Press 1966.
- [4] Petit G., Luzum B. IERS Conventions 2010, IERS Technical Note 36.
- [5] Stock M. Watt balance experiments for the determination of the Planck constant and the redefinition of the kilogram, Metrologia, Vol. 50, R1-R16, 2013.
- [6] Pálinkáš V., Šimek J., Kostecký J. (ml.) Státní etalon tíhového zrychlení – absolutní gravimetr FG5 v.č. 215, Metrologie, 17, 2008, č. 2, 12-18.
- [7] Kostecký J. (ml.), Pálinkáš V., Šimon Z. Měření tíhového zrychlení a absolutní gravimetr FG5 č. 215 na Geodetické observatoři Pecný. Geodetický a kartografický obzor, 48 (90), 2002, č. 11, 205-214.
- [8] Francis O., van Dam T., et al. Results of the International Comparison of Absolute Gravimeters in Walferdange (Luxembourg) of November 2003. IAG Symposia, Gravity, Geoid and Space Missions, 2005, Vol. 129, 272 - 275.
- [9] Jiang Z., Francis O., Vitushkin L., Palinkas V., Germak A., Becker M., et al. Final report on the Seventh International Comparison of Absolute Gravimeters (ICAG 2005). Metrologia, 2011, Vol. 48, 2011, 246-260.
- [10] Francis O., van Dam T., et al. Results of the European Comparison of Absolute Gravimeters in Walferdange (Luxembourg) of November 2007. International Association of Geodesy Symposia, 2010, Vol. 135, 31-36.
- [11] Jiang Z., Pálinkáš V., Arias F. E., Liard J., Merlet S., Wilmes H., Vitushkin L., et al. The 8th International Comparison of Absolute Gravimeters 2009: the first Key Comparison (CCM.G-K1) in the field of absolute gravimetry. Metrologia, 2012, Vol. 49, 666-684.
- [12] Francis O. et al. The European Comparison of Absolute Gravimeters 2011 (ECAG-2011) in Walferdange, Luxembourg: results and recommendations. Metrologia, 2013, Vol. 50, 257-268.
- [13] Pálinkáš V., Kostecký J. (ml.), Šimek J. A Feasibility of Absolute Gravity Measurements in Geodynamics. Acta Geodynamica et Geomateriala, 2010, Vol. 7, No. 1 (157), 61-69.
- [14] Pálinkáš V., Kostecký J. (ml.), Vařko M. Charakteristiky přesnosti absolutního gravimetru FG5 č. 215. Geodetický a kartografický obzor, 2012, číslo 5, 97-102.
- [15] Kibble B. P. A measurement of the gyromagnetic ratio of the proton by the strong field method Atomic Masses and Fundamental Constants, vol 5, ed J H Sanders and A H Wapstra (New York: Plenum), 1976, pp 545-5.
- [16] Jiang Z., Pálinkáš V., et al. On the gravimetric contribution to the redefinition of the kilogram, Metrologia, 2013, in press
- [17] Baumann H., Klingelé E. E., Eichenberger A. L., Richard P. and Jeckelman B. Evaluation of the local value of the Earth gravity field in the context of the new definition of the kilogram Metrologia, 2009, Vol. 46, 178-186.
- [18] Fang H., Kiss A., E. de Mirandés, Lan J., Robertsson L., Solve S., Picard A., and Stock M. Status of the BIPM Watt Balance, IEEE Trans. Instrum. Meas., 2012, <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=06361296>
- [19] Pálinkáš V., Jiang Z., Liard J. On the effective position of the free-fall solution and the self-attraction effect of the FG5 gravimeters. Metrologia, 2012, Vol. 49, 552-559.
- [20] Lederer M., Pálinkáš V., Kostecký J. (ml.). Opakovaná absolutní tíhová měření v České gravimetrické síti. Geodetický a kartografický obzor. 52/96, 2006, číslo 6, 101-109.
- [21] Pálinkáš V., Lederer M., Kostecký J. (ml.), Šimek J., Mojzeš M., Ferianc D., Csapó G. Analysis of the repeated absolute gravity measurements in the Czech Republic, Slovakia and Hungary from the period 1991-2010 considering instrumental and hydrological effects. Journal of Geodesy, 2013, Vol. 87, 29-42.
- [22] Niebauer T., G. S. Sasagawa, J. E. Faller, R. Hilt, F. Klopping. A New Generation of Absolute Gravimeters. Metrologia, 1995, Vol. 32, 159-180.
- [23] Goodkind J. M. The superconducting gravimeter. Review of Scientific Instruments, 1999, Vol. 70, 4131-4152.
- [24] Pálinkáš V., Kostecký J. (ml.), Dohnal M., Šanda M. Analýza hydrologických variací na Geodetické observatoři Pecný. Geodetický a kartografický obzor, ročník 56/98, 2010, číslo 5, 73-78.
- [25] Döll P., Kaspar F. and Lehner B., 2003. A global hydrological model for deriving water availability indicators: model tuning and validation. Journal of Hydrology, 270: 105-134.

VÝPOČET NEJISTOT VÍCEROZMĚRNÝCH VELIČIN

Ing. Martin Hudlička, Ph.D.

Český metrologický institut, Oddělení primární metrologie
mikrovlnné techniky

Abstrakt

Příspěvek podává přehled o současných metodách výpočtu nejistot vícerozměrných (komplexních) měřených veličin, zejména v oboru vř elektrických veličin. Kromě některých praktických aspektů vyjadřování nejistot komplexních čísel jsou diskutovány metoda GUM, metoda nejistých čísel a metoda Monte Carlo. Popis každé metody je doprovázen praktickou ukázkou výpočtu nejistoty.

1. Úvod

V současnosti je k dispozici několik národních [1, 2] a mezinárodních [3, 4, 5] dokumentů pro vyhodnocení a vyjádření nejistot naměřených výsledků. V dokumentech je kladen důraz především na skalární měřené veličiny a tedy jejich použitelnost pro vektorové měřené veličiny (např. komplexní koeficient odrazu a přenosu, s-parametry, používané v oboru vř elektrických veličin) je omezená. Pouze s moduly měřených veličin pracuje i příručka [6] pro kalibraci vektorových analyzátorů obvodů. Tento příspěvek si klade za cíl přiblížit výpočet nejistot vícerozměrných veličin zejména v oboru vř elektrických veličin, nicméně čtenář zde nalezne i mnoho obecných informací, které se dají aplikovat i na jiné měřené veličiny (např. v dokumentu [5] jsou uvedeny komplikovanější příklady měření teploty a hmotnosti vedoucí na více výstupních veličin). Nabízí se hned několik důležitých otázek ve spojitosti s nejistotami vícerozměrných veličin, např. zda volit formu zápisu modul a fáze nebo formu reálná a imaginární část. Díky tomu, že komplexní číslo se skládá ze dvou složek, je třeba vzít v úvahu také korelaci mezi těmito složkami. To také vede k potřebě volby vhodných pravděpodobnostních rozdělení a intervalů pokrytí při specifikované pravděpodobnosti pokrytí. V textu bude uvedena řada odkazů na literaturu, která se zabývala otázkami výpočtu nejistot vícerozměrných veličin ještě před vydáním doplňku GUM Supplement 2 [5], který se v obecné rovině zabývá právě touto problematikou a který dříve publikované práce shrnuje a matematicky zobecňuje.

2. Praktické aspekty vyjadřování nejistot komplexních veličin

Ve většině inženýrských aplikací se dává přednost zápisu komplexního čísla ve formě modul + fáze, protože lze mnohem snáze vidět přímou fyzikální spojitost s měřeným jevem (např. fáze je přímo svázaná s elektrickou délkou a modul je přímo svázán se ztrátami v měřicí trase). Také vyjádření nejistoty měřené veličiny ve formě nejistoty modulu a nejistoty fáze je mnohem intuitivnější a lze tak názorněji sledovat např. změnu nejistoty fáze s rostoucím kmitočtem. Dalším problémem je vyhodnocení velikosti náhodných chyb v měřicím procesu (nej. typu A). V případě zápisu měřeného výsledku

pomocí reálné a imaginární části lze použít běžné aritmetické operace, protože reálná i imaginární osa jdou do nekonečna v obou směrech. V případě zápisu pomocí modulu a fáze je situace složitější, neboť modul nemůže být záporný a fáze se může pohybovat pouze v rozmezí 0° až 360° (nebo -180° až 180° , podle volby) [7]. Vyjádření nejistoty fáze je velmi problematické, pokud měřená veličina leží v blízkosti počátku komplexní roviny (tzn. pro velmi malé moduly měřené veličiny), jak rozebírá např. [8] nebo nedávná zpráva odborné skupiny ANAMET [9], kde je konstatováno, že vyjádření nejistoty fáze pro měřené veličiny s velmi malým modulem v podstatě není možné, protože neexistuje způsob, jak zaručit interval pokrytí 95 %.

Například při průměrování opakovaného měření modulu libovolného rozptylového parametru (typické měření v oboru vř elektrických veličin) je do výsledku zanesena systematická chyba způsobená právě průměrováním. Průměrný modul rozptyl. parametru lze vyjádřit

$$|\bar{S}| = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |S_i|, \quad (1)$$

kde $|\bar{S}|$ je průměrný modul zvoleného s-parametru a $|S_i|$ představuje modul i -tého měření S . Pokud měříme např. ideální bezodrazovou zátěž ($|S_{11}| = 0$), potom každé měření je zatíženo nějakou chybou a modul každé z měřených hodnot bude větší než 0. Při vynesení opakovaného měření hodnot S_{11} v komplexní rovině dostáváme dvojrozměrné normální rozdělení se středem v bodě $[0, 0]$ komplexní roviny. Při vynesení $|S_{11}|$ bychom očekávali normální rozdělení se středem ve skutečné hodnotě 0, ovšem dostáváme posunuté Rayleighovo rozdělení se středem v hodnotě, která je větší, než skutečná. Obdobný problém nastává při pokusu o výpočet nejistoty typu A [7]. Problém nastává také při výpočtech fáze – např. průměrováním hodnot $+179^\circ$ a -177° s použitím běžné aritmetiky dostáváme

$$\frac{+179^\circ + (-177^\circ)}{2} = +1^\circ, \quad (2)$$

přičemž intuitivně bychom očekávali hodnotu -179° (při uvažování fáze v rozsahu -180° až $+180^\circ$). Autoři [7] doporučují před výpočtem všechny hodnoty převést na tvar reálná + imaginární část a aritmetický průměr, příp. nejistotu typu A počítat odděleně pro reálnou a imaginární část, tedy

$$\overline{\text{Re}(S)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \text{Re}(S_i), \quad (3)$$

$$u(\overline{\text{Re}(S)}) = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (\text{Re}(S_i) - \overline{\text{Re}(S)})^2}. \quad (4)$$

Vzájemnou závislost reálné a imaginární části lze vyjádřit korelačním koeficientem nebo kovarianční maticí [3]. Obecně lze korelační koeficient mezi středními hodnotami dvou naměřených veličin \bar{x} a \bar{y} vyjádřit jako

$$r(\bar{x}, \bar{y}) = \frac{u(\bar{x}, \bar{y})}{u(\bar{x})u(\bar{y})}, \quad (5)$$

kde $u(\bar{x})$ a $u(\bar{y})$ jsou směrodatné odchylky středních hodnot x a y vyjádřené jako

$$u(\bar{x}) = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \quad (6)$$

$$u(\bar{y}) = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}, \quad (7)$$

a $u(\bar{x}, \bar{y})$ je kovariance středních hodnot x a y vyjádřena jako

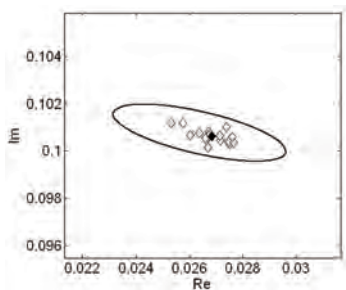
$$u(\bar{x}, \bar{y}) = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 (y_i - \bar{y})^2. \quad (8)$$

Alternativním vyjádřením je kovarianční matice

$$\begin{pmatrix} u^2(\bar{x}) & u(\bar{x}, \bar{y}) \\ u(\bar{y}, \bar{x}) & u^2(\bar{y}) \end{pmatrix}, \quad (9)$$

kde $u(\bar{x}, \bar{y}) = u(\bar{y}, \bar{x})$. Nahrazením $\text{Re}(S)$ a $\text{Im}(S)$ za x a y lze tedy nejistotu střední hodnoty komplexní měřené veličiny vyjádřit dvěma způsoby: a). jako nejistotu reálné části, nejistotu imaginární části a korelační koeficient, b). jako střední hodnotu měřené veličiny a kovarianční matici. Spolehlivost korelačního koeficientu by měla teoreticky stoupat s rostoucím počtem měření a tedy je užitečné definovat interval spolehlivosti pro korelační koeficient. Interval spolehlivosti udává rozmezí hodnot, ve kterém s určitou pravděpodobností leží „skutečný“ korelační koeficient.

Grafickým znázorněním nejistoty jednorozměrné měřené veličiny je pouze interval, který na obě strany rozšiřuje hodnotu měřené veličiny. V případě komplexních veličin uvažujeme dvojrozměrnou oblast v komplexní rovině (typicky elipsu, jejíž poloměr a orientaci určují prvky kovarianční matice nebo nejistoty reálné a imaginární části a korelační koeficient a středem je střední hodnota měřené veličiny [7], nebo obdélníkovou oblast se stranami rovnými intervalům pokrytí pro reálnou a imaginární část [5]). Příklad zobrazení elipsy nejistoty je uveden na **obr. 1**, kde černě vybarvený bod představuje střední hodnotu měřené veličiny a bíle vybarvené body představují jednotlivá měření.



Obr. 1: Příklad zobrazení nejistoty komplexní veličiny

Postup naznačený výše lze použít i u vícebranových měření (např. měření s -parametrů na vícebranovém VNA). Pro reálnou a imaginární část každého z měřených s -parametrů lze stanovit střední hodnotu, směrodatnou odchylku a korelační koeficient. Navíc je však třeba uvažovat vzájemnou korelaci mezi s -parametry. Např. na dvojbranovém VNA jsou měřeny čtyři s -parametry ($s_{11}, s_{12}, s_{21}, s_{22}$). To vede na kovarianční matici (8×8), obsahující 28 nedиаgonálních prvků představujících 28 korelačních koeficientů všech možných kombinací dvojic složek s -parametrů. Obecně je pro popis n -branového prvku potřeba n^2 měření s -parametrů s kovarianční maticí řádu $(2n^2 \times 2n^2)$ vedoucí na $n^2(2n^2 - 1)$ korelačních koeficientů. Geometrická reprezentace by vyžadovala (těžko představitelný) elipsoid (hyper-ellipsoid) nebo kvádr (hyper-rectangle, viz [5]) nejistoty v prostoru dimenze $2n^2$.

Po stanovení standardní nejistoty pro všechny složky měřené veličiny je vhodné aplikovat násobící koeficient rozšíření pro danou pravděpodobnost pokrytí. Pro případ skalárních veličin je obvyklé¹ používat koeficient rozšíření $k = 2$ pro pravděpodobnost pokrytí 95 %, tento koeficient už však nelze použít u vícerozměrných veličin. Např. pro jednoduchou dvojrozměrnou veličinu, jakou je koeficient odrazu, je potřeba hodnota přibližně $k = 2,45$ pro pravděpodobnost pokrytí 95 %. Tato hodnota vychází z tabulky hodnot χ^2 -rozdělení se dvěma stupni volnosti. Obdobně lze určit koeficient rozšíření pro obecně n -branová měření. U vícerozměrných měření nastává problém s uváděním nejistoty měření (typicky např. v kalibračním listu). U jedné komplexní veličiny lze ještě použít tradiční způsob, příklad je uveden v **tab. 1**. Pro více kmitočtů nebo vícerozměrné měřené veličiny tento postup vede na neúměrné množství dat uváděných v kalibračním protokolu a je proto vhodné použít např. některé grafické metody znázornění [10]. Právě o způsobu vyjadřování nejistot se již delší dobu vede diskuse v některých odborných skupinách (Euramet TC-EM SC RF&MW, Anamet), přičemž různé druhy reprezentace (zjednodušená tabulka, grafické vyjádření, plně vyjádření ve formě datového souboru) jsou vhodné pro různé cílové uživatele výsledku měření.

Kmitočet (GHz)	Reálná část (l)	Imaginární část (l)	Nej. reálné části (l)	Nej. imag. části (l)	Korelační koeficient (l)
2	0,1978	0,1985	0,0100	0,0145	0,5

Tab. 1: Příklad uvádění nejistoty jedné komplexní veličiny

3. Šíření nejistot podle GUM

V následujícím textu je uvedeno pravidlo o šíření nejistot [3], pro jednoduchost nejdříve pro skalární měřené veličiny, které bude v dalším textu rozšířeno o vícerozměrné veličiny [5]. Pokud označíme n vstupních s -parametrů jako $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ a m výstupních parametrů označíme

¹ Za předpokladu normálního rozdělení měřené veličiny a toho, že její nejistota je známa s dostatečným počtem stupňů volnosti.

$y = (y_1, y_2, \dots, y_m)$, potom dostáváme [11] $y = f(x)$, přičemž $f()$ označuje transformaci z n -rozměrného do m -rozměrného prostoru. Vychází se z předpokladu, že vstupní veličiny x , na kterých závisí výstupní veličina y , jsou náhodné proměnné s určitým pravděpodobnostním rozdělením. Výše uvedený vztah lze zapsat pomocí m funkcí

$$\begin{aligned} y_1 &= f_1(x) \\ y_2 &= f_2(x) \\ &\vdots \\ y_m &= f_m(x) \end{aligned} \quad (10)$$

Obecně je každá z výstupních veličin (tzn. složka výstupního vektoru) funkcí všech vstupních veličin (složek vstupního vektoru). V případě jediné výstupní veličiny (y je skalár) existuje pouze jedna transformační funkce f . Jacobiho matice J transformace f je maticí parciálních derivací (koeficientů citlivosti) a je vyjádřena jako

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial x_1} & \frac{\partial f_1}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_1}{\partial x_n} \\ \frac{\partial f_2}{\partial x_1} & \frac{\partial f_2}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_2}{\partial x_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial f_m}{\partial x_1} & \frac{\partial f_m}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_m}{\partial x_n} \end{bmatrix} \quad (11)$$

V případě jediné výstupní veličiny se Jacobiho matice redukuje na

$$J = \left[\frac{\partial f}{\partial x_1} \quad \frac{\partial f}{\partial x_2} \quad \dots \quad \frac{\partial f}{\partial x_n} \right] \quad (12)$$

Zákon šíření nejistot [3] v maticové formě lze zapsat jako [7, 11]

$$V(y) = JV(x)J^T, \quad (13)$$

kde $V(x)$ a $V(y)$ jsou kovarianční matice vstupních a výstupních vektorů a J je Jacobiho matice transformace f . Kovarianční matice vstupního vektoru $V(x)$ je matice ($n \times n$) vyjadřující nejistotu n vstupních veličin (včetně korelace)

$$\begin{aligned} V(x) &= \begin{bmatrix} u^2(x_1) & u(x_1, x_2) & \dots & u(x_1, x_n) \\ u(x_2, x_1) & u^2(x_2) & \dots & u(x_2, x_n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ u(x_n, x_1) & u(x_n, x_2) & \dots & u^2(x_n) \end{bmatrix} = \\ &= \begin{bmatrix} u^2(x_1) & u(x_1)u(x_2)r(x_1, x_2) & \dots & u(x_1)u(x_n)r(x_1, x_n) \\ u(x_2)u(x_1)r(x_2, x_1) & u^2(x_2) & \dots & u(x_2)u(x_n)r(x_2, x_n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ u(x_n)u(x_1)r(x_n, x_1) & u(x_n)u(x_2)r(x_n, x_2) & \dots & u^2(x_n) \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (14)$$

a obdobně $V(y)$. V příručce [3] jsou zmíněny dva speciální případy:

a) nekorelované vstupní veličiny a jedna výstupní veličina

Kovarianční matice vstupního vektoru je diagonální, výstupní vektor degeneruje na skalární veličinu a kovarianční matice výstupního vektoru je matice (1×1). Podle zákona šíření nejistot lze tedy psát

$$\begin{aligned} V(y) &= [u^2(y)] = \\ &= \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x_1} & \frac{\partial f}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f}{\partial x_n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u^2(x_1) & 0 & \dots & 0 \\ 0 & u^2(x_2) & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & u^2(x_n) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x_1} \\ \frac{\partial f}{\partial x_2} \\ \vdots \\ \frac{\partial f}{\partial x_n} \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (15)$$

Po úpravě lze tento vztah přepsat na

$$u^2(y) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 u^2(x_i). \quad (16)$$

b) korelované vstupní veličiny a jedna výstupní veličina

Kovarianční matice vstupního vektoru je nyní úplná a pro kovarianční matici výstupní veličiny tedy platí

$$\begin{aligned} V(y) &= [u^2(y)] = \\ &= \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x_1} & \frac{\partial f}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f}{\partial x_n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u^2(x_1) & u(x_1, x_2) & \dots & u(x_1, x_n) \\ u(x_2, x_1) & u^2(x_2) & \dots & u(x_2, x_n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ u(x_n, x_1) & u(x_n, x_2) & \dots & u^2(x_n) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x_1} \\ \frac{\partial f}{\partial x_2} \\ \vdots \\ \frac{\partial f}{\partial x_n} \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (17)$$

Po úpravě lze tento vztah přepsat na

$$u^2(y) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{\partial f}{\partial x_i} \frac{\partial f}{\partial x_j} u(x_i, x_j). \quad (18)$$

Výše uvedené vztahy platí pro skalární vstupní a výstupní veličiny a lze je zobecnit i na komplexní vstupní a výstupní veličiny [5]. Pokud uvažujeme vstupní veličinu $x = x_R + jx_I$, kde x_R je reálná část a x_I je imaginární část vstupní veličiny, lze pro její nejistotu psát

$$V(x) = \begin{bmatrix} u^2(x_R) & u(x_R, x_I) \\ u(x_I, x_R) & u^2(x_I) \end{bmatrix}. \quad (19)$$

Kovarianční matici vstupního vektoru

$x = (x_{1R} + jx_{1I}, x_{2R} + jx_{2I}, \dots, x_{nR} + jx_{nI})$ lze potom psát

$$V(\mathbf{x}) = \begin{bmatrix} V_{1,1} & \cdots & V_{1,n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ V_{n,1} & \cdots & V_{n,n} \end{bmatrix}, \quad (20)$$

kde V_{ii} je submatice (2×2) obsahující nejistotu x_i , a V_{ij} , $i \neq j$, je submatice (2×2) obsahující kovarianci reálných a imaginárních částí x_i a x_j . Nejistota výstupního vektoru je potom

$$V(\mathbf{y}) = J V(\mathbf{x}) J^T, \quad (21)$$

kde $V(\mathbf{y})$ je nyní matice $(2n \times 2m)$ a J je nyní matice $(2m \times 2m)$, jež obsahuje parciální derivace reálné a imaginární části f podle reálné a imaginární části \mathbf{x} [5, 12]. Maticové výpočty lze poměrně jednoduše provádět ve většině programovacích jazyků i matematických prostředí, často přímo s komplexními čísly.

Jako ukázka výpočtu nejistoty pro několik vstupních komplexních proměnných a jednu výstupní komplexní proměnnou bude naznačen postup výpočtu nejistoty efektivního nepřizpůsobení výkonového děliče (trojbranu) podle vztahu

$$\Gamma_{eff} = s_{22} - \frac{s_{12}s_{23}}{s_{13}}. \quad (22)$$

Označme reálné a imaginární části s -parametrů děliče jako [11]

$$\begin{aligned} s_{22} &= a + jb \\ s_{12} &= x + jy \\ s_{23} &= u + jv \\ s_{13} &= p + jq \end{aligned} \quad (23)$$

a reálnou a imaginární část efektivního nepřizpůsobení

$$m = \text{Re}(\Gamma_{eff}) = a + \frac{pxu - pyv + qxv + qyu}{p^2 + q^2}, \quad (24)$$

$$n = \text{Im}(\Gamma_{eff}) = b + \frac{pxv + pyu - qxu + qyv}{p^2 + q^2}. \quad (25)$$

Pokud jsou měřeny reálná a imaginární část s -parametrů děliče, dostáváme 8-rozměrný vektor vstupních veličin $\mathbf{x} = (a, b, x, y, u, v, p, q)$ a 2-rozměrný vektor výstupních veličin $\mathbf{y} = (m, n)$. Za předpokladu, že s_{22} , s_{12} , s_{23} a s_{13} jsou nekorelované, kovarianční matice vstupního vektoru je dána

$$V(s_{22}, s_{12}, s_{23}, s_{13}) =$$

$$= \begin{bmatrix} u^2(a) & u(a,b) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ u(b,a) & u^2(b) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & u^2(x) & u(x,y) & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & u(y,x) & u^2(y) & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & u^2(u) & u(u,v) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & u(v,u) & u^2(v) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & u^2(p) & u(p,q) \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & u(q,p) & u^2(q) \end{bmatrix} \quad (26)$$

Kovarianční matice (2×2) výstupního vektoru je dána

$$V(\Gamma_{eff}) = \begin{bmatrix} u^2(\text{Re}(\Gamma_{eff})) & u(\text{Re}(\Gamma_{eff}), \text{Im}(\Gamma_{eff})) \\ u(\text{Im}(\Gamma_{eff}), \text{Re}(\Gamma_{eff})) & u^2(\text{Im}(\Gamma_{eff})) \end{bmatrix} \quad (27)$$

a Jacobiho matice transformace (2×8) je dána

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial m}{\partial a} & \frac{\partial m}{\partial b} & \frac{\partial m}{\partial x} & \frac{\partial m}{\partial y} & \frac{\partial m}{\partial u} & \frac{\partial m}{\partial v} & \frac{\partial m}{\partial p} & \frac{\partial m}{\partial q} \\ \frac{\partial n}{\partial a} & \frac{\partial n}{\partial b} & \frac{\partial n}{\partial x} & \frac{\partial n}{\partial y} & \frac{\partial n}{\partial u} & \frac{\partial n}{\partial v} & \frac{\partial n}{\partial p} & \frac{\partial n}{\partial q} \end{bmatrix}. \quad (28)$$

Parciální derivace lze snadno vyjádřit, viz [11] a prvky $V(s_{22}, s_{12}, s_{23}, s_{13})$ a J lze použít pro určení nejistoty Γ_{eff} (včetně jakékoliv korelace mezi reálnými a imaginárními složkami Γ_{eff}) podle zákona šíření nejistot

$$V(\Gamma_{eff}) = J V(s_{22}, s_{12}, s_{23}, s_{13}) J^T \quad (29)$$

Autoři [11] uvádějí některá omezení, která platí pro aplikaci Gaussovského zákona pro šíření nejistot pro komplexní veličiny:

- 1) Zákon šíření nejistot [3] je založen na aproximaci prvního členu Taylorova rozvoje transformace f . To vnáší do výpočtu chybu, která roste se stupněm nelinearity v transformaci.
- 2) Vyjádření Jacobiho matice vyžaduje množství parciálních derivací, které lze ve složitějších případech provést pouze numericky nebo experimentálně (zjištění citlivostních koeficientů).
- 3) Metoda výpočtu efektivních stupňů volnosti uvedená v [3] funguje pouze pro nekorelované vstupní veličiny.
- 4) Metoda určení rozšířeného intervalu nejistoty pro zvolenou pravděpodobnost pokrytí popsána v [3] je správná pouze v případě jedné (skalární) výstupní veličiny.

