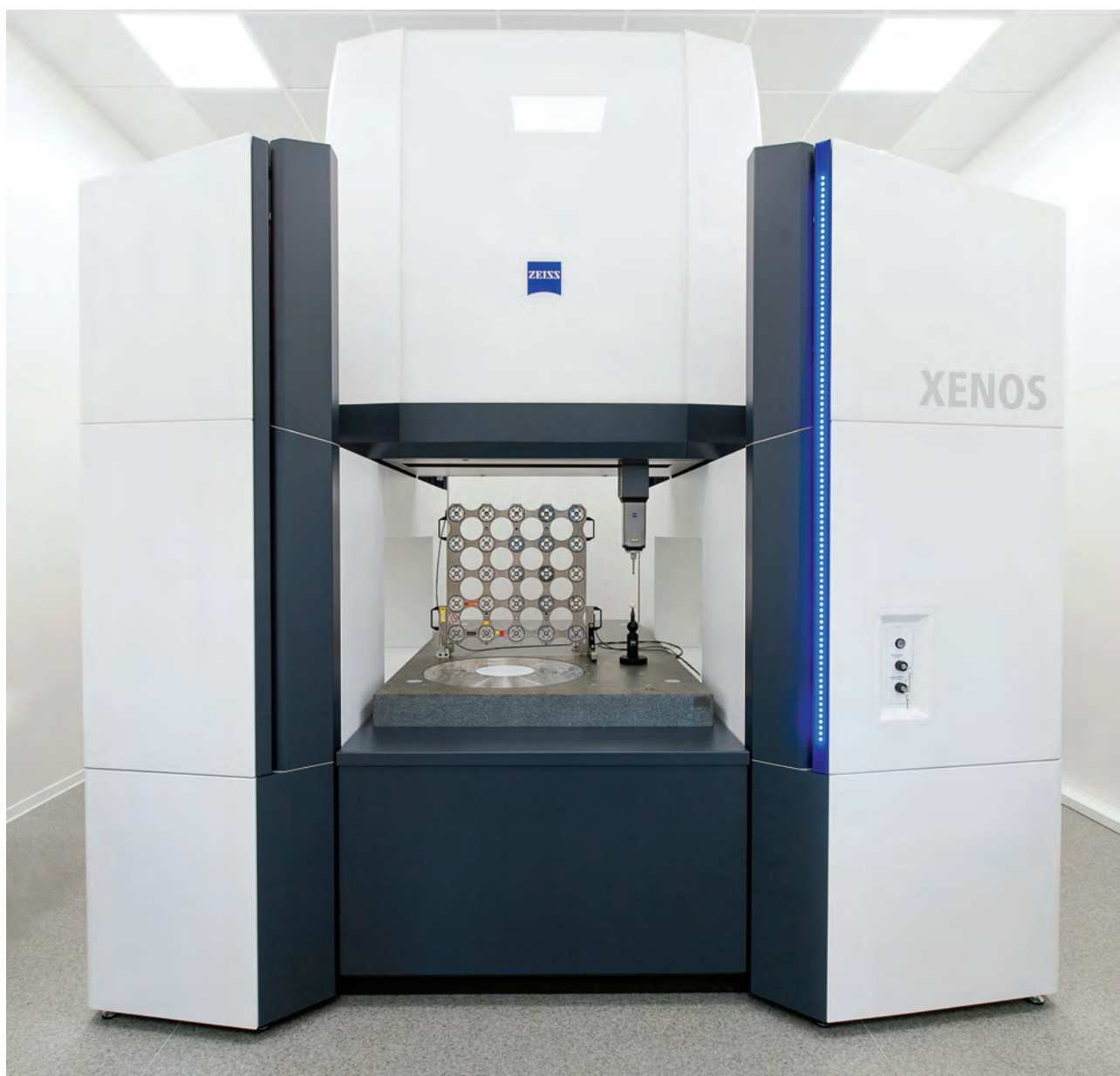


2/2018
ROČNÍK 27

METROLOGIE

VĚDECKÁ
LEGÁLNÍ
PRAKTICKÁ



VĚDA A VÝZKUM**Prof. Ing. Jaroslav Boháček, DrSc.,****Ing. Martin Šimůnek****Měřicí systém s referenčním imitátorem
malých odporů2****Ing. Hora Václav****Stanovení intervalu spolehlivosti četnosti
pomocí chí kvadrátu rozdělení nestejně
přesných měření, jejichž data mají Poissonovo
rozdělení5****Ing. Lukáš Vavrečka Ph.D.,****Ing. Miloslav Chlumský, Ing. Petr Kašpar****Vývoj nového etalonového zařízení momentu síly
v rozsahu do 10 N·m8****doc. Ing. Vít Zelený, CSc.****Slavnostní zahájení měření na souřadnicovém
měřicím stroji Zeiss Xenos v ČMI11****METROLOGIE V PRAXI****Doc. Ing. Jiří Horský, CSc.****Zadávání kalibrace z pohledu zákazníka14****ZKUŠEBNICTVÍ****Ing. Pavel Rubáš, Ph.D.****Princip stanovení měrného odporu proti proudění
vzduchu u stavebních materiálů19****Mgr. Václava Holušová****Program rozvoje zkušebnictví v roce 201720****INFORMACE****Ing. František Hnízdl****Obnovená spolupráce České metrologické
společnosti, z. s. a Slovenské metrologické
společnosti22****Ing. Petr Kříž****ČAS – standardizace nově a efektivně24****Ing. František Jelínek, CSc.****Téma Světového dne metrologie – 20. 5. 2018 –
stálý rozvoj mezinárodní soustavy
jednotek SI26****Ing. Miroslav Hanák****27. konference Měřicí technika pro kontrolu
jakosti28****Ing. Vratislav Horálek, DrSc.****Informace o revizi české technické normy
ČSN ISO 3951-1:201730****Doc. Ing. Jiří Horský, CSc., Ing. Jiří Kazda****Informace Českého kalibračního sdružení34****PR****ABF36****Nabídka akcí ČMS na II. pololetí roku 201818****SCIENCE AND RESEARCH****Prof. Ing. Jaroslav Boháček, DrSc.,****Ing. Martin Šimůnek****The Measuring System with a Reference Imitator
of Low Resistances2****Ing. Hora Václav****Establishing the Confidence Interval for Frequency
Using the Chi-Square Distribution of Unequally
Accurate Measurements with the Poisson
Distribution of Data5****Ing. Lukáš Vavrečka Ph.D.,****Ing. Miloslav Chlumský, Ing. Petr Kašpar****The Development of a New Standard Tool
for Torque in Ranges under 10 N·m8****doc. Ing. Vít Zelený, CSc.****The Ceremonial Opening of Measurements
with the Zeiss Xenos Coordinate Measuring
Machine at CMI11****METROLOGY IN PRACTICE****Doc. Ing. Jiří Horský, CSc.****Ordering Calibration from the Customer's
Point of View14****TESTING****Ing. Pavel Rubáš, Ph.D.****The Principle of Measuring Resistance Against
the Airflow for Construction Materials19****Mgr. Václava Holušová****Testing Development Programme in 201720****INFORMATION****Ing. František Hnízdl****The Renewed Cooperation Between the Czech
Meteorological Society and the Slovak
Meteorological Society22****Ing. Petr Kříž****CSA - New and Effective Standardisation24****Ing. František Jelínek, CSc.****The Theme for the World Metrology Day – 20. 5. 2018 –
Constant Evolution of the SI International
System of Units26****Ing. Miroslav Hanák****The 27th Conference - Measuring Techniques
for Quality Control28****Ing. Vratislav Horálek, DrSc.****Information on the Revision of the Technical
Standard ČSN ISO 3951-1:201730****Doc. Ing. Jiří Horský, CSc., Ing. Jiří Kazda****Information of the Czech Calibration Association34****PR****ABF36****Events Offered by ČMS for 2nd Half of 201818**

MĚŘICÍ SYSTÉM S REFERENČNÍM IMITÁTOREM MALÝCH ODPORŮ

Prof. Ing. Jaroslav Boháček, DrSc.

Ing. Martin Šimůnek

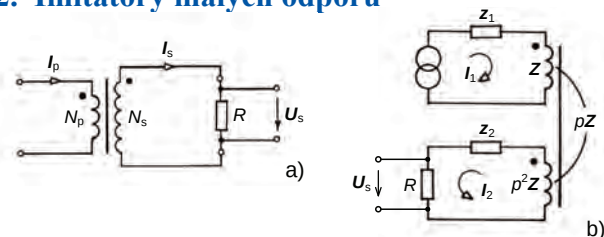
České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická

1. Úvod

Vzájemné srovnávání etalonů elektrické impedance se provádí nejpohodlněji v případě, že se hodnoty srovnávaných etalonů navzájem jen málo liší. Je proto účelné, aby impedance referenčních etalonů používaných při kalibraci etalonů malých impedancí byly samy dostatečně nízké. Zejména se nabízí použití odporových etalonů malých hodnot, u kterých se poměrně snadno dosahuje dobrých metrologických parametrů.

Používání odporových etalonů malých hodnot ovšem má i některé nevýhody. Jednou z nich je skutečnost, že větší napětí lze na těchto etalonech udržet jen za cenu značné výkonové ztráty, z čehož pak vyplývá potřeba nuceného chlazení etalonu. V tomto směru jsou nesporně výhodnější imitátory malých odporů, tvořené kombinacemi etalonů odporu větších hodnot (např. $1\ \Omega$) a vhodných proudových poměrových prvků.

2. Imitátory malých odporů



Obr. 1: Jednoduchý imitátor malého odporu (a) a jeho náhradní schéma (b)

V jednoduchém imitátoru, znázorněném na **obr. 1a**, je jako proudový poměrový prvek použit běžný proudový transformátor s převodem

$$p = \frac{N_s}{N_p}. \quad (1)$$

V náhradním schématu tohoto imitátoru na **obr. 1b** jsou z_1 , z_2 rozptylové impedance primárního a sekundárního vinutí,

Z magnetizační impedance primárního vinutí,

$p^2\mathbf{Z}$ magnetizační impedance sekundárního vinutí a

pZ vzájemná impedance mezi oběma vinutími. Imitovaná čtyřsvorková impedance je definována vztahem

$$\mathbf{Z}_{\text{imit}} = \frac{\mathbf{U}_s}{I_p}. \quad (2)$$

a platí pro ni

$$\mathbf{Z}_{\text{init}} \doteq \frac{R}{p} \left(1 - \frac{\mathbf{z}_2 + R}{p^2 \mathbf{Z}} \right) \quad (3)$$

Evidentní nevýhodou jednoduchého imitátoru podle **obr. 1a** je, že dobré shody imitované impedance s ideální hodnotou $\frac{R}{p}$ lze dosáhnout jen pro malé hodnoty R .

Podstatně lepší vlastnosti má dvoustupňový imitátor podle **obr. 2a**, ve kterém je ve funkci proudového poměrového prvku použit transformátor se dvěma toroidními jádry 1, 2 a dvěma sekundárními vinutími se stejným počtem závitů N_s . Náhradní schéma tohoto imitátoru je na **obr. 2b**, kde z_1 , z_2 a z_3 jsou rozptylové impedance jednotlivých vinutí a Z_1 , příp. Z_2 je impedance, kterou by mělo vinutí s N_p závitů, pokud by bylo navinuto pouze na jádro 1, příp. pouze na jádro 2. Řešením obvodu z **obr. 2b** dostáváme

$$\mathbf{Z}_{\text{imit}} = \frac{\mathbf{U}_s}{\mathbf{I}_p} \doteq \frac{R}{p} \left[1 - \frac{(\mathbf{z}_2 + R)(\mathbf{z}_3 + R)}{p^4 \mathbf{Z}_1 \mathbf{Z}_2} \right] \quad (4)$$

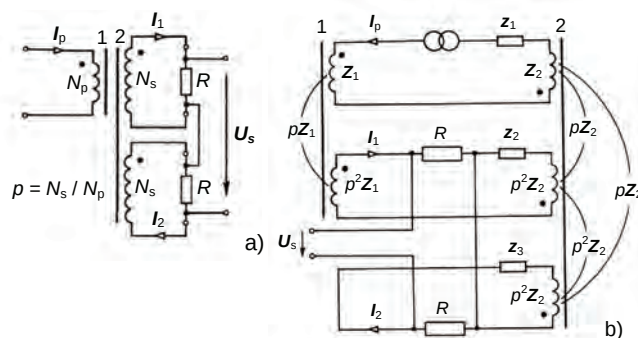
Uvážíme-li, že normálně je

$$|\mathbf{z}_2 + R| \ll p^2 Z, \quad (5)$$

a

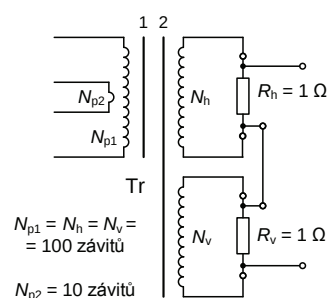
$$|\mathbf{z}_3 + R| \ll p^2 Z, \quad (6)$$

můžeme s přihlédnutím ze vztahu (4) konstatovat, že důsledkem dvoustupňového provedení je výrazné zvýšení přesnosti imitátoru.



Obr. 2 Dvoustupňový imitátor (a) a jeho náhradní schéma (b)

V imitátoru odporů $0,1 \, \Omega$ a $0,01 \, \Omega$, který má provedení podle **obr. 3** a byl realizován v rámci řešení úkolu VIII/16/15 Programu rozvoje metrologie, jsou použita toroidní jádra T60006-L2160-V074 z nanokrystalického materiálu



Obr. 3: Provedení imitátoru

VITROPERM s rozměry 160 mm × 130 mm × 25 mm (výrobek Vacuumschmelze Hanau). Použitelnost těchto jader byla prokázána měřením impedance vinutí se 100 závitů navinutého na jedno z jader. Např. při napětí 1 V a kmitočtu 1 kHz měla tato impedance modul 2175 Ω a úhel 89 stupňů.