Zákon šíření nejistot pro komplexní veličiny je v návaznosti na práci [7] a [11] dále rozebírán v [20], kde jsou uvedeny některé alternativní formy zápisu a praktické rady např. pro výpočet Jacobiho matice komplexních funkcí apod. Celý postup je pak v kompaktní formě uveden v dokumentu [5] spolu s praktickými ukázkami výpočtu.

4. Metoda nejistých čísel

Velmi zajímavý přístup pro automatizaci výpočtu byl představen v [13] pro výpočet nejistot skalárních veličin a pro komplexní veličiny byl dále rozšířen v [14] a [15]. Pro výpočet parciálních derivací je použit algoritmus AD (automatic differentiation), který libovolný transformační vztah² rozloží na elementární činitele (součet, rozdíl, násobení, dě-

² V inženýrské praxi se nepředpokládají transformační funkce, které by nebylo možno rozložit na elementární činitele vzájemně svázané základními matematickými operacemi a které by tudíž nebylo možno analyticky derivovat. Obecně samozřejmě lze najít funkce, pro které derivace neexistuje.

lení, jednoduché goniometrické funkce, odmocnina, logaritmus apod.) a potom vypočítá parciální derivace. Algoritmus AD není založen na metodě konečných diferencí ani na symbolickém derivování. Samotný princip je znám již déle (viz reference uvedené v [13]), přičemž zde je s výhodou použit pro výpočet nejistot. Autor zavádí abstraktní datový typ „nejisté číslo“ (uncertain number), který je výstupem každého výpočetního kroku. Nejisté číslo v sobě obsahuje informaci o měřené hodnotě i její nejistotě. Metoda je přímo určena pro implementaci pomocí výpočetní techniky, kdy lze celý postup automatizovat (ruční výpočet pomocí nejistých čísel je v tomto případě méně přehledný a zdlouhavější, než ruční výpočet podle zákona o šíření nejistot). Hodnotu a nejistotu nejistého čísla lze přirovnat ke střední hodnotě a směrodatné odchylce náhodné proměnné.

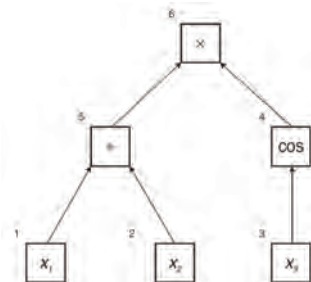
Jádro metody bude vysvětleno pro jednoduchost na příkladu výpočtu skalární veličiny [13], rozšíření metody na komplexní čísla je uvedeno v [15]. Předpokládejme, že chceme určit odhad rezistivní složky R impedance zátěže $Z = R + jX$. To lze provést měřením amplitudy U střídavého napětí na svorkách zátěže, proudu I protékajícího zátěží a fázového úhlu φ mezi střídavým napětím a proudem. Připomeňme základní předpoklad, že vstupní veličiny U , I a φ , na kterých závisí výstupní veličina R , jsou náhodné proměnné s určitým pravděpodobnostním rozdělením. Odhady U , I a φ označme x_1 , x_2 a x_3 se standardními nejistotami $u(x_1)$, $u(x_2)$ a $u(x_3)$, přičemž se pro jednoduchost předpokládá nekonečný počet stupňů volnosti. Modelový vztah pro R aplikovaný na vstupní odhady má tvar [13]

$$y_R = f_R(x_1, x_2, x_3) = \frac{x_1 \cos(x_3)}{x_2} \quad (30)$$

Tento vztah lze rozložit na několik jednodušších mezikroků:

$$x_4 = \cos(x_3), \quad x_5 = x_1 / x_2, \quad x_6 = x_4 x_5, \quad (31)$$

kde x_4 a x_5 jsou mezikroky a $y_R \equiv x_6$. Tyto vztahy lze graficky reprezentovat pomocí **obr. 2** a jedná se vlastně o analogický postup, jakým bychom vztah vyčíslovali na jednoduchém kalkulátoru.



Obr. 2: Grafická reprezentace vztahu (30)

Základem této metody je rozklad funkce na řadu mezikroků, kde každý mezikrok je elementární funkcí předchozích kroků. Jak bude ukázáno, mezi kroky příslušejícími výpočtu hodnoty a mezi kroky pro výpočet nejistoty existuje jednoduchý vztah. Standardní nejistotu y_R za předpokladu, že x_1 , x_2 a x_3 jsou nekorelované, lze vyjádřit pomocí vztahu (16),

tedy

$$u(y_R) = \sqrt{\left(\frac{\cos(x_3)}{x_2} u(x_1)\right)^2 + \left(\frac{x_1 \cos(x_3)}{x_2^2} u(x_2)\right)^2 + \left(\frac{x_1 \sin(x_3)}{x_2} u(x_3)\right)^2} \quad (32)$$

Určení $u(y_R)$ lze rozdělit na jednodušší kroky úzce svázané se vztahy (31), tedy lze určit nejistoty jednotlivých mezikroků [13]

$$\begin{aligned} u(x_4) &= \sqrt{(-\sin(x_3) u(x_3))^2} \\ u(x_5) &= \sqrt{\left(\frac{1}{x_2} u(x_1)\right)^2 + \left(-\frac{x_1}{x_2^2} u(x_2)\right)^2} \\ u(x_6) &= \sqrt{(x_5 u(x_4))^2 + (x_4 u(x_5))^2} \end{aligned} \quad (33)$$

Mezi vztahy (31) a (33) lze pozorovat vzájemnou korepondenci, v každém mezikroku výpočtu závisí hodnota a její nejistota pouze na výsledcích předchozího kroku a tak mohou být vyjádřeny společně. To znamená, že v každém kroku je možné vyjádřit okamžitou hodnotu i její kombinovanou standardní nejistotu. Navíc není potřeba znát přímý vztah pro výpočet nejistoty, tento se odvodí z vyjádření hodnoty v daném mezikroku. Např. krok 4 (viz **obr. 2**), kde je počítán kosinus fázového úhlu

$$x_4 = f_4(x_3) = \cos(x_3) \quad (34)$$

vyžaduje pro vyjádření nejistoty derivaci kosinu

$$u(x_4) = \left| \frac{\partial f_4}{\partial x_3} u(x_3) \right| = |\sin(x_3) u(x_3)| \quad (35)$$

Obdobně krok 5

$$x_5 = f_5(x_1, x_2) = \frac{x_1}{x_2} \quad (36)$$

má nejistotu

$$u(x_5) = \sqrt{\left(\frac{\partial f_5}{\partial x_1} u(x_1)\right)^2 + \left(\frac{\partial f_5}{\partial x_2} u(x_2)\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{1}{x_2} u(x_1)\right)^2 + \left(-\frac{x_1}{x_2^2} u(x_2)\right)^2} \quad (37)$$

Z výše uvedeného lze učinit obecný závěr: pokud byla modelová funkce představující měření rozložena do řady mezikroků, označených i a charakterizovaných funkcí $x_i = f_i$, potom kombinovaná standardní nejistota v každém kroku $u(x_i)$ je odmocninou sumy čtverců $\partial f_i / \partial x_j u(x_j)$, kde j leží v rozmezí počtu argumentů f_i . Pro případ korelovaných veličin je postup analogický, pouze se vyjde ze vztahu (18) a v každém mezikroku je třeba vyjádřit ještě korelační koeficient mezi veličinami vstupujícími do následujícího kroku [13].

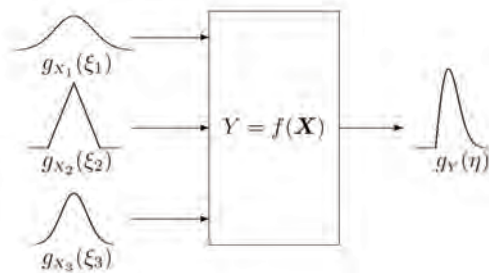
Příklad implementace metody v jazyce C++ je uveden v [13], příklad rozšířený na výpočty s komplexními čísly

je uveden v [15]. Tato metoda je již implementována také ve formě volně stažitelných knihoven do tabulkového procesoru Microsoft Excel a procedur ve skriptovacím jazyce Python [16] a je průběžně stále doplňována. Knihovny do programu Excel byly vyzkoušeny na odd. primární metrologie mikrovlnné techniky a byla pomocí nich vypočtena např. nejistota při měření efektivního neprizpůsobení dvouodporového děliče. Výsledky byly porovnány s ručním výpočtem podle zákona o šíření nejistot a byla konstatována dobrá shoda. Stejně porovnání bylo provedeno mnohem detailněji i v dokumentu [17]. Na této metodě jsou založeny i matematické knihovny UncLib [18] používané ve švýcarském institutu METAS a software pro výpočet nejistot při měření na vektorových analyzátořech obvodů VNA Tools [19].

I metoda nejistých čísel má své nevýhody a omezenou použitelnost, zejména pokud je funkce popisující měření silně nelineární³ nebo pokud se pravděpodobnostní rozdělení odhadu měřené veličiny výrazně odlišuje od Gaussova normálního nebo Studentova rozdělení (tato rozdělení umožňují ohraničit nejistotu měření pomocí intervalu s určitou pravděpodobností pokrytí). Metoda nejistých čísel se zdá být dobrým kandidátem při výpočtu nejistot rutinních zákaznických kalibrací v metrologických laboratořích, kde lze předpokládat jednoduchý zápis měřicí funkce.

5. Metoda Monte Carlo

Nevýhody metody nejistých čísel i výpočtu podle zákona o šíření nejistot (ať už pro případ skalárních nebo komplexních měřených veličin) odstraňuje metoda Monte Carlo (MC), kde jsou vytvářeny náhodné vzorky vstupní veličiny s požadovaným pravděpodobnostním rozdělením a rozdělení výstupní veličiny tak lze určit empiricky, viz ilustrace na **obr. 3**. Modelem měření se tak nešíří nejistoty vstupních veličin, ale jejich pravděpodobnostní rozdělení.



Obr. 3: Šíření pravděpodobnostního rozdělení od tří vstupních nezávislých veličin k jedné výstupní veličině [4]

Metoda MC je velmi obecná a lze pomocí ní správně vyčíslit nejistoty i u velmi komplikovaných měření a nebo ověřit nejistoty získané postupy podle ISO GUM [3]. Při znalosti pravděpodobnostního rozdělení výstupní veličiny lze s požadovanou pravděpodobností pokrytí určit intervaly nejistoty. Použití metody MC pro jednu výstupní veličinu je diskutováno např. v doplňku č. 1 k ISO GUM [4], rozšíření pro modely s několika výstupními veličinami (komplexní

čísla) je popsáno v doplňku č. 2 k ISO GUM [5]. Dokument [4] je velmi obecný a systematicky popisující množství problémů svázaných s použitím MC (generování náhodných čísel, vlastnosti pravděpodobnostních rozdělení, určení intervalů pokrytí, ...), nicméně jej nelze považovat za „kuchařku“ pro sestavení vlastních algoritmů pro výpočet nejistot pomocí MC. Příklady výpočtu pomocí MC jsou porovnány s přístupem pomocí zákona o šíření nejistot, ovšem jsou uvedeny vždy jen konečné výsledky bez mezivýpočtů. Numerické aspekty metody MC pro komplexní veličiny diskutuje dokument [5].

Poněkud přehlednější postup výpočtu je uveden v [21], kde je současně popsán i volně stažitelný programový balík MUSE pro výpočet nejistot metodou MC [22]. Pokud budeme uvažovat vstupní veličiny $\mathbf{X} = (x_1, \dots, x_N)$ s hustotami pravděpodobnosti $g_{\mathbf{X}}(\boldsymbol{\xi})$, potom distribuční funkce výstupní veličiny $Y = f(\mathbf{X})$ je dána vztahem

$$G_Y(\eta) = \int_{-\infty}^{\eta} g_Y(z) dz, \quad (38)$$

kde

$$g_Y(\eta) = \int_{-\infty}^{\infty} \dots \int_{-\infty}^{\infty} g_{x_1, \dots, x_N}(\boldsymbol{\xi}) \delta(\eta - f(\boldsymbol{\xi})) d\boldsymbol{\xi}. \quad (39)$$

a $\boldsymbol{\xi} = \xi_1, \dots, \xi_N$. Vztah (39) představuje výpočet hustoty pravděpodobnosti $g_Y(\eta)$ výstupní veličiny Y jako součin všech sdružených hustot pravděpodobnosti g_{x_1, \dots, x_N} vstupních veličin x_1, \dots, x_N , které odpovídají modelu měření $f(\xi_1, \dots, \xi_N)$, δ značí Diracovu delta funkci.

- Nejdůležitější kroky metody MC jsou tyto:
- Sestavit model měření, který popisuje souvislost mezi vstupními a výstupními veličinami měření.
 - Vstupním veličinám přiřadit pravděpodobnostní rozdělení (v případě komplexních čísel dvourozměrné rozdělení s vektorem středních hodnot zjištěných z hodnot vstupní veličiny a kovarianční maticí zjištěnou z odpovídající matice nejistot).
 - Výběr náhodného⁴ vzorku každé ze vstupních veličin, výpočet náhodní veličiny a opakování tohoto postupu pro dostatečně velký počet pokusů (typicky $> 10^6$) pro správné stanovení histogramu výstupních hodnot a z něj pravděpodobnostního rozdělení výstupní veličiny [21]. V případě komplexních čísel výběr náhodné dvojice $x + jy$.
 - Aplikace modelu měření na každou vstupní hodnotu, výsledkem je velký počet vzorků z rozdělení výstupní veličiny.
 - Z výstupní veličiny a jejího statistického rozdělení (histogramu) lze zjistit potřebné údaje o nejistotě (numerická aproximace funkce $G_Y(\eta)$).

Z dostupné literatury je zřejmé, že vyhovující počet pokusů nelze pro různé úlohy předem určit, proto se používá adaptivní metoda MC, kdy je počet pokusů postupně zvyšováno.

⁴ Vzhledem k tomu, že počítač je deterministický stroj, nelze generovat skutečně náhodná čísla. V praxi jsou používány více či méně sofistikované generátory pseudonáhodných čísel s periodou opakování $2^N - 1$, kde N se pohybuje v řádu desítek tisíců.

³ Metoda výpočtu předpokládá lineární aproximaci měřicí funkce v okolí vstupního parametru, ve shodě s [3].

ván a sledují se statistické vlastnosti výstupní veličiny. Pokud se již ve statistickém smyslu výstupy metody od sebe neliší, je výpočet zastaven a počet pokusů prohlášen za dostatečný. Jak je popsáno v [21, 5], implementace metody MC pomocí výpočetní techniky naráží také na některá omezení (rychlost výpočtu, velké paměťové nároky při generování rozsáhlých vzorků vstupních dat, použití dostatečně kvalitního generátoru pseudonáhodných čísel, numerické chyby při výpočtu střední hodnoty v závislosti na počtu pokusů apod.). Problematická je také aplikace metody MC pro korelované vstupní veličiny.

Příklad výpočtu nejistoty při měření dvouodporového děliče je uveden v [24]. Jedná se o výpočet nejistoty při analogickém měření, jaký byl předveden metodou zákona o šíření nejistot v [11], viz vztah (22). Jak bylo uvedeno výše, dvouodporový dělič je trojbran a k jeho charakterizaci na dvoubranovém VNA je potřeba provést 3 měření „částečných dvoubranů“, kde třetí brána děliče je vždy zakončena bezodrazově. Vstupními parametry jsou matice (2×2) s-parametrů $^{(1)}S$, $^{(2)}S$ a $^{(3)}S$ tří částečných dvoubranů a koeficient odrazu ρ bezodrazové zátěže. Obecně je měření každého částečného dvoubranu složeno z měření čtyř komplexních s-parametrů, v případě tří dvoubranů je to celkem 12 komplexních parametrů + 1 komplexní parametr činitel odrazu zátěže, tedy vektor vstupních veličin má rozměr 26 (2×13) . V praxi se uvažuje dvouodporový dělič jako reciproké zařízení, tedy $S_{12} = S_{21}$ a tedy počet komplexních hodnot se sníží ze 13 na 10 a vektor vstupních veličin má rozměr 20 (2×10) . V práci [24] jsou uvedeny některé zjednodušující předpoklady pro vstupní veličiny: zmíněné vstupní veličiny jsou po dvojicích nekorelované, reálná a imaginární část každé ze vstupních veličin jsou vzájemně nekorelované a standardní nejistota reálné a imaginární části každé ze vstupních veličin jsou stejné (nejistoty různých vstupních veličin však mohou být různé). Výstupními veličinami jsou činitel odrazu na bráně 1 děliče, efektivní nepřizpůsobení na branách 2 a 3 děliče a přenos mezi branami 2 a 3 děliče (4 výstupní veličiny). V [24] je sestaven poměrně komplikovaný model měření, dále je 20-rozměrnému vektoru vstupních veličin přiřazeno vícerozměrné normální rozdělení s vektorem středních hodnot daných rozmezím vstupních veličin a kovarianční maticí danou odpovídající maticí nejistot. V dalším kroku je generován velký soubor náhodných vstupních hodnot s 20-rozměrnou sdruženou distribuční funkcí pomocí metody popsané v [25]. Na každý ze vstupních vzorků je aplikován model měření a takto je generován soubor výstupních veličin (čtyřrozměrné rozdělení). Standardní nejistoty jsou potom určeny jako odmocnina diagonálních prvků matice nejistot [24]. Rozšířená nejistota s pravděpodobností pokrytí 95 % je určena jako příslušný percentil z výstupních dat (po jejich vzestupném setřídění a vykreslení histogramu), tedy jako rozmezí x_{min} , x_{max} zahrnující 95 % rozdělení výstupní hodnoty. Měřená hodnota s nejistotou je tedy vyjádřena jako

$$\bar{x} \left\{ \begin{matrix} x_+ \\ \pm \\ x_- \end{matrix} \right\}, \quad (40)$$

kde \bar{x} je odhad měřené hodnoty a

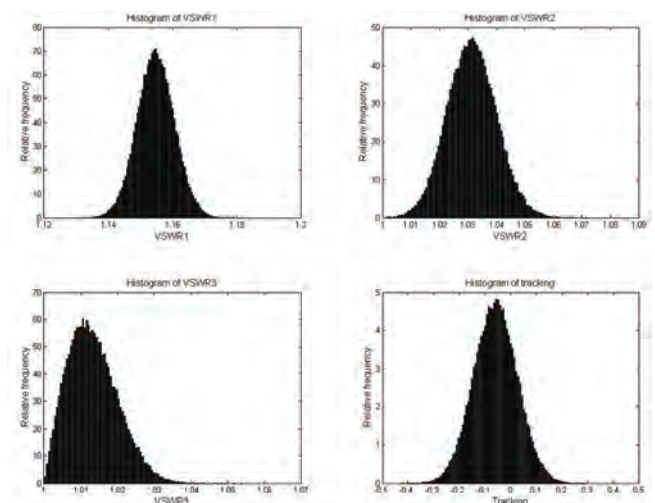
$$\begin{aligned} x_+ &= x_{max} - \bar{x} \\ x_- &= \bar{x} - x_{min} \end{aligned} \quad (41)$$

Příklad výsledných naměřených hodnot efektivního nepřizpůsobení na bráně 3 s nejistotou na vybraných kmitočtech je uveden v **tab. 2** [24].

Kmitočet (GHz)	Hodnota (I)	Průměr (I)	Standard. nejistota (I)	Horní nejistota U_+	Dolní nejistota U_-	Nesymetrie $ U_+ - U_- $
3	1,0194	1,0194	0,0016	0,0031	0,0031	0,0000
6	1,0346	1,0347	0,0021	0,0041	0,0040	0,0001
9	1,0166	1,0168	0,0027	0,0054	0,0051	0,0003
12	1,0489	1,0491	0,0040	0,0081	0,0076	0,0005
18	1,0087	1,0134	0,0067	0,0174	0,0073	0,0101

Tab. 2: Příklad výsledků metody MC pro efektivní nepřizpůsobení děliče [24]

Sloupec *Hodnota* udává odhad výstupní veličiny na základě šíření středních hodnot vstupních veličin (měřených s-parametrů) přes model měření. Sloupec *Průměr* udává odhad výstupní veličiny založený na střední hodnotě výstupního souboru generovaného metodou MC. Pokud by byl model měření lineární, oba přístupy by měly dávat stejný výsledek. Jak je vidět z **tab. 2**, tento předpoklad není dodržen na kmitočtu 18 GHz, kde je hodnota efektivního nepřizpůsobení blízká jedné. Histogram rozdělení výše uvedených čtyř výstupních veličin na 18 GHz je ukázán na **obr. 4**. Jak je vidět, pravděpodobnostní rozdělení efektivního nepřizpůsobení na bráně 3 je posunuté a nesymetrické, což svědčí o nelinearitě modelu a tedy odhad výstupní veličiny ze střední hodnoty souboru dat generovaného metodou MC by měl být brán s opatrností.



Obr. 4: Normované histogramy složek výstupní veličiny [24]

Kromě MUSE [22] nebyl nalezen žádný volně šiřitelný programový balík pro výpočet nejistot metodou MC. Poměrně srozumitelný popis implementace metody MC v prostředí MATLAB byl ukázán v [23]. Prostředí MATLAB nabízí

několik pokročilých algoritmů pro generování pseudonáhodných čísel, tedy je pro metodu MC vhodné, lze použít také volně šiřitelný program Octave [26]. Metoda MC se dá být vhodná pro stanovení nejistot u měření popsaných nelineárním modelem a pro komplexní vstupní veličiny. Např. britský institut NPL nabízí metodu popsanou v [24] jako komerční službu a při kalibracích mnohobranů jsou nejistoty určovány metodou MC.

6. Závěr

V příspěvku byly naznačeny metody výpočtu nejistot vícerozměrných veličin pomocí různých technik, které byly později shrnuty v dokumentu GUM Supplement 2. Byla diskutována jejich použitelnost pro různé třídy úloh a uvedeny praktické příklady. S určitými omezeními lze pro vícerozměrné veličiny použít metodu šíření nejistot podle GUM, již lze efektivně automatizovat pomocí metody nejistých čísel v počítači. Zcela obecnou metodou pro výpočet nejistot je metoda Monte Carlo, která ovšem vyžaduje poněkud náročnější matematický aparát a práci s vícerozměrnými pravděpodobnostními rozděleními, její použití je však už rozšířené např. při vyhodnocování výsledků mezinárodních porovnání. Otevřenou otázkou zůstává, v jaké formě nejistoty vícerozměrných veličin vyjadřovat a zda je nutné je uvádět v nezkrácené podobě (např. jako výsledek kalibrace v metrologické laboratoři, kdy naměřené hodnoty spolu s nejistotou mohou tvořit značný objem dat).

Použitá literatura

- [1] NIST, Guidelines for evaluating and expressing the uncertainty of NIST measurement results, *NIST Technical Note 1297*, 1994.
- [2] UKAS, The expression of uncertainty and confidence in measurement, *United Kingdom Accreditation Service*, M3003, 1. vydání, prosinec 1997.
- [3] Guide to the expression of uncertainty in measurement, *International Organization for Standardization*, Geneva, Switzerland, 1995
- [4] Evaluation of measurement data – Supplement 1 to the „Guide to the expression of uncertainty in measurement“ – Propagation of distributions using a Monte Carlo method, Joint Committee for Guides in Metrology, 2008, 1. vydání
- [5] Evaluation of measurement data - Supplement 2 to the „Guide to the expression of uncertainty in measurement“ – Extension to any number of output quantities, Joint Committee for Guides in Metrology, říjen 2011, 1. vydání
- [6] Guidelines on the Evaluation of Vector Network Analysers (VNA), EURAMET/cg-12/v.01 (dříve EA10/12), červenec 2007
- [7] N. M. Ridler and M. J. Salter, Evaluating and expressing uncertainty in complex S-parameter measurements, *Proc. of 56th ARFTG Conf. Digest*, Boulder, CO, listopad 2000.
- [8] D. F. Williams, C. M. Wang, U. Arz., In-Phase/Quadrature Covariance-Matrix Representation of the Uncertainty of Vectors and Complex Numbers, *Proc. of ARFTG Conf. Dig.*, prosinec 2006.
- [9] B. D. Hall: VNA error models: Comments on EURAMET/cg-2/v0.1, *ANAMET Report 051*, červen 2010
- [10] M. J. Salter, N. M. Ridler and J. N. Stewart, Using data visualisation techniques to explore the random error distribution of two-port VNA measurements, *31st Automated RF & Microwave Measurement Society (ARMMS) Conference*, květen 2000, Dudley, UK, str. 6/1-6/6
- [11] N. M. Ridler and M. J. Salter: Propagating S-parameter uncertainties to other measurement quantities, *Proc. of 58th ARFTG Conf. Digest*, San Diego, CA, listopad 2001
- [12] M. G. Cox, M. P. Dainton, P. M. Harris: Uncertainty and Statistical Modelling, *SSfM Best Practice Guide No 6*, National Physical Laboratory, Teddington, březen 2001
- [13] B. D. Hall: Calculating measurement uncertainty using automatic differentiation, *Meas. Sci. Technol.*, roč. 13, 2002, str. 421-427.
- [14] B. D. Hall: A computational technique for evaluating and propagating the uncertainty of complex-valued quantities, *Proc. of 60th ARFTG Conf. Digest*, Philadelphia, Pennsylvania, červen 2003
- [15] B. D. Hall: Calculating measurement uncertainty for complex-valued quantities, *Meas. Sci. Technol.*, roč. 14, 2003, str. 368-375
- [16] Measurement Software Kit, Industrial Research Ltd. [online, cit. 21. 5. 2013], Dostupné na <<http://mst.irl.cri.nz/>>
- [17] B. D. Hall, M Rodriguez: The Uncertainty of the “Direct Method” for measuring the equivalent source mismatch of a power splitter: A case study in using software for uncertainty calculation, *ANAMET Report 045*, 2004.
- [18] Metas. UncLib - An advanced Measurement Uncertainty Calculator [online, cit. 20. 5. 2013], dostupné na <http://www.metas.ch/metasweb/Fachbereiche/Elektrizitaet/HF/MetasUncLib/MetasUncLib.html>
- [19] VNA Tools II [online, cit. 20. 5. 2013], dostupné na <http://www.metas.ch/metasweb/Fachbereiche/Elektrizitaet/HF/VNATools/VNATools.html>
- [20] B. D. Hall: On the propagation of uncertainty in complex-valued quantities, *Metrologia*, roč. 41, 2004, str. 173-177
- [21] M. Müller, M. Wolf, M. Rösslein: MUSE: computational aspects of a GUM supplement 1 implementation, *Metrologia*, roč. 45, 2008, str. 586-594
- [22] Measurement uncertainty simulation and evaluation, ETH Zurich, Measurement Uncertainty Research Group, [online, cit. 20. 5. 2013] Dostupné na <<http://www.mu.ethz.ch/muse>>
- [23] M. Solaguren-Beascoa Fernández, J. M. Alegre Calderón, P. M. Bravo Díez: Implementation in MATLAB of the adaptive Monte Carlo method for evaluation of measurement uncertainties, *Accreditation and Quality Assurance: Journal for Quality, Comparability and Reliability in Chemical Measurement*, roč. 14, č. 2, 2009, str. 95-106.