Při realizaci transformátoru Tr se postupovalo takto:

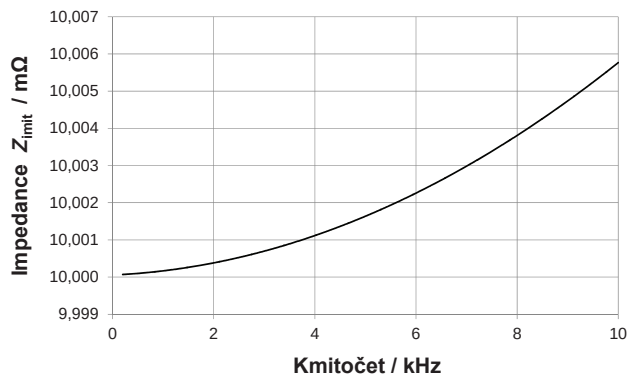
- 1) Na jádro 2 bylo navinuto $N_v = 100$ závitů měděného drátu průměru 1,8 mm.
- 2) K ovinutému jádru 2 bylo z boku připevněno jádro 1 ovinutím izolační páskou.
- 3) Na celek bylo umístěno vinutí s $N_h = 100$ závitů drátu průměru 1,8 mm, vinutí s $N_{p1} = 100$ závitů téhož drátu a vinutí tvořené $N_{p2} = 10$ závitů svazku čtyř drátů průměru 1,8 mm.

Ohmický odpor vinutí s N_h , příp. N_v závitů je 0,15 Ω , příp. 0,10 Ω .

Vzhledem k tomu, že transformátor má více primárních vinutí, lze snadno měnit jeho převod a nastavovat tak různé hodnoty imitované impedance. Konkrétně pro $N_{p1} = 100$ závitů je $Z_{imit} = 1 \Omega$ a pro $N_{p2} = 10$ závitů je $Z_{imit} = 0,1 \Omega$. Pokud se na složené jádro transformátoru dodatečně navine primární vinutí s i závitů, je při jeho použití $Z_{imit} = i \cdot 0,01 \Omega$. V případě jednozávitového primárního vinutí, které lze snadno realizovat pouhým provléknutím kabelu dostatečného průřezu oknem jádra, je $i = 1$ a $Z_{imit} = 0,01 \Omega$.

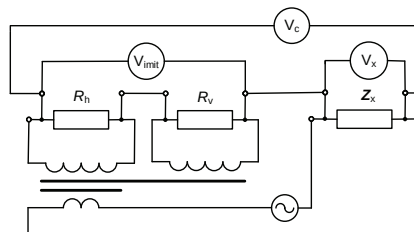
Analýzou náhradního schématu na **obr. 2b** lze ukázat, že proudy tekoucí do etalonů R_h a R_v a tudíž i napěťové úbytky na těchto etalonech jsou ve výrazném nepoměru. Proud tekoucí do etalonu R_h je podstatně větší než proud tekoucí do etalonu R_v a napěťový úbytek na etalonu R_h tudíž přispívá k výstupnímu napětí imitátoru podstatně více, než napěťový úbytek na etalonu R_v . S ohledem na tuto skutečnost byl pro připojení k sekundárnímu vinutí s N_h závitů vybrán bezindukční etalon Tinsley 1659 třídy 1 AC/DC, který má kromě značné proudové zatížitelnosti (3 A) i malou kmitočtovou závislost své hodnoty (k druhému sekundárnímu vinutí je připojen běžný čtyřsvorkový etalon Metra jmenovité hodnoty 1 Ω). AC/DC difference vykazované impedancí etalonu Tinsley 1659 byly při kmitočtech do 10 kHz stanoveny porovnáním tohoto etalonu s odporovým etalonem s vypočitatelnou kmitočtovou závislostí jmenovité hodnoty 10 Ω [1].

Je samozřejmé, že imitátory vybavené proudovými transformátory nelze použít při měřeních prováděných stejnosměrným proudem a že nelze hovořit o stejnosměrných hodnotách těchto imitátorů.

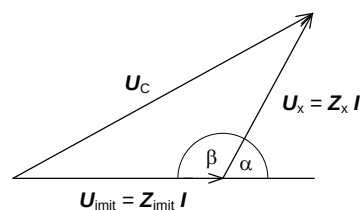


Obr. 4: Kmitočtová závislost impedance imitované při $p = 100$

Imitátor realizovaný shora popsaným způsobem je určen pro kmitočtové pásmo 200 Hz až 10 kHz a např. pro $p = 100$ má jím vykazovaná impedance jmenovitou hodnotu 10 m Ω . Kmitočtová závislost této impedance, odpovídající známé kmitočtové závislosti impedance použitého etalonu R_h , je graficky znázorněna na **obr. 4**. S ohledem na maximální možnou chybu adjustace etalonu R_h (výrobce udává 0,02 %), mají všechny hodnoty Z_{imit} v grafu zachycené standardní nejistotu $u_{Z_{imit}} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}\Omega$.



Obr. 5: Systém s voltmetry



Obr. 6: Měřená napětí

3. Měřicí systém s referenčním imitátorem malých odporů

V systému s referenčním imitátorem malých odporů a s principiálním zapojením podle **obr. 5** použité voltmetry V_{imit} , V_x a V_c měří napětí U_{imit} , U_x a U_c , pro která platí

$$U_{imit} = I Z_{imit} = I Z_{imit} \exp(j\varphi_{imit}) \quad (7)$$

a

$$U_x = I Z_x = I Z_x \exp(j\varphi_x) \quad (8)$$

kde I je proud dodávaný ze zdroje a Z_{imit} a Z_x jsou impedance imitátoru a měřeného objektu, které mají úhly φ_{imit} a φ_x . Příslušný fázorový diagram je na **obr. 6**.

Dále platí

$$\frac{U_x}{U_{imit}} = \frac{Z_x}{Z_{imit}} \exp[j(\varphi_x - \varphi_{imit})] = \frac{Z_x}{Z_{imit}} \exp(j\alpha) \quad (9)$$

takže

$$\frac{Z_x}{Z_{imit}} = \frac{U_x}{U_{imit}} \quad \text{a} \quad \varphi_x = \alpha + \varphi_{imit} \quad (10)$$

S přihlédnutím k fázorovému diagramu na **obr. 6** lze napsat

$$\cos \beta = -\cos \alpha = \frac{U_{imit}^2 + U_x^2 - U_c^2}{2 U_{imit} U_x} \quad (11)$$

a tudíž

$$\alpha = \arccos \frac{U_c^2 - U_{imit}^2 - U_x^2}{2 U_{imit} U_x} \quad (12)$$

Při konkrétní realizaci systému v rámci úkolu VIII/16/17 Programu rozvoje metrologie byl místo tří různých voltmetrů použit jediný přístroj – multimetr Wavetek 1281 se třemi vstupy (jeden na předním a dva na zadním panelu), které lze jednoduše přepínat tlačítky na předním panelu. Pro automatické přepínání těchto vstupů byl připraven software v grafickém vývojovém prostředí Keysight VEE, umožňující opakované měření jednotlivých napětí s následným průměrováním naměřených hodnot. Počet odměrů, který je stejný pro všechna napětí, lze volit, stejně jako lze volit dobu prodlevy mezi přepnutím přístroje na dané napětí a samotným odměrem.

Vzhledem k tomu, že jednotlivá napětí se měří těsně po sobě tímž přístrojem, lze důvodně předpokládat, že naměřené výsledky jsou závislé a že stupeň jejich závislosti lze vyjádřit korelačním koeficientem blízkým jedné. Pro standardní nejistoty typu B vypočtených hodnot Z_x a α , jejichž zdrojem je nepřesnost přístroje, pak platí [2, str. 21]

$$u_{Z_x/Z_{\text{imit}}}^2 = \left[\frac{\delta(Z_x/Z_{\text{imit}})}{\delta U_x} u_x + \frac{\delta(Z_x/Z_{\text{imit}})}{\delta U_{\text{imit}}} u_{\text{imit}} \right]^2 \quad (13)$$

a

$$u_{\alpha}^2 = \left(\frac{\delta \alpha}{\delta U_c} u_c + \frac{\delta \alpha}{\delta U_{\text{imit}}} u_{\text{imit}} + \frac{\delta \alpha}{\delta U_x} u_x \right)^2, \quad (14)$$

kde u_c , u_{imit} a u_x jsou standardní nejistoty naměřených hodnot U_c , U_{imit} a U_x , vypočtené z údajů výrobce o přesnosti přístroje. Citlivostní koeficienty ve vztazích (13) a (14) jsou

$$\frac{\delta(Z_x/Z_{\text{imit}})}{\delta U_x} = \frac{1}{U_{\text{imit}}}, \quad \frac{\delta(Z_x/Z_{\text{imit}})}{\delta U_{\text{imit}}} = -\frac{U_x}{U_{\text{imit}}^2} \quad (15)$$

$$\frac{\delta \alpha}{\delta U_c} = -\frac{2U_c}{\sqrt{4(U_{\text{imit}}U_x)^2 - (U_c^2 - U_{\text{imit}}^2 - U_x^2)^2}} \quad (16)$$

$$\frac{\delta \alpha}{\delta U_{\text{imit}}} = -\frac{1}{\sqrt{4(U_{\text{imit}}U_x)^2 - (U_c^2 - U_{\text{imit}}^2 - U_x^2)^2}} \frac{-U_{\text{imit}}^2 - U_c^2 + U_x^2}{U_{\text{imit}}} \quad (17)$$

a

$$\frac{\delta \alpha}{\delta U_x} = -\frac{1}{\sqrt{4(U_{\text{imit}}U_x)^2 - (U_c^2 - U_{\text{imit}}^2 - U_x^2)^2}} \frac{U_{\text{imit}}^2 - U_c^2 - U_x^2}{U_x}. \quad (18)$$

Jako příklad výsledků měření provedených popsáním systémem jsou v **tab. 1** a na **obr. 7** výsledky porovnání imitátoru odporu 10 mΩ s etalonem Metra 10 mΩ č. 1002137 při kmitočtu 10 kHz.

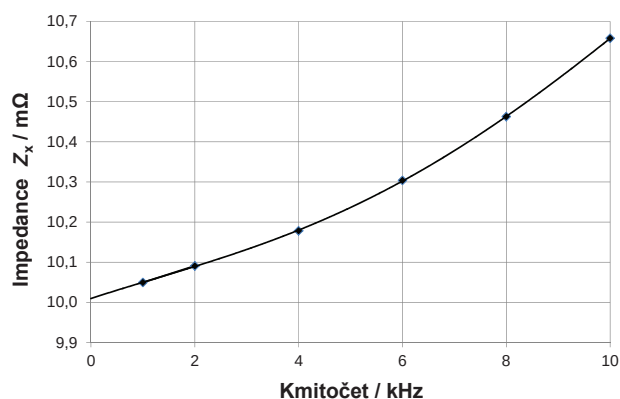
Tab. 1: Výsledky porovnání imitátoru odporu 10 mΩ s etalonem Metra 10 mΩ při kmitočtu 10 kHz.

Proud I / A	cca 10
Z_x / Z_{imit}	1,065190
$u_{Z_x/Z_{\text{imit}}}$	$1,45 \cdot 10^{-6}$
$Z_x / \text{m}\Omega$	10,6580
$u_{Z_x / \text{m}\Omega}$	$1,27 \cdot 10^{-3}$
α / stupňů	8,33
u_{α} / stupňů	0,26
φ_x / stupňů	11,57
u_{φ_x} / stupňů	0,28

4. Závěr

Popsaný systém je určen především pro kalibrace odporových etalonů hodnot 1 mΩ až 1 Ω. Při kalibraci etalonů hodnot 1 mΩ a 10 mΩ se volí jednozávitové primární vinutí transformátoru Tr, při kalibraci etalonů hodnot 0,1 Ω, příp. 1 Ω primární vinutí s 10 závitů, příp. 100 závitů.

Příznivou skutečností je, že výkonové zatížení referenčního imitátoru je vždy menší než zatížení etalonu s ním porovnávaného. Např. při porovnání, jehož výsledky jsou uvedeny v **tab. 1** a na **obr. 7**, byla výkonová ztráta na etalonu Metra 10 mΩ zhruba 1 W a výkonová ztráta na etalonu R_h pouze 10 mW.



Obr. 7: Naměřený modul impedance etalonu Metra 10 mΩ

Literatura

- [1] Boháček J.: *Measurements of Frequency Dependences of Low-Value Four-Terminal Resistance Standards*. 19th IMEKO TC-4 Symposium Measurements of Electrical Quantities, Barcelona 2013. ISBN 978-84-616-5438-3.
- [2] Evaluation of Measurement Data – Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement. Joint Committee for Guides in Metrology, 2008.

STANOVENÍ INTERVALU SPOLEHLIVOSTI ČETNOSTI POMOCÍ CHÍ KVADRÁTU ROZDĚLENÍ NESTEJNĚ PŘESNÝCH MĚŘENÍ, JEJICHŽ DATA MAJÍ POISSONOVO ROZDĚLENÍ

Ing. Václav Hora

AMS K 97– Laboratoř metrologie ionizujícího záření

VZ 551240 Lázně Bohdaneč, pracoviště Olomouc

1. Úvod

Poissonovo rozdělení (dále jen Po (μ)) je rozdělením *řídých (občasných) událostí*. Nazývá se proto také *zákonem vzácných (řídých) jevů*.

Podle tohoto rozdělení se mimo jiné řídí rozpad radioaktivních látek. Nejistoty nevykazují toto rozdělení, jsou většinou počítány několika aproximativními metodami. V článku si ukážeme zcela přesný výpočet intervalu spolehlivosti naměřených impulsů. Výpočet platí pouze v tom případě, kdy sčítáme jednotlivé náhodné veličiny, které se tímto rozdělením řídí.

2. Některé vlastnosti Po (μ) rozdělení

2.1 Kompozice Po (μ) rozdělení

Náhodná veličina, která má Po (μ), udává počet náhodných jevů, které se uskuteční v úseku jednotkové velikosti (délkovém, časovém, plošném, objemovém apod.). Je určen jedním parametrem $\mu > 0$, který udává střední počet výskytů těchto jevů v daném jednotkovém úseku.

Distribuční funkce má tvar

$$P(X \leq x) = \sum_{i=0}^x e^{-\mu} \frac{\mu^i}{i!}, \quad x = 0, 1, 2, 3, \dots \quad (1)$$

Zajímavou vlastností tohoto rozdělení je, že střední hodnota a rozptyl se rovnají právě parametru tohoto rozdělení.

Důležitým případem pro naše další úvahy je tzv. kompozice (součet) několika Po (μ), rozdělení.

Uvažujme náhodný výběr vzájemně nezávislých náhodných veličin majících Po (μ) rozdělení. Jejich součet má opět toto rozdělení. Toto tvrzení bychom lehce dokázali pomocí tzv. charakteristické funkce. Mějme $X_1, X_2, \dots, X_n$ náhodných veličin, které mají Po (μ_1), Po (μ_2), ..., Po (μ_n) rozdělení. Funkce

$$Y = \sum_{i=1}^n x_i \text{ má potom } Po\left(\sum_{i=1}^n \mu_i\right),$$

tedy distribuční funkce má tvar

$$Po\left(y = \sum_{i=1}^n \mu_i\right) = \frac{\left(\sum_{i=1}^n \mu_i\right)^y}{y!} e^{-\sum_{i=1}^n \mu_i}, \quad y = 0, 1, 2, \dots, n. \quad (2)$$

Rovnice (2) pro nás bude mít zásadní význam {viz. vztah (18)}. Také z ní vyplývá následující vlastnost. Mají-li nezávislé veličiny $X_1, X_2, \dots, X_n$ z náhodného výběru Po (μ)

vždy stejný parametr μ , má jejich součet $\sum_{i=1}^n = n\mu$. Tzn., že můžeme psát Po ($n\mu$) má tedy parametr $n\mu$.

Dále se teoretickým vlastnostmi tohoto rozdělení nebudeme zabývat a přejdeme k empirickým charakteristikám rozdělení.

2.2 Empirické charakteristiky (odhady parametrů) veličin aktivity rad. záření

Nejlepším odhadem teoretického parametru μ Po (μ) rozdělení je výběrový průměr $\bar{N}$ naměřených impulsů N_i . Je jeho nejlepším odhadem (je konzistentní, nevychýlený a nejvíce se přimyká k teoretickému parametru μ , je odhadem vydatným).

Rozdělení impulsů N registrovaných čítačem za čas t má Po ($\bar{N}$) rozdělení, ale v tom případě, jestliže čítač registruje **pouze** statistický charakter jaderného rozpadu. Nesmí se vyskytovat vlivy, které toto rozdělení narušují. Patří k nim např. nestabilita měřicího zařízení, ale i nestabilita pozadí, nedostatky v přípravě preparátů, chyby v metodice měření, velká mrtvá doba apod.

Pravděpodobnost $P(N, t)$ toho, že za zvolený čas t bude zaregistrováno právě N impulsů, je dána v souladu (1) výrazem

$$P(N, t) = \frac{\bar{N}^N \cdot e^{-\bar{N}}}{N!} = \frac{(\bar{f} \cdot t)^N \cdot e^{-(\bar{f} \cdot t)}}{N!}, \quad N = 0, 1, 2, 3, \dots, \quad (3)$$

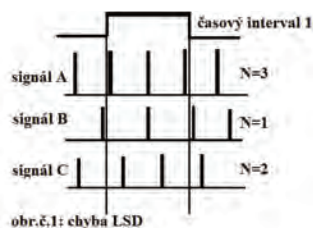
kde $\bar{N}$ respektive $\bar{f}$, je průměrný počet impulsů, respektive průměrná četnost impulsů viz. **obr. 1**. Pravděpodobnost (3) znamená, že ve zvoleném časovém intervalu zaregistrujeme N impulsů, jestliže průměrný počet impulsů za tuto dobu je roven $\bar{N}$. Zřejmě platí

$$\mu \approx \bar{N} \text{ a } \sigma_{N_i} \approx \sqrt{\bar{N}}, \text{ kde} \quad (4)$$

$$\bar{N} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n N_i. \quad (5)$$

3. Chyba LSD

Při načítání impulsů čítačem se vyhneme nejistotě typu B. Budeme uvažovat tzv. kvantifikační chybu. Často se používá krátký název chyba LSD (zkratka z anglického názvu absolutní rozlišovací schopnost měřidla, tj. Last significant Digit); viz. **obr. 1**. Potom nejistota typu B střední hodnoty μ má Diracovo bimodální rozdělení, kde hranice jsou určeny $\pm$ impuls, což je pěkně vidět na obrázku (počet impulsů N v časovém intervalu t je znázorněn kolmicemi).



Obr. 1: Chyba LSD

U rovnoměrného rozdělení může náhodná **spojitá** veličina nabývat se stejnou pravděpodobností jakékoliv hodnoty v intervalu $\langle a, b \rangle$. Nevíme ale, jaké hodnoty v tomto intervalu náhodná veličina nabyla. Leží někde v tomto intervalu, ale nevíme kde. Proto se šířka intervalu využívá k výpočtu nejistoty typu B.

Ale v důsledku zaokrouhlení „uvnitř“ intervalu čítač zobrazí pouze jednu ze dvou hodnot. To je důležitý moment pro pochopení daného problému. Spodní mez a : došlo k zaokrouhlení směrem dolů nebo horní mez b : došlo k zaokrouhlení směrem nahoru. To znamená, že v důsledku symetrie rozdělení se z celkového množství naměřených hodnot nachází s pravděpodobností jedné poloviny v levé části od střední hodnoty a nabývají hodnotu a . Druhá polovina v pravé části od střední hodnoty, tj. nabývají hodnotu b .

V důsledku tohoto zaokrouhlování má zobrazená hodnota Dirackovo bimodální rozdělení, kdy naměřená empirická data mohou nabývat pouze dvě krajní meze.

Meze tohoto rozdělení jsou tedy ± 1 impuls. Mezi těmito dvěma impulzy nemůže ležet žádná jiná hodnota, protože Po (μ) je rozdělením **diskrétním**. Střední hodnota diskrétní náhodné veličiny Dirackova bimodálního rozdělení je obecně dána vztahem

$$m = \sum_{i=1}^2 P_i x_i = \frac{1}{2}a + \frac{1}{2}b = \frac{a+b}{2}$$

V našem případě jsou $a = 1$, $b = -1$, takže $m = 0$. Ale střední hodnota a rozptýl jsou parametry tohoto rozdělení, a proto se rovnají 0.

Nejistotu určení času t bychom stanovili z časové základny čítače. Ta má obvykle velikost řádově kolem 10^{-9} a menší, takže ji můžeme také zcela zanedbat, protože se na hodnotě výsledné nejistoty prakticky nepodílí.

4. Vážený průměr

Máme stanovit průměrnou hodnotu měřené veličiny, která je dána několika řadami měření, přičemž počet a přesnost měření v jednotlivých řadách měření může být obecně různý.

Jestliže se průměrům jednotlivých řad měření přikládá rozdílná důležitost, tzv. váha w_i , musíme počítat vážený průměr. Empirický průměr je speciálním případem průměru váženého, kdy jsou váhy jednotlivých měření totožné. Toto si mnohdy ani neuvědomujeme.

Pokud se konkrétně bude týkat našeho měření, potom váha v jednotlivých řadách bude tím větší, čím déle tato jednotlivá měření provádíme. Jednotlivá měření při delším časovém

intervalu jsou přesnější. Počet načtených impulsů s růstem času konverguje podle pravděpodobnosti ke skutečné hodnotě impulsů. Vážený průměr veličiny a budeme značit $\tilde{a}$.

Z podmínky nejmenších čtverců $\sum_{i=1}^p (a_i - \tilde{a})^2 w_i = \min.$,

respektive derivací tohoto vztahu podle $\tilde{a}$ a její položení nule, dostaneme

$$\tilde{a} = \frac{\sum_{i=1}^p a_i w_i}{\sum_{i=1}^p w_i}. \quad (6)$$

V našem případě váhu určíme jako poměr času měření v jednotlivé řadě ku součtu všech časů měření v jednotlivých řadách, tj.

$$w_i = \frac{t_i}{\sum_{i=1}^p t_i}, \quad (7)$$

kde p je počet řad měření. Je zřejmé, že $\sum_{i=1}^p w_i = 1$, ale obecně tomu tak nemusí být. Je vždy důležité správně tuto váhu určit.

5. Interval spolehlivosti četnosti Po (μ) rozdělení pomocí chí kvadrátu rozdělení

Výpočet intervalu platí pro případy, kdy sčítáme náhodné veličiny, které mají Po (μ) rozdělení. Nemůžeme použít rozdíl dvou nebo více hodnot pro výpočet tohoto intervalu. Ve výpočtu by se totiž neuplatnila velikost hodnot odečítaných veličin. Takovou veličinou je např. právě pozadí, které vždy odečítáme. Postup výpočtu pro odečet pozadí můžeme použít ale tehdy, kdy pozadí není přítomno, nebo se nám podařilo pozadí odstínit, anebo platí $\frac{\bar{f}_p}{\bar{f}_v} \leq 0,01$, kde v čitateli

je průměr četnosti pozadí a ve jmenovateli průměr četnosti vzorku po odečtení pozadí. V tomto případě lze pozadí zanedbat (viz. např. [4]).

Má-li náhodná veličina Po (μ) rozdělení, potom pro jeho distribuční funkci $P(X \leq x)$ platí

$$P(X \leq x) = \sum_{t=0}^x \frac{(\mu)^t}{t!} e^{-\mu}, \quad x = 1, 2, 3, \dots \quad (8)$$

Výše uvedenou distribuční funkci lze vyjádřit pomocí χ^2 (chí kvadrát rozdělení, dále jen χ^2). Platí

$$P(X \leq x) = \sum_{t=0}^x \frac{(\mu)^t}{t!} e^{-\mu} = \frac{1}{2^{x+1}} \frac{1}{\Gamma(x+1)} \int_{2\mu}^{\infty} e^{-\frac{x^2}{2}} (x^2)^x d\chi^2 = P(x^2 2(x+1) \geq 2\mu), \quad (9)$$

kde χ^2 má $k = 2(x+1)$ stupňů volnosti. To dokážeme tak, že budeme rovnici (9) integrovat metodou per partes bez druhého členu před symbolem integrace ve jmenovateli.

Dostaneme

$\Gamma(x+1) \sum_{t=0}^x \frac{(\mu)^t}{t!} e^{-\mu}$, takže uvedený vztah platí.

Jak jsme uvedli nejlepším odhadem μ je obecně empirický průměr naměřených impulsů vzorku $\bar{N}_v$. Víme, že platí

$$\sum_{i=1}^n N_{iv} = n\bar{N}_v. \quad (10)$$

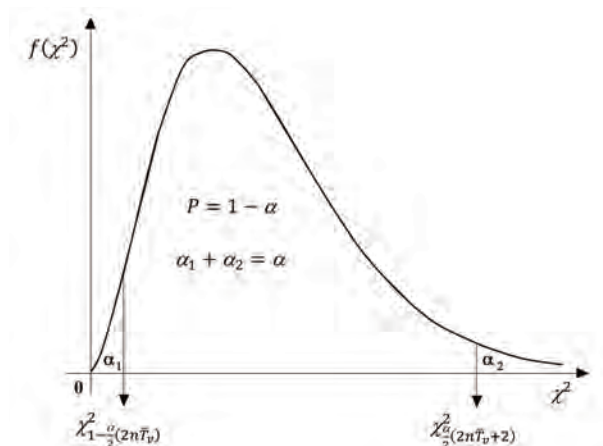
Provádíme-li měření několika řad o $n_1, n_2, \dots, n_p$ počtů měření po dobu $t_1, t_2, \dots, t_p$ (časy mohou být obecně různé), pak zřejmě platí

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{n_1} N_{i1v} + \sum_{i=1}^{n_2} N_{i2v} + \dots + \sum_{i=1}^{n_p} N_{ipv} = \\ = n_1\bar{N}_{1v} + n_2\bar{N}_{2v} + \dots + n_p\bar{N}_{pv}. \end{aligned} \quad (11)$$

Ve vztahu (9) veličinu x zaměníme za $n\bar{N}_v$ ve vztahu (10) a μ za horní krajní bod intervalu $2n\mu^h$. Neustále musíme mít na paměti, že pracujeme s kompozicí n členů. Potom dostaneme

$$\begin{aligned} P(X \leq n\bar{N}_v) &= \frac{1}{2^{n\bar{N}_v+1}} \frac{1}{\Gamma(n\bar{N}_v+1)} \int_{2n\mu^h}^{\infty} e^{-\frac{x^2}{2}} (\chi^2)^{n\bar{N}_v} d\chi^2 = \\ &= P(\chi^2 [2(n\bar{N}_v+1)] \geq 2n\mu^h). \end{aligned} \quad (12)$$

Dále se touto problematikou nebudeme hlouběji zabývat a uvedeme bez dalšího odvození intervaly spolehlivosti. Čtenář se s teorií může podrobněji seznámit např. v [1]. Označíme μ_d dolní krajní bod a μ^h horní krajní bod intervalu, pro který platí $\mu_d < \mu < \mu^h$. Zvolíme $\alpha_1 + \alpha_2 = \alpha$. Položíme $\alpha_1 = \alpha_2 = 0,025$; to znamená, že $\alpha = 0,05$. Celou situaci pěkně vidíme na **obr. 2**.



Obr. 2: Hustota rozdělení χ^2 s příslušnými kritickými hodnotami

Krajní body intervalu mají potom tvar

$$\mu_d = \frac{1}{2n} \chi_{0,975}^2 (2n\bar{N}_v) \text{ a } \mu^h = \frac{1}{2n} \chi_{0,025}^2 (2n\bar{N}_v + 2). \quad (13)$$

Všimněme si podrobněji tohoto vzorce. Vidíme, že se v závorce čitatele vyskytuje mimo jiné počet měření n . Symboly v závorce vyjadřují hodnotu stupňů volnosti χ^2 . Tatáž hodnota n se vyskytuje i ve jmenovateli pro spodní a horní mez intervalu. Tuto hodnotu můžeme použít v těch případech, kdy provádíme měření v jedné řadě {viz. výraz (12)} anebo provádíme měření v několika řadách, ale počet měření je totožný a roven n . Potom {viz. vztah (11)} můžeme n vytknout. Jiná situace nastane, a to je náš případ, kdy je počet měření v jednotlivých řadách různý {viz. vztah (11)}, kde nelze n vytknout, jelikož jsou jednotlivá n různá. Musíme proto najít takovou hodnotu $\tilde{n}$, která jednotlivá různá n zastupuje. Touto hodnotou je vážený průměr $\tilde{n}$. Celou situaci si podrobně ukážeme na konkrétním příkladu.