- [24] N. M. Ridler, M. J. Salter: A generalized approach to the propagation of uncertainty in complex S-parameter measurements, *Proc. of 64th ARFTG Conf. Digest*, Orlando, FL, 2004.
- [25] M. J. Salter, N. M. Ridler, M. G. Cox: Distribution of correlation coefficient for samples taken from

a bivariate normal distribution, *NPL Report CETM 22*, září 2000

- [26] GNU Octave [online, cit. 20. 5. 2013], dostupné na <http://www.gnu.org/software/octave/>



OCHRANA OPRÁVNĚNÉHO/VEŘEJNÉHO ZÁJMU

Ing. Jaroslav Rajlich

Asociace akreditovaných a autorizovaných organizací

V článku jsou s využitím informací z dostupné literatury probány a navzájem srovnány legislativní předpisy komunitárního práva (práva EU) a jim odpovídající legislativní úpravy, platné v České republice. Akcent je položen na volný pohyb zboží, pojetí a postupy posuzování shody. Tato problematika je pojednána podrobně. Rámcově jsou zmíněny i otázky odpovědnosti za škodu způsobenou vadnými výrobky, ochrana spotřebitele a všeobecná bezpečnost výrobků.

I ve velmi liberálních evropských demokraciích, v nichž je regulační úloha státu vůči trhu minimalizována je běžné, že stát určitým způsobem hájí oprávněné/veřejné zájmy svých občanů (v anglickém originále „public interests“), a to jak individuálních (fyzických osob), tak podnikatelských subjektů. Občan - spotřebitel je pokládán za nejslabší článek tržního řetězce, který má jen velmi omezený sortiment prostředků k prosazování a obhajování svých potřeb a zájmů. Stát mu pomáhá zejména vytvářením legislativního rámce a vydáváním závazných právních norem, aby mu umožnil jeho zájmy účinně prosazovat. Jakékoliv spekulace, že i v této oblasti se lze zcela spolehnout na všemocnou roli trhu a nechat většinou volný průběh, jsou západními odborníky kvalifikovány jako úvahy z oblasti science fiction. Ochrana práv občana - spotřebitele je tedy chápána jako povinnost státu vůči jeho občanům.

Množina příslušných legislativních úprav ochrany práv občana - spotřebitele sestává zpravidla ze čtyř zákonů či jiných právních norem. V Evropské unii jsou to směrnice Evropského parlamentu a Rady, v České republice zákony nebo nařízení vlády. Jsou to legislativní dokumenty upravující:

- ochranu spotřebitele,
- odpovědnost za škody způsobené vadou výrobku,
- volný pohyb výrobků a posuzování shody,
- všeobecnou bezpečnost výrobků.

V dalším se pokusíme srovnat právní úpravy pro tuto oblast, a to v EU a v České republice.

Tab. 1: Srovnání legislativních norem upravujících volný pohyb výrobků a služeb a ochranu oprávněného zájmu v EU a ČR:

	Evropská unie	Česká republika
Ochrana spotřebitele	UN 1968 (12986 ST/ESA/170) – „Směrnice pro ochranu spotřebitelů“ a národní předpisy jednotlivých států	Zákon o ochraně spotřebitele č. 634/1992 Sb., ve znění pozdějších úprav (účinnost od 16.12.1992)
Odpovědnost za škody způsobené vadným výrobkem	Směrnice 85/374/EEC „O odpovědnosti za škody způsobené vadným výrobkem“	Zákon o odpovědnosti za škodu způsobenou vadou výrobku č. 59/1998 Sb. (účinnost od 1. 6. 1998) a jeho novela č. 209/2000 Sb. (účinnost od 1. 4. 2000)
Volný pohyb výrobků a posuzování shody	Směrnice 89/209/EEC „Globální koncepce certifikace a zkoušení“ a rozhodnutí Evropského parlamentu a Rady č. 768/2008/ES o společném rámci pro uvádění výrobků na trh a nařízení EP a R č. 765/2008/ES, kterým se stanoví požadavky na akreditaci a dozor nad trhem týkající se uvádění výrobků na trh a nařízení EP a R č. 764/2008/ES, kterým se stanoví postupy týkající se uplatňování některých vnitrostátních technických pravidel u výrobků uvedených na trh v jiném členském státě	Zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů v aktuálním znění (účinnost od 1.9.1997)
Obecná bezpečnost výrobků	Směrnice 92/59/EEC „Všeobecná bezpečnost výrobků“	Zákon č. 102/2001 Sb., o obecné bezpečnosti výrobků (účinnost od 1.7.2001) a č. 227/2003 Sb. (účinnost od 1. 5. 2004)

1. POSUZOVÁNÍ SHODY

1.1. Technické překážky obchodu

V procesu Evropské integrace má nezastupitelnou úlohu budování **jednotného vnitřního trhu** Evropské unie. Ten dnes zahrnuje téměř 550 miliónů obyvatel sedmadvaceti zemí Unie a je největší svého druhu v průmyslovém světě. Poněkud zjednodušeně řečeno znamená jednotný vnitřní trh umožnění **volného pohybu zboží, služeb, osob a kapitálu**, podporované a usměrňované institucionálními nástroji s celoplošnými kompetencemi. Tyto nástroje současně slouží k odstraňování možných negativních průvodních jevů integrace.

Jednotný vnitřní trh má řadu výhod. Nejdůležitější z nich jsou uvedeny v následující tabulce. I když údaje v tabulce jsou již staršího data, platí v plné míře i v současnosti.

Tab. 2: Ekonomické výhody jednotného vnitřního trhu (podle: El-Agraa, A. M.: Economics of the European Community, Philip Allan, Simon & Schuster International Group, 1990) – upraveno

1	Větší ekonomická efektivnost v důsledku vyšší specializace (na bázi komparativních výhod)
2	Zvýšený objem výroby z důvodu využití klesajících průměrných nákladů
3	Zesílená mezinárodní pozice (vzhledem k třetím zemím) díky větší síle trhu
4	Zlepšená ekonomická efektivnost v důsledku zvýšeného konkurenčního prostředí
5	Větší tlak na výzkum a vývoj (často koordinovaný) zlepšující kvalitu
6	Větší ekonomická efektivnost z důvodu vyšší mobility faktorů produkce
7	Větší efektivita díky (částečně) koordinované monetární a fiskální politice
8	Větší efektivita díky hlubší koordinaci založené na společných cílech

S budováním jednotného vnitřního trhu je spojeno velké množství překážek, které lze rozdělit na:

- **věcné** (kontrola zboží a osob na hranicích mezi státy EU, celnice),
- **fiskální** (např. rozdílné přímé a nepřímé daně, hlavně DPH v jednotlivých členských státech),
- **technické** (např. rozdílné národní technické normy členských států, rozdílné způsoby posuzování shody apod.).

Podle jiného hlediska lze překážky volného pohybu zboží (obchodu) dělit na:

- **viditelné**,
- **skryté** (viz následující tabulku).

Tab. 3: Viditelné a skryté překážky volného pohybu zboží (podle: Kadlčák, R.: Jednotný trh Evropské unie, European Bulletin EUROBULL 2/1998)

Viditelné	Celní poplatky
	Kvantitativní omezení
	Dobrovolné omezení vývozu (různé typy)

Skryté – tzv. netarifní překážky	Národní standardy
	Rozdílné přímé a nepřímé zdanění
	Podpory poskytované státy
	Antidumping
	Kartelové praktiky
	Zneužití dominantního postavení firmou
	Vládní zakázky
	Praktiky státních monopolů
	Nekontrolované slučování firem

V dalším se budeme zabývat **technickými překážkami obchodu** (anglická zkratka **TBT** – Technical Barriers to Trade).

1.1.1. Vznik technických překážek obchodu

Tzv. Bílá kniha Komise Evropských společenství z roku 1985, vydaná k realizaci **vnitřního trhu** se velice důkladně zabývá mechanismy vzniku a odstraňování technických překážek obchodu. Technické překážky obchodu jsou pokládány za nejvýznamnější překážky, působící proti zásadě volného pohybu zboží, neboť často brání vzájemnému obchodu mnohem účinněji než cla a kvantitativní omezení.

Pro úplnost je třeba doplnit, že zásadu volného pohybu zboží uskutečňují členské státy Evropské unie zejména následujícími prostředky:

- odstraněním všech dovozních a vývozních cel a dávek s rovnocenným účinkem, jako cla mezi členskými státy Evropského společenství a
- odstraněním kvantitativních omezení při dovozu a vývozu zboží mezi členskými státy, jakož i jakýchkoli opatření s rovnocenným účinkem, jako kvalitativní omezení mezi členskými státy ES (čl. 9 Smlouvy o založení Evropského společenství). *Poznámka: tato pravidla platí i pro zboží z třetích států, které se dostalo do volného oběhu v členských státech ES (čl. 9, odstavec 2 Smlouvy o založení Evropského společenství).*

Technickými překážkami obchodu se rozumějí takové překážky, které vyplývají z rozdílných předpisů jednotlivých států zejména v oblasti ochrany zdraví a bezpečnosti občanů, ochrany spotřebitelů a životního prostředí aj. Jde zejména o předpisy upravující technické parametry výrobků i existující certifikační, inspekční a kontrolní procedury k ověřování technických parametrů.

Technické dokumenty se mohou stát technickými překážkami obchodu, pokud stanoví určité požadavky, jejichž splnění je povinné de iure nebo de facto v případě dodávání zboží na trh nebo do užívání v některém členském státě Unie. Takové dokumenty se označují jako „technické předpisy“ (viz informační směrnici Rady 83/189/EEC).

1.1.2. Odstraňování technických překážek obchodu

Odstraňování technických překážek obchodu je jedním z nástrojů Unie, kterým uskutečňuje princip volného pohybu zboží a to vždy s ohledem na zásadu vysoké ochrany spo-

třebitele. Pokud se jedná o překážky obchodu, způsobené rozdílnými právními předpisy, jsou v zásadě možné dva přístupy:

- vzájemně si uznat rovnocennost předpisů a výrobků, které jim odpovídají, nebránit ve volném pohybu v rámci Unie nebo
- potřebné předpisy harmonizovat a chovat se obdobně.

Tzv. nová strategie sbližování právních předpisů vychází z toho, že je uznávána rovnocennost komplexů úprav jednotlivých členských států EU. Opatření pro sbližování se proto musí omezit pouze na základní předpoklady fungování vnitřního trhu s tím, že v ostatních oblastech jsou členské státy povinny vzájemně uznávat své národní předpisy s ohledem na jejich ochranný účel.

1.2. Volný pohyb výrobků

Jak už bylo uvedeno, existují v jednotlivých členských státech EU různé národní předpisy, vynucené potřebou chránit oprávněné zájmy spotřebitelů – bezpečnostní normy, technické specifikace, hygienické a zdravotní standardy a jiné. Z počátku se Unie snažila sjednotit tyto předpisy formou závazných společných výrobových standardů (norem), přesně vymezujících jejich technické specifikace. Tento, tzv. **starý** nebo **sektorový přístup** se ukázal v praxi jako značně složitý, těžkopádný, zdlouhavý, málo flexibilní a efektivní a proto byl v roce 1986 nahrazen tzv. **novým** nebo **komoditním přístupem**. Ten spočívá v tom, že směrnice (nového přístupu) vymezují množinu tzv. **základních** (rozuměj bezpečnostních, hygienických a ergonomických) **požadavků** vždy pro **velkou skupinu** (komoditu) **výrobků**, např. pro strojní zařízení, spotřebiče plyných paliv, jednoduché tlakové nádoby, tlaková zařízení, osobní ochranné prostředky, hračky atd. Starý přístup byl zachován pouze u vybraných výrobků, které se přímo dotýkají veřejného zdraví a bezpečnosti spotřebitelů, tj. u léků, potravin, chemických výrobků a motorových vozidel.

Zásady nového přístupu jsou upraveny v souladu s článkem 100a Smlouvy o založení EHS (tzv. Římské smlouvy) směrnicí 89/209/EEC **Globální koncepce certifikace a zkoušení**. Na přípravě nového přístupu se vedle orgánů EU aktivně podílela i WTO (World Trade Organization = Světová organizace obchodu, dříve GATT – General Agreement for Trade and Tariffs = Generální dohoda o obchodu a clech). Globální koncepce zavádí jednotný způsob a postupy prokazování shody. Její princip spočívá v tom, že **volný pohyb výrobků je v zemích Evropské unie podmíněn tím, že musí splňovat základní požadavky těch směrnic nového přístupu, které se na ně vztahují. Shoda (konformita) se základními požadavky se prokazuje některým z určených způsobů** (rozhodnutí Rady 93/465/EC). Přitom má výrobce vždy možnost volby (tzv. opce) z několika způsobů prokazování shody. Jakmile je jednou shoda předepsaným způsobem prokázána v kterémkoliv ze členských států, lze výrobek bez jakéhokoliv omezení vyvážet do všech států Unie. Uvedený postup je typickým příkladem odstraňování technických překážek obchodu (TBT) a přináší nejen výraznou úsporu nákladů, ale i úsporu času.

1.2.1. Význam směrnic v legislativě Evropské unie

Jaká je úloha a postavení směrnic v legislativním systému Evropské unie? Zákonodárství EU (tzv. komunitární právo) rozeznává následující dokumenty odlišné právní síly:

- **nařízení (regulations)** – pokud jde o závaznost, jsou pro jednotlivé členské státy EU plně závazná a přímo aplikovatelná,
- **rozhodnutí (decisions)** – jsou závazná pouze pro subjekty, jimž jsou adresována, např. pro členské státy, pro právnické nebo fyzické osoby,
- **směrnice (directives)** – správně „směrnice Evropského parlamentu a Rady“ jsou závazné pro členské státy pokud jde o výsledky a cíle, jichž má být dosaženo a to včetně určení období, kdy jich má být dosaženo. Směrnice jsou právně technickým nástrojem a nemají v členských zemích právní sílu, nicméně je zavazují promítnout zásady příslušné směrnice do národní legislativy. Metoda zavádění směrnic je přitom ponechána na členských státech.

1.2.2. Zásady globální koncepce

Nejdříve je třeba vysvětlit, co je to tzv. regulovaná, resp. neregulovaná oblast:

- **regulovaná oblast** – je oblast výrobků a činností (služeb) chráněná státem a jím stanovenými předpisy. Jedná se o ochranu zdraví a života občanů, jejich bezpečnost, protipožární ochranu, ochranu majetku, životního prostředí, atd. Prokazování shody výrobku (služby) s stanovenými příslušných předpisů je zde **povinné**. Do regulované sféry spadají výrobky, které mohou **ve zvýšené míře** ohrozit oprávněný zájem,
- **neregulovaná oblast** – je ta oblast, pro níž neexistují, či nelze uplatnit závazné předpisy. Zde se shoda prokazuje **dobrovolně**, zpravidla na základě požadavků prodávajícího nebo kupujícího, popř. obou.

Zásady globální koncepce pro **regulovanou oblast**:

- zkoušky potřebné pro prokazování shody a pro povolení užívat označení shody „CE“ může uskutečnit pouze zkušebna, notifikovaná (oznámená) příslušným národním orgánem Komise EU – tzv. **notifikované/oznámené místo** (notified body). Seznam notifikovaných míst je publikován v Úředním věstníku Unie,
- notifikované místo musí přistupovat shodným způsobem ke všem žadatelům, tedy i k žadatelům ze třetích (nečlenských) zemí,
- státní orgány ani notifikovaná místa nemohou libovolně stanovovat procedury prokazování shody ani jejich rozsah. Procedury nutné pro udělení označení „CE“ musí být uvedeny v příslušné směrnici a musí odpovídat modulům, stanoveným rozhodnutím Rady č. 93/465/EEC,
- odborná úroveň notifikovaných zkušeben a certifikačních orgánů musí odpovídat požadavkům norem EN 45000 (řada). Normy stanoví i prostředky sloužící k posouzení konformity s kritérii v nich uvedenými,
- předpokládá se nediskriminační přístup vůči výrobkům ze třetích (nečlenských) zemí.

Zásady globální koncepce pro **neregulovanou oblast**:

- předpokládá se vytvoření prostoru pro vzájemné uznávání zkoušek a certifikátů. Iniciativa bude ponechána na nestátním (soukromém) sektoru. Budou podporovány systémy akreditace na národní úrovni.

1.2.3. Presumpce shody

Volný pohyb výrobků je v zemích Evropské unie podmíněn tím, že musí splňovat základní požadavky těch směrnic, které se na ně vztahují. Vlastní shoda výrobku s příslušnými směrnicemi může být prokazována několika způsoby:

- ze nejjednodušší je pokládána cesta prokazování shody stanoveného výrobku s **harmonizovanými evropskými normami (EN)**, které vycházejí z příslušné směrnice (směrnic). Evropské normy jsou **nezávazné**, pokud však výrobek odpovídá požadavkům v nich uvedeným, má se za to, že automaticky odpovídá i příslušným směrnicím, tzn., že splňuje v nich uvedené **základní požadavky**. Jde o tzv. **presumpci shody (konformity)**. *Poznámka: harmonizované EN jsou takové, které obsahují požadavky, jež jsou uvedeny do souladu se základními požadavky příslušné směrnice. Seznam harmonizovaných EN je publikován v Úředním věstníku EU,*
- druhou cestou je prokazování shody stanoveného výrobku přímo s ustanoveními příslušné **směrnice (směrnic)**. Tento způsob je třeba použít v případech, kdy jsou vyráběny a na společný trh dodávány výrobky, které splňují jiné (např. národní) normy nebo nesplňují vůbec žádné normy. Tento způsob se zatím (dočasně) používá i v případech, kdy pro příslušnou směrnici nebylo možno vydat odpovídající harmonizované evropské normy (EN).

1.3. Soulad se směrnicemi

Jak už bylo uvedeno, je předpokladem volného pohybu zboží (výrobků) v EU, že musí splňovat základní požadavky těch směrnic nového přístupu, které se na ně vztahují. Všimněme si nyní podrobněji struktury směrnic.

1.3.1. Struktura směrnic

Každá směrnice obsahuje následující údaje:

- definici stanovených výrobků, na něž se směrnice vztahuje,
- informaci o:
 - » použitelných modulech (postupech) posouzení shody,
 - » dokladech o použitém způsobu posouzení shody,
 - » náležitostech ES prohlášení o shodě,
- základní požadavky (uvedeny v příloze směrnice),
- seznam výrobků, na které (byť odpovídají definici) se směrnice nevztahuje (uveden rovněž v příloze směrnice),
- náležitosti a obsah technické dokumentace (v příloze směrnice),
- seznam výrobků, u nichž je k posouzení shody nezbytná povinná účast notifikované osoby (v příloze),
- náležitosti činností notifikované osoby, např. přezkoušení typu (v příloze),
- údaje o připojení označení CE.

1.3.2. Základní požadavky

Základní požadavky:

- stanoví nezbytné prvky ochrany oprávněného/veřejného zájmu,
- jsou závazné; pouze výrobky, které jsou v souladu se základními požadavky mohou být uvedeny na trh a uvedeny do provozu,
- musí být úměrné rizikům spojeným s daným výrobkem.

Hlavní zásadou nového přístupu je omezit harmonizaci právních předpisů na základní požadavky, které jsou ve veřejném zájmu. Tyto požadavky se zabývají zejména ochranou zdraví a bezpečností uživatelů a někdy zahrnují i jiné základní požadavky, např. na ochranu majetku nebo životního prostředí.

Základní požadavky jsou stanoveny tak, aby zajišťovaly vysokou úroveň ochrany. Vycházejí buď z určitých rizik spojených s výrobkem (např. z fyzikální a mechanické odolnosti, hořlavosti, z chemických, elektrických nebo biologických vlastností, z hygienických vlastností, radioaktivity) nebo odpovídají výrobku nebo jeho fungování (např. opatření, beroucí v úvahu materiál, návrh, konstrukci, výrobní postup, návod vypracovaný výrobcem) nebo stanoví základní cíle ochrany (např. pomocí názorného návodu). Často jde o kombinaci těchto hledisek. Výsledkem je, že se na daný výrobek vztahuje několik směrnic současně, neboť základní požadavky různých směrnic musí být uplatněny souběžně, aby byly pokryty všechny důležité veřejné zájmy.

Základní požadavky musí být úměrné rizikům spojeným s daným výrobkem. Výrobci tedy mají vypracovat posouzení rizik, aby mohli určit základní požadavky týkající se výrobku. Toto posouzení by mělo být zdokumentováno a zahrnuto do technické dokumentace.

Základní požadavky stanoví cíle, jichž má být dosaženo, nebo rizika, kterými je třeba se zabývat, ale nepředurčují technická řešení těchto otázek. Tato flexibilita umožňuje výrobcům zvolit vlastní cestu ke splnění požadavků. Není pak nutné, aby směrnice nového přístupu byly pravidelně přizpůsobovány technickému pokroku, neboť posouzení, zda byly či nebyly požadavky splněny, je založeno na stavu technických znalostí (tzv. „state of art“) v daném okamžiku.

Základní požadavky jsou stanoveny v přílohách směrnice. I když nejsou v základních požadavcích uvedeny podrobné výrobní specifikace, liší se jednotlivé směrnice v míře podrobnosti svých znění. Cílem je vypracovat dostatečně přesné znění, aby mohly být po převzetí do vnitrostátních legislativních předpisů vytvořeny právně závazné a prosaditelné povinnosti. Formulace základních požadavků mají také za cíl umožnit posouzení shody s nimi i v případě neexistence harmonizovaných norem (tj. v případě, kdy k posouzení shody nelze využít fenoménu presumpce shody) nebo v případě, kdy se výrobce rozhodne harmonizované normy nepoužít.

1.3.3. Postup posuzování shody

V systému Globální koncepce certifikace a zkoušení se shoda posuzuje postupem, popsaným v jednotlivých modulech.

Platí:

- posuzování shody je rozděleno do modulů,
- moduly se vztahují na fázi návrhu výrobku nebo na fázi výroby, případně na obě fáze. Osm základních modulů a jejich osm variant) může být navzájem zkombinováno různými způsoby za účelem vytvoření úplného postupu posouzení shody,
- obecně platí, že výrobek podléhá posouzení shody podle modulu jak ve fázi návrhu, tak ve fázi výroby,
- v každé směrnici nového přístupu je popsána působnost a náplň možných postupů posouzení shody, u nichž se má za to, že poskytují dostatečnou úroveň ochrany. Ve směrnících jsou rovněž uvedena kritéria, určující podmínky, za kterých může výrobce volit, je-li k dispozici více možností.

Posouzení shody podle modulů je založeno na zásahu buď první strany (výrobce) nebo třetí strany (notifikované osoby) a vztahuje se na fázi návrhu výrobku nebo na fázi jeho výroby, případně na obě. Výrobce zůstává odpovědný za provedení postupu posouzení shody v obou fázích, a to i tehdy, zadá-li fázi návrhu nebo fázi výroby jako subdodávku.

Určité směrnice stanovují možnost použít postupy založené na metodách managementu jakosti. V těchto případech se výrobce rovněž může obvykle uchýlit k jednomu postupu nebo ke kombinaci postupů, které nevyužívají metody managementu jakosti, s výjimkou případů, kdy soulad s požadavky vyžaduje výhradní použití určitého postupu.

Moduly založené na metodách managementu jakosti odvozených z norem řady ISO 9000 vytvářejí vazbu mezi regulovanými a neregulovanými sektory. Výrobci tak mohou splnit zároveň povinnosti vyplývající ze směrnic a z potřeb zákazníků. Za určitých podmínek to také umožňuje výrobcům těžit z jejich investice do systému jakosti. Tyto skutečnosti rovněž přispívají k vývoji řetězce jakosti (od jakosti výrobku k jakosti organizací samých) a podporují povědomí o důležitosti strategií managementu jakosti pro zvýšení konkurenceschopnosti.

1.3.4. Technická dokumentace

Směrnice nového přístupu ukládají výrobcům povinnost vypracovat technickou dokumentaci (také „soubor technické dokumentace“) obsahující informace, jimiž se prokazuje shoda stanoveného výrobku s příslušnými požadavky. Dokumentace může být součástí dokumentace systému jakosti, pokud směrnice stanoví postup posouzení shody založený na systému jakosti (moduly D, E, H a jejich varianty). Tato povinnost nastává v okamžiku uvedení výrobku na trh, bez ohledu na zeměpisný původ výrobku.

Technická dokumentace musí být uchovávána po dobu nejméně deseti let od posledního data výroby výrobku, nestanoví-li směrnice výslovně jinou dobu. Jedná se o odpovědnost výrobce nebo jeho zplnomocněného zástupce se sídlem v Unii. V některých případech musí tuto odpovědnost převzít dovozce nebo osoba, která uvádí výrobek na trh Evropské unie.

Požadavky na obsah technické dokumentace se u jednotlivých směrnic liší podle dotčeného výrobku. Obecně má technická dokumentace obsahovat údaje o návrhu, výrobě

a fungování výrobku. Míra podrobnosti dokumentace závisí na povaze výrobku a na tom, co je z technického hlediska nezbytné pro prokázání shody výrobku se základními požadavky příslušných směrnic, a pokud byly použity harmonizované normy, pro prokázání shody s nimi.