Metodický příklad

Čítačem impulsů typu C1-01 byl měřen radioaktivní vzorek β aktivity $^{90}\text{Sr} - ^{90}\text{Y}$. Jednotlivé naměřené hodnoty, časy a průměry jsou uvedeny v následující tabulce. Naměřené impulsy a empirické průměry jsou uvedeny v impulsech, čas v sekundách a četnosti v impulsech za sekundu. Protože impulsy měříme v různých časových intervalech a provádíme vždy různý počet měření, jde o nestejně přesná měření, a tedy o neobecnější případ.

Tabulka naměřených a vypočítaných hodnot

Poř. číslo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{N}_v$	$\bar{f}_v$
$N_1 = \text{imp}/10 \text{ s}$	227	224	230	238	226	227	224	258	229	244	232,7	23,27
$N_2 = \text{imp}/15 \text{ s}$	305	352	337	327	336	311	356	315	-	-	329,87	22,00
$N_3 = \text{imp}/25 \text{ s}$	564	553	561	575	570	550	559	-	-	-	561,71	22,47
$N_4 = \text{imp}/35 \text{ s}$	833	760	791	782	767	796	751	781	797	-	784,22	22,40
$N_5 = \text{imp}/45 \text{ s}$	1045	990	988	1005	1030	1047	-	-	-	-	1017,50	22,61

Za použití vztahů (6) a (7) po dosazení konkrétních hodnot stanovíme četnost

$$\tilde{f} = \frac{\sum_{i=1}^5 \bar{f}_i}{\sum_{i=1}^5 t_i} = \frac{2926,459}{130} \doteq 22,51 \text{ s}^{-1} \quad (14)$$

Vypočteme váženou hodnotu n , tedy

$$\tilde{n} = \sum_{i=1}^p n_i w_i = n_1 \cdot \left(\frac{t_1}{\sum_{i=1}^p t_i} \right) + n_2 \cdot \left(\frac{t_2}{\sum_{i=1}^p t_i} \right) + \dots + n_5 \cdot \left(\frac{t_5}{\sum_{i=1}^p t_i} \right). \quad (15)$$

Po dosazení naměřených dat máme $\tilde{n} = 7,53846$

(16)

Stanovíme nové hodnoty průměrů $\bar{N}_v$ (12. sloupec tabulky) a to tak, že součet naměřených hodnot v jednotlivých řádcích nebudeme nyní dělit počty měření v těchto řádcích, ale podělíme je váženým průměrem vztahu (16). Dostaneme

$$\begin{aligned} \bar{N}_{v1} &= 308,68367; \bar{N}_{v2} = 350,07142; \bar{N}_{v3} = 521,59180; \quad = \\ \bar{N}_{v4} &= 936,26530; \bar{N}_{v5} = 809,84690 \end{aligned} \quad (17)$$

Suma těchto hodnot je rovna 2926,459. Hodnota této sumy je rovna stejné hodnotě jako součet normálních průměrů {viz. vztah (14)}, což lze obecně lehce dokázat, takže opět $\bar{f} \doteq 22,51 \text{ imp./s}^{-1}$.

Teoretický (skutečný) „parametr“ součtu průměrů (17)

$\sum_{i=1}^5 N_{i1v}$ leží s pravděpodobností $P = 0,95$ v intervalu

$$\frac{1}{2\bar{n}} \chi_{0,975}^2 \left(2\bar{n} \sum_{i=1}^5 \bar{N}_{i1v} \right) < \sum_{i=1}^5 \mu_{i1v} < \frac{1}{2\bar{n}} \chi_{0,025}^2 \left(2\bar{n} \sum_{i=1}^5 \bar{N}_{i1v} + 2 \right). \quad (18)$$

Uvedený postup je naprosto obecný. Nezáleží na počtu n měření v jednotlivých řadách. V praxi se ovšem stanovuje interval spolehlivosti pro teoretickou (skutečnou)

četnost f . Empirická četnost se rovná $\bar{f}_v = \frac{\bar{N}_v}{t_v}$. Ze vztahů

(14) a (18) vyplývá, že pro skutečnou četnost platí

$$\frac{1}{2\bar{n} \sum_{i=1}^5 t_i} \chi_{0,975}^2 \left(2\bar{n} \sum_{i=1}^5 \bar{N}_{i1v} \right) < f < \frac{1}{2\bar{n} \sum_{i=1}^5 t_i} \chi_{0,025}^2 \left(2\bar{n} \sum_{i=1}^5 \bar{N}_{i1v} + 2 \right). \quad (19)$$

Dosadíme-li do vztahu (19) konkrétní hodnoty, máme

$$\frac{1}{1960} \chi_{0,975}^2 (44122) < f < \frac{1}{1960} \chi_{0,025}^2 (44124)$$

a konečně

$$22,21 < f < 22,81 \quad [\text{imp./s}] \quad (20)$$

S pravděpodobností $P = 0,95$ leží teoretická četnost f v mezích nerovnice (20). Je vhodné tyto meze porovnat

s empirickým odhadem tohoto parametru, který je dán výrazem h (14).

6. Závěr

Těžiště výkladu bylo položeno na výpočet intervalu spolehlivosti četnosti f pomocí χ^2 . K porozumění dané tematiky bylo jistě zapotřebí nastínit základní výklad vlastního Po (μ) rozdělení s důrazem na jeho kompozici. Bylo ukázáno, jak je možné nahradit diskrétní Poissonovo rozdělení rozdělením spojitým χ^2 .

Příčinou nevyužívání výše uvedeného výpočtu intervalu spolehlivosti byl pravděpodobně vysoký počet stupňů volnosti při použití rozdělení χ^2 {viz. vztah před výrazem (20)}. Statistické tabulky tento problém nemohly ani řešit. V současné době při použití PC tato těžkost odpadá. V některé starší literatuře se tento způsob výpočtu označuje chybně přibližným. Důvodem je to, že vysoká hodnota stupňů volnosti se stanovovala extrapolací, tedy přibližně. Také teorie je relativně složitější, i když použití výsledných vzorců nebude dělat zběhlému čtenáři určité problémy. Proto byl tento postup v minulosti pravděpodobně „zasunut“ do pozadí.

7. Použitá a doporučená literatura

- [1] Brownlee, K., A.: *Statistical theory and methodology in science and engineering*. New York – London – Sydney 1965 (1960)
- [2] Cvachovec, F., Jandl, J.: *Cvičení z detekce a měření ionizujícího záření*. VUT, Brno, 1996
- [3] Chald, A.: *Matematiceskaja statistika s techničeskimi proloženijami*. Moskva, IIL 1956
- [4] Varga, Š., Tölgyessy.: *Radiochemia a radiačná chemia*. Alfa, Bratislava, 1976
- [5] Pokyn pro vyjádření nejistoty měření (ČSN P ENV 13005) ČNI, Praha 2005



VÝVOJ NOVÉHO ETALONOVÉHO ZAŘÍZENÍ MOMENTU SÍLY V ROZSAHU DO 10 N·m

**Ing. Lukáš Vavrečka Ph.D.,
Ing. Miloslav Chlumský, Ing. Petr Kašpar**

Český metrologický institut

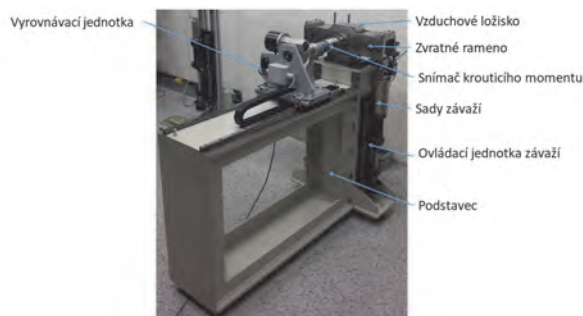
Abstrakt:

Vzhledem k zvyšujícím se požadavkům na kalibraci momentových snímačů malých rozsahů, byl v Českém metrologickém institutu (ČMI) před několika lety zahájen vývoj nového etalonového zařízení momentu síly (EZMS) s rozsahem do 10 N·m. Tento článek popisuje vývoj a konstrukci tohoto zařízení v ČMI a přibližuje design, inženýrský přístup a samotnou montáž zařízení. Hlavními částmi tohoto zařízení jsou zvrtné rameno, sady závaží, vzduchové ložisko, vyrovnávací jednotka, jednotky pro ovládání závaží a podstavec.

1. Úvod

Z důvodu rozšíření kalibračních kapacit Oddělení síly a momentu síly Laboratoří primární metrologie v ČMI, byl před několika lety započat vývoj nového EZMS s rozsahem 10 N·m. Toto zařízení tak doplní seznam EZMC v ČMI, jež v současnosti již obsahuje etalonová zařízení s rozsahy do 100 N·m a do 1000 N·m. Všechna tato zařízení pracují na principu síly působící na páce. Kapacita 10 N·m byla zvolena vzhledem k rostoucím požadavkům na kalibraci momentových snímačů s malými rozsahy během posledních let. A zároveň hodnota 10 N·m zajistí návaznost a umožní vnitrolaboratorní porovnání se zařízením EZMS 100 N·m.

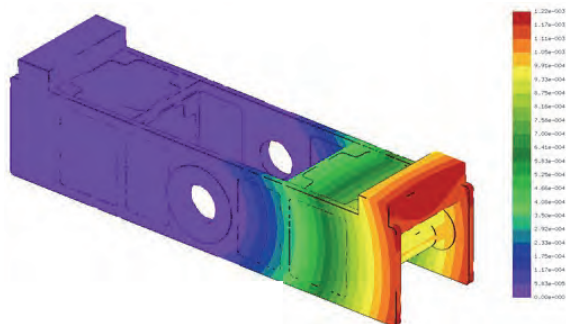
Momentové zařízení (**obr. 1**) se skládá z následujících funkčních celků: Podstavec, zvrtné rameno, sety závaží, ovládací jednotky závaží, vyrovnávací jednotka a vzduchové ložisko.



Obr. 1: EZMS 10 N·m

Zvrtné rameno a vzduchové ložisko

Při návrhu EZMS byly zvažovány tři možné varianty uložení ramene. Použití břitů by bylo nejlevnější a nejjednodušší variantou, avšak bylo shledáno zastaralým. Kuličková ložiska byla zamítnuta vzhledem k velkým valivým odporům v ložiscích v porovnání s malým rozsahem zařízení do 10 N·m. Pro finální realizaci bylo zvoleno vzduchové ložisko. Zvolený typ operuje při tahu 5 bar a bylo dodáno firmou Calibration Engineering Hohmann e.K. Vzduchové ložisko je jediný funkční celek, který byl vyroben a dodán externě do ČMI.



Obr. 2: MKP analýza – deformace při momentu 10 N·m

Zvrtné rameno bylo navrženo a sestaveno v ČMI. Jednotlivé díly byly na základě dodané výkresové dokumentace obrobny v MP nástrojárně Úpice. Pro hlavní díly ramene byl zvolen materiál Invar 36, jelikož má velice malou tepelnou roztažnost, 1,3 ppm/°C. Na optimalizaci hmotnosti



Obr. 3: Kalibrace délky ramene

a tuhosti ramene byl použit open-source MKP software Calculix (**obr. 2**). Celková délka ramene je 440 mm. Sety závaží jsou zavěšeny ve vzdálenosti $L_{AL} = 200$ mm od středu otáčení. Tato vzdálenost byla kalibrována Oddělením technické délky v ČMI na zařízení SIP CMM5 (**obr. 3**) při teplotě 20 °C. Výsledky této kalibrace jsou uvedeny v **tabulce 1**. Měření probíhalo následujícím

způsobem, nejprve byl lokalizován střed otáčení a následně byla nalezena nejvzdálenější přímka na válci, o nějž se opírá kovová planžeta. Hodnoty vzdálenosti této přímky od osy otáčení byly zprůměrovány na jedinou hodnotu.

Tabulka 1: Kalibovaná délka L_{AL}

Strana	Měření č. 1 (mm)	Měření č. 2 (mm)	Měření č. 3 (mm)	Nejistota (mm)
Levá	200,0106	199,9872	200,0033	0,0020
Pravá	200,0659	200,0883	200,0727	0,0020

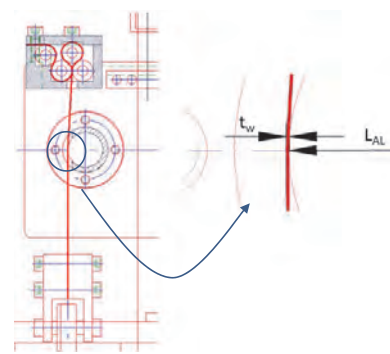
3. Sety závaží

Sety závaží jsou zavěšeny na kovových planžetách šířky 50 mm s tloušťkou pouhých $t_w = 0,02$ mm (**obr. 4**). Kovová planžeta je připevněna k ramenu pouze za pomoci tření, kdy prochází labyrintem kovových válečků. Následně se planžeta opře o válec v kalibrované vzdálenosti od osy otáčení L_{AL} (**obr. 5**).

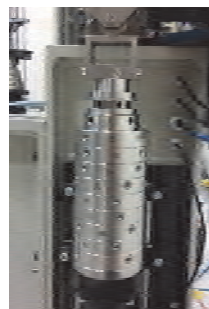
Sety závaží mají řetězovou strukturu. Ta je sice dražší a náročnější na výrobu, ale zajišťuje přesné a spolehlivé zatěžování. Jednotlivá závaží mají talířový tvar (**obr. 7**). Všechny části závaží včetně šroubů jsou vyrobeny ze stejného materiálu, nerezavějící austenitické oceli se složením 18% chromu a 8% niklu. Každý set obsahuje 12 závaží, jeden kus produkující moment 0,2 N·m, jeden kus produkující moment 0,3 N·m, jeden kus produkující moment 0,5 N·m, a devět kusů, kdy každý produkuje moment 1 N·m. Toto složení pokrývá kalibrační rozsah 2 až 100% momentu 10 N·m (**obr. 6**). Hmotnost každého závaží byla kalibrována v závislosti na výsledcích lokálního měření tíhového zrychlení $g = 9810207,83 \mu\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ s nejistotou $0,08 \mu\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ a kalibrované aktivní délce ramena L_0 , kde: $L_0 = L_{AL} + t_w/2$.



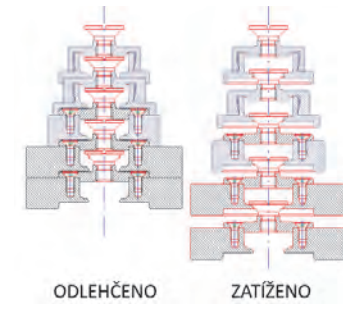
Obr. 4: Kovová planžeta



Obr. 5: Schéma umístění kovové planžety



Obr. 6: Set závaží



Obr. 7: Řetězová struktura závaží

Jednotlivá závaží jsou ovládána vertikálně ovládací jednotkou závaží pomocí kuličkového šroubu a krokového motoru.