V několika směrnících se požaduje, aby technická dokumentace byla sepsána v úředním jazyce členského státu, ve kterém se mají postupy provádět, nebo ve kterém sídlí notifikovaný orgán, popřípadě v jazyce, který notifikovaný orgán akceptuje. Mají-li být postupy posouzení shody při ověřování třetí stranou provedeny řádně, má být dokumentace vždy vypracována v jazyce, kterému notifikovaný orgán rozumí, přestože to není ve všech směrnících nového přístupu výslovně stanoveno.

Poznámka: současné tendence jsou takové, že by technická dokumentace měla být napsána v některé z úředních řečí Unie, tj. anglicky, francouzsky nebo německy nebo v jazyce přijatelném pro notifikovaný orgán. Návod k použití výrobku však musí být ve chvíli jeho umístění na trhu vždy k dispozici v jazyce „cílové“ země, tzn. země, v níž je na trh umísťován.

1.3.5. ES prohlášení o shodě

Ve směrnících nového přístupu je uloženo výrobcům nebo jeho zplnomocněnému zástupci se sídlem v EU vypracovat pro výrobek při jeho uvádění na trh ES prohlášení o shodě. V závislosti na použitém postupu musí být v ES prohlášení o shodě vyjádřeno ujištění, že výrobek buď vyhovuje základním požadavkům směrnic, které se na něj vztahují nebo je ve shodě s typem, kterému byl vydán certifikát přezkoušení typu, a že splňuje základní požadavky příslušných směrnic.

ES prohlášení o shodě musí být uchováváno po dobu nejméně deseti let od posledního data výroby výrobku, nestanoví-li směrnice výslovně jinou dobu. Odpovídá za to výrobce nebo jeho zplnomocněný zástupce se sídlem v Unii. V některých případech musí tuto odpovědnost převzít dovozce nebo osoba odpovědná za uvedení výrobku na trh.

Obsah ES prohlášení o shodě je u jednotlivých směrnic stanoven podle příslušných výrobků. Pro stanovení všeobecných kritérií vztahujících se k prohlášení o shodě lze využít normu EN 45014.

Prohlášení o shodě má obsahovat alespoň následující informace:

- jméno a adresu výrobce nebo jeho zplnomocněného zástupce, který vydává prohlášení,
- jednoznačnou identifikaci výrobku (název, typ nebo číslo modelu, číslo dodávky, série, dávky, původ a počet jednotek apod.),
- výčet všech příslušných ustanovení, která jsou splněna,
- přesné, úplné a jasné odkazy na normy nebo jiné normativní dokumenty (např. na národní technické normy a specifikace),
- všechny doplňující informace, které mohou být vyžadovány,
- název, adresu a identifikační číslo notifikované osoby (pokud se podílela na posouzení shody), číslo a datum

- vydání jejího nálezu (certifikátu nebo jiného dokumentu),
- datum vydání prohlášení,
- funkci a podpis nebo odpovídající označení odpovědné osoby,
- vyjádření, že prohlášení o shodě je vydáváno výlučně na vlastní odpovědnost výrobce, popř. jeho zplnomocněného zástupce.

V případě, že se na výrobek vztahuje několik směrnic nového přístupu, může výrobce nebo jeho zplnomocněný zástupce sloučit všechna prohlášení do jednoho dokumentu. *Poznámka: není to však možné, pokud je ve směrnících požadováno, aby prohlášení ES o shodě mělo specifickou formu – např. ve směrnici, týkající se osobních ochranných prostředků.*

ES prohlášení o shodě musí být na vyžádání dáno ihned k dispozici orgánu dozoru. Ve směrnících týkajících se strojního zařízení, plynových spotřebičů, prostředí s nebezpečím výbuchu, rekreačních plavidel a výtahů je požadováno, aby ES prohlášení o shodě bylo přiloženo k výrobkům.

ES prohlášení o shodě musí být sepsáno v jednom z úředních jazyků Unie. Pokud není v příslušných směrnících obsaženo žádné další ustanovení o jazyku, ve kterém má být prohlášení vypracováno, musí být podle článků 28 a 30 Smlouvy o ES případ od případu posouzeny požadavky členských států na použití určitého jazyka. Výrobky, k nimž musí být prohlášení přiloženo, je musí mít vypracováno v úředním jazyce země určení. Výrobce nebo jeho zplnomocněný zástupce nebo distributor by v takovém případě měl zajistit překlad prohlášení. Vedle toho by měla být dodána i kopie prohlášení v původním jazyce.

1.3.6. Označení CE

Označení CE vyjadřuje shodu se všemi požadavky kladenými na výrobce ohledně jeho výrobku na základě směrnic, stanovících jeho připojení. Označení CE, kterým je výrobek opatřen, představuje prohlášení fyzické nebo právnické osoby, která je připojila nebo odpovídala za jeho připojení, že výrobek vyhovuje všem příslušným předpisům a podstoupil všechny náležité postupy posouzení shody. Členské státy tudíž nemohou omezovat uvádění výrobků s označením CE na trh a do provozu, pokud nejsou tato opatření odůvodněna na základě důkazu o neshodě výrobku.

Jelikož všechny výrobky, na které se směrnice nového přístupu vztahují, nesou označení CE, není toto označení určeno k tomu, aby sloužilo k obchodním účelům. Označení CE rovněž není označením původu, protože neudává, že výrobek byl vyroben na území Unie.

Označení CE je povinné a musí být připojeno dříve, než je jakýkoliv výrobek, na nějž se tato povinnost vztahuje, uveden na trh/do provozu. U výrobků podléhajících několika směrnicím, které stanoví připojení označení CE, toto označení udává, že výrobky splňují předpoklad shody s ustanoveními (základními požadavky) všech těchto směrnic. Výrobek nesmí nést označení CE, pokud se na něj nevztahuje směrnice vyžadující jeho připojení. Označení CE musí mít tvar, znázorněný na následujícím obrázku



Obr. 1: Označení CE

Označením CE nesmí být výrobek opatřen v zásadě do té doby, než je ukončen postup posuzování shody, který zaručuje, že výrobek vyhovuje ustanovením všech na něj se vztahujících směrnic. Obvykle je to na konci výrobní fáze. To nečiní žádný problém, jestliže je např. označení CE na štítku s údaji, kterým před výstupní kontrolou není výrobek opatřen. Jestliže však označení CE tvoří neoddelitelnou část výrobku nebo jeho součásti (např. při odlévání nebo ražení), může být označení připojeno v jakékoli fázi výroby, pokud je přiměřeným způsobem ověřena shoda výrobku během celé výroby.

Označením CE má být zpravidla opatřen výrobek nebo jeho štítek s údaji. Kromě toho jím může být opatřen např. obal nebo přiložené dokumenty. Označení CE vyjadřuje shodu se základními veřejnými zájmy v oblasti působnosti příslušných směrnic. Proto má být považováno za základní informaci pro úřady členských států a také pro ostatní strany (např. distributory, uživatele, spotřebitele). Proto musí být jednak dobře viditelné (minimální výška 5 mm), jednak nesmazatelné.

1.3.7. Notifikované/oznámené osoby

Notifikované/oznámené osoby (orgány) plní úkoly týkající se postupů posuzování shody podle příslušných směrnic nového přístupu, pokud je vyžadována účast třetí strany.

Členské státy EU jsou odpovědné za jejich notifikaci. Mohou vybrat osoby, které notifikují, z orgánů patřících pod jejich pravomoc, jež trvale vyhovují požadavkům směrnic a zásadám stanoveným rozhodnutím 93/465/EEC. Notifikovanou osobou se může stát pouze právnická osoba se sídlem na území členského státu.

Cílem posouzení orgánu, žádajícího o notifikaci je zjistit, zda je technicky způsobilý a schopný vykonávat příslušné postupy posuzování shody a zda může prokázat nezbytnou úroveň nezávislosti, nestrannosti a bezúhonnosti. Kromě toho má způsobilost notifikované osoby podléhat pravidelnému dozoru a má se řídit praxí, kterou zavedly akreditační organizace.

Členské státy na sebe berou konečnou odpovědnost za způsobilost notifikovaných osob vzhledem k ostatním členským státům a institucím Unie. Z toho důvodu musí ověřovat způsobilost orgánů žádajících o notifikaci. Ověřování musí být založeno na kritériích určených příslušnou směrnicí ve spojení se základními požadavky a daným postupem posuzování shody. Kritéria způsobilosti stanovená směrnicemi zpravidla zahrnují:

- dostatečný lidský potenciál a vybavení,
- nezávislost a nestrannost ve vztahu k těm, kteří jsou přímo nebo nepřímo zainteresováni na výrobku (např. konstruktér, výrobce, zplnomocněný zástupce výrobce, dodavatel, osoba, která montuje nebo instaluje výrobek, uživatel),

- odpovídající technickou způsobilost pracovníků s ohledem na dané výrobky a postupy posuzování shody,
- zachování služebního tajemství a bezúhonnosti a
- uzavřené pojištění občanskoprávní odpovědnosti, pokud tuto odpovědnost nepřebírá podle vnitrostátních předpisů stát.

Důležitými prostředky pro stanovení shody s požadavky příslušné směrnice (na notifikaci) je akreditace podle normy 17025. Akreditace podle normy 17025 je výhodou pro technickou stránku notifikace, a přestože není povinná, zůstává důležitým a privilegovaným prostředkem pro vyhodnocení způsobilosti, nestrannosti a bezúhonnosti orgánů, které mají být notifikovány. Národní notifikující úřady by měly akreditaci považovat za nejvhodnější technické východisko při posuzování, aby zmenšily rozdíly v kritériích užívaných při notifikaci.

Řada norem EN 45000 resp. 17025 zahrnuje různé typy orgánů posuzování shody (certifikační orgány, zkušební laboratoře, inspekční orgány). Není podstatné, zda se orgán sám nazývá laboratoř, certifikačním nebo inspekčním orgánem, pokud plní úkoly v postupu posuzování shody a je technicky způsobilý činit tak nezávislým a nestranným způsobem.

Seznam notifikovaných/oznámených osob ve vazbě na jednotlivé směrnice nového přístupu lze najít v Úředním věstníku EU.

1.3.8. Dozor nad trhem

Dozor nad trhem je základním nástrojem prosazování směrnic nového přístupu. Účelem dozoru nad trhem je zajistit, aby ustanovení příslušných směrnic byla dodržována v celé EU. Občané mají právo na odpovídající stupeň ochrany v rámci jednotného trhu, bez ohledu na původ výrobku. Dozor nad trhem je dále důležitý pro hospodářské subjekty, protože pomáhá předcházet nekalé soutěži.

Členské státy Unie jsou povinny jmenovat nebo zřídit orgány odpovědné za dozor nad trhem. Tyto orgány musí mít nezbytné prostředky a pravomoci k výkonu dozoru, musí zajistit technickou způsobilost a profesionální bezúhonnost svých pracovníků a jednat nezávisle a nediskriminačně s respektováním zásady přiměřenosti.

Notifikované osoby nesmí být ze zásady odpovědné za vykonávání dozoru nad trhem. Předchází se tak střetu zájmů.

Dozor nad trhem je povinností orgánů veřejné moci. Je tomu tak zejména proto, aby byla zaručena nestrannost vykonávání dozoru nad trhem. Každý členský stát si může určit vlastní infrastrukturu dozoru nad trhem, například není omezován v rozdělení odpovědností mezi orgány na funkčním nebo geografickém základě, pokud je dozor nad trhem účinný a pokrývá celé území. Z toho vyplývá, že právní a administrativní infrastruktura dozoru se v jednotlivých členských státech liší. Proto je nutná zejména účinná administrativní spolupráce příslušných orgánů veřejné moci v zájmu zajištění stejného stupně ochrany v celé Unii, a to navzdory skutečnosti, že způsobilost pro výkon dozoru nad trhem je omezena pouze na území jednotlivých členských států.

Orgán dozoru může smluvně zadat technické úkoly (např. zkoušení nebo inspekci) jinému orgánu, pokud sám zůstane plně odpovědný za jeho rozhodnutí a pokud u toho orgánu nedohází ke střetu zájmů mezi činností posuzování shody a úkoly vyplývajícími z dozoru. Učiní-li tak, musí velmi pečlivě dbát na to, aby nestrannost posudku, který obdrží, byla mimo veškerou pochybnost. Odpovědnost za rozhodnutí učiněné na základě takového posudku zůstává na orgánu dozoru.

1.3.9. Revize „Nového přístupu“

Volný pohyb zboží neomezovaný technickými překážkami je pro stanovené výrobky upraven Směrnicemi Evropského parlamentu a Rady, které se týkají globální koncepce certifikace a zkoušení, posuzování shody, označení CE atd. Od roku 1985 platí pro množinu stanovených výrobků navíc tzv. Nový přístup. Praxe si vyžádala další zpřesňování a zlepšování pravidel, platných pro oblast volného pohybu výrobků v rámci EU. Výsledkem intenzivních činností na revizi Nového přístupu je tzv. Nový legislativní rámec (NLF – New Legislation Frame). Ten je tvořen třemi významnými právními dokumenty, které schválila Rada Evropské unie 9. 7. 2008. Jedná se o:

- rozhodnutí Evropského parlamentu a Rady č. 768/2008/ES o společném rámci pro uvádění výrobků na trh a o zrušení rozhodnutí Rady č. 93/465/EHS
- nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 765/2008/ES, kterým se stanoví požadavky na akreditaci a dozor nad trhem týkající se uvádění výrobků na trh a kterým se ruší nařízení č. 339/93/EHS
- nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 764/2008/ES, kterým se stanoví postupy týkající se uplatňování některých vnitrostátních technických pravidel u výrobků uvedených na trh v jiném členském státě a kterým se zrušuje rozhodnutí 3052/95/ES.

První dva legislativní dokumenty nabyly účinnosti k 1. lednu 2010, další již 13. 5. 2009.

1.4. Posuzování shody v ČR

1.4.1. Zákon o technických požadavcích na výrobky

Legislativa EU, týkající se posuzování shody, byla do českého právního systému převzata zákonem č. 22/1997 Sb., v aktuálním znění o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů.

Oproti zákonu o státním zkušebnictví č. 30/1968 Sb., ve znění pozdějších úprav a doplnění, který platil v České republice do 31. srpna 1997 jsou principy a postupy posuzování a prokazování shody v zákoně o technických požadavcích na výrobky č. 22/1997 Sb., v platném znění pojaty **zcela odlišným způsobem**.

Zákon o technických požadavcích na výrobky akcentuje tři základní principy. Jde především o **liberalizaci** pojetí a postupů prokazování shody. V praxi to znamená, že oproti bývalému pojetí se v současnosti silně zmenšil objem výrobků, u nichž je shodu potřeba prokazovat za účasti **třetí strany**, tzn. zkouškami výrobku v nezávislé zkušební laboratoři nebo certifikačním místě. Výrobci/dovozci je v míře

daleko větší než dříve umožněno uplatňovat u vybraných skupin výrobků postup, využívající **prohlášení výrobce o shodě**.

Druhým principem je důsledná **deátizace** (odstátnění). I když se i v zákoně č. 22/1997 Sb., v platném znění stále mluví o „státním zkušebnictví“ (§ 9 a 11), může Úřad pro normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví jako výkonný orgán státní správy udělit tzv. **autorizaci** i „nestátní“ právnické osobě, pokud splňuje požadavky na způsobilost k výkonu zkušebnictví, uvedené v § 11 zákona. To nebylo podle původní právní úpravy možné. Podle zákona č. 30/1968 Sb. mohly být výkony státního zkušebnictví uskutečňovány jen ve státních zkušebnách. Tak zvané **autorizované osoby** již nemají charakter orgánů státní správy.

Konečně třetím důležitým principem je tzv. **komoditní pojetí** posuzování shody (na rozdíl od dřívějšího **resortního**). Co to znamená? Jednotlivá vládní nařízení, na jejichž základě je nový způsob posuzování shody realizován, jsou uspořádána komoditně, tzn. vždy pro určitou oblast výrobků, např. strojní zařízení, spotřebiče spalující plyná paliva nebo hračky. **Nařízení vlády** jsou **transformací směrnic EU do legislativního systému České republiky** a vycházejí z komoditního pojetí, běžného v Unii. Pokud výrobek splní základní požadavky, uvedené v nařízeních vlády, která se na něj vztahují, lze jej pokládat za bezpečný a může být uváděn na trh (do provozu). Dřívější, tzv. resortní pojetí v praxi znamenalo, že požadavky na bezpečnost výrobku byly stanoveny závaznými resortními předpisy (např. hygienickými předpisy Ministerstva zdravotnictví, bezpečnostními předpisy Českého úřadu bezpečnosti práce, požárními předpisy Ministerstva vnitra - hlavní správy požární ochrany, předpisy Českého báňského úřadu apod.). K posouzení bezpečnosti výrobku v systému resortního pojetí posuzování shody musel výrobce/dovozce prokázat jeho shodu s celou řadou resortních předpisů. To bylo samozřejmě zdlouhavé a nákladné. Proto zvolila Česká republika v souladu s vžitou a osvědčenou praxí v Evropské unii rovněž komoditní pojetí prokazování shody.

1.4.2. Nařízení vlády, jimiž se zákon o technických požadavcích na výrobky provádí

Vláda České republiky vydává podle § 12 zákona č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů v platném znění postupně **nařízení**, jimiž se zákon provádí.

Každé nařízení obsahuje definici (vymezení) tzv. **stanovených výrobků**, na které se vztahuje a dále seznam případů, kdy nařízení vlády nelze použít, byť předmětný výrobek odpovídá definici v něm uvedené. Dále jsou v něm vyjmenovány postupy posuzování shody, požadavky na obsah technické dokumentace a náležitosti, které musí mít prohlášení o shodě. Popsány jsou činnosti autorizované osoby v procesu posuzování shody. Je uveden rovněž seznam stanovených výrobků, u nichž není posouzení shody možné bez povinné účasti **autorizované osoby**. Konečně jsou v nařízení uvedeny **základní požadavky**, které musí výrobek splnit, aby mohl být pokládán za bezpečný.

1.4.3. Autorizované osoby

Úřad pro normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví uděluje tzv. **autorizovaným osobám** oprávnění (autorizaci) k posuzování shody podle jednotlivých vládních nařízení (dále jen NV). U některých vládních nařízení byla autorizace udělena několika subjektům, u jiných byla jmenována pouze jediná autorizovaná osoba. V případech, kdy se na posuzování shody v rámci jednoho NV podílí více autorizovaných osob, pověřil ÚNMZ jednu z nich jako tzv. **koordinující autorizovanou osobu**. Ta odpovídá zejména za koordinaci činností jednotlivých autorizovaných osob v procesu posuzování shody, sjednocování interpretací základních požadavků příslušného NV, sjednocování zkušebních metodik a postupů, atd.

1.4.4. Dozor nad trhem

Dozor nad tím, zda pro stanovené výrobky uváděné na trh bylo vydáno prohlášení o shodě a zda vlastnosti stanovených výrobků uvedených na trh a náležitosti posouzení shody odpovídají stanoveným podmínkám vydaného prohlášení o shodě, provádí organizace, uvedené v zákoně č. 22/1997 Sb., v aktuálním znění, z nichž nejvýznamnější roli hraje **Česká obchodní inspekce**.

Český systém posuzování shody podle zákona č. 22/1997 Sb., v aktuálním znění a navazujících vládních nařízení je **kompatibilní** s úpravou, platnou v EU.

Česká obchodní inspekce je podle § 18 a 19 zákona č. 22/1997 Sb., v aktuálním znění vybavena odpovídajícími pravomocemi a ve stanovených případech může při porušení zákona udělovat pokuty až do výše 20 milionů korun. Při ukládání pokut se přihlíží zejména k závažnosti, způsobu, době trvání a následkům protiprávního jednání. Pokutu lze uložit do jednoho roku ode dne, kdy se orgán oprávněný k uložení pokuty dozvěděl o porušení povinností, nejpozději však do pěti let ode dne, kdy k porušení takové povinnosti došlo. Pokuta je splatná do 30 dnů od nabytí právní moci rozhodnutí o uložení pokuty. Pokuty vybírá a vymáhá podle zákona o správě daní a poplatků orgán, který je uložil. Výnos pokut uložených podle tohoto zákona je příjmem státního rozpočtu. Uložením pokuty není dotčena povinnost k náhradě škody.

Tato stat' je rozdělena do dvou částí. První část, v níž je čtenář informován o posuzování shody v EU, technických překážkách obchodu, volném pohybu výrobků, souladu se Směrnicemi a pojetím a postupy posuzování shody v České republice je uveřejněna v tomto čísle Metrologie, další část bude publikována v čísle 4/2013.



STANOVOVÁNÍ KALIBRAČNÍCH INTERVALŮ - 2

Doc. Ing. Jiří Horský, CSc.

Úvod

Článek "Stanovování kalibračních intervalů" [1] se bývá základním problémem zajištění přesnosti měření a metrologie, který provází tento obor po celou dobu jeho historie a nikdy ho provázet nepřestane. Této problematice se věnuje řada odborných článků i knih, u nás se tomuto tématu podrobněji věnoval už úkol plánu Metrologie č. M29/98 v roce 1998 [2]. Velká většina norem a mezinárodních dokumentů je obecná, ale metrolog organizace hledá co nejjednodušší, ale vyhovující řešení a zajímají ho proto zkušenosti a rady z literatury. Dále jsou proto vybrány i některé dokumenty s upřesněnou konkrétní dobou recalibrace v oboru elektrických veličin (dále v textu je jako recalibrace označena další v pořadí opakovaná kalibrace).

Elektronické přístroje

Následující úvahy jsou psány hlavně z pohledu kontroly měřicích přístrojů, které používají elektronické obvody. To nemusí být jen elektronické měřicí přístroje, ale i mnoho přístrojů a měřicích sestav, často s převodníky, včetně počítačových systémů pro nejrůznější měření. Takové přístroje obsahují tisíce součástí a zajištění jejich spolehlivé činnosti ovlivňuje každá z nich jinak. Nejméně problematická z hlediska přesnosti měření je plná havárie, která znemožní špatné použití přístroje (porucha). Nejvíce problematické jsou metrologické poruchy, kdy je přístroj zdánlivě v pořádku, ale měří mimo očekávanou specifikaci.

Většina našich metrologů hledá co nejjednodušší a při tom vyhovující postup stanovení data příští kalibrace.

V principu existují 3 možnosti, při recalibraci zjistíme

1. že je vše v pořádku, nebo,
2. že se přístroj blíží k hranici specifikace, nebo,
3. že je přístroj mimo specifikaci.

V případě 1 nám ekonom položí otázku, zda kalibrace nebyla zbytečně brzo.

V případě 2 jsme se trefili do oblasti, kdy je potřebné a možné provést nápravná opatření.

V případě 3 je už pozdě a je nutno řešit následky. V případě, že se to stane kalibrační laboratoři, tak řeší problém od poslední recalibrace. Pokud se prováděla mezilhůtová kontrola dostatečně podrobně, tak se doba, po kterou mohlo být prováděno měření špatně, zkrátí z doby od poslední kalibrace na dobu od posledního mezilhůtového porovnání (pokud při porovnání bylo vše v pořádku a porovnání bylo i v oblasti, ve které později vznikla závada).

Problémem mnoha materiálů ke stanovení kalibračních intervalů měřicích přístrojů je jejich obecnost a u řady i (někdy jen zdánlivá) vědeckost. Existují i programy pro predikci kalibračního intervalu (například Predictor) a vyvinul se i nový obor, tak zvaná prediktivní metrologie.

V dnešní době je 3,5 místný kvalitní DMM s 20 rozsahy pro 5 měřených veličin prodáván za cenu od 1 USD. Za podobnou cenu není možné zajistit kalibraci a je na uživateli,

aby podle toho, jak přístroj používá, zvolil rozsah a interval recalibrace nebo i koupil nového přístroje. Pokrok v posledních letech způsobil, že velmi kvalitní 6,5 dig. DMM se prodávají za ceny od 500 USD. To umožňuje v řadě případů použít 6,5 dig. DMM hlavně pro výrobní kontroly, kde je potřeba přesnosti jen 3,5 až 5,5 dig. DMM, s podstatně zvýšenou pravděpodobností, že takový DMM ani po dlouhé době nevybočí ze specifikace potřebné k měření.

Doporučení výrobců

Většina výrobců elektronických měřicích přístrojů doporučuje, aby jejich přístroje byly kalibrovány každých 12 měsíců, bez ohledu na skutečnou dobu jejich provozu. Kritérium 12 měsíců bylo stanoveno už před dobou zavedení moderní elektroniky do přístrojů. Bylo zavedeno v USA normalizačním orgánem ANSI a sdružením výrobců SAMA v dokumentu **ANSI/SAMA Accuracy Specifications, Z236.1- 1983**. U nás bylo aplikováno až s velkým zpožděním.

Nejznámější a největší výrobce elektronických měřicích přístrojů, firma **Agilent v Application Note: Setting and Adjusting Instrument Calibration Intervals**, popisuje z pohledu výrobce, že dobře definovaný interval recalibrace je jeden rok; ten vyhovuje kompromisu mezi cenou a nepohodlím recalibrace a potřebou udržovat přístroj v rozsahu jeho specifikace. Dobře stanovený počáteční kalibrační interval také snižuje rizika, která pocházejí s nepřesného měření a chybného rozhodnutí dobrý / vadný. Přístup Agilent používá dobře známé a definované procesy nastavení počátečního kalibračního intervalu a pak se posoudí i možnost rozšíření tohoto intervalu. Před zavedením nového produktu je odpovědností vývojáře a inženýra kvality správně stanovit doporučený interval kalibrace. Postupuje se při tom z pohledu na spolehlivost měření a dat z minimálně tří oblastí:

- Data z podobných výrobků.
- Údaje pro jednotlivé komponenty používané v přístroji.
- Údaje o všech podsestavách.

Zvažují se i data existujících vyspělých produktů a také typické provozní podmínky i výsledky zkoušek spolehlivosti a vlivu prostředí. Ty se dělají na prototypch. Inovativní design výrobku také hraje roli. V posledních letech byly začleněny vestavěné obvody a firmware, které monitorují stav přístroje a s automatickým nastavením pro udržení maximální přesnosti v rámci automatického nastavení. V minulosti většina výrobců stanovila 12 měsíců jako maximální kalibrační interval. I dnes je 12 měsíců stále nejčastější. Snaha je zvýšit doporučený interval na 24 nebo 36 měsíců. To je jedním z klíčových přínosů z nové generace konstrukce výrobků. Tento proces má dva hlavní kroky: první je kontrola dat ze servisů po celém světě, a pokud je dostatek dat k dispozici, provedou se podrobné statistické analýzy, na jejichž základě je možné upravit recalibrační interval. Kalibrační laboratoř má situaci jednodušší, protože analyzuje data z kalibrací a mezilhůtových porovnání pro konkrétní přístroj.