4. Vyrovnávací jednotka



Obr. 8: Kombinovaný převod

Hlavními komponenty vyrovnávací jednotky jsou krokový motor s poměrem až 25600 kroků/otáčku pohánějící přes řemenici šnekovou převodovku. Kombinovaný převodový poměr řemenice a převodovky je 1:300 (obr. 8). Výsledné rozlišení natáčení výstupní hřídele jednotky může být až 7,680,000 kroků na otáčku. Polohu jednotky je možno nastavit ve všech šesti směrech.

Pro nastavení souososti osy ramene a vyrovnávací jednotky a minimalizace zatížení kalibrovaného snímače možnými ohybovými momenty, byl zkonstruován a vyroben speciální přípravek se dvěma vzájemně kolmo umístěnými výchylkoměry (obr. 9). Tento přípravek se pohybuje po kolejnicích podstavce. Nejříve je paralelně s kolejnicemi nastavena osa vzduchového ložiska. Následně byla osa ložiska a osa vyrovnávací jednotky propojena 1 metr dlouhou tyčí. Byly zvoleny dva body na této tyči. Odečet hodnot na výchylkoměrech a nastavování vyrovnávací jednotky bylo opakováno, dokud hodnoty na výchylkoměrech nedosáhly požadované přesnosti.



Obr. 9: Nastavení pozice vyrovnávací jednotky

5. Ovládání a provoz

Elektronický systém celého zařízení byl navržen v ČMI. Pro pohon všech částí byly zvoleny krokové motory Microcon a jako koncové snímače byly zvoleny snímače na bázi elektrické indukce. Celý systém je ovládán pomocí PLC programovatelných automatů Fatek, kdy potřebný program byl vytvořen v prostředí WinProLadder. V současnosti je provoz EZMS poloautomatický. Přínos plně automatického provozu bude teprve zvážen.

Vychýlení ramene z vodorovné polohy je indikováno pomocí laserového senzoru délky (obr. 10) s provozním

rozsahem 10 mm a linearitou 12 μm . Pro zvýšení citlivosti byl tento snímač umístěn ve vzdálenosti 500 mm od středu otáčení. Pro fixaci ramene ve stabilní pozici z důvodu údržby, nebo montáže/demontáže kalibrovaného snímače, byly použity dvě podporné jednotky (obr. 11).

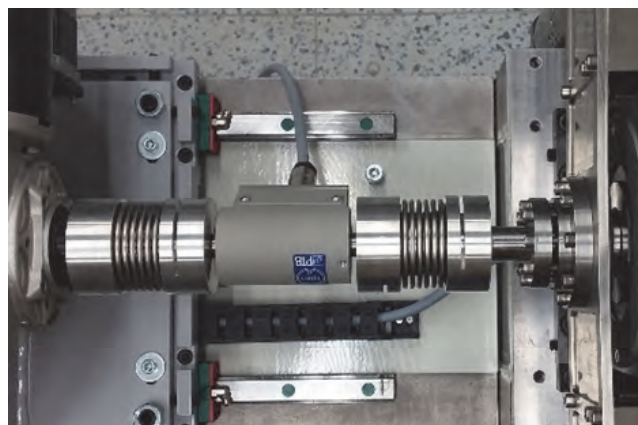


Obr. 10: Laserový snímač



Obr. 11: Podporná jednotka

Pro osu celého zařízení byla použita kalená ocelová tyč o průměru 20 mm. Snímač je v EZMS upnut pomocí dvou flexibilních spojek (obr. 12).



Obr. 12: Nastavení pozice vyrovnávací jednotky

6. Závěr

V současnosti je celé EZMS zkompletováno a probíhá první testovací měření. Přesto zůstává mnoho úkolů do budoucna.

Dalším krokem bude zakrytovat celé zařízení a minimalizovat vnější vlivy prostředí na kvalitu měření a provést první porovnávací měření.

Výsledkem úsilí věnovaného konstrukci a stavbě nového EZMS by měl být nový statní etalon s mezinárodními kvalitami.

Reference

- [1] Guidelines on the Calibration of Static Torque Measuring Devices » - EURAMET/cg14/v.02 – March 2011 (Previously EA-10/14)

SLAVNOSTNÍ ZAHÁJENÍ MĚŘENÍ NA SOUŘADNICOVÉM MĚŘICÍM STROJI ZEISS XENOS V ČMI

doc. Ing. Vít Zelený, CSc.

vedoucí Oddělení technické délky ČMI

Abstrakt

V tomto článku přinášíme krátkou reportáž ze slavnostního zahájení měření na novém etalonovém souřadnicovém měřicím stroji Zeiss Xenos a uvádíme technické parametry a výjimečné vlastnosti tohoto stroje. Slavnostní zahájení se konalo 7. 2. 2018 v ČMI (Český metrologický institut, Praha 10, Radiová 3) v nově vybudované laboratoři délky, kam byl do speciální klimatizované buňky Zeiss Xenos instalován koncem roku 2017. Tento etalonový stroj zatím z národních metrologických institutů zakoupil pouze NIST (National Institute of Standards and Technology, USA) a PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt, SRN). ČMI je tedy třetím národním metrologickým ústavem, který od začátku roku 2018 využívá výjimečných specifikací stroje a nabízí jeho metrologické služby.

Slavnostní zahájení

Slavnostního zahájení se zúčastnili (obr. 1, 2, 4):

- Generální ředitel ČMI RNDr. Pavel Klenovský
- Náместek ministra MPO Ing. Eduard Muřický
- Velvyslanec SRN Dr. Christoph Israng a vedoucí Hospodářského referátu velvyslanectví Rebecca Kašens
- Zástupci společnosti Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH Dr. Jochen Peter, Dipl.-Ing. Wolfgang Schwarz, Dietmar Schmidt, Dipl.-Wirt.-Ing. Darko Mihajlović
- Zástupci společnosti Carl Zeiss spol. s r.o., Dr. Andreas Mohr, Ing. Karel Tillinger, Ing. Petr Krejza
- Zástupci Weiss Klimatechnik GmbH, Reiskirchen-Lindenstruth, Hans-Joachim Weitzel, Ali Cakmak
- Ředitel ČMI OI Praha Ing. Vladimír Peršl, vedoucí Oddělení technické délky, doc. Ing. Vít Zelený, CSc. a další zaměstnanci ČMI



Obr. 1: Slavnostní otevření nové laboratoře Zeiss XENOS (zleva: Dr. Andreas Mohr, doc. Ing. Vít Zelený, CSc., RNDr. Pavel Klenovský, Ing. Eduard Muřický, Dr. Jochen Peter, Dr. Christoph Israng, Rebecca Kašens)

Generální ředitel ČMI RNDr. Pavel Klenovský přivítal všechny zúčastněné na půdě ČMI. Zdůraznil, že naše země byla a je od Rakousko-Uherska vyspělou industriální zemí. ČR svou dobrou pozici opět nabývá, a proto je logické, že ČMI před rokem zadalo do výroby nejpresnější měřicí stroj Zeiss Xenos. Tento stroj se koncem roku 2017 umístil do zcela nové klimatizované laboratoře vybudované právě pro Zeiss Xenos. Jeho nejistota měření je až na úrovni 100 nm. Tuto mimořádnou přesnost lze považovat jako symbol spolupráce SRN a ČR. Spolupráce, která začínala s PTB, pokračovala i s firmou Carl Zeiss. Generální ředitel zdůraznil, že od r. 1993, kdy byl založen ČMI po rozchodu se Slovenskem, a kdy ČMI začínal prakticky s prázdnými rukama, nám PTB poskytl nedocenitelnou službu předáním svých zkušeností. Generální ředitel poděkoval firmě Carl Zeiss za výrobu tohoto výjimečného stroje Zeiss Xenos a poděkoval i firmě Weiss za vybudování klimatizované buňky se špičkovými parametry.

Velvyslanec SRN Dr. Christoph Israng po přivítání přítomných s potěšením prohlásil, že 50letá tradice technologie Carl Zeiss přináší úspěch. Zdůraznil, že není zase tak velké překvapení, že právě ČR získala tento výjimečný stroj. Povzbudil přítomné, že tento stroj zvyšuje ambice ústavu a konkurenceschopnost nejen ČMI, ale i celé ČR. Ocenil dobré vztahy s PTB. Zdůraznil, že práce ČMI je důležitá pro pokrok v průmyslu. Míry a měření jsou pro průmysl zásadní. Zdůraznil, že ČR je první zemí v Evropě, kam firma Carl Zeiss tento nejpresnější stroj vyvezla.



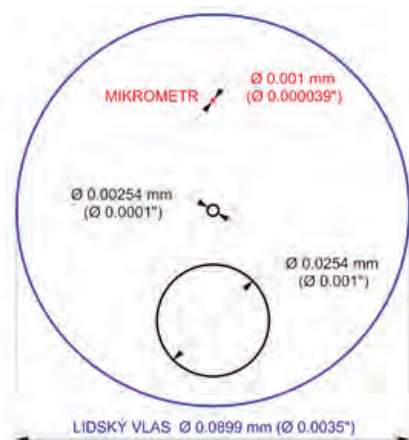
Obr. 2: Symbolické předání úspěšného zprovoznění stroje

Zástupce Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH Dr. Jochen Peter zdůraznil, že pro Carl Zeiss nepředstavuje dodání stroje Zeiss Xenos do ČR jen další projekt, nýbrž milník. Firma Carl Zeiss ročně vyveze 5 000 souřadnicových

strojů. I s ohledem na skutečnost, že do PTB byl stroj Zeiss Xenos dodán před dvěma měsíci, nepředstavuje instalace stejného stroje v ČR ale pouze běžnou dodávku, nýbrž začátek spolupráce na poli metrologie. Dr. Peter vyslovil přesvědčení, že Zeiss Xenos posune hranici v oblasti metrologie i fyziky, neboť Zeiss Xenos dosahuje stejného rozlišení jako laserové interferometry.

Dr. Peter ocenil důvěru ČR a ČMI ve společnost Carl Zeiss a poděkoval za ni. Zároveň uvítal, že měl možnost trochu detailněji společnost Carl Zeiss představit. Jméno je známé, ale ne mnoho lidí ví, co se za ním skrývá. Společnost má 20 000 zaměstnanců, obrát 5,5 miliardy Euro. Dr. Peter zmínil historii společnosti: Carl Zeiss, zakladatel, byl vždy výborným podnikatelem, ale také se orientoval na spolupráci s vědeckými pracovníky, konkrétně s Ernstem Karlem Abbem, docentem na Jenské univerzitě v Německu. V tomto duchu společnost pokračuje a navíc důležitou součástí společnosti je i hluboká sociální zodpovědnost. Po 180leté historii dospívá vývoj společnosti Carl Zeiss od mikroskopu přes čočky a souřadnicové měřicí stroje až ke 4. průmyslové revoluci. Posledními cíli, které si Carl Zeiss vytýčil je naplnění hesel jako smart data, smart metrology a smart factory.

Vedoucí Oddělení technické délky 8015 doc. Ing. Vít Zelený, CSc. poděkoval jak vedení ČMI, tak Ministerstvu práce a obchodu za tuto výjimečnou investici, která sestává nejen z nového stroje, ale i z vybudování nové laboratoře s klimatizovanou buňkou, kde se stabilita teploty pohybuje v $\pm 0,1$ °C. Ukázal schéma návaznosti stroje, tj. nepřerušovaný řetězec z mezinárodního etalonu délky, přes státní etalon délky (HeNe₂ laser), přes laserový interferometr a koncové měřky až do pracovního prostoru stroje Xenos.



Obr. 3: Porovnání velikosti jednoho mikrometru vůči průměru lidského vlasu

Na příkladu řezu lidského vlasu, **obr. 3**, ukázal doc. Zelený bod o velikosti jednoho mikrometru a zdůraznil, že stroj Zeiss Xenos má specifikaci přesnosti ještě 3x menší, než je 1 μm , a že první výsledky jsou dokonce na úrovni 100 nm. Dále se zmínil a tom, že stroj Zeiss Xenos dává ČMI velkou šanci pokračovat v projektech Evropské unie, kterých se oddělení technické délky zúčastnilo již ve 12 případech. Doc. Zelený zakončil své vystoupení ukázkou Road Maps Euramet. Jde o vize, plány, cíle, které mají být pro

jednotlivé obory měření dosaženy v horizontu příštích let. V roce 2020 má být dosaženo měření obecných tvarů pomocí souřadnicových strojů v přesnosti 1×10^{-7} m. Tuto přesnost stroj Zeiss Xenos dosahuje. ČMI spolu s PTB tedy splnily tento cíl v předstihu dvou let.

Zástupce společnosti Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH Dipl.-Ing. Wolfgang Schwarz, vicepresident pro prodej v Evropě, na Středním východě, v Africe a v severní Asii, vysvětlil technické detaily stroje Zeiss Xenos. Zdůraznil, že konstrukce tohoto stroje je od základu nová a vychází z 20leté zkušenosti vývojářů a současně zákazníků. Ve stroji je ukryto několik patentů firmy Carl Zeiss. Vodicí dráhy osy se nacházejí nahoře na bočních nosnících. Na obou stranách se nacházejí lineární pohony. Virtuální centrální pohon zajišťuje Abbého princip. Pohyby motorů závisí na poloze pinoly. Dipl.-Ing. Schwarz ukázal první měření, které provedli ve firmě Carl Zeiss, později v PTB a nyní se očekávají výsledky od ČMI. Potvrzení kvality stroje tedy bude provedeno ze tří nezávislých míst.



Obr. 4: Přestřižení pásky pro zahájení provozu laboratoře



Obr. 5: Začátek nové spolupráce ČR a SRN v oblasti délkové metrologie

Technické parametry stroje Zeiss Xenos

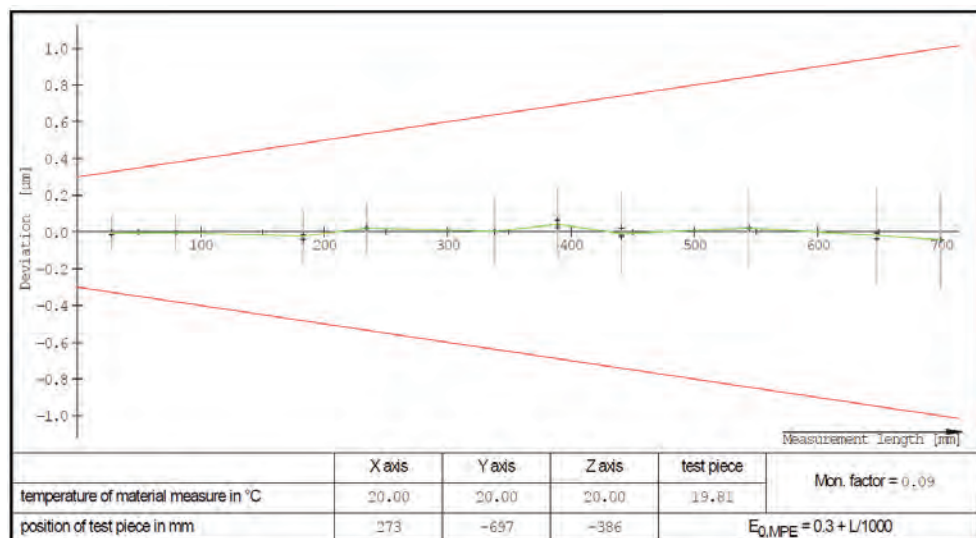
Dotykový souřadnicový měřicí stroj Zeiss Xenos, **obr. 6**, s měřicím rozsahem 900 mm x 1 500 mm x 630 mm a inte-



Obr. 6: Instalace souřadnicového měřicího stroje Zeiss Xenos v ČMI OI Radiová.

grovaným otočným stolem má specifikovanou maximální dovolenou délkovou chybu [μm], kde je uváděno v metrech. Při přejímce tohoto stroje, která je prováděna dle řady ISO 10 360, byli pracovníci ČMI Oddělení technické délky 8015 velmi mile překvapeni skutečností, že většina dílčích měření měla odchylku od nominální hodnoty pod 100 [nm], a to při měření jak délkových rozměrů, tak i v ostatních testech, **obr. 7**.

Výjimečná přesnost stroje je přisuzována především mechanické konstrukci. Rozlišitelnost pravítek je srovnatelná s dosud nejpřesnějším odměřováním v ose pomocí laserových interferometrů, kde se dosahuje rozlišitelnosti 1 nm. Známý Abbého princip, který doporučuje umístit měřítka do osy měření, vyřešila firma Carl Zeiss patentovaným virtuálním centrálním pohonem. Pohyb nejdelší osy v délce 1 500 mm je uskutečněn dvěma lineárními pohony v horní části stroje.



Obr. 7: Ukázka indikace chyby dle ISO 10 360 v pozici osy x

Oba tyto pohony, které jsou vzájemně synchronizovány pomocí nové technologie vyvinuté firmou Carl Zeiss, vedou k virtuálnímu centrálnímu pohonu, který zajišťuje optimální rozložení sil pohonů v závislosti na poloze pinoly v příčném směru osy.

Komponenty stroje Zeiss Xenos, které se rozhodujícím způsobem podílejí na přesnosti stroje, jsou vyrobeny z inovativní keramiky z karbidu křemíku. Dosud nebyl tento materiál ve srovnatelné velikosti komponent a přesnosti téměř použit. Na rozdíl od běžné keramiky z oxidu hlinitého poskytuje keramika z karbidu křemíku asi o 50 % nižší tepelnou roztažnost, až o 30 % vyšší tuhost a o 20 % nižší hmotnost. V porovnání s ocelí zajišťuje dvojnásobnou tuhost při poloviční hmotnosti.

Nová vzduchová ložiska s ještě pevnějším spojením zlepšují stabilitu a přispívají tak k vyšší přesnosti a opakovatelnosti. Ovlivnění přesnosti pohyblivými kabely projevující se u všech souřadnicových měřicích strojů bylo výrazně sníženo jednak lepším oddělením, jednak novou koncepcí elektroniky s decentralizovanými moduly. Nové CAA (Computer-Aided Accuracy) přejímací postupy a přídavné CAA korekce významně přispívají k dosažení maximální přesnosti.

Akreditace

Způsobilost laboratoře vybavené souřadnicovým měřicím strojem Zeiss XENOS k metrologickým výkonům byla prověřena akreditací začátkem roku 2018 podle normy ČSN EN ISO/IEC 17025:2005 Českým institutem pro akreditaci. Vlastní akreditaci předcházelo mezilaboratorní měření. Provedlo se měření průměru a tvaru kroužku a dále kalibrace koncové měrky. Pro měření na stroji Zeiss Xenos byla vypočtena nejistota v hodnotě 90 nm, tedy daleko nižší, než je specifikace stroje. Mezilaboratorní porovnání bylo vyhodnoceno kritériem, kdy musí vyjít hodnota menší než 1, pokud je porovnávána laboratoř úspěšná. Čím menší hodnota je při pomoci kritéria vypočtena, tím přesnější výsledek daná laboratoř naměřila. V porovnání měření získaných ze stroje Zeiss Xenos pro průměr kroužku bylo dosaženo. Znamená to, že nejistota stroje Zeiss Xenos mohla být zvolena ještě o hodně nižší než 90 nm. Tento výsledek, i výsledky měření prováděná firmou Carl Zeiss při kalibraci stroje, dávají jistotu, že jde o stroj výjimečné kvality.

Závěr

Nový stroj Zeiss Xenos je určen v ČMI pro nejpřesnější kalibrace a ověřování etalonů. Příkladem mohou být etalony typu stupňová měrka, tyč s koulemi, deska s koulemi, ale i etalony typu ozubené kolo a další. Zeiss Xenos je vhodný pro kontrolu nejpřesnějších rozměrových a tvarových specifikací v celém automobilovém průmyslu, ale zapojuje se i do výzkumu, který je spojen s měřením fyzikálních konstant.

ZADÁVÁNÍ KALIBRACE Z POHLEDU ZÁKAZNÍKA – 1. ČÁST

Doc. Ing. Jiří Horský, CSc.

Vydání revidované normy

ISO/IEC 17025:2017(E)

Revidovaná norma s požadavky na akreditované organizace ISO/IEC 17025:2017 byla publikována 29. 11. 2017. Tímto dnem započalo tříleté přechodné období, během něhož je na tuto normu nutno v České republice přeformulovat dokumentaci a znovu posoudit přibližně 640 akreditovaných zkušebních a kalibračních laboratoří. To je příležitost znovu se zamyslet nad smyslem a obsahem některých požadavků, uvedených v normě.

Tento článek navazuje na diskusi k zadávání kalibrace hlavně z pohledu kalibrační laboratoře, provádějící kalibraci jak bylo uvedeno v lit. [1]. Diskuse je vedena k části z požadavků, uvedených v kapitole 7.1 normy ISO/IEC 17025:2017(E) - Přezkoumání smlouvy z pohledu zákazníka pro složité elektronické přístroje.

Úvod

Akreditované kalibrační laboratoře a jejich zákazníci musí projít společným posouzením požadovaného měření při domluvě o poskytování kalibrační služby. Zákazník, který si chce nechat provést kalibraci, ale často není pracovník, který by se zajímal, hlavně u složitých multifunkčních a multirozsaňových přístrojů, o stovky naměřených údajů a jejich nejistoty. O potřebách by vždy měl vědět nejvíce uživatel měřidla. Často ale je skutečný uživatel jen jeden z mnoha pracovníků organizace zákazníka, za kterou jedná jiný zaměstnanec, který nezná všechny skutečné potřeby a ani nemá potřebnou kvalifikaci v oblasti měření. Často zákazníci nechápou, nebo se možná ani nezajímají o kvalitu kalibrace. Velká část z nich nechce, nepracuje a ani neumí pracovat s výsledky, uvedenými v kalibračním listu. Pro zákazníka je nejčastěji, hlavně u složitých multifunkčních a multirozsaňových elektronických přístrojů, podstatné hlavně konstatování, zda přístroj plní nebo neplní specifikaci.

Základní pojmy a historie

Při zadávání kalibrace se vždy řešila otázka, jak přesný musí být etalon, kterým je kalibrace prováděna. Autor tohoto článku si ještě pamatuje, jak se obecně uvádělo, že etalon musí být desetkrát lepší, ale časem si metrologové začali uvědomovat, že je to pro několik stupňů navázání nereálné a začaly se publikovat poměry 3:1 nebo 4:1. Pro zjednodušení úvah a popisů se zavedly zkratky, nejprve:

TAR – (test accuracy ratio) – poměr chyby etalonu a kalibrovaného zařízení, po přechodu na nejistoty.

TUR – (test uncertainty ratio) – poměr nejistot při kalibraci. Současně se začal používat pojem

UUT – (unit under test) jako zevšeobecnění pro jakoukoliv kalibrovanou nebo zkoušenou položku.

Zadávání kalibrace

Při rozhodnutí o zadání kalibrace zákazník hodnotí dodavatele z několika hledisek. Je to:

- Způsobilost.
- Rozsah možných služeb.
- Cena.
- Rychlost provedení kalibrace.
- Doprava UUT ke kalibraci a zpět.
- Udává dodavatel i údaje o plnění specifikace?
- Pokud udává dodavatel i údaje o plnění specifikace, jedná se přesně o specifikaci zadaného UUT?
- Provedení kalibračního listu.
- Zpřístupní dodavatel zákazníkovi i údaje o kalibraci svých etalonů?

Požadavek na způsobilost dodavatele se obvykle zjednodušuje odkazem na jeho akreditaci. To je, hlavně pro menší zákazníky, přijatelné zjednodušení přenesením odpovědnosti na třetí subjekt. Velcí zákazníci by se neměli vyhýbat zákaznickým auditům.

Rozsah možných služeb jednoduše ukazuje pro akreditované laboratoře jejich příloha k osvědčení s udanými CMC. Pro metrologické instituty je obdobná příloha dostupná v databázi KCDB online přístupné na stránkách BIPM (<https://kcdb.bipm.org/>), podrobněji viz literatura [20].

Pokud vyjde TUR pro porovnání CMC kalibrační laboratoře se specifikací UUT nejméně 4:1, je oprávněný předpoklad, že zvolená kalibrační laboratoř dosahuje vyhovujících nejistot pro kalibraci uvažovaného UUT.

Cena, rychlost provedení, doprava UUT ke kalibraci a zpět, zda udává dodavatel kalibrace i údaje o plnění specifikace a zda, pokud udává dodavatel i údaje o plnění specifikace, se jedná přesně o specifikaci zadaného UUT, provedení kalibračního listu i možnost, zda zpřístupní dodavatel zákazníkovi i údaje o kalibraci svých etalonů, to vše se může upřesnit při přezkoumání smlouvy při zadávání kalibrace.

Legislativa a měření

Práva a povinnosti osob k zajištění jednotnosti a správnosti měřidel a měření stanovuje zákon č. 505/1990 Sb., o metrologii a související právní předpisy.

Zákon člení v § 3, odst. 1 měřidla na:

- a) etalony,
- b) pracovní měřidla stanovená,
- c) pracovní měřidla nestanovená a
- d) certifikované referenční materiály a ostatní referenční materiály, pokud jsou určeny k funkci etalonu nebo stanoveného nebo pracovního měřidla.

Podle odst. 4 jsou pracovní měřidla měřidla, která nejsou etalonem ani stanoveným měřidlem.

§ 5 odst. 6 stanovuje, že způsob návaznosti pracovních měřidel stanoví uživatel měřidla. Kalibraci pracovních měřidel si mohou jejich uživatelé zajistit sami pomocí svých hlavních etalonů nebo u jiných tuzemských nebo zahraničních subjektů.

§ 18 uvádí úkoly organizací, které

- a) vedou evidenci používaných stanovených měřidel,
- b) zajišťují jednotnost a správnost měřidel a měření a jsou povinny vytvořit metrologické předpoklady pro ochranu zdraví pracovníků, bezpečnosti práce a životního prostředí přiměřeně ke své činnosti.

Pro běžné organizace, používající pouze pracovní měřidla, je právním předpisem předepsáno jen nezbytné minimum povinností a ta organizace, která nechává měřidla kalibrovat je proto, že to požaduje zákon, by měla co nejdříve naplánovat komplexní prověrku interních dokumentů, protože kalibrace pracovních měřidel má vždy vycházet ze skutečných potřeb organizace a ne jen z plnění právních předpisů.

Jaká je povinnost kalibrační laboratoře aby splnila požadavky normy ISO/IEC 17025:2017(E)?

Podle ILAC-P14:01/2013 Politika ILAC pro nejistoty při kalibraci *ILAC Policy for Uncertainty in Calibration*, uvedené v bodě 5.3, *Nejistota zahrnutá v CMC musí být vyjádřena jako rozšířená nejistota s rozšířenou pravděpodobností přibližně 95 %. (doporučené je psát do kalibračního listu „Uvedená rozšířená nejistota měření je součinem standardní nejistoty měření a koeficientu k, který odpovídá pravděpodobnosti pokrytí přibližně 95 %.“)*

Jednotka nejistoty musí být vždy stejná jako je jednotka měřené hodnoty, nebo je vůči ní vyjádřena relativně, např. v procentech. Zahrnutí příslušné jednotky většinou poskytuje je potřebné vysvětlení.

Podle bodu 5.4 musí kalibrační laboratoře doložit, že jsou schopny poskytnout zákazníkům kalibraci v souladu s článkem 5.1 odst. b) ILAC-P14:01/2013 tak, aby se nejistoty měření rovnaly nejistotám zahrnutým do CMC. Při vyjádření CMC musí laboratoře vzít v úvahu vlastnosti „nejlepšího existujícího zařízení“, které je pro danou kategorii kalibrací k dispozici.

Podle bodu 6.3 musí být numerická hodnota rozšířené nejistoty udána na nejvýše dvě platné číslice.

Z těchto bodů závazného dokumentu ILAC plyne, co může zákazník od akreditované laboratoře očekávat.

Zde může vzniknout první otázka, zda je pravděpodobnost pokrytí přibližně 95 % zrovna ta, kterou potřebují, druhá otázka, zda bude měření provedeno na úrovni deklarované CMC laboratoře, další pak, jestli uvedené CMC je vhodné pro domlouvanou kalibraci atd.