Normy a mezinárodní dokumenty

Základní dokument pro akreditované kalibrační laboratoře **ILAC – G24:2007** Pokyny pro stanovení kalibračních intervalů měřicích přístrojů je přehledný, ale zůstává v obecné rovině. Také normy a mezinárodní dokumenty z oblasti kvality se zmiňují stanovení kalibračních intervalů. Jmenujme **ISO-9001**, **ISO 17025**, **ANSI / NCSL Z540** (US norma) i **MIL-STD-45662A** (stará US vojenská norma z roku 1962, používaná ale celosvětově). Všechny dokumenty požadují, aby, pokud je to nezbytné pro zajištění platných výsledků, byla měřicí zařízení kalibrována v určitých intervalech nebo před použitím a udržována tak, aby byla zajištěna přijatelná spolehlivost měření. Spolehlivost měření je definována jako pravděpodobnost, že měřidlo zůstane v toleranci po celou dobu používání.

Pokyny pro stanovení kalibračních intervalů měřicích přístrojů ILAC – G24:2007 jsou základním dokumentem pro akreditované kalibrační laboratoře, to znamená, že se týkají hlavně etalonů, ale samozřejmě se dají použít i pro pracovní měřidla. Protože pokyny platí pro všechny obory, musí být obecné. Počáteční rozhodnutí při stanovení kalibračního intervalu je založeno na

- doporučení výrobce přístroje,
- očekávaném rozsahu a náročnosti použití,
- vlivu prostředí,
- požadované nejistotě měření,
- maximální přípustné chybě (např. ze strany orgánů legální metrologie),
- vlivu měřené veličiny (např. vlivy vysokých teplot na termočlánky)
- a na shromážděných nebo zveřejněných datech o stejných nebo obdobných zařízeních.

Publikace: **ILAC – G24:2007** popisuje několik základních metod prověření rekalkbračního intervalu: První metoda je **schodová funkce**. Vždy, když dojde ke kalibraci přístroje v rámci pravidelné rekalkbrace, je následný interval prodloužen, pokud se zjistí, že se přístroj pohybuje v rámci zvoleného ochranného pásma, např. 60% nebo 70 % maximální přípustné chyby, která je požadována pro měření, nebo zkrácen, pokud se zjistí, že se přístroj dostal mimo rámec této maximální přípustné chyby. Tato „schodišťová“ odezva může vytvořit rychlé seřízení intervalů a lze jej snadno provádět bez velkého administrativního úsilí. Řada výrobců umožní vytvořit jednoduše ochranné pásmo tím, že udává specifikaci pro úroveň pravděpodobnosti 99% a pokud tuto specifikaci použijeme pro předpokládanou úroveň pravděpodobnosti 95 %, automaticky vzniklo ochranné pásmo bez přepočtů.

Druhá metoda v zásadě funguje tak že se provede **výběr významných kalibračních bodů** a příslušné výsledky jsou zaznamenány a **sledovány v časové ose**. Z těchto záznamů se počítá rozptyl výsledků i drift. Z těchto hodnot je pak možno vypočítat optimální interval. Problém je definovat významné kalibrační body pro velmi velký rozsah měření u mnoha typů přístrojů. Pokud je ale přístroj používán například ve výrobní lince v omezeném rozsahu svých možností, je výběr významných kalibračních bodů mnohem snazší.

Metoda provozního času byla obvyklá u přístrojů ze SSSR, které měly vestavěný měřič provozních hodin. Jedná se o určitou variaci předchozích metod. Základní metoda zůstává beze změny, ale kalibrační interval je vyjádřen v hodinách používání namísto kalendářních měsících. Přístroj je vybaven s indikátorem uplynulého času a je vrácen ke kalibraci, když tento indikátor dosáhne stanovené hodnoty. Příklady přístrojů jsou termočlánky používané při extrémních teplotách, pístový tlakoměr pro tlak plynu, délková měřidla (např. přístroje, které mohou podléhat mechanickému opotřebení). Pro elektronické přístroje nemá doba provozu určující vliv. Významnou teoretickou výhodou této metody je skutečnost, že počet provedených kalibrací a tím i náklady na kalibrace se mění přímo úměrně s délkou času, po který se přístroj opravdu používá. Kromě toho dochází k automatické kontrole využití přístroje. S použitím automatické kontroly je však spojeno mnoho praktických nevýhod, protože není možno tuto kontrolu použít u pasivních přístrojů (například zeslabovačů) nebo etalonů (odpor, kapacita, atd.) a neměla by se používat, když je u přístroje známo, že vykazuje drift nebo zhoršuje své vlastnosti i když je uložen nebo když je s ním manipulováno nebo když je vystaven řadě krátkých cyklů typu zapnuto/vypnuto. Pro elektronické přístroje není doba provozu určující.

Kontrola během činnosti přístroje použitím kontrolních vzorků („černé skříňky“). Tato metoda byla popsána dříve v nyní již neplatné normě ISO 12001-2 i v citovaném článku [1]. Jedná se o určitou variaci metod 1 a 2 popsaných v **ILAC – G24:2007** a je zvláště vhodná pro složité přístroje nebo výrobní měřicí sestavy, u kterých je často nenahraditelná. Kritické parametry se kontrolují často (jednou denně nebo i častěji) pomocí přenosného kalibračního přístroje nebo pokud možno pomocí „černé skříňky“ vytvořené specificky pro kontrolu vybraných parametrů. Pokud se pomocí „černé skříňky“ zjistí, že daný přístroj je mimo maximální přípustnou chybu, je vrácen k plné kalibraci. Velkou výhodou této metody je skutečnost, že poskytuje maximální dostupnost pro uživatele přístroje a prověří nejen vlastní přístroj, ale i celou sestavu, včetně kabeláže a možných problémů, například vlivem zemnění a vlivem rušení v provozních podmínkách nebo vlivem dálkového ovládání. Je **velmi vhodná pro přístroje ve výrobních linkách**, neboť pracuje téměř v reálném čase a zabrání propuštění vadných výrobků. Kompletní kalibrace je provedena až tehdy, když je známo, že je žádoucí. Problém spočívá v rozhodnutí o kritických parametrech a v navržení „černé skříňky“. Přestože je daná metoda teoreticky velmi spolehlivá, je mírně nejednoznačná, neboť přístroj může vykazovat poruchu u nějakého parametru, který není měřen „černou skříňkou“. Kromě toho platí, že charakteristiky samotné „černé skříňky“ nemusejí zůstat konstantní, ta má vlastně pro měření funkci etalonu. Příklady přístrojů vhodných pro tuto metodu jsou měřidla hustoty (rezonačního typu), Pt-odporové teploměry (ve spojení s metodami na bázi kalendářního času), dozimetry (včetně zdroje) a měřiče hladiny hluku (včetně zdroje).

Co říkají jiné dokumenty? **NCSL International**, je organizace, chce sloužit měření. Byla založena v roce 1961 má více než 1000 členských organizací z akademické, vědecké, průmyslové, komerční a vládní zařízení po celém světě,

ale hlavně v USA. **NCSLI Recommended Practice RP-1** „Establishing and Adjustment of Calibration Intervals,“ je obecný, ale poměrně podrobný starší dokument, předcházející ILAC – G24:2007. Snaha konkretizovat kalibrační interval co nejjednodušeji vedla k vývoji programů, které se odvolávají na dokument RP-1, jako je Predictor, nebo i ke zjednodušenému výpočtu na základě 3 posledních rekalibrací. Slabina tohoto, vládou USA podporovaného úkolu je to, že výsledek je plně závislý na subjektivním stanovení váhových koeficientů jednotlivých rekalibrací.

UL Dokument 00-OP- J0026 uvádí i další konkrétnější pokyny. (UL je rozsáhlá mezinárodní nezávislá expertní společnost). Podle ní kalibrační interval musí být:

- první jak bylo doporučeno výrobcem přístroje,
- jeden rok pro elektrické, elektronické a mechanické měřicí zařízení,
- tři roky pro mechanické měřicí zařízení vyrobené z materiálů, které nepodléhají stárnutí.

Kalibrační interval může být prodloužen na základě následujících podmínek a důvody musí být písemně doloženy. Pro pasivní elektrická měřicí zařízení, jako jsou transformátory proudu a napětí, může být kalibrační doba prodloužena na 3 roky, pokud byly dobré výsledky počáteční kalibrace a zařízení nebylo vystaveno přetížení při použití.

Podnikové dokumenty uživatelů, jako například pro měření zvuku a vibrací přístrojů u firmy Scantek, Inc. [4], jsou založeny na diferencovaném stanovení kalibračních intervalů, souběžně s kontrolou funkčnosti po každém měření v terénu. Čím více jsou přístroje citlivé na vliv okolí, (jako například mikrofony), tím se musí častěji kalibrovat (9-12 měsíců), častěji než obvyklé elektronické přístroje (1-1,5 roku). Také velmi nové a velmi staré přístroje mají být kontrolovány každý rok. Tyto intervaly jsou aktualizovány vždy, kdy se při kalibraci odhalí, že výsledky jsou mimo toleranci.

Výběr z některých dokumentů

Amerika

Kritérium 12 měsíců bylo stanoveno už před dobou zavedení moderní elektroniky do přístrojů. Bylo zavedeno v USA normalizačním orgánem ANSI a sdružením výrobců SAMA v dokumentu ANSI/SAMA Accuracy Specifications, Z236.1- 1983. Odkazy na tento termín najdeme v mnoha dokumentech, hlavně z Ameriky (například v Mexiku).

Akreditační orgán **A2LA v USA** v programu požadavky kalibrace A2LA ze srpna 2001 zmiňuje formální požadavky na kalibrační intervaly. Intervaly kalibrace musí být stanoveny tak aby se řídila pravděpodobnost, že měření na konci kalibračního intervalu nejsou mimo tolerance. Metoda sloužící k nastavení intervalů by měla být založena na dokumentovaném stanovení parametrů sledovaného etalonu.

Evropa

U nás se dokumentace přístrojů psala jednotně, viz ČSN 35 6506 z 6.9.1983 „Elektronické měřicí přístroje“. Dokumentace dodávaná s elektronickými měřicími přístroji, nahrazená později EN 61 187, podle IEC 1187:1993 „Elek-

trická a elektronická měřicí zařízení -Průvodní dokumentace.“ Požadavky na dobu rekalibrace se zpočátku nepsaly vůbec, později se začala chápat doba platnosti specifikace omezená na dobu záruky, která byla určena obecnými předpisy a byla obvykle půl roku. V TESLA BRNO, která byla u nás hlavním výrobcem elektronických měřicích přístrojů, byl zaveden kolem roku 1980 i program spolehlivosti, s výpočty spolehlivosti přístroje a životnostními zkouškami. Nikdy ale nebyly na základě tohoto programu stanoveny intervaly rekalibrace ani jejich úpravy a doba platnosti specifikace nebyla stanovena ani normami řady 3565, které se týkaly měřicích přístrojů (a byly dost podrobné).

Ve Velké Británii byly popsány podrobně obecné zásady stanovení rekalibračních intervalů v roce 1993 v kapitole 6 dodatku k dokumentu Supplement to NAMAS accreditation standard M10 Measurement and calibration systéme ještě s odkazy na normy ISO 10012-1:1992 a BS 5718-1:1992.

Asie

Singapur. Doplnková kritéria pro dobrou laboratorní praxi (GLP), vydal SAC-SINGLAS (akreditační orgán Singapuru) v **Technical Notes MET 001, Nov 06 v Specific Requirements for Calibration and Measurement Laboratories, Accreditation Scheme for Laboratories** (výňatky ze zajímavých částí včetně číslování podle originálu):

- 1.1 akreditace pro kalibrační laboratoře není omezena jen na precizní přístroje. Může se týkat i poměrně velkých nejistot podle práce a vybavení laboratoře.
- 3.3 Kalibrace je jen jeden z prvků činnosti laboratoře, který není sám o sobě dostatečný pro zajištění přesnosti. Ta je dána výběrem a instalací etalonu, mezilhůtovými kontrolami a kalibracemi a správnou prací s přístroji.
- 3.4 Poměr nejistot při kalibraci by měl být mezi 4:1 až 10:1 ale minimálně 2:1

Hongkong. HOKLAS (akreditační orgán Honkongu)

v Supplementary Criteria No. 2 All Test Categories – Equipment Calibration and Verification, DODATEK B udává požadavky na kalibraci elektrických a elektronických zařízení pro měření. Je třeba zdůraznit, že doporučená doba rekalibrace podle HOKLASu je obecně považována za maximální použitelnou a v každém případě se požaduje, aby i ostatní kritéria uvedená níže byla splněna:

- zařízení je kvalitní a osvědčené odpovídající stability,
- laboratoř má vybavení, personál a odborné znalosti k provádění odpovídající vnitřní kontroly,
- pokud existuje podezření nebo údaj o přetížení nebo nesprávné činnosti, zařízení bude kontrolováno ihned a poté v poměrně častých intervalech až je možno prokázat, že stabilita nebyla narušena.
- Kde výše uvedená kritéria nejsou splněna, mají být stanoveny kratší rekalibrační intervaly. Rekalibrační doba může být prodloužena jen ve zvláštních případech, kdy má laboratoř prokázánu mimořádnou schopnost interního zajištění kontroly a úspěšnou účast prověření odborné způsobilosti v programu mezilaboratorních porovnání. Doporučené maximální doby rekalibrací v Hongkongu v HOKLAS jsou uvedeny v **tab. 1**.

Indie

Dokument NABL 121 SPECIFIC CRITERIA *for* CALIBRATION LABORATORIES IN ELECTRO – TECHNICAL DISCIPLINE zůstává velmi obecný, říká, že: Etalony a měřicí zařízení laboratoře by měly být kalibrovány v pravidelných intervalech. Kalibrační certifikáty, záznamy o historii musí být bezpečně uloženy v laboratoři. Program recalibrace nových i starých etalonů a měřicí zařízení musí být vypracován po konzultaci s laboratoři s vyššími schopnostmi a tento program by měl být dodržen.

Afrika

Egypt. Zajímavý je dokument **R02L EGAC** Egyptské akreditace Egyptian Accreditation Council EGAC z roku 2006, kde je uvedeno: (výňatky ze zajímavých částí včetně číslování podle originálu)

- 5.3 Rekalibrační interval se stanoví na základě nejméně 3 předchozích kalibrací, které musí prokázat, že etalon je stabilní.
- 5.4 Rekalibrační interval musí být takový, aby etalon nepřekročil specifikaci. Pokud to ale historie etalonu prokáže, může být tato doba prodloužena.
- 7.7 Rekalibrační interval musí být zkrácen pokud mezikalibrační kontroly a výsledky předchozích kalibrací indikují, že by etalon překročil specifikace.
- 7.8 Rekalibrační interval může být prodloužen, jen pokud libovolná mezikalibrační kontrola a výsledky předchozích kalibrací indikují, že by etalon nepřekročil specifikace nově stanovené rekalibrační doby.
- 10.2 Počítačové kalibrační sestavy musí být kalibrovány. Pokud není měřicí zařízení oddělitelné ze sestavy, musí se

sestava kalibrovat jako celek staticky nebo dynamicky. Pokud jde měřicí zařízení vyjmout ze sestavy, kalibruje se konvenčními způsoby a kalibrace musí být doplněna verifikací sestavy včetně výpočetní části.

- 10.5 Počítačové kalibrační sestavy musí být takové, aby bylo možné kontrolovat bezchybný provoz. Tento test může být proveden i manuálně. Rekalibrační intervaly stanovené Egyptskou akreditací **EGAC** jsou uvedeny také v **tab. 1**.

Austrálie a Oceánie

Pro akreditované kalibrační laboratoře elektro nejlépe shrnula požadavky akreditace **NATA v Austrálii v Technical note 7**, která uvádí následující zásady. Elektronické přístroje mohou být použity jako referenční etalony za předpokladu, že jsou splněny následující podmínky:

1. přístroj je vysoce kvalitní se známou historií přesnosti a spolehlivosti,
2. přístroj je kalibrován pravidelně, v předepsaných intervalech, vhodnou akreditovanou kalibrační laboratoří, nebo národním metrologickým institutem, který je signatářem MRA,
3. v kalibrační laboratoři je přinejmenším jeden další přístroj nebo referenční etalon odpovídající kvality pro mezilhůtová porovnání,
4. pravidelná vzájemná porovnání mezi referenčním etalonem a dalším etalonem jsou prováděna v předepsaných časových intervalech, s cílem udržovat známou historii přesnosti.
5. Pokud má etalon funkci „AutoCal“ proti interní referenci přístroje, je prováděna podle doporučení výrobce a její správnost validována klasickou kalibrací.

Přístroj	Kalibrace	Mezilhůtové porovnání	Kalibrace	Mezilhůtové porovnání	Kalibrace	Mezilhůtové porovnání
	Asie, Hongkong		Afrika, Egypt		Oceánie, Nový Zéland	
DMM	1		1		1	
DC reference			1		1	
DC děliče			1		5	
AC/DC etalony			2	1	5	
Mosty RLC	5		3	1	3	1(rozsahy)
Etalony C	5	1	3	1	3	1
Etalony L	5	1			3	1
Etalony R	5	1				
Vf zeslabovače	3 vč f záv		3	1	3	1
Vf výkon	3		1			
Generátory	1(f, P, zesl.)					
Rf šumové zdroje					2	
Měřicí a zapisovací	5	≤0,5			5	≤0,5
Poměrová trať	10				5	
Etalony frekvence					1	

Tab. 1: porovnání maximální rekalibrační doby pro elektronické měřicí přístroje podle akreditačních orgánů v různých částech světa

Podobné požadavky najdeme i v dokumentech jiných akreditačních orgánů, například IANZ z **Nového Zélandu** je uvádí v dokumentu **Specific Criteria for Accreditation, Electrical Testing 3** v bodě 6.2.

- Doporučené maximální doby recalibrací podle IANZ, Nový Zéland, jsou uvedeny v **tab. 1**.

Závěr

Bouřlivý vývoj součástkové základny a pronikání elektroniky do měření ve všech oborech a zavádění měřicích systémů s počítači stále více zdůrazňují potřebu správného stanovení recalibračního intervalu. Na jedné straně velmi roste spolehlivost součástek, na druhé straně se roste i podstatně složitost nových přístrojů. Zvyšování hustoty integrace odděluje řadu obvodů od vnějšího prostředí, ale nové technologie stále menších prvků, hlavně v provedení MOS, zvyšují náchylnost na poruchy vlivem elektrostatického náboje ESD. Byla uvedena hlediska a příklad stanovení recalibračního intervalu.

Pokud je **elektronický přístroj ve výrobní lince**, měly by být k dispozici **kontrolní vzorky** se známými parametry v rozsahu kontrolovaného výrobku, umožňující rychlou kontrolu přístroje včetně vlivu přívodů a ovládání při zabudování do linky.

Pokud je **elektronický přístroj** zařazen jako **etalon** kalibrační laboratoře, měla by laboratoř mít i **další přístroj srovnatelné přesnosti a provádět a vyhodnocovat mezihlúčové kontroly** (to je vzájemné porovnání s tímto druhým přístrojem v době mezi kalibracemi).

Zjednodušený závěr je, že:

pro běžné použití elektronických měřicích přístrojů má být volen **první recalibrační interval** podle doporučení výrobce, ale **ne více než 1 rok**,

nejdříve po třetí kalibraci, to je obvykle za 2 roky od první kalibrace, je možné vyhodnotit historii kalibrací a podle toho případně i upravit recalibrační interval.

Literatura:

- [1] Jelínek F., Stanovování kalibračních intervalů“ Metrologie 4/2012, str. 18 až 21,
- [2] Chybík, A. Intervaly recalibrací pracovních měřidel: Úkol Programu rozvoje metrologie č. 29/98. ÚNMZ. Praha, 1998.
- [3] ČSN ISO 10012-2 (01 0360) Zabezpečování jakosti měřicího zařízení - Část 2: Směrnice pro řízení procesů měření, příloha A2, Použití kontrolních prvků
- [4] (<http://www.scantekinc.com/calibration-overview-2/calibration-intervals>)



29. ZASEDÁNÍ VÝBORU WELMEC

Ing. Zbyněk Veselák

Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví



Letošní, již 29. zasedání Výboru WELMEC se konalo ve dnech 13. až 14. května na samé hranici evropského kontinentu v tureckém

Istanbulu. Organizátorem dvoudenního jednání bylo turecké Ministerstvo vědy, průmyslu a technologií, GŘ metrologie a standardizace. Jednání Výboru WELMEC se účastnili zástupci všech členů včetně přidružených (v současné době je 30 plných členů a 7 přidružených) kromě Albánie, Lucemburska a Islandu. Evropská komise byla na jednání zastoupena panem D. Hanekuykem (DG Enterprise and Industry), za OIML byl přítomen pan W. Kool, za EURAMET předseda pan K. Hossain a za NoBoMet A. van Breukelen (NMi). ČR reprezentovali generální ředitel ČMI pan RNDr. Pavel Klenovský a zástupce ÚNMZ, autor tohoto článku.

Na programu prvního dne byla v úvodu zpráva předsdkyně WELMEC paní Anneke van Spronssen o činnosti Výboru za období od posledního jednání v roce 2012. Aktivita předsdkyně a místopředsedy (T. Valkeapää, Finsko) byly směřovány především k jednáním s Evropskou komisí v rámci jednání pracovní skupiny pro měřidla a s výrobcí měřidel (ve věci přizpůsobování směrnic MID a NAWID novému legislativnímu rámci – NLF). Pozornost byla rovněž věnována otázkám tzv. e-Mobility, tj. rozvoji standardizace



infrastruktury a vozidel s elektrickým pohonem, přípravě nařízení EK k doзору nad trhem a revizi návodového dokumentu Blue Guide. Oceněna byla i práce jednotlivých pracovních skupin WELMEC, která je hlavním podílem činnosti WELMEC. Zazněla však také kritika malého zapojení některých členských států a častá absence stanovisek zástupců průmyslu, jejichž podpora návodových dokumentů WELMEC je důležitá. Novými návodovými dokumenty, vydanými v hodnoceném období, jsou: WELMEC Guide 6.12 (návod ke směrnici 75/107/EEC k lahvím používaným jako odměrné obalové nádoby), WELMEC Guide 8.21 (společné aplikace ke směrnici 2004/22/EC) a WELMEC Guide 11.3 (návod pro plom-

bování užitkových/komunálních měřidel). Revidovanými dokumenty jsou: WELMEC Guide 2.8 (2. vydání, návod pro konverzi výsledků zkoušek NAWI /indikátorů/ pro účely AWI), WELMEC Guide 6.5 (2. vydání, návod pro kompetentní kontrolní orgány při kontrolách HBZ označovaného symbolem „e“) a WELMEC Guide 7.2 (5. vydání, návod k SW pro směrnici 2004/22/EC o měřicích přístrojích). Návodový dokument WELMEC Guide 6.2 byl naopak vyjmut a slouží pouze pro referenční účely.

Kromě jednání Výboru WELMEC, které se koná jednou za rok, zasedá skupina předsedy, jejíž složení je: Anneke van Spronsen (NL), Tuomo Valkeapää (FIN), Corinne Lagauterie (FR), Gerald Freistetter (AUT), Pavel Klenovský (CZ), Zijad Džemič (BiH) a Richard Sanders (UK). Kromě této stále poradní skupiny předsedkyně byla v loňském roce dočasně sestavena jiná skupina, jejímž úkolem bylo revidovat strategii WELMEC a navrhnout novelu jednoho z jejích základních dokumentů. Kvůli nedostatku času členů skupiny však dosud žádné návrhy nebyly předloženy a na místo toho byl prezentován návrh využít externího poradce a použít stejný způsob tvorby nové strategie, který využil nedávno EURAMET. Tento návrh byl přijat vcelku chladně a nebylo o něm rozhodnuto, proto předsedkyně nechala členům možnost vyjádřit se k němu elektronicky v průběhu následujícího měsíce. V důsledku nového holandského sekretariátu (v roce 2011 převzal úlohu od slovinských předchůdců) a financování jeho činnosti z prostředků WELMEC, byl zaznamenán pokrok ve správě webových stránek (např. větší zajištění bezpečnosti, administrace tří úrovní přístupů, ad.), na kterých by se postupně měly soustředit i všechny informace pracovních skupin (rozdělených na informace veřejné a privátní). V závěru zprávy pak zazněl přehled o spolupráci s jinými organizacemi, zejména s OIML, EA, EURAMET, NoBoMet, a CECIP. Svého zástupce (Frans Deleu) má WELMEC v koordinační skupině pro inteligentní měření (Smart Meters Co-ordination Group), která se zabývá zejména rozbořením požadavků na komunikační a další funkce inteligentních měřidel a návrhy na standardizaci norem v této oblasti.

Vzhledem k vyrovnané finanční bilanci byl přijat návrh zachovat výši členského příspěvku pro rok 2014 na úrovni roku 2013, pro který byly pouze upraveny výše příspěvků některých členských států (dle platného klíče).

O činnosti Evropské komise, zejména DG Enterprise and Industry, v oblasti legální metrologie, dále informoval pan Hanekuyk. Podal informaci o stavu sladění vybraných směrnic s NLF, kde se předpokládá jejich schválení a přijetí v tomto roce. V Radě a Parlamentu EU je nyní projednáván také návrh nařízení dozoru nad trhem. V této oblasti EK věnovala 1,3 mil. EUR na projekty evropského dozoru nad trhem. Očekávají se návrhy projektů k jednotlivým směrnicím v indikativní výši asi 50 000 EUR. V červenci by měla být Evropskou komisí (DG Energy) vydána zpráva k hodnocením jednotlivých států v souvislosti s energetickými směrnicemi (plány implementace inteligentních sítí a nasazování inteligentních měřidel), které měly být předloženy EK nejspíše do září minulého roku. Pan Hanekuyk dále zmínil plány DG Connect v oblasti informatiky, podle kterých EK

navrhuje dát všemu na internetu EK unikátní adresu, což by vyřešilo řadu problémů s bezpečností. Připomenul rovněž vlekoucí se problém oznámení EK v OJ EU k normám EN 45501 (NAWI) a EN 50470 (elektroměry). Závěr je nyní takový, že se EK nechystá jakákoli oznámení vydávat, protože návrhy změn k uvedeným normám by měly být CEN/CENELEC předloženy EK někdy ve 4. čtvrtletí t.r. V souvislosti s potřebou revidovat průřezový návodový dokument ke směrnicím je připraven k připomínkám nový text Blue Guide, který bude po schválení k dispozici na podzim 2013.