Bohužel je z pohledu kalibrující laboratoře podstatná jen naměřená hodnota a její nejistota. Konstatování o plnění specifikace je pro laboratoř jen možnost, ne povinnost a velká část laboratoří je neprovádí, protože je náročné a často doprovázeno i řadou problémů, protože laboratoř by se mohla dostat mimo oblast vlastního oboru měření ještě do oblasti managementu rizik, která je pro převážnou většinu laboratoří v současné době ještě dost cizí. Pokud laboratoř, pracující podle normy ISO/IEC 17025:2017(E) bodu 7.8.6 *Vykazování prohlášení o shodě se specifikací*, pak musí laboratoř dokumentovat použité rozhodovací pravidlo s přihlédnutím k míře rizika (jako je falešné přijetí a falešné odmítnutí a statistické předpoklady) spojené s rozhodovacím pravidlem a použít pravidlo rozhodování. Pokud není rozhodovací pravidlo

předepsáno zákazníkem, nařízeními nebo normativními dokumenty, musí laboratoř podat zprávu o prohlášení o shodě tak, aby v prohlášení bylo jasně uvedeno, které specifikace, normy nebo jejich části jsou splněny nebo nejsou splněny a uvést použité pravidlo rozhodování (pokud není obsaženo v požadované specifikaci nebo normě). Toto jsou ale požadavky podstatně širší, než v ILAC-G08:03/2009, *Pokyny k uvádění shody se specifikací*, na kterou jsou laboratoře dosud zvyklé. To znamená, že laboratoř musí být seznámena i s ISO/IEC Guide 98-4 i ČSN EN 60359, Elektrická a elektronická měřicí zařízení – Vyjadřování vlastností.

Kalibrace měřidel a ČSN EN 60359 vydání 3

Od dvacátého století byl při měření zpracováván pojem signál. V metrologii byl pro popis vnitřních funkcí měřících přístrojů, zejména elektronických, široce používán provozní přístup. Vžité zvyklosti zachovávaly všeobecně používání klasických termínů vycházejících z geometrického způsobu měření délky pravítkem se stupnicí. Výstupní údaj přístroje byl brán jakožto poloha ručičky na stupnici, udávající hodnotu měřené veličiny, lišící se od její „pravé“ hodnoty o přídavnou chybu. Vývoj moderního přístrojového vybavení překonal tradici daný rozdíl mezi elektrickými a elektronickými přístroji.

Na měřicí přístroje lze pohlížet jako na černou skříňku předávající výstupní signál, který obsahuje informaci o měřené veličině. Výstupní signál je generován následkem interakce při měření mezi vlastním přístrojem, tj. objektem, jemuž měřená veličina přísluší a okolním prostředím. Výstupní signál je odvozen od jevu, k němuž dochází ve „snímači“ přístroje, pomocí procesu zpracování signálu, který může být jednoduchý nebo i značně komplikovaný a může vyžadovat vnější zdroje energie, například vnější signály, nebo aktivaci programového vybavení. Výstupní signál může být analogový, digitální (číslicový) nebo kódovaný; může být zobrazen, aby jej mohl číst člověk, nebo může být přenesen na vstup ovládacích zařízení.

Moderní přístrojová technika závisí stále více na promyšleném náročném zpracování signálů uvnitř přístroje. Terminologie vhodná pro všechny druhy přístrojů je schopna vyloučit nedorozumění a musí jasně rozlišovat mezi popisem výstupu na přístroji, tj. indikací, a popisem měřené veličiny, tj. konečným výsledkem měření, který zahrnuje nejistotu. Údaje vzniklé kalibrací jsou synteticky představovány v kalibračním diagramu pásmem v rovině souřadnic indikované hodnoty a měřené hodnoty. Pásmo je nutné, poněvadž se musí znát, jakou hodnotu a nejistotu je třeba přiřadit v souladu s libovolnou indikací, není to pouze „korigování“ indikované hodnoty. Pásmo se s výhodou představuje udáním střední čáry kalibrační křivky a její poloviční šířky nejistotou.

Kalibrační křivka vyznačuje vztah mezi indikací přístroje a „indikovanou hodnotou“ měřené veličiny, což je její naměřená veličina v případě správně provedeného přímého měření nebo prvek pro výpočet výsledku měření v případě nepřímého měření (včetně měření s opakovaným odečítáním) a výpočet, který v každém případě potřebuje uvádět rovněž nejistotu vyplývající z indikované hodnoty kalibračního diagramu.

Používání platného názvosloví při zadávání kalibrace

Zákazník dává kalibrovat svá zařízení do kalibrační laboratoře. Používané názvosloví se v převážné většině laboratoří ustálilo už před řadou let a asi téměř nikde nestačilo sledovat vývoj názvosloví od nyní už zakázaných pojmů, jako bylo cejchování normálů přes slovníky OIML, IEV, VIM 1. vydání (VIM 1) a VIM 2. vydání (VIM 2) až k VIM 3. vydání (VIM 3). Revize normy 17025 je příležitostí, jak začít používat v dokumentaci názvosloví přesně podle platného názvosloví (dále je kursivou uveden text přesně podle definice ve slovníku metrologie VIM 3 [19]. Pořadové číslo je číslo podle slovníku VIM 3 a v závorce je označení podle VIM 2, pokud bylo definované).

3.1 (4.1) Měřidlo

Je měřicí přístroj, zařízení používané k měření buď samotné, nebo ve spojení s jedním nebo více přídavnými zařízeními.

3.2 (4.5) Měřicí systém

Je sestava jednoho nebo více měřidel a často dalších zařízení, včetně jakýchkoliv činidel a zdrojů, sestavená a přizpůsobená k poskytování informace používané ke generování naměřených hodnot veličiny ve specifikovaných intervalech pro veličiny specifikovaných druhů.

3.6 (4.2) Ztělesněná míra

Měřidlo reprodukcující nebo trvale poskytující během jeho používání veličiny jednoho nebo více daných druhů, přičemž každá z nich má přidělenou hodnotou veličiny. Ztělesněná míra může být etalonem (standardem).

Kalibrace je podle nyní platné definice širší pojem než jak se chápala v minulosti.

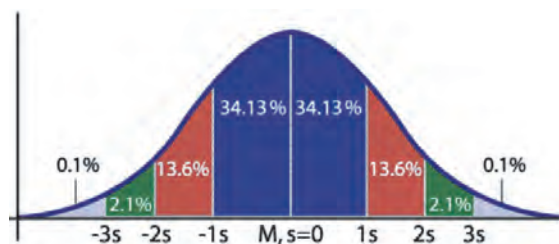
2.39 (6.11) Kalibrace

je činnost, která za specifikovaných podmínek v prvním kroku stanoví vztah mezi hodnotami veličiny s nejistotami měření poskytnutými etalonem a odpovídajícími indikacemi s přidruženými nejistotami měření a ve druhém kroku použije tyto informace ke stanovení vztahu pro získání výsledku měření z indikace. Samotný první krok ve výše uvedené definici je často chápán jako kalibrace. Kalibrace smí být vyjádřena údajem, kalibrační funkcí, kalibračním diagramem, kalibrační křivkou nebo kalibrační tabulkou. V některých případech se smí skládat ze součtových nebo násobných korekcí indikace s přidruženou nejistotou měření.

Kalibrace vyjádřena jedním číselným údajem se používá pro ztělesněné (jednoduchotové) míry.

Kalibrace vyjádřena kalibrační funkcí, kalibračním diagramem, kalibrační křivkou nebo kalibrační tabulkou se používá pro měřidlo nebo měřicí systém.

Kalibrace se podle dohodnutých pravidel udává pro úroveň pravděpodobnosti 95 %. Ukázka, kolik výsledků je mimo pro různé $k(s)$, je na **obr. 1**. Zda je to pro uvažované použití měřidla vyhovující, rozhoduje zákazník a bude to diskutováno dále.



Obr. 1: Ukázka, kolik výsledků je mimo udanou mez pro různé $k(s)$

Kalibrované měřidlo může být u zákazníka zařazeno jako etalon nebo jako pracovní měřidlo, to však nemá zásadní vliv na požadavky na provedení kalibrace.

5.1 (6.1) Etalon

realizace definice dané veličiny, se stanovenou hodnotou veličiny a přidruženou nejistotou měření, používaná jako reference „Realizace definice dané veličiny“ může být poskytována měřicím systémem nebo ztělesněnou mírou.

Podmínky měření

Kalibrace se provádí v referenčních pracovních podmínkách a zákazník musí zkontrolovat, zda je kalibrační laboratoř dodrží podle jeho požadavků. Čím lépe jsou referenční pracovní podmínky dodrženy, tím je provedení kalibrace pro zákazníka lepší. Referenční pracovní podmínky vždy zahrnují teplotu, pokud je možné měřenou přímo na kalibrovaném objektu. Pokud to není možné nebo nutné, postačí teplota v laboratoři. Ostatní podmínky prostředí (vlhkost a atmosférický tlak) se většinou uplatní mnohem méně.

Referenční pracovní podmínky ale nejsou jen podmínky prostředí, jak to bývá často zjednodušováno.

4.11 (5.7) Referenční pracovní podmínka

je pracovní podmínka předepsaná pro vyhodnocování funkčnosti měřidla nebo měřicího systému nebo pro porovnávání výsledků měření.

Výsledek kalibrace

Výsledkem kalibrace je u ztělesněné míry hodnota parametru, pro který byla tato míra zhotovena a u přístrojů zjištěná přístrojová chyba.

4.20 (5.25) Přístrojová chyba

Je aritmetický průměr opakovaných indikací minus referenční hodnota veličiny

Velmi důležitý je ale i drift měřidla. Obvykle požadujeme, aby měřidlo pracovalo v rozmezí uvažované přístrojové chyby až do další rekalkulace a proto se neobejdeme bez predikce driftu měřidla. Nejjednodušší a často vyhovující je predikce na základě trendu driftu získaného z nejméně tří předchozích rekalkulací. Pokud je směrnice trendu driftu udána jednoduchou hladkou křivkou, můžeme ji použít k predikci. Pokud nelze drift jednoduše aproximovat, obvykle vyhoví použit rozsah driftu s uvažovaným obdélníkovým rozložením.

4.21 (5.16) Drift měřidla

Je spojitá nebo přírůstková změna indikace v čase způsobená změnami metrologických vlastností měřidla. Drift měřidla není vztažen ani ke změně veličiny, která je měřena, ani ke změně jakékoliv rozpoznané ovlivňující veličiny.

Drift měřidla je zásadní parametr, který vynucuje dělat rekaliibrace. Měřidlo bez driftu by mohlo mít rekalibrační interval dlouhý. Očekávaný drift, který můžeme do budoucnosti předpovědět jen s určitou pravděpodobností, je rozhodující podnět pro periodické opakování kalibrací.

4.30 Kalibrační diagram

je grafické vyjádření vztahu mezi indikací a odpovídajícím výsledkem měření.

Kalibrační diagram je pás roviny definované osou indikace a osou výsledku měření, který reprezentuje vztah mezi indikací a souborem naměřených hodnot veličiny. Alternativní vyjádření vztahu zahrnuje kalibrační křivku a přidruženou nejistotu měření, kalibrační tabulku nebo soubor funkcí. Tento pojem náleží ke kalibraci, pokud je přístrojová nejistota měření větší ve srovnání s nejistotami měření přidruženými k hodnotám veličin etalonů.

4.31 Kalibrační křivka

je vyjádření vztahu mezi indikací a odpovídající naměřenou hodnotou veličiny.

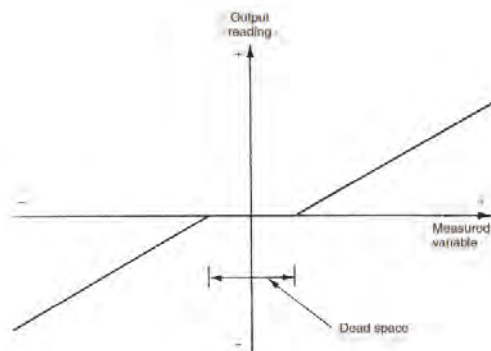
Kalibrační křivka vyjadřuje vzájemně jednoznačný vztah, který neposkytuje výsledek měření, protože nepřináší žádnou informaci o nejistotě měření.

Ostatní možné parametry

Podmínky pro různé typy kalibrací ale mohou zahrnovat i mnoho dalších specifikací, jejichž opomenutí nebo nedostatečný popis znehodnocují zápis o měření při kalibraci.

4.17 (5.13) Mrtvé pásmo

je maximální interval, ve kterém může být hodnota veličiny, která je měřena, změněna v obou směrech, aniž vyvolá zjištělné změny v odpovídající indikaci.



Obr. 2: Mrtvé pásmo

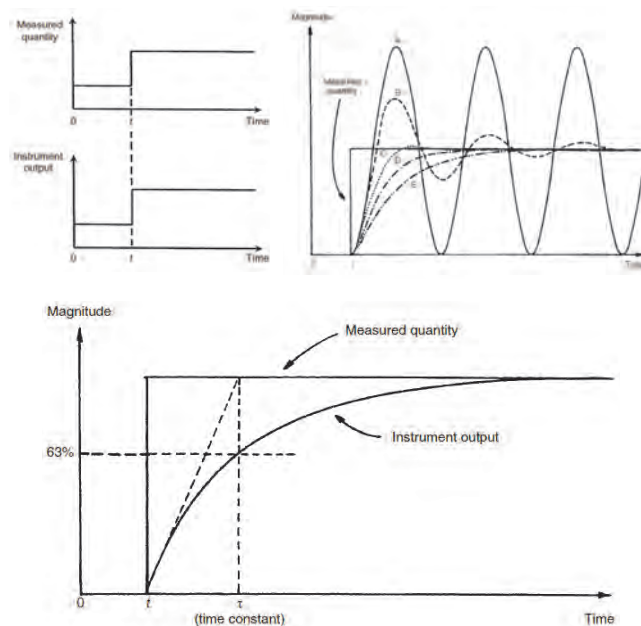
Mrtvé pásmo má řešit výrobce měřidla pokud možno tak, aby nebylo nutné se s ním zabírat při kalibraci. Mrtvé pásmo bývalo důležité u analogových měřidel, nyní je jeho význam

nižší. U digitálních je určeno polovinou posledního zobrazeného digitu. Moderní přístroje mají stupnici dostatečně dlouhou (na hodně míst), takže s tím nebývají problémy.