V další části jednání Výboru WELMEC byla projednávána problematika spojená s činností a výsledky práce jednotlivých pracovních skupin. Byly schváleny zprávy o činnosti včetně programu na rok 2013 všech pracovních skupin. Součástí bylo i další přezkoumání jejich působnosti. Za pracovní skupinu WG 2 (Váhy – problematika NAWI a MID – váhy s automatickou činností) zprávu přednesl pan Gulian Couvreur (METAS Švýcarsko). Informoval mj. o způsobu práce WG 2, požadavcích na hostitele zasedání a historii zasedání. Navrhl, aby sekretariát vedl přehled hostitelů zasedání tak, aby byla zátěž rovnoměrně rozložena. Pan Couvreur oznámil, že již dále nemůže pokračovat jako vedoucí skupiny a jako nového vedoucího představil pana Dixona (UK). Zároveň byl otevřen problém zásad práce podskupin, což bude řešeno příští rok (možná úprava pravidel pro práci WG). V plánu práce WG 2 jsou např.: spolupráce s CEN/CENELEC na revizi normy EN 45501, revize návodových dokumentů WELMEC Guide 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6 a 2.7, studie vážení náprav silničních vozidel, zpráva o SW u vah (k předání WG 7), zpráva o zkušebních metodách pro vážicí zařízení instalovaném na vozidle ad. Výbor schválil krátké verze porovnávacích tabulek dokumentů OIML (R50-1, R61-1, R106-1 a R107-1) a MID, a dále návrh korespondenční tabulky 8.16-1/3. vydání (porovnání OIML R51-1 a MID).

Zprávu pracovní skupiny WG 5 (Metrologický dohled/dozor) přednesly A. Nilsson (SWE) a Pia Larsen (DK). Záměrem je založit podskupinu pro řešení problémů s měřidly umístěnými za hranicemi. Kromě zprávy o činnosti WG 5 byla též předložena revize (doplnění) návodu o dozoru nad trhem u měřicích přístrojů. Tento návod by se měl zaměřit pouze na dozor nad trhem a vynechat dozor nad přístroji v používání. Bylo konstatováno, že dozor nad trhem je u měřidel poměrně drahý a většinou na něj není dost financí. Byla

studována možnost provedení a získání dotace na přeshraniční dozorové akce – byla k tomu vytvořena podskupina, která provedla analýzu rizik a navrhla 3 projekty (NAWI, měřidla tepla a elektroměry). Členové WELMEC byli vyzváni, aby se k této aktivitě přidali s tím, že popis projektů jim bude dodán (ČR má v této pracovní skupině jako zástupce pracovníka ČOI). Plán práce byl schválen s připomínkou, aby schválení revize dokumentu Guide 5.2 bylo odloženo s tím, že budou okamžitě zahrnuty připomínky vznesené na zasedání, dokument bude v září projednán na jednání WG 5 a poté předložen k elektronickému hlasování. Je předpoklad, že na něj bude uveden odkaz v OJ EU.

Pracovní skupina WG 6 (Hotově balené zboží) je nadále vedena Howardem J. Burnettem (UK). Kromě schválení zprávy o činnosti WG 6, bylo zmíněno, že WG 6 v návaznosti na směrnici 2007/45/ES revidovala všechny své návody a návrhy nových vydání návodových dokumentů budou postupně předkládány Výboru WELMEC ke schválení. Krátce byla diskutována otázka uvádění hmotnosti u balených cukrovinek s odkazem, že OIML uvádí, že uváděná hmotnost znamená hmotnost výrobku bez obalu. Schváleny byly návrhy Guide 6.6/2. vydání, 6.8/2. vydání a 6.11/2. vydání.

Vedoucí pracovní skupiny WG 7 (Software) tentokrát na jednání nebyl přítomen. Pracovní skupina WG 7 zaměřuje činnost na svůj nejdůležitější návodový dokument, a to Guide 7.2, který byl naposledy vydán v páté verzi v březnu 2012. Proto i program další činnosti zahrnuje revize jeho jednotlivých částí, které jsou připravovány, vzhledem k jejich průřezovosti, ve spolupráci s ostatními pracovními skupinami. Dále byl zmíněn, mj. expertní dokument PTB, který poskytuje vhodná doporučení v oblasti SW. Pokud by byl (po souhlasu) poskytnut pro využití ve WELMEC, pak zřejmě pouze pro využití některých jeho částí, které by byly zapracovány do Guide dokumentu. WELMEC zatím nemá v úmyslu vydávat jiné dokumenty než návodové (v tomto případě by se jednalo o informativní dokument), přesto výbor rozhodl, že vytvoří na svých internetových stránkách rubriku, ve které by se podobné dokumenty, obsahující užitečné informace, umisťovaly.

Pracovní skupina WG 8 (MID) byla zastoupena svou vedoucí, paní Corinne Lagauterie (FR), která především upozornila na to, že na příštím jednání výboru by měly pracovní skupiny dostat více času na svou prezentaci, protože výsledky činnosti pracovních skupin jsou jedním z hlavních přínosů činnosti WELMEC a proto by měly být náležitě hodnoceny a projednávány. Paní Lagauterie přednesla návrhy další činnosti WG 8 včetně zařazení nových položek (problémů) k řešení: např. doplňková značení podle více směrnic na jednom výrobku, modulární přístup u výrobků – na základě požadavků WG 2 ad.

Ani vedoucí pracovní skupiny WG 10 (Měřicí systémy pro tekutiny jiné než voda) tentokrát nebyl přítomen. K zasláným dokumentům byla námitka, že se již nemá používat termín „Same sign Rule“. Vzhledem k tomu, že některé položky plánu činnosti WG 10 jsou podobné i u WG 8, je nutná kooperace, popř. i s ostatními skupinami. Vedoucí WG 10 na to bude upozorněn. Připomínky byly k textu návrhu Guide 10.8 se závěrem, že po úpravách bude předložen

k e-hlasování. V programu další činnosti jsou např. témata: doplnění tzv. Living Guide (popis problémů, které svým rozsahem nejsou na vydání samostatného návodového dokumentu), alternativní zkušební postupy pro ryze digitální doplňková zařízení, podvodné užívání měřicích systémů silničních cisteren ad. Schválen byl návrh Guide 10.8/1. vydání s tím, že zatím bude vyjmut článek 1.3, který bude zaslán k elektronickému hlasování a poté ještě prověřen.

Pracovní skupinu WG 11 (Užitková měřidla) zastupoval její vedoucí Rainer Kramer (GE). Skupina je výrazně ovlivňována účastí výrobců, kteří mají detailní technické informace, na jednáních skupiny. Nalezení konsensu je proto často obtížné, zejména kvůli existenci konfliktních zájmů, či apriornímu odmítání všech návrhů (např. sdružení Aqua). Kontroverzně se diskutovalo o revizi Guide 11.1. V tomto dokumentu se poprvé řeší otázka interpretace pravidla stejného znaménka, ovšem různě u plynůměřů, vodoměrů a elektroměrů. V diskusi šlo zejména o implementaci směrnice 2009/137/ES (zákaz zneužívání MPE a systematického zvýhodňování jedné ze stran) u vodoměrů a měřičů tepla, kde je návrh maximem dosažitelného kompromisu, ale některými státy, např. Francií a Španělskem, je považován za nedostatečný a zneužívání MPE umožňující. ČR zde apelovala na ostatní členy, aby byl dokument schválen, neboť neúměrně dlouho chybí harmonizovaná interpretace výše zmíněné směrnice. V hlasování byla Francie a Španělsko proti (+ 4 další členové se zdrželi), takže byl přijat závěr, že pasáže o vodoměrech a měřicích tepla se vypustí tak, aby byl dokument akceptovatelný. Návrh sporných částí textu bude po dalších úpravách předložen k elektronickému hlasování. Pracovní skupina se dále bude zabývat tématy: posuzování modulů a dalších funkcionalit měřidel, měřidla stanic pro nabíjení akumulátorů elektrických vozidel, elektroměry pro železniční lokomotivy (bude-li EK požadovat), měření energie plynu a „smart“ měřidla – všechno velmi důležité projekty. Dále se mimo jednání výboru projednávala otázka vedení/rozdělení této skupiny. ČR byla již před zasedáním požádána, aby navrhla vedoucího nově utvořené části skupiny, a to pro vodoměry a měřiče tepla (navržena byla Ing. M. Benková, ČMI). Řešilo se, jak to prakticky provést (1 či 2 oddělené skupiny). Nakonec bylo dohodnuto, že pan Kramer a paní Benková budou společnými vedoucími (co-convenors) a zasedání bude rozděleno na 2 dny, přičemž v prvním dnu bude zaměřeno na plynoměry a elektroměry a v druhém dnu na vodoměry/měřiče tepla. Oba vedoucí si přitom prohodí role vedoucího a zapisovatele. Výbor schválil návrh dokumentu Guide 11.4/1. vydání, Guide 11.1 s výše uvedenými podmínkami, Guide 8.12/2. vydání a zkrácenou verzi porovnávací tabulky dokumentů OIML R137 a MID.

Na závěr byl schválen návrh usnesení 29. zasedání Výboru WELMEC a předsedkyně WELMEC poděkovala představitelům Turecka za výbornou organizaci letošního zasedání.

Výbor WELMEC přijal pozvání Bosny a Hercegoviny, která bude hostit zasedání výboru v r. 2014 v Mostaru (v polovině května) a současně přivítal potvrzení srbských zástupců o připravenosti organizovat zasedání výboru v roce 2015.

ZMĚNA PRÁVNÍ ÚPRAVY AKREDITACE

Ing. Milan Badal

Český institut pro akreditaci, o.p.s.

V Akreditačním systému České republiky spravovaném Českým institutem pro akreditaci, o.p.s. (ČIA), došlo dne 10. května 2013 k zásadním úpravám. Uvedený den vstoupil v účinnost nový zákon, který přinesl mimo jiného i změnu právní úpravy akreditace. Obsah zákona by měl naplnit očekávání akreditovaných subjektů posuzování shody (subjekty).

Dne 25. dubna 2013 byl ve Sbírce zákonů zveřejněn zákon č. 100/2013 Sb., kterým se mění zákon č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Tento zákon přinesl, mimo jiného, i změnu právní úpravy akreditace.

V uvedené právní úpravě se otázce akreditace věnují § 14 – 17. Ustanovení § 14, 15 a 16, která se týkají akreditace subjektů posuzování shody ve smyslu nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 765/2008 (nařízení ES), jak už bylo uvedeno, nabyly účinnosti dnem 10. května. Výjimkou je nové ustanovení § 17 (Veřejnoprávní smlouva o akreditaci), které nabývá účinnosti až 1. ledna 2014. Probíhající řízení ve věci akreditace se dokončují podle dosavadní právní úpravy. Řízení zahájená po 10. květnu 2013 jsou již realizována podle pravidel v souladu s novelizovanou právní úpravou.

Novelizace právní úpravy přináší změnu v přístupu k akreditaci. Tato skutečnost se projevuje již v názvu § 16 zákona, který nově zní „Udělení akreditace“. Řízení není jako dosud jen o vydání osvědčení o akreditaci, ale o udělení akreditace, resp. následně o měnění jejího rozsahu. Udělením akreditace se deklaruje jednak odborná způsobilost subjektu v dané oblasti, nově se na ně váže i oprávnění vystupovat jako akreditovaný subjekt posuzování shody v rozsahu udělené akreditace. Osvědčení o akreditaci se považuje za veřejnou listinu, tedy za doklad o udělení akreditace a jejím rozsahu. Nově lze vydávat i cizojazyčná osvědčení, což požadovala většina akreditovaných subjektů.

V rámci dozorové činnosti může akreditační orgán při neplnění akreditačních požadavků nejen pozastavit akreditaci nebo ji zrušit, ale nově i omezit rozsah udělené akreditace. Pak vydá nové osvědčení (s užším rozsahem akreditace), které nahradí dříve vydané osvědčení. V rámci ochrany třetích osob je novelou zavedena povinnost zveřejňovat rovněž oznámení o pozastavení akreditace, omezení rozsahu akreditace nebo zrušení akreditace.

Nové ustanovení odst. § 16 odst. 7 podstatným způsobem rozšiřuje oprávnění subjektu posuzování shody. Na základě žádosti subjektu může akreditační orgán:

- rozšířit nebo omezit rozsah udělené akreditace,
- sloučit platná osvědčení o akreditaci, vydaná pro týž subjekt,
- pozastavit akreditaci,

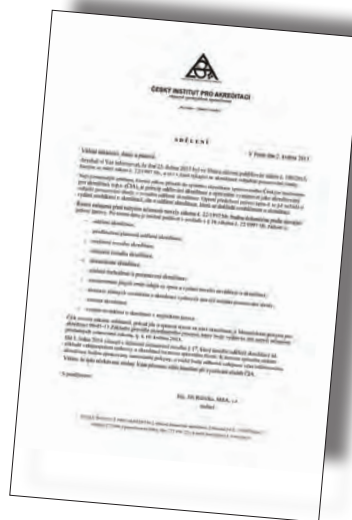
- zrušit akreditaci a
- zrušit rozhodnutí o pozastavení akreditace.

K žádosti subjektu bude také akreditační orgán na základě opakovaného posouzení rozhodovat o prodloužení platnosti udělené akreditace (dříve opakovaná akreditace).

Pokud je výstupem z těchto následných řízení vydání nového osvědčení o akreditaci, toto osvědčení nahradí dříve vydaná osvědčení. Subjekt tak bude mít pro danou oblast vždy pouze jedno osvědčení o akreditaci a jeden rozsah akreditace specifikovaný v jeho příloze, což je podstatná změna proti předcházející právní úpravě akreditace. Uvedeným by měl být odstraněn nepřehledný stav, kdy jeden akreditovaný subjekt vlastnil v jeden čas více osvědčení o akreditaci resp. dalších dokumentů, které specifikovaly rozsah jeho akreditace. Na požádání subjektu lze vydat nové osvědčení o akreditaci i tehdy, dojde-li u něj např. ke změně názvu, sídla či právní formy.

ČIA připravil a na svých webových stránkách zveřejnil informace a dokumenty, které potřebují subjekty v řízeních ve věci akreditace, zejména Metodický pokyn pro akreditaci MPA 00-01-13 Základní pravidla akreditačního procesu, návod na vyplnění žádosti a formulář žádosti. V případě použití a vyplnění uvedeného formuláře má žadatel jistotu, že žádost obsahuje všechny potřebné údaje v souladu zákonem, správním řádem a ČSN EN ISO/IEC 17011:2005 Posuzování shody – Všeobecné požadavky na akreditační orgány akreditující orgány posuzující shodu.

Zákon nově umožňuje ČIA, aby místo správního řízení o udělení akreditace uzavřel se subjektem veřejnoprávní smlouvu o akreditaci. Zejména z hlediska administrativy půjde o pružnější alternativu udělení akreditace, pokud o ni subjekt projeví zájem. Udělení akreditace oběma způsoby však musí být zcela srovnatelné a musí generovat stejné výstupy, zejména osvědčení o akreditaci. Pro udělení akreditace s využitím veřejnoprávní smlouvy bude vypracován samostatný metodický pokyn, s nímž budou subjekty i širší veřejnost seznámeni s dostatečným předstihem.



36. ZASEDÁNÍ VÝBORU ISO/REMCO

Ing. Zbyněk Veselák

Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví

Každoroční setkání členů ISO/REMCO nasměrovalo letos jeho účastníky k protinožcům. Konalo se totiž v australském Sydney, kde se úlohy hostitele ujal národní standardizační orgán – Standards Australia. V podzimní atmosféře, s odpovídající délkou denní doby, se sjelo celkem 28 delegátů z členských států včetně 4 zástupců spolupracujících mezinárodních organizací, aby projednali otázky vztahující se k referenčním materiálům (dále „RM“).

Výboru ISO/REMCO předsedá prof. Hendrik Emons (IRMM) za podpory sekretariátu (Stéphane Sauvage, asistentka Leila Saber) a poradní skupiny předsedy (místopředseda, bývalý předseda, vedoucí pracovních skupin a zástupce CASCO). Funkci místopředsedkyně zastává Dr. Angelique Botha, vedoucími jednotlivých pracovních skupin jsou: WG 6 – John. P. Hammond, WG 8 – Dr. Steve Wood, WG 9 – Dr. Adriaan van der Veen, WG 10 – Dr. Robert Watters, WG 13 – Dr. Stefanie Trapmann, WG 14 – Dr. Takeshi Saito, WG 15 – Dr. Wolfram Bremser, WG 16 – Dr. Angelique Botha a WG 17 – Dr. Aleš Fajgelj.

Výbor ISO/REMCO má v současné době 34 plných členů a 38 zemí působí jako pozorovatelské. Uvnitř organizace ISO jsou aktivní kontakty udržovány s osmi výbory (ISO/CASCO, ISO/TC24/SC4, ISO/TC34, ISO/TC69, ISO/TC158, ISO/TC164, ISO/TC212 a ISO/TC229). Externí spolupráce je rozsáhlejší a představuje komunikaci s celkem 16 mezinárodními organizacemi (AOAC, BIPM, CITAC, EURACHEM, IAEA, IAG, ICWM, IFCC, ILAC, IRMM, IUPAC, OIML, PDG, UNESCO, WASPaLM a WHO).

Prof. Emons ve svém úvodním vystoupení zdůraznil hlavní náplň činnosti ISO/REMCO, kterou zůstává zpracování a vydávání návodových dokumentů nebo technických zpráv. Dále upozornil na nutnost udržovat plán činnosti tak, aby byl zaměřen na potřeby uživatelů dokumentů (výrobci RM, průmyslu, obchodu, laboratoří, akreditačních orgánů ad.) a současně mohl být garantován dostatek kapacit výboru ISO/REMCO (potenciál jednotlivých pracovních skupin) pro zpracovávání dokumentů. Požadavky trhu mohou být, kromě ISO norem a návodových dokumentů (Guide), uspokojovány i prostřednictvím dalších dokumentů jako ISO/TS (Technical specification, technická specifikace), ISO/PAS (Public Available Specification, veřejně přístupná specifikace) a ISO/TR (Technical Report, technická zpráva). Protože tyto dokumenty představují nižší úroveň dohody, nemají takový status jako mezinárodní normy, nicméně poskytují orientaci, rady nebo doporučení v nenormativních otázkách vztahujících se k mezinárodní standardizaci. ISO/REMCO za svou dosavadní existenci vydal 6 návodových dokumentů (ISO Guide 30 až 35). Vzhledem k pevnému spojení referenčních materiálů s principy a činnostmi metrologie, je nezbytná úzká spolupráce s CIPM (zejména CCQM), resp. BIPM. Vazbu na metrologii dále potvrzují zastoupení NMIs (národních metrologických institutů) v ISO/REMCO a zá-

jem jiných ISO TC o přímou spolupráci s REMCO. „Zákazníky“ ISO/REMCO tak lze charakterizovat čtyřmi základními skupinami: uživatelé RM (analytické a kalibrační laboratoře); výrobci RM; akreditační orgány (akreditace výrobců RM, pozn.: v posledních letech je zvýšený zájem akreditačních orgánů o semináře k dokumentu Guide 34, který je referenčním procesním návodem využívaným při akreditaci) a další výbory ISO (RM jsou používány jako hlavní nástroj zabezpečení kvality a řízení kvality metod měření, hovoří se o „virtuálních uživatelích“ RM). Pro potřeby uživatelů RM bude ISO/REMCO nadále podporovat databázi COMAR (databáze certifikovaných referenčních materiálů), navíc vydal ISO/TR 10989:2009, obsahující přehled klíčových termínů zvyšující harmonizaci kategorizace RM v katalogích. V posledních letech je pozorováno zvyšující se využívání RM v oborech, jako jsou: klinická chemie a laboratorní medicína, molekulární biologie, mikrobiologie, mechanické zkoušení, nanotechnologie ad. Průvodním požadavkem je deklarace metrologické návaznosti certifikovaných hodnot a souvisejících nejistot. Důležitost RM v procesech měření vede ISO/REMCO k návrhu transformovat ISO Guide 34 na ISO normu (podobně jako byl Guide 25 transformován na ISO 17025). Vše ale závisí na stanovisku TMB (Technical Management Board, Řídící technický výbor), který první návrh (v roce 2002) odmítl. (Poz.: TMB schvaluje působnost a plán činnosti ISO/REMCO a jsou mu předkládány zprávy o činnosti). Jedním z důvodů odmítnutí prvního návrhu může být i status ISO/REMCO jako netechnického výboru (tzv. Policy Committee), který byl rovněž nedávno diskutován se závěrem (ne jednohlasným), že vzhledem k horizontálnímu charakteru práce – rozdílnému od vědecko-technického charakteru technických výborů – s tímto statutem zůstane.

Jednání plenárního zasedání, které se koná vždy první a poslední den, je vyplněno diskusemi k návrhům pracovních skupin, jež jsou prezentovány jejich vedoucími. Kvůli pro mnohé odlehlejšímu místu konání (a tomu odpovídajícím časovým nárokům na cestu) se jedna s diskusí odehrávala ve formě videokonference (jednalo se o WG 8). Obsah a závěry jednání se zástupci pracovních skupin vystihuje následující zestručněný výběr z usnesení:

- 6/2013 – WG 6 má revidovat REMCO brochure a předložit ke schválení na CAG telekonferenci v únoru 2014
- 8/2013 – WG 6 má nadále rozvíjet internetové stránky ISO/REMCO (veřejně přístupnou oblast, vzdělávací prezentace), věnovat pozornost Wikipedii (včetně odkazů na ISO/REMCO stránky) a vyhledávacím aplikacím (Google); zprávu podat na 37. jednání ISO/REMCO (červenec 2014)
- 10/2013 – WG 8 má, na základě projednávání během jednání v Sydney, připravit do 31.7. 2013 revidovaný text ISO/D Guide 80 (ISO/REMCO N 1230), poté bude připraven k publikování jako ISO/CS
- 11/2013 – poté, co bude ISO Guide 80 vydán, ISO/REMCO souhlasí s rozpuštěním WG 8 a děkuje jejímu vedoucímu Dr. Steve Woodovi

- 12/2013 – WG 9 má připravit do 31.8. 2013 revidovaný text ISO/CD Guide 33 (ISO/REMCO N 1214) k D Guide hlasování (k dispozici bude 4 měsíce), upravený text poté připravit jako dokument pro jednání na 37. zasedání ISO/REMCO (tzn. do 23. 5. 2014)
- 13/2013 – WG 10 má připravit revidovaný text ISO/CD Guide 30.2 (ISO/REMCO N 1205, do 31.8.2013) k hlasování (k dispozici bude 4 měsíce), upravený text poté připravit jako dokument pro jednání na 37. zasedání ISO/REMCO (tzn. do 23.5.2014)
- 14/2013 – ISO/REMCO vyzývá své členy a kooperující subjekty, aby poskytnuli vedoucímu WG 13 příklady certifikovaných referenčních materiálů včetně použitých přístupů (postupů), a to do 31.8.2013
- 15/2013 – WG 13 má připravit revidovaný text ISO/AWI TR 79 (ISO/REMCO N 1213, do 31.10.2013) k DTR hlasování (k dispozici bude 3 měsíce: listopad 2013 až leden 2014), upravený text poté připravit jako dokument pro jednání na 37. zasedání ISO/REMCO (tzn. do 23.5.2014)
- 16/2013 – ISO/REMCO má záměr vyjádřit ISO svou pozici k VIM 3 a navrhnout přípravu samostatného dokumentu (návodového) s poznámkami a vysvětlivkami k termínům, které se týkají referenčních materiálů (činnost by prováděla WG 13)
- 17/2013 – WG 14 má připravit revidovaný text ISO/WD Guide 31 (ISO/REMCO N 1204, do 31.8.2013) k CD hlasování (k dispozici bude 3 měsíce, září až listopad 2013), upravený text poté připravit jako dokument pro jednání na 37. zasedání ISO/REMCO (tzn. do 23.5.2014)
- 18/2013 – WG 15 má připravit revidovaný text ISO/WD TR 16476 (ISO/REMCO N 1215, do 31.8.2013) k DTR 16476 hlasování (k dispozici bude 3 měsíce, říjen až prosinec 2013), upravený text poté připravit jako dokument pro jednání na 37. zasedání ISO/REMCO (tzn. do 23.5.2014)
- 19/2013 – WG 16 má připravit revidovaný text ISO/WD Guide 35 (ISO/REMCO N 1203), k připomínkám členů REMCO do 31.7.2013 a k CD hlasování do 15.12.2013 (k dispozici bude 3 měsíce, leden až březen 2014), upravený text poté připravit jako dokument pro jednání na 37. zasedání ISO/REMCO (tzn. do 23.5.2014)
- 23/2013 – v návaznosti na usnesení 21/2012 a jednání v Sydney žádá ISO/REMCO S. Ellisona (UK) o revizi návrhu vysvětlujících poznámek ke komutabilitě (ISO/REMCO N 1229) a předložení REMCO/CAG do 31.12.2013 k další konzultaci mezi členy ISO/REMCO a k projednání na 37. zasedání ISO/REMCO
- 25/2013 – v návaznosti na usnesení 13/2012 a jednání v Sydney souhlasí ISO/REMCO s předáním dokumentu ISO/REMCO N 1240 komisi ISO/TMB (k posílení harmonizace termínů a definic mezi všemi výbory ISO)
- 26/2013 – v návaznosti na jednání v Sydney souhlasí ISO/REMCO s předáním dokumentu ISO/REMCO N 1241 komisi ISO/TMB s návrhem převést ISO Guide 34:2009 na ISO normu (udržováním této normy by byl pověřen REMCO)
- 29/2013 – předseda ISO/REMCO má učinit kroky k většímu zapojení podnikajících subjektů do činnosti ISO/REMCO (zpráva bude podána na 37. zasedání ISO/REMCO)



Na závěr této informace o červnovém jednání ISO/REMCO je uveden přehled publikací ISO/REMCO:

ISO Guide 30:1992, dopl. 1:2008, Terms and definitions used in connection with RM/Termíny a definice používané v souvislosti s referenčními materiály zpracovává WG 10 (předseda Dr. Robert Watters)

ISO Guide 30.2, RM – Selected terms and definitions/ Vybrané termíny a definice – v návrhu zpracovává WG 10

ISO Guide 31:2000, RM – Contents of certificates, other documentation and labels/ Obsahy certifikátů referenčních materiálů, další dokumentace a značení zpracovává WG 14 (předseda Dr. Takeshi Saito)

ISO Guide 32:1997, Calibration in analytical chemistry and use of certified reference materials/ Kalibrace při chemických analýzách a použití certifikovaných referenčních materiálů/ (na základě systematické revize bude zrušen poté, co bude obsah převeden, např. do Guide 33)

ISO Guide 33:2000, RM – Good practice in using reference materials/ Zásady dobré praxe při používání referenčních materiálů/ zpracovává WG 9 (předseda Dr. Adriaan van der Veen),

ISO Guide 34:2009, General requirements for the competence of reference material procedures/ Obecné požadavky na kompetenci výrobců referenčních materiálů/

ISO Guide 35:2006, RM – General and statistical principles for certification/ Všeobecné a statistické principy certifikace/ zpracovává WG 16 (předseda Dr. Angelique Botha)

ISO/D Guide 80, Guidance for in-house production of reference materials for quality control/ Návod pro interní výrobu referenčních materiálů užívaných k řízení kvality/ zpracovává WG 8 (předseda Dr. Steve Wood) – v návrhu

ISO/TR 10989:2009, Guidance on, and keywords used for, RM categorization (vydáno)

ISO/TR 11773:2013, Global distribution of reference materials (vydáno)

ISO/REMCO brochure: http://www.iso.org/iso/remco_2009.pdf (vydáno)

ISO/WD TR 16476, RM – Establishing and expressing metrological traceability of quantity values assigned to reference materials (připravuje WG 15)

ISO/WD TR 79, Reference Material for qualitative analysis – Testing of nominal properties (připravuje WG 13)

VÝVOJ A SOUČASNÝ STAV MĚŘENÍ A METROLOGIE NA FEL ZČU

**Doc. Ing. Olga Tůmová, CSc.,
Ing. Lukáš Kupka, Ph.D.**

Západočeská univerzita v Plzni

1. Úvod

Chceme-li sledovat vývoj měření a metrologie v oblasti výuky a výzkumu na současné Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni, musíme se vrátit ke vzniku a existenci technického vysokoškolského školství v této západočeské metropoli. V příspěvku je nastíněn rozvoj měření elektrických a neelektrických veličin na Fakultě elektrotechnické (FEL) až do současné doby.

2. Rozvoj měření elektrických veličin

Výuka v oblasti elektrického měření měla své počátky v r. 1949 při zahájení činnosti Fakulty strojního a elektrotechnického inženýrství, která byla ještě součástí ČVUT v Praze.

V r. 1950 došlo k osamostatnění Vysoké školy strojní a elektrotechnické (VŠSE) a studenti, kteří začali studovat v r. 1954, absolvovali většinu elektrotechnických předmětů pod Katedrou elektrotechnických nauk, např. *Teoretickou elektrotechniku* a *Elektrické měření*, později i předmět *Speciální měření*, vyučovaný ve vyšších ročnících. Původně jediná Katedra elektrotechnických nauk byla v r. 1957 rozdělena a předmět *Elektrické měření* byl začleněn do Katedry teoretické elektrotechniky a energetiky.

V roce 1960 došlo k rozdělení stávajících kateder do dvou nově vzniklých fakult - Strojní a Elektrotechnické. Již v r. 1961 vznikaly na Elektrotechnické fakultě další katedry, mj. též Katedra teoretické a všeobecné elektrotechniky, která zajišťovala výuku měření. V tomto období byly pro výuku předmětu *Elektrická měření* jen nedostatečné prostory (1 kancelář a 1 laboratoř v přízemí nově postavené budovy v Sedláčkově ulici). Na nákup měřicích přístrojů nebyly finanční prostředky, používala se proto vyřazená měřidla, získaná darem při založení VŠSE od továrny ETD Škoda.

3. Rozvoj měření neelektrických veličin

Počátky vzniku oddělení měření neelektrických veličin souvisí s léty 1955 – 1957, kdy byla ustavena katedra Stavba turbín a tepelné techniky (KTT), jejíž součástí bylo také oddělení měření. Katedra byla umístěna v budově bývalého gymnázia v Leninově (nyní Husově) třídě. V r. 1960 se tato katedra stala součástí Strojní fakulty.

Předmět *Technická měření* byl vyučován, včetně laboratorní výuky, v nově budované laboratoři v budově Lenina 11. Výbava laboratoře byla velice skromná, a proto byla využívána nabídka n.p. Prazdroj k procvičení prakticky prováděného experimentu, měření předávacích parametrů na podnikové parní turbíně 3,6 MW.

Koncem 60. let byla na Strojní fakultě ustavena Katedra automatizace a měření (KAM). Součástí katedry, která získá-

la prostory v hlavní budově v Nejedlého sadech 14 (nyní Sady Pětatřicátníků), bylo i společné pracoviště oddělení technických měření se zaměřením na strojírenství s n.p. Škoda.

Počátkem 70. let byla však převážná část pracovníků vyučujících předmět *Technická měření* převedena na různá pracoviště školy nebo do podniků mimo školu a výuka *Technických měření* byla převedena na Elektrotechnickou fakultu, Katedru teoretické a experimentální elektrotechniky.

Výzkum v oblasti neelektrických veličin byl zaměřen na rozvoj a praktické aplikace analogové modelové techniky a počínající a rychle se rozvíjející výpočetní techniky číslicové (využíván počítač Eliot n.p. Škoda v Křimicích). Spolupráce byla zaměřena především na n.p. Škoda – Jaderný výzkum, a to řešením tepelných problémů a mechanického namáhání nádoby pro jadernou elektrárnu A1, dále řešení tepelných namáhání nádob pro rafinerie ropy v Homsu (Sýrie). Základní výzkum byl orientován na praktickou realizaci modelů z vodivých papírů a modelů elektrolytických, zvláštní pozornost byla věnována i vývoji přístrojové techniky.

Další výzkumné činnosti zaměřené na spolupráci s n.p. Škoda – Výzkum materiálu, Bartelmus (modernizace tribometru, řízení tepelných procesů při polymerizaci umělých hmot atd.). Spolupráce byla zaměřena i do zdravotnictví, např. infuzní pumpa - vynález oceněný zlatou medailí na výstavě v Norimberku.

4. Činnost sloučených pracovišť do 1990

Během další reorganizace Elektrotechnické fakulty v roce 1977 přešlo již sloučené Oddělení elektrického měření na nově vytvořenou Katedru elektroniky a měření (KEM). Část oddělení sídlila v budově Sedláčkova 15, část laboratoří byla umístěna do budovy Nad Hamburkem, do budovy v bývalé Komenského ulici a zbytek vybavení skončilo ve skladu v Uxově ulici. Na podzim 1977 zabezpečovalo již sloučené oddělení výuku předmětů měření na obou fakultách.

Na Elektrotechnické fakultě byly předměty *Elektrické měření* pro studenty oboru Silnoproudá elektrotechnika, *Elektrické měření 1* a *Elektrické měření 2* pro studenty oboru Technická kybernetika. Pro zaměření Biokybernetika se vyučoval také předmět *Lékařská měřicí technika* (cvičení byla vedena formou exkursí na odborných odděleních Fakultní nemocnice v Plzni).

V létech 1974 - 1980 byla výzkumná činnost ve spolupráci s pracovišti Fakultní nemocnice v Plzni zaměřena do oblasti měření a analýzy bioelektrických signálů, např. technická zpráva úkolu E346: Úprava EKG signálu a jeho analýza číslicovým počítačem nebo výzkumná zpráva VZ 208-01-78: Měření a analýza bioelektrických signálů (studijní etapa).

Krátkodobá stáž vedoucího Oddělení elektrického měření na technické univerzitě TU v Allborgu v Dánsku vedla k zaměření výzkumné činnosti oddělení do oblasti akustiky, zejména se zaměřením na hluk a infrazvuk.

V období 1980-85 se řešil ve spolupráci s Katedrou měření na FEL ČVUT v Praze státní výzkumný úkol SVÚ III-7-2/2. Byla vybudována provizorní infrazvuková komora a měřena změna reakční doby u osob v daném prostředí, řešila se analýza akustických signálů se zaměřením na infrazvuk. Výsledky pětileté práce byly uvedeny v závěrečné výzkumné zprávě „Infrahluk“.

V období 1985 – 1990 se pod státním výzkumným úkolem SVÚ III-09-5/02 „Metody a prostředky automatizace měření a hodnocení stochastických signálů“, jehož nositelem byla opět FEL ČVUT Praha, řešily problémy vlivu hluku a infrahluhu, který působí na obsluhu dopravních prostředků a v improvizované akustické komoře byly vyšetřovány změny v reakční době u osob podrobených stejným hlukovým poměrům jako řidiči. Byla provedena měření a analýza infrahluhu v podniku Metro Praha, u helikoptéry Slovairu a na stanovištích strojvůdců lokomotiv na tratích různých profilů, včetně jízdy při různých podmínkách (včetně zkušební okruhu ve Velimi). Výsledky této pětileté práce byly uvedeny v závěrečné zprávě výzkumného úkolu „Infrahluk v dopravních prostředcích“. Členové Oddělení měření řešili i další výzkumné činnosti z praxe, např. Řešení silových poměrů v mechanismu střešního větrání skleníku, Elektrostatické pole v kabelové spojce 22 kV, Úprava voltmetru MT 100 pro měření odporů, Úvodní studie Řízení dmychadlové stanice generátorovny ve Vřesové, programové vybavení této stanice a v r. 1990 Pyrometrie a termografické systémy. Přístroj zkonstruovaný pro vyšetřování průchodnosti dýchacích cest při léčbě rakoviny hypertermií pro FN Plzeň byl přijat jako zlepšovací návrh.

5. Rozvoj pracoviště od r. 1990

Laboratoře měření neelektrických veličin se stěhovaly v 90. letech z budovy Nad Hamburkem a z Komenského ulice zpět do hlavní budovy FEL v sadech Pětatřicátníků 14.

Kromě výuky základního předmětu *Elektrické měření (EME)* pro klasické obory zároveň docházelo k rozvoji výuky měření zejména na Fakultě elektrotechnické; vznikaly nové předměty pro nově se rozvíjející obory, např. *Lékařská měřicí technika (LMT)*, *Elektronické měřicí systémy (EMS)*, *Elektrické měření a měřicí technika (EMMT)*, *Základy měření v ekologii (ZME)*, *Měření fyzikálních složek životního prostředí (MFŽP)*. Vyučující se zaměřili i na kvalitu měřících procesů a vznikaly další předměty, a to *Základy metrologie (MET)*, *Diagnostika a řízení jakosti (DRJ)*, *Teorie a měření experimentů (TME)*, později *Řízení jakosti a technická diagnostika (RJTD)* a *Metrologie (MET)*.

Na Fakultě aplikovaných věd se pro studijní obory „Technická kybernetika“ a „Výpočetní technika“ začaly přednášet předměty *Základy měření pro bakaláře FAV (ZMB)* a *Základy měření pro ing. studium FAV (ZMA)*. Pro zaměření Biomechanika se opět přednáší předmět *Lékařská měřicí technika (LMT)*.

Na Fakultě strojní byly vyučovány předměty *Měřicí technika pro konstruktéry*, *Měřicí technika pro technology* a *Základy měřicí techniky*, později však na žádost vedení fakulty byla výuka těchto předmětů zrušena. Předmět *Měření*

neelektrických veličin (MNV) se stal volitelným pro všechny technické fakulty a naopak jsou připraveny nové předměty *Chvění a hluk (CHH)* a *Převodníky neelektrických veličin (PNV)*.

Společně s Oddělením elektrotechnologie vznikla pro studenty nabídka certifikátového programu *Metrologie a diagnostika elektrických zařízení*.

Pro výuku doktorandů jsou vytvořeny předměty *Měření neelektrických veličin (XMNV)*, *Měřicí systémy, sběr a zpracování dat (XMSD)*, *Měření ve výkonových systémech (XMVS)*, *Statistické řízení jakosti (XSRJ)*, *Návrh a vyhodnocování experimentů (XNVE)*.

V období 1998-2002 se tři pracovníci zapojili také do činnosti akreditované Elektrotechnické laboratoře (ETL) v oblasti měření hluku a vibrací.

Ve spolupráci s Ústavem fyzikálního inženýrství při Fakultě aplikovaných věd byl řešen GA ČR 101/97/1074: Charakteristika zdrojů akustické emise v ocelových konstrukcích. Ve spolupráci s Katedrou mechaniky na FAV byl řešen GAČR 106/04/0201: Biomechanika horních cest močových a jejich vazba na dolní část močového traktu.

Dlouholetá spolupráce s Ústavem hygieny LF UK v Plzni vedla v letech 1998 – 2000 k řešení grantu IGA MZ ČR 4815-3: Studium oxidačního poškození organismu s možností jeho prevence při abúzu alkoholu.

6. Nové prostory, nové možnosti

V r. 2004 došlo ke stěhování FEL do nových prostor „Zeleného trojúhelníku“ na Borech.

Katedra má nyní řadu laboratoří, které jsou v nové budově prostornější, funkčnější a logicky soustředěné do prostorů, které na sebe navazují. Oddělení měření disponuje laboratořemi pro měření elektrických veličin, neelektrických veličin, akustických veličin, elektronických systémů, metrologie a řízení kvality, má také svou vývojovou laboratoř.

Při stavbě budovy Fakulty elektrotechnické ZČU byly pro účely akustických měření vybudovány bezodrazová a dozvuková komora, které jsou vybaveny moderními přístroji, včetně multianalýzátoru Pulse s možností měření akustické intenzity a výkonu.

Při úpravách učebních plánů některé předměty zanikly a vznikaly nové předměty garantované již mladými absolventy doktorského studia na FEL ZČU - *Elektrické měření 1 (EM1)*, *Elektrické měření 2 (EM2)*, *Elektrické měřicí přístroje (EMP)*, snižuje se počet vyučovacích hodin pro předmět *Elektrické měření (EME)* a vznikají předměty zaměřené do oboru akustika - *Akustika v dopravních prostředcích (AED)*, *Akustika (AK)*, *Technická podpora zpracování zvuku (TPZZ)* a *Software pro zpracování zvuku (SWZ)*. Nově vybudované laboratoře pro měření neelektrických veličin v nových prostorách slouží především pro výuku na Fakultě elektrotechnické a Fakultě aplikovaných věd, kde jsou posluchači prakticky seznamováni s metodami a prostředky pro měření v oblasti mechatroniky, moderního designu a v ochraně pracovního a životního prostředí.

Byl schválen další certifikátový program pro magisterské studium „*Metody a prostředky procesů měření*“. Tento

program nabízí studentům soubor předmětů přednášených pracovníky Oddělení měření v rámci navazujícího magisterského studia.

Pro zlepšení vybavení laboratoří bylo řešeno několik projektů Fondu rozvoje vysokých škol (FRVŠ), a to např. 1604/2002/A: Specializovaná počítačová laboratoř, 1265/2008/A: Rozšíření možností výuky v akustických laboratořích do oblasti elektroakustiky, 463/2000/H: Inovace vybavení laboratoře Elektrických měření, 1617/2002/H: Modernizace vybavení Laboratoře měření hluku a vibrací, 939/2001/F1: Inovace studijního programu – předmět EMP, 634/2006/F1a: Inovace předmětu Měření fyzikálních složek životního prostředí, 680/2006/F1: Příprava laboratorních cvičení předmětu Akustika, 254/1999/G1: Přesná měření hluku a vibrací, 255/99/G Virtuální spektrální analýza, 1602/2002/G1a: Návrh technologie pro odloučení NO_x z kouřových spalin, F0251/2009/G1: Inovace praktických cvičení z oblasti měření, vnímání a predikce hluku, F0309/2012/G1: Inovace praktických cvičení z oblasti měření parametrů životního prostředí. Ve spolupráci s Katedrou aplikované elektroniky byl řešen např. projekt FRVŠ 1051/2008/A: Vybudování nových experimentálních pracovišť pro mikrovlnná vektorová měření a analýzu radiokomunikačních systémů.

Pro výzkumnou práci Katedry technologií a měření byl velmi důležitý Výzkumný záměr MŠMT České republiky MSM 4977751310 „Diagnostika interaktivních dějů v elektrotechnice“ řešený v období 2005 – 2011, jehož vedoucím řešitelem byl prof. Ing. Václav Mentlík, CSc. (vedoucí Oddělení elektrotechnologie) a ve kterém byla zapojena i většina pracovníků Oddělení měření.

Význam záměru byl ve výrazném prohloubení tvůrčí a publikační činnosti členů Oddělení měření i v lepších možnostech výchovy mladých doktorandů. Vznikly články, uvedené ve sbornících republikových nebo zahraničních konferencí a některé výsledky byly zveřejněny v časopisech. Z oddělení měření byl též uplatněn funkční vzorek.

Výzkum skupiny pracovníků měření byl soustředěn zejména na:

- sběr a analýzu dat,
- moderní řešení nejistot měření,
- návrh a realizaci experimentálního elektro-optického kanálu,
- měření odezvy mechanických soustav,
- analýzu absorpčních křivek metodou neuronových sítí a shlukové analýzy,
- využití metod akustického výkonu pro diagnostikování transformátorů,
- měřicí procesy a analýzu dat,
- využití statistických SW v diagnostice interaktivních dějů.

V současné době Katedra technologií a měření zajišťuje studijní obor Komerční elektrotechnika, ale v pedagogické činnosti se pracovníci Oddělení měření podílejí i na výchově studentů a diplomantů ostatních oborů, o čem svědčí bakalářské a diplomní práce zadávané také oborům Technická ekologie, Aplikovaná elektronika, Sdělovací technika nebo Telekomunikace a multimediální technika.

Oddělení měření vychází z moderního pojetí měření a metrologie v širším slova smyslu, tedy měření a měřicí techniky jako disciplíny zahrnující poznatky z oblastí sběru a vyhodnocování dat, měřicích procesů, včetně jejich řízení a respektování kvality měření.

Tomu odpovídá i skladba současných garantovaných předmětů, které lze rozdělit podle zaměření (*zkratky předmětů vysvětleny v odst. 5 a 6*):

- měření elektrických veličin – 7 předmětů (*EME, EMI, EM2, ZMA, EMP, XMSD, XMVS*),
- měření neelektrických veličin – 10 předmětů (*MFŽP, MNV, PNV, CHH, AK, AED, TPZZ, SWZ, LMT, XMNV*),
- zajištění kvality procesů měření – 5 předmětů (*MET, TME, RJTD, XSRJ, XNVE*).

V předmětech měření elektrických a neelektrických veličin jsou přednášky doplňovány laboratorními cvičeními, v předmětech vyučujících kvalitu procesů měření jsou přednášky doplňované převážně exkurzemi nebo výukou v PC laboratoři. Snažíme se stále zachovat výuku formou laboratorních cvičení u většiny předmětů.

Předměty zajišťované Oddělením měření jsou zařazeny do všech tří úrovní vysokoškolského studia:

- bakalářské – 5 předmětů (*EME, EMI, EM2, ZMA, MFŽP*),
- magisterské – 12 předmětů (*EMP, MNV, PNV, CHH, AK, AED, TPZZ, SWZ, LMT, MET, TME, RJTD*),
- doktorské – 5 předmětů (*XMSD, XMVS, XMNV, XSRJ, XNVE*).

Podrobnější informace a charakteristiku uvedených předmětů lze získat na internetových stránkách ZČU - <http://portal.zcu.cz/wps/portal/>

V rámci výuky se snažíme alespoň v některých předmětech zajistit také přednášku vedenou některým odborníkem z praxe, a to:

- vedoucím zkušební nebo kalibrační laboratoře v předmětu *Metrologie*,
- vedoucím skupiny kvality návrhu výrobku z WITTE Nejdek nebo pracovníkem z firmy Palstat s.r.o. v předmětu *Řízení jakosti a technická diagnostika*,
- zástupcem firmy Q-DAS, s.r.o. v předmětu *Teorie a měření experimentů*.

Proto vítáme také spolupráci s Českou metrologickou společností a možnost účasti spolu se studenty každoročně v Plzni pořádané mezinárodní konference „Měřicí technika pro kontrolu jakosti“.

Odborné postavení pracoviště lze posuzovat podle komunikace a spojení s ostatními odbornými pracovišti na úrovni státní i mezinárodní.

Doc. Ing. Václav Čtvrtník, CSc. byl velmi uznávanou osobou v oboru Měření a měřicí technika, byl členem doktorských i magisterských komisí na FEL ČVUT Praha, je čestným členem TC7 mezinárodní organizace IMEKO, byl děkanem a poté proděkanem FEL ZČU v Plzni. Spolupracoval i se Slovenskou akademií věd a vychoval řadu úspěšných doktorandů.

Doc. Ing. Olga Tůmová, CSc. je členkou Výkonného Výboru IMEKO v ČR a také členkou TC7 mezinárodní

ní organizace IMEKO, aktivně pracuje v komisi TNK-4 (Aplikace statistických metod) při ÚNMZ a v odborné skupině Statistické metody při ČSJ. V současné době je i členkou Rady pro metrologii při ÚNMZ a bývá členkou doctorských komisí na FEL ČVUT Praha. Je též členkou redakční rady časopisu *Jemná mechanika a optika*. Dlouhodobě se věnuje také výchově doktorandů, obhájené doctorské práce byly zaměřeny na:

- řešení kvality měřicích procesů ve zkušebních laboratořích,
- řešení kvality technologického procesu při výrobě kabelů,
- zpracování meteorologických dat a pravděpodobnostních map maximální rychlosti větru,
- měření složek životního a pracovního prostředí se zaměřením na hluk větrných elektráren,
- komplexní bezpečnost výroby se zaměřením na LCD výrobky,
- spolehlivost výrobků v oblasti výroby automobilových zámků.

V současné době řeší další doktorandi problematiku na téma:

- metody hodnocení hluku v komunálním prostředí,
- nové metody stanovení komfortu pro životní a pracovní prostředí,
- nové metody stanovení přesnosti měření v technologických procesech,
- nové metody statistického hodnocení výrobních a měřicích procesů.

Řada pracovníků oddělení spolupracuje s externími podniky nebo pracovišti a poskytuje jim konzultace nebo se podílí na jejich speciálních měřeních. V této odborné práci se snažíme o neustálé zlepšování provázanosti jednotlivých pracovníků (s ohledem na jejich znalosti a zaměření) pro aplikace v praxi.

Mladí kolegové jsou také zapojeni do projektů TAČR nebo MPO a podílejí se na činnosti nově se rozvíjejícího pracoviště fakulty - RICE (Regionální inovační centrum pro elektrotechniku).

7. Dvacet let výuky metrologie na FEL ZČU

Po r. 1989 došlo k uvolnění tvorby studijních programů a oborů na vysokých školách v ČSR, a proto bylo možné od r. 1994 výuku měření v oblasti elektrických i neelektrických veličin na FEL rozšířit o předávání znalostí v oblasti metrologie - legální, obecné i metrologie a etalonáži vybraných

veličin. Byl připraven samostatný předmět, původní - *Základy metrologie* - vyučovaný v rozsahu 2+2 (2h přednášek a 2h cvičení týdně) byl od r. 1998 nahrazen předmětem *Metrologie* o rozsahu 3+1 (3h přednášek a 1h cvičení týdně).

Přednášky jsou koncipovány tak, že 1/3 látky tvoří potřebná legislativa, následuje vyhodnocování naměřených dat (chyby a nejistoty) a cca 1/2 předmětu je zaměřena na technické prostředky, které slouží k zabezpečení přesného (tj. správného a shodného) měření vybraných veličin. Jedna přednáška je každý akademický rok věnována návštěvě mezinárodní konference *Měřicí technika pro kontrolu jakosti*, kterou pořádá v Plzni Česká metrologická společnost (nyní v prostorách kongresového centra Primavera v Plzni – Černicích) a jejíž součástí je vždy i rozsáhlá výstava měřicí techniky.

V rámci cvičení předmětu studenti navštíví 2 specializovaná metrologická pracoviště:

- Elis Plzeň a.s., je firma vyrábějící ultrazvukové a indukční průtokoměry kapalin a měřičů tepla ve vodě a v páře. V prostorách firmy se nachází rovněž autorizované metrologické středisko. V tomto metrologickém středisku lze kalibrovat a ověřovat všechna kalorimetrická počítadla pro měření tepla ve vodě a v páře a také ověřovat všechna měřidla průtoku (mechanické vodoměry, ultrazvukové, indukční a vírové průtokoměry),
- ENERGIZE GROUP s.r.o., je středisko kalibrační služby, které se zabývá kalibrací přístrojů pro měření elektrických veličin a dále frekvence, tlaku a teplot.

Součástí cvičení je rovněž praktické měření v laboratorních katedry se zaměřením na následné vypracování samostatné práce, jejíž stěžejní částí je výpočet nejistot měření. Tuto práci vypracovává každý student samostatně s individuálně naměřenými hodnotami.

Těší nás, že mnozí z našich diplomantů pracují v akreditovaných metrologických laboratořích, někteří i v pobočce ČMI.

8. Závěr

Cílem příspěvku bylo nastínit vývoj a současný stav oboru měření a metrologie na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Jsme otevřené pracoviště všem, kdo s námi chtějí spolupracovat. Poskytujeme řadu konzultací i nezávazných setkání na odborná témata.

Více informací lze získat na stránkách Fakulty elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni (www.fel.zcu.cz)



SEMINÁŘ KALIBRACE MĚŘIDEL TEPLoty A VLHKOSTI POŘÁDANÝ ČKS

Ing. Jindřich Šabata

ČEZ, a.s., JE - Divize výroba, AKL 2245

České kalibrační sdružení uspořádalo pracovní seminář „Kalibrace a měření teploty a vlhkosti“. Seminář se konal 14. a 15. května 2013 na Skalském dvoře. Toto místo bylo voleno z důvodu velikosti rozsahu akce. Semináře se zúčastnilo 117 osob, bylo zde zbudováno 7 předváděcích pracovišť a vystavovalo zde 7 firem a to D-Ex Instruments, TH&L Systems, TECTRA, ZPA Nová Paka, SENSIT a Atest-TM a TSI systémy.

Cílem semináře bylo získání teoretických znalostí a praktických dovedností potřebných k provádění kalibrací měřidel teploty a vlhkosti v souladu s obecnými kritérii normy ČSN EN ISO/IEC 17025 „Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří“ a dále v souladu s platnými právními a technickými předpisy, které se vztahují ke kalibraci měřidel teplot a vlhkosti. Účast na semináři bylo možné považovat za naplňování požadavku čl. 5.2 normy ČSN EN ISO/IEC 17025 „Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří“ a čl. 7.6 Řízení monitorovacích a měřících zařízení normy ČSN EN ISO 9001:2009 „Systémy managementu jakosti - Požadavky“. Na semináři obdržel každý účastník sborník přednášek a na závěr semináře potvrzení o absolvování semináře „Kalibrace a měření teploty a vlhkosti“ s programem semináře. V rámci semináře (na místě konání) mohli účastníci absolvovat, ve spolupráci s ČKS, zkoušky u ČMI a získat tím osvědčení pro provádění kalibrací v teplotě a vlhkosti. Této možnosti využilo 37 účastníků a bylo absolvováno 83 zkoušek (16 OST, 16 TC, 9 ST, 17 ETE, 17 RP, 8 RH).

Na semináři byla přednesena následující témata:

- **Úvod do metrologie teplot, Úvod do nejistot měření, Párové snímače teplot pro měřiče tepla, OT – pára, Termoelektrické snímače teploty, Převodníky teplot.** Přednášel Ing. Jiří Kazda, České kalibrační sdružení.
- **Technické vybavení laboratoří teplot, Přímoukazující teploměry.** Přednášel p. Milan Beneš, vedoucí metrolog AKL 2245, ČEZ, a.s., JE – Divize výroba.
- **Odporové snímače teploty.** Přednášel Ing. Ivan Tůma, ZPA Nová Paka.
- **Bezkontaktní teploměry, Měření vlhkosti.** Přednášel Ing. Jan Otych, Český metrologický institut Brno.
- **Teplotní komory (teplota, vlhkost), Externí kalibrace (teplota, vlhkost).** Přednášel Ing. Josef Vojtíšek, Český metrologický institut Praha.
- **Měření vlhkostních veličin v plynech.** Přednášel Ing. Miroslav Havlíček, D-Ex Instruments.

Semináře se zúčastnilo na 117 osob. Seminář byl účastníky hodnocen velmi pozitivně. To vyplynulo z osobních reakcí účastníků a z vyhodnocení anonymní ankety, kterou odevzdalo asi 30% účastníků.

Přesto nutno konstatovat, že seminář měl několik nedostatků, které vyplynuly z dotazníků, z reakcí účastníků a pochopitelně i z poznatků organizátorů. Šlo především o večerní neformální diskusi, která se neuskutečnila tak jak původně bylo zamýšleno, tedy společně s přednášejícími a vystavovateli. Nárazově bylo také větší množství zájemců u předváděcích pracovišť. Přednášky, až na drobné výjimky, byly hodnoceny vysoce pozitivně (většinou známkou 1).



Akce pořádané ČKS ve 2. pololetí 2013

Seminář „kalibrace pracovních měřidel z oboru délka“ se uskuteční 17. září 2013 v budově ČMI Brno jednodenní seminář zaměřený na kalibraci nejběžnějších měřidel délky.

Seminář „elektrických veličin“. Ve spolupráci s ČEZ, bude dne **2. října 2013** pořádat jednodenní seminář v oblasti elektrických veličin a to v budově Informačního centra na JE Dukovany. Seminář bude zaměřen především na elektronické přístroje a jejich kalibrace v podniku, zkušebně a kalibrační laboratoří a kalibrační postupy pro kapacitní rozsahy DMM, etalony R a měřiče RLC, osciloskopy, stopky podle internetu a také například na měření a simulace odporových teploměrů a termočlánků. Budou také připraveny předváděcí pracoviště. Případné Vaše požadavky na náplň semináře zasílejte na Doc. Ing. J. Horského, CSc (horsky1@upcmail.cz) nebo na Ing. J. Šabatu (jindrich.sabata@cez.cz).

Seminář „kalibrace vah“ se uskuteční 15. – 16. října 2013 v hotelu Skalský dvůr. Program semináře bude orientován na prezentaci výsledků řešení úkolu „programu rozvoje metrologie“ (kalibrace elektronických vah s neautomatickou činností, kalibrace vah v míchárnách betonových směsí, příručka pro uživatele vah, použití substituční zátěže při kalibracích).

Podzimní konference ČKS se bude konat 6. – 7. října 2013 v hotelu Skalský dvůr. Na konferenci vystoupí zástupci ÚNMZ, ČIA, ČMI a aktuálními informacemi v oblasti metrologie a akreditace. Dále budou předneseny příspěvky věnované problémům kalibračních laboratoří a v samostatné sekci problémům při ověřování tachografů autorizovanými metrologickými středisky.

Program a přihlášky budou uveřejněny na webu ČKS.

České kalibrační sdružení, Slovinská 47, 612 00 Brno
www.cks-brno.cz

V ROZHODČÍM ŘÍZENÍ SI MŮŽETE VYBRAT I ODBORNÍKA



ROZHODČÍ SOUD

při Hospodářské komoře České republiky
a Agrární komoře České republiky

Povědomí české společnosti o rozhodčím řízení neboli arbitráži se nesporně v posledních letech zvýšilo a veřejnost, a to nejen podnikatelská, si uvědomuje výhody této formy řešení sporů – rychlost rozhodnutí, neformálnost, menší finanční náklady a snadnou vymahatelnost práva nejen v tuzemsku, ale ve více než 140 zemích světa. Ale i když se v ČR znalost o rozhodčím řízení zlepšuje, stále v obecnější rovině ještě přetrvávají některé chybné představy o tomto mimosoudním způsobu řešení sporů a v praxi se také objevují chyby, které již při uzavírání rozhodčí doložky mohou ovlivnit vedení případného budoucího sporu. Je proto dobré připomenout si hlavní zásady a principy rozhodčího řízení.

K tomu, aby spor mohl být řešen rozhodčím řízením, je třeba splnit dvě základní podmínky: musí se jednat o spor majetkové povahy a dobrovolný souhlas obou smluvních stran řešit případné spory tímto způsobem musí mít písemnou podobu, což je formou rozhodčí doložky ke smlouvě. Rozhodčí doložka je písemný dokument, kterým se strany zavazují spor projednat v rozhodčím řízení, respektovat rozhodčí nálezy a podrobit se mu. Rozhodčí doložku nelze jednostranně vypovědět. V praxi je možné setkat se s dvěma formami rozhodčího řízení – buď s řízením ad hoc, nebo řízením před stálým rozhodčím soudem. V České republice je jediný stálý rozhodčí soud, a to Rozhodčí soud při Hospodářské komoře České republiky a Agrární komoře České republiky. Na webových stránkách tohoto soudu (www.soud.cz) jsou, kromě dalších informací, i vzorové texty rozhodčích doložek.

Rozhodčí doložka je základním pilířem rozhodčího řízení a hlavní podmínkou k zahájení řešení vzniklého sporu v rozhodčím řízení. Právě na tom, jak je formulována, závisí, jak se rozhodčí řízení bude vyvíjet. I přesto však důležitost tvorby doložky bývá velmi často považována za pouhou formalitu a není jí věnována náležitá pozornost.

Proto je třeba, aby při formulování rozhodčí doložky nebylo nic ponecháno nějaké volnější slovesné tvorbě, protože následně vzniklé problémy již nejdou bez spolupráce obou sporných stran odstranit. A je jasné, že po podání žaloby sporné strany ve většině případů nespolečně pracují.

Je dobré upozornit na některé chyby, které se objevují. Například některé rozhodčí doložky také stanoví jmenovitě osobu konkrétního rozhodce, který je oprávněn spor rozhodnout. V praxi to není zcela běžné, nicméně se tato atypická rozhodčí doložka objevuje, a její nevýhodou je, že od uzavření smlouvy do vzniku případného sporu může uplynout i delší doba a není možné zcela vyloučit změnu poměrů na straně takto jmenovaného rozhodce, které mu neumožní vykonávat funkci rozhodce.

Ve sporech řešených Rozhodčím soudem při HK ČR a AK ČR, které rozhoduje tříčlenný senát, jmenuje předsedou tohoto senátu předseda Rozhodčího soudu a další dva členy senátu navrhuje strany sporu ze seznamu rozhodců, vedeného Rozhodčím soudem. Neznamená to ale, že členem rozhodčího senátu musí být vždy pouze rozhodce vedený na tomto seznamu. V případě, kdy spor rozhoduje tříčlenný senát a předmětu sporu by to vyhovovalo, je možné jmenovat rozhodcem odborníka, který není na seznamu rozhodců Rozhodčího soudu při HK ČR a AK ČR a kterého navrhla jedna ze stran sporu. Strana sporu má takto jistotu, že členem rozhodčího senátu je erudovaný a nestranný odborník v daném oboru. Jmenování tohoto navrženého odborníka rozhodcem však není automatické, ale musí ho nezbytně schválit předsednictvo Rozhodčího soudu.

Výběr a jmenování konkrétního odborníka mimo seznam rozhodců má svá pravidla. Především strana, která ho navrhuje, by ho neměla oslovovat sama předem, zda chce funkci rozhodce pro tento spor přijmout, a to ani jen tímto strohým dotazem. Kontaktem s ním by totiž byl narušen princip nestrannosti, případně by vzniklo riziko, že ho z porušení nestrannosti obviní protistrana. Je totiž logické, že při oslovení by se odborník ptal, o jaký spor se jedná a s největší pravděpodobností by dostal výklad z pohledu jedné strany. Byl by tedy jednostranně informován dopředu, ještě předtím, než by se s celým sporem a jeho podstatou podrobněji seznámil. Proto návrh na jmenování konkrétního odborníka rozhodcem pro daný spor podává navrhující strana sporu předsednictvu Rozhodčího soudu. To pak dále zajistí vše potřebné – oslovení odborníka, zda jmenování rozhodcem je ochoten přijmout, vyžádá si od něj informace o jeho dosavadní činnosti atd. Poté předsednictvo získané informace posoudí a následně schválí (nebo také neschválí). Takto jmenovaný odborník se stane rozhodcem pouze pro daný konkrétní případ, není ale zapsán do seznamu rozhodců vedeného Rozhodčím soudem při HK ČR a AK ČR. Pokud navrhovaný odborník jmenování rozhodcem nepřijme, nebo předsednictvo Rozhodčího soudu s ním nebude souhlasit, může dotyčná strana navrhnout jiného odborníka. Celý postup oslovení a schvalování se pak opakuje.

I když Řád Rozhodčího soudu neurčuje, kolikrát lze takto navrhnout, není vhodné vybírat odborníka „donekonečna“; mimo jiné by to ani nebylo v zájmu stran sporu, který by se tak zbytečně protahoval dlouhým čekáním na jmenování rozhodce. Pokud tedy navrhující strana několikrát s navrhovaným odborníkem neuspěje, měla by vybrat rozhodce ze seznamu rozhodců vedeného Rozhodčím soudem při Hospodářské komoře ČR a Agrární komoře ČR.





ROZHODČÍ SOUD

při Hospodářské komoře České republiky
a Agrární komoře České republiky

Řešení Vašeho sporu efektivně, rychle a odborně!

O Rozhodčím soudu

- byl založen roku 1949
- řídí se zákonem, Statutem, Řádem
- vede Seznam rozhodců a tím garantuje odbornou kvalitu rozhodčího řízení probíhajícího před Rozhodčím soudem
- na Listině rozhodců je více než 240 rozhodců z tuzemska i zahraničí

Sekretariát Rozhodčího soudu zajišťuje

- konzultace před uzavřením smlouvy či podáním žaloby u Rozhodčího soudu
- odborné znalce
- tlumočníky
- veškerou administrativu spojenou s rozhodčím řízením před Rozhodčím soudem

Jaké spory řeší?

- obchodní vztahy (kupní smlouvy, nájemní smlouvy, smlouvy o dílo, úvěrové smlouvy ...)
- občanskoprávní (mj. i manželské smlouvy, kupní smlouvy na nemovitost, smlouvy o půjčce ...)
- pracovní právní vztahy (smluvní podmínky mzdového charakteru)

Výhody rozhodčího řízení

- řízení je jednoinstanční, neveřejné, rychlé, méně formální
- rozhodčí nálezy jsou v tuzemsku i v zahraničí dobře vykonatelné
- Newyorská úmluva z roku 1958 umožňuje uznání a výkon rozhodčích nálezů ve více než 140 státech světa
- strany si mohou určit místo i jazyk rozhodčího řízení

Podmínka pro rozhodování sporu v rozhodčím řízení před Rozhodčím soudem při HK ČR a AK ČR je platná rozhodčí doložka ve prospěch tohoto soudu.

Znění rozhodčí doložky doporučené k zapracování do Vašich smluv:

Všechny spory vznikající z této smlouvy a v souvislosti s ní budou rozhodovány s konečnou platností u Rozhodčího soudu při Hospodářské komoře České republiky a Agrární komoře České republiky podle jeho řádu jedním rozhodcem jmenovaným předsedou Rozhodčího soudu.

Všechny spory vznikající z této smlouvy a v souvislosti s ní budou rozhodovány s konečnou platností u Rozhodčího soudu při Hospodářské komoře České republiky a Agrární komoře České republiky podle jeho řádu třemi rozhodci.

Veškeré potřebné dokumenty lze nalézt na adrese: www.soud.cz

Rozhodčí soud je tu pro Vás.

Další informační materiály jsou k dispozici stranám, ale i ostatním zájemcům v sídle soudu Dlouhá 13, Praha 1, v jazyce českém, ruském, anglickém, německém a francouzském.

Telefonní spojení je: tel.: +420-222 333 340, fax: +420-222 333 341, e-mail: paha@soud.cz

KONTROLA ATYPICKÝCH SOUČÁSTEK

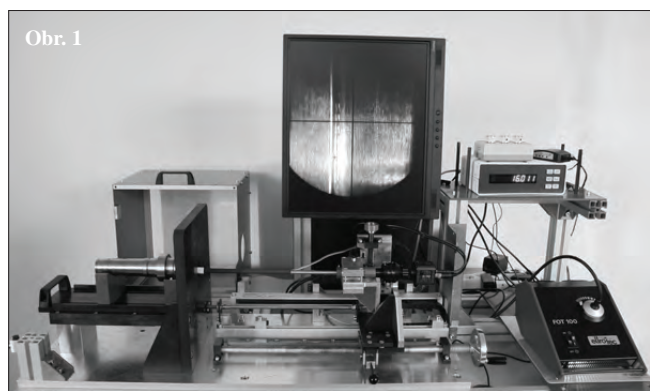
Ing. Jan Kůr, Michal Chamrád

MESING, spol. s r.o., Brno, www.mesing.cz

Kontrolovat běžné typy součástek nebývá problém. Zejména v automobilovém průmyslu se ale začínají stále více používat součástky, které svým tvarem z dosavadních standardů vybočují a jejich kontrola stávající měřicí technikou není možná. Uvádíme proto alespoň několik příkladů řešení měřidel pro atypické součástky.

Měřidlo tvarově složitých otvorů

Některé tvarově komplikované hřídele mají složitý tvar nejen pláště, ale i otvoru. Na **obr. 1** je příklad ručního mě-



řidla na kontrolu otvorů; to je vybaveno optikou s nitkovým křížem, který se ztotožní s kontrolovanou hranou a její poloha se určí pomocí osově uspořádaného inkrementálního odměřovacího systému s citlivostí 1 μm .

Měřidlo radiálního házení hlubokého otvoru vůči plášti

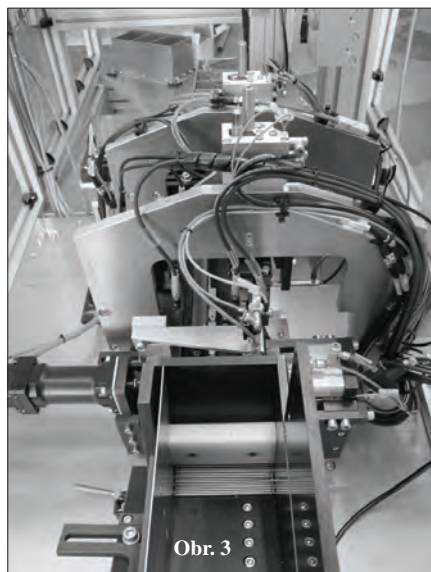
Příklad takového měřidla je na **obr. 2**. Základ odměřovacího zařízení tvoří páková měřicí hlavice vybavená speciálním trnem zasunutým do otvoru. Součástí se na této verzi měřidla protáčí rukou.



Dynamické měření dlouhých tenkých hřídelek

Kontrolní automat na takové hřídelky o průměru do 3 mm a délce mnohonásobně delší je na **obr. 3**. Hřídelky jsou v měřicím místě protáčeny motoricky 2 protilehlými otočnými a posuvnými kuželovými lůžky nebo upínkami, které uchopí hřídelku na koncích. Středové části se dotýkají převážně u okrajů 2+2 protilehle umístěné indukčnosti snímače s břitovými rovnoběžnými doteky. Pomocí zmíněných dvojic snímačů jsou v těchto řezech vyhodnoceny průměry a ovalita a z rozdílů průměrů se pak vypočítá kuželovitost. Při protáčení se v reálném čase vyhodnocuje matematicky poloha osy.

Obou krajů hřídelky, které mívají většinou menší průměr než středová část, se dotýkají další až 2 dvojice protilehle



uspořádaných snímačů a opět se určuje průměr a ovalita. V případě dvojice snímačů se v reálném čase vypočítává středová poloha, která se porovnává s matematicky vypočtenou osou střední části a určí se radiální házení (v případě 2 dvojic snímačů pak i nesouosost).

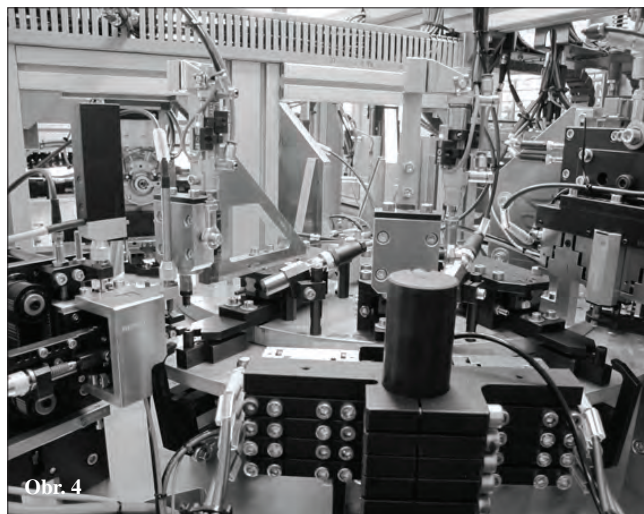
Měření přechodových hran

Pro namátkovou kontrolu se obvykle používají optická měřidla s nitkovým křížem (obdoba měřidla viz **obr. 1**). V hromadné výrobě se poloha hran se sraženými obvykle detekuje pomocí optických snímačů se svazkem zaměřeným kolmo na kontrolovaný povrch. Pokud ale narazí svazek na hranu se šikmým sražením, neodrazí se zpět, ale mimo. Někdy jsou sražení nevýrazná a s přechodovým rádiusem – v tomto případě se přistupuje k x/y skenování. Příklad takto řešeného měřicího místa ve vícemístné stanici je na **obr. 4**.

Závěr

Uvedená zařízení mají původ v brněnské společnosti MESING, která je specializovaná na konstrukci a výrobu zakázkové měřicí techniky. Bližší informace získají zájemci přímo ve firmě, nebo třeba také v expozici MESING na MSV BRNO 2013 – pavilon F/23.

Prvky pro tato zařízení vyvíjí MESING za účinné grantové podpory MPO, např. v projektech FRTI 1 / 241 a FRTI 2 / 705.



NABÍDKA AKCÍ ČMS NA NA ZÁŘÍ AŽ PROSINEC 2013

Ing. Emil Grajciar

Česká metrologická společnost

Česká metrologická společnost Vám v podzimních měsících nabízí řadu seminářů a kurzů, které mohou být ještě doplněny.

16. – 19. září 2013 Praha, Klub Lávká	K 469-13	38. základní kurz metrologie
18. září 2013 ČSVTS Praha, 318	S 473-13	Bezkontaktní měření teploty přístroji a termokamerami TESTO
25. září 2013 ČSVTS Praha, 318	K 474-13	Metrologie v interních auditech
9. říjen 2013 ČSVTS Praha, 318	K 475-13	Řízení metrologie v organizaci
21. říjen 2013 ČSVTS Praha, 318	S 472-13	Měření klimatických veličin přístroji TESTO
23. říjen 2013 ČSVTS Praha, 318	S 476-13	Metrologie v chemických laboratořích
6. listopad 2013 ČSVTS Praha, 319	Ko 477-13	15. fórum metrologů
20. listopad 2013 ČSVTS Praha, 318	K 478-13	12. kurz pro technické kontrolory
4. listopad 2013 ČSVTS Praha, 418	S 479-13	Validace teplotních zařízení ve zdravotnické praxi
2. – 5. 12. 2013 ČSVTS Praha, 315	K 480-13	39. základní kurz metrologie

Podrobná nabídka (včetně přihlášek a formulářů žádostí) všech akcí ČMS, certifikace způsobilosti, kalibračních postupů i publikací ČMS je trvale k dispozici na webové stránce ČMS

www.csvts.cz/cms

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-mail adresu:

e-mail: cert-cms@csvts.cz a tel.: 221 082 283

Výhled na I. pololetí 2014

V prvním pololetí roku 2014 nabízíme, tentokrát už **23. mezinárodní konferenci** s výstavou měřicí techniky, která je každoročně naší nejrozsáhlejší akcí. Výhled na I. pololetí roku 2014 bude ještě dopřesňován.

22. leden 2014 ČSVTS, 418	S 481-14	Teplota – jak správně zvolit měřidlo v závislosti na aplikaci II
26. únor 2014 ČSVTS, 418	K 482-14	Řízení metrologie v organizaci
11. - 12. 3. 2014 Plzeň, centrum PRIMAVERA	Ko 483-14	23. „Měřicí technika pro kontrolu jakosti“, s výstavou měřicí techniky
14. květen 2014 ČSVTS, 315	S 484-14	Nové kalibrační postupy
28. květen 2014 ČSVTS, 315	K 485-14	Stanovení nejistot měření
2. - 5. červen 2014 ČSVTS, 219	K 486-14	40. základní kurz metrologie

Dne 6. listopadu 2013

v budově ČSVTS v Praze 1, Novotného lávka 5, pořádá Česká metrologická společnost konferenci

15. fórum metrologů 2013

pod záštitou předsedy ÚNMZ Ing. Milana Holečka

Letošní konferenci jsme zaměřili na změny právních a technických předpisů, na změny a aktuální stav v oblasti legální metrologie.

Součástí konference budou také technické přednášky.

Podrobnosti najdete na webové stránce ČMS:

www.csvts.cz/cms

Zveme Vás

vedení ČMS

Redakční rada:

Ing. Emil Grajciar (předseda), Ing. František Jelínek, CSc. (místopředseda), Ing. Josef Vojtíšek, Doc. Ing. Jiří Horský, CSc., Ing. Milan Badal, Prof. Ing. Jaroslav Boháček, DrSc., Bc. Jan Klíma, Ing. Jiří Kazda, Mgr. Václava Holušová, 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 + 15 % 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 2013. 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.

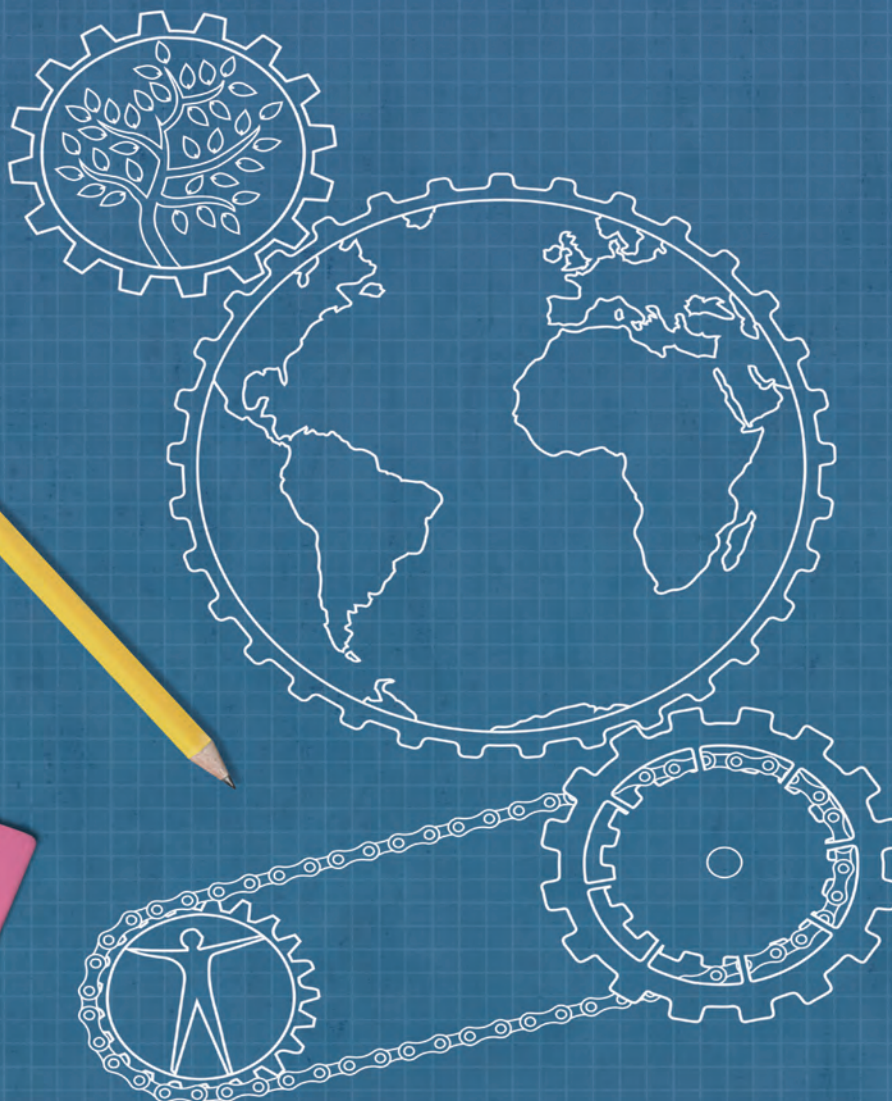
Foto na obálce:

Mezinárodní porovnávací měření absolutních gravimetrů CCM.G-K1 v Mezinárodním úřadu pro míry a váhy v roce 2009. V popředí je státní etalon tíhového zrychlení.

Photo on the front page:

International comparison of absolute gravimeters CCM.G-K1 in the International Bureau of Weights and Measures in 2009. The national standard for gravity acceleration is in the foreground.

SVĚTOVÝ DEN NORMALIZACE



**MEZINÁRODNÍ NORMY JSOU
ZÁRUKOU POZITIVNÍ ZMĚNY**

14. ŘÍJEN 2013

Seminář ÚNMZ ke Světovému dni normalizace se bude konat 15. října 2013 v prostorách ÚNMZ, Biskupský dvůr 5, Praha 1. Bližší informace včetně programu naleznete na www.unmz.cz