4.23 (5.17) Doba odezvy na skokovou změnu

je doba mezi okamžikem, kdy je vstupní hodnota veličiny měřidla nebo měřicího systému vystavena náhlé skokové změně mezi dvěma specifikovanými konstantními hodnotami veličiny a okamžikem, kdy odpovídající indikace dosáhne specifikovaných mezních hodnot okolo její konečné ustálené hodnoty.

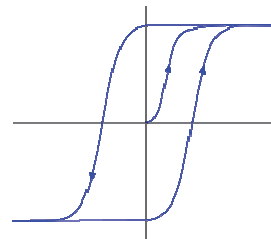
Doba odezvy na skokovou změnu je další parametr, který by měl být optimalizován už při návrhu měřidla. Byl důležitý u analogových měřidel, nyní je jeho význam nižší.



Obr. 3: Skoková změna měřené veličiny a odezva měřidla

(Pojem 51-24-15 v IEC 60050-351:2006, ve slovníku VIM není.) Hystereze

označuje závislost stavu na stavech předchozích; hystereze je označení pro takové chování dynamického systému, kdy výstupní veličina nezávisí jen na nezávisle proměnné vstupní veličině, ale i na předchozím stavu systému.

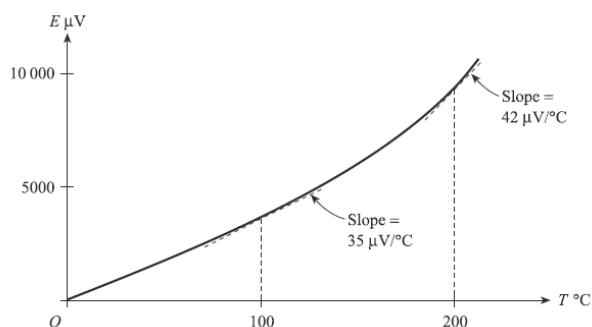


Obr. 4: Hystereze

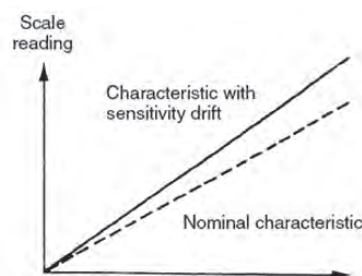
Hystereze je nejznámější u magnetických charakteristik vlastností měřeného materiálu, jinde v elektrických veličinách je to nežádoucí parametr (například u analogových přístrojů se systémem na otočné ose systémy ulo-

žené na vlákně ji mají potlačenou). Chyba hystereze je rozdílem ve dvou měřeních stejné hodnoty, když měříme daný bod posuvem z opačných směrů. V některých měřicích situacích může dobrý operátor chybu hystereze odstranit nebo minimalizovat, ale obvykle nemůže být plně kompenzována. Nejlepším přístupem je vždy přiblížit se k měřené hodnotě ze stejného směru, aby se zlepšila opakovatelnost, ne-li i přesnost. Proto požadovala norma IEC 359-9 provádět jedno měření posuvem směrem zdola a druhé směrem shora k měřené hodnotě. Nedostatečné celosvětové pojetí chápání hystereze způsobilo potíže při mezinárodním porovnání EAL zvaném „paper audit“ v roce 1993.

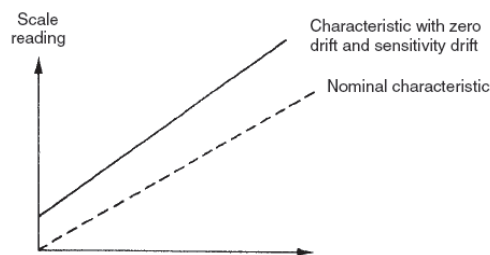
Hystereze byla nepříjemná vlastnost hlavně analogových měřidel a měřidel s mechanickými převody. Ve slovníku VIM 3 již uvedena není.



Obr. 5: Příklad vlastnosti kalibrační křivky- nonlinearita



Obr. 6: Vlastnosti kalibrační křivky- časový drift citlivosti



Obr. 7: Vlastnosti kalibrační křivky- časový drift citlivosti i drift nuly

Každý měřicí přístroj s rozsahem od nuly musí být kontrolován pro drift nuly i pro drift citlivosti.

Pokračování v příštím čísle.



NABÍDKA AKCÍ ČMS NA II. POLOLETÍ ROKU 2018



Česká metrologická společnost, z. s.
Novotného lávka 5, 110 00 Praha 1
tel./fax: 221 082 254
e-mail: cms-zk@csvts.cz
www.csvts.cz/cms

2. 9. 2018 Veletřh FOR ARCH, Výstaviště Letňany	K 544-18	Měření osvětlení ve stavebnictví
8. 10. 2018 ČSVTS Praha, učebna č. 318	K 545-18	Řízení metrologie v organizaci
12. – 15. 11. 2018 ČSVTS Praha, učebna č. 501	K 546-18	49. základní kurz metrologie
11. 12. 2018 Klub Lávka, Praha 1, Novotného lávka 1	K 547-18	20. fórum metrologů

Česká metrologická společnost, z.s.

připravuje ve spolupráci
se Slovenskou metrologickou spoločnosťou
**1. Československé fórum
ke 100. výročí vzniku ČSR,**
které se bude konat na podzim v Bratislavě.

Termín konání a podrobnější informace budou zveřejněny
na webových stránkách ČMS

www.csvts.cz/cms

Další podrobnosti o připravovaných akcích včetně
přihlášek ke stažení budou uvedeny na webových stránkách
ČMS www.csvts.cz/cms v menu Odborné akce/Kalendář
akcí ČMS

PRINCIP STANOVENÍ MĚRNÉHO ODPORU PROTI PROUDĚNÍ VZDUCHU U STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ

Ing. Pavel Rubáš, Ph.D.

Technický a zkušební ústav stavební Praha, s.p.

Anotace

Článek pojednává o stanovení odporu proti proudění vzduchu u materiálů pro použití v akustických aplikacích. Odpor porézních materiálů proti proudění vzduchu je nepřímým vyjádřením některých vlastností jeho struktury. Lze jej využít pro stanovení vztahu mezi strukturou těchto materiálů a některými z jejich akustických vlastností (zejména pohlcování a útlum zvuku).

Úvod

Měrný odpor proti proudění vzduchu r ($\text{Pa} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-2}$) je reciprokou veličinou k součiniteli proudění vzduchu v materiálech r^{-1} ($\text{m}^2 \cdot \text{Pa}^{-1} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$). Měrný odpor proti proudění vzduchu r je veličina, jež popisuje, jak velký odpor klade zabudovaný materiál proudění vzduchu při rozdílu tlaků 1 Pa mezi jeho dvěma konci. Součinitel proudění vzduchu v materiálech je méně nestandardní, avšak pochopitelnější veličinou ve srovnání s měrným odporem proti proudění vzduchu. Je definován jako množství vzduchu v m^3 , které proteče za jednu sekundu plochou 1 m^2 porézního materiálu tloušťky 1 m při rozdílu tlaků 1 Pa na jeho površích.

Význam veličiny a měření

Měrný odpor r porézních materiálů proti proudění vzduchu je nepřímým vyjádřením některých vlastností struktury těchto materiálů. Lze ho využít pro stanovení vztahu mezi strukturou porézních materiálů a některými z jejich akustických vlastností (zejména pohlcování a útlum zvuku). Tato veličina se měří podle evropské normy ČSN EN 29053:1994 Akustika. Materiály pro použití v akustice – Stanovení odporu proti proudění vzduchu. Jak bylo naznačeno v úvodu, měrný odpor proti proudění vzduchu r je poměrem rozdílu tlaků v pascálech na obou stranách zkušební vzorku k objemovému toku vzduchu v kubických metrech za sekundu procházející zkušebním vzorkem. Normovaný odpor proti proudění vzduchu R_s je součinem odporu proti proudění vzduchu R ($\text{Pa} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-3}$) a plochy průřezu zkušební vzorku ve směru kolmém na proudění vzduchu.

Odpor proti proudění vzduchu R souvisí s normovaným odporem proti proudění vzduchu R_s ($\text{Pa} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-1}$) podle vztahu

$$R_s = R \cdot A, \quad (1)$$

kde A je plocha průřezu zkušební vzorku v m^2 kolmé na směr proudění

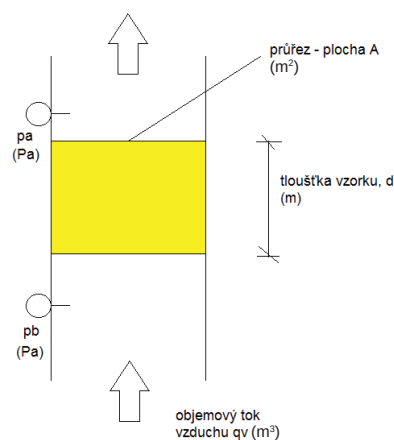
Měrný odpor proti proudění vzduchu r ($\text{Pa} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-2}$) vznikne podělením normovaného odporu proti proudění vzduchu tloušťkou měřeného vzorku.

$$r = R_s \cdot d^{-1}, \quad (2)$$

kde d je tloušťka zkušební vzorku v metrech, měřená ve směru toku vzduchu.

Zkušební norma ČSN EN 29053:1994 popisuje dvě velmi odlišné metody zkoušení. V podmínkách ČR se uplatnila metoda stejnosměrného proudění vzduchu (metoda A), jež využívá průchodu regulovaného stejnosměrného proudu vzduchu zkušebním vzorkem tvaru válce nebo kvádrů a měření výsledného poklesu tlaku mezi dvěma volnými čely vzorku (viz **obr. 1**).

Metoda B je založena na průchodu střídavého proudu vzduchu o nízkém kmitočtu zkušebním vzorkem tvaru válce či kvádrů a měření střídavé složky tlaku ve zkušebním objemu uzavřeném vzorkem. Potřebné zařízení se skládá z měřicí komory pro zkušební vzorek, zařízení pro vyvíjení střídavého proudu vzduchu, zařízení pro měření střídavé složky tlaku ve zkušebním objemu uzavřeném zkušebním vzorkem a zařízení pro měření tloušťky zkušební vzorku ve zkušební poloze. Střídavý objemový tok vzduchu má být vyvíjen harmonicky kmitajícím pístem na kmitočtu 2 Hz. Střídavý tlak se musí měřit kondenzátorovým mikrofonem, který je připojen přes zesilovač k analyzátoru. Celé zařízení musí být kalibrováno pistonfonem, což je přístroj tvořený válcovou neprodyšnou komorou, do které je při kalibraci zasunutý mikrofon. V komůrce pistonfonu se nachází píst, který svým kmitavým pohybem vytváří známý akustický tlak o známé frekvenci. Zde je vhodné podotknout, že v ČR se metoda B patrně nikdy neuplatnila, autorovi není známo pracoviště, kde by se využívala.



Obr. 1: Princip měření metodou A

Zkušební zařízení

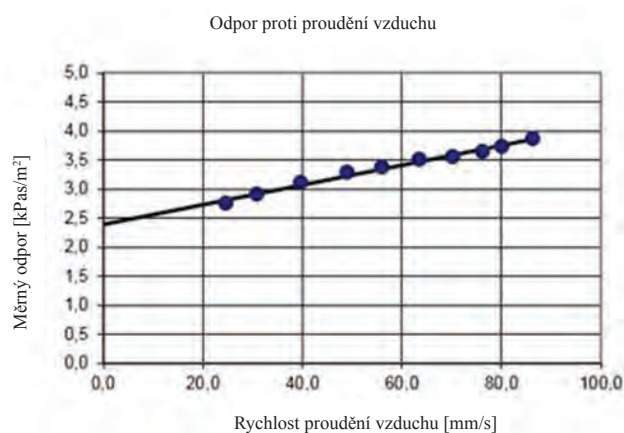
Vlastní zařízení pro metodu A, viz **obr. 2**, se skládá z měřicí komory pro umístění zkušební vzorku, zařízení pro vyvíjení stálého proudu vzduchu, zařízení pro měření objemového průtoku vzduchu, tlakoměrů na obou stranách vzorku a délkové míry pro měření tloušťky vzorku. Zkušební vzorek se vkládá do měřicí komory a je ověřeno, že okraje vzorku jsou dobře utěsněny. Do zkušební komory je instalován vzorek s deklarovanou objemovou hmotností. Odpor materiálů pohlcujících zvuk proti proudění vzduchu roste v určitém rozsahu se vzrůstající rychlostí vzduchu, proto je třeba měřit při nejmenší

možné rychlosti proudění vzduchu. Jako spodní hranice je používána rychlost proudění vzduchu u $0,5 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Této hodnotě akustické rychlosti odpovídá při hodnotě vlnového odporu vzduchu $400 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ akustický tlak $0,2 \text{ Pa}$ (vyjádřeno v logaritmické míře se jedná při referenčním akustickém tlaku $20 \text{ } \mu\text{Pa}$ o hodnotu hladiny akustického tlaku $L = 80 \text{ dB}$).



Obr. 2: Přístroj pro stanovení odporu proti proudění vzduchu

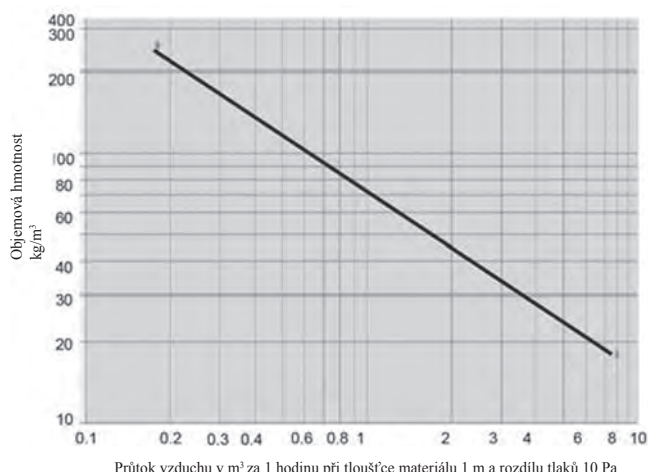
V průběhu vlastního měření jsou počítačově (pomocí software KIK) vyhodnocovány hodnoty měrného odporu proti proudění vzduchu pro různé rychlosti proudění vzduchu. Závislost na rychlosti proudění vzduchu je patrná na grafu 1, jenž demonstruje reálné měření vzorku s hodnotou $r = 2 \text{ kPa} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-2}$ např. u celulózové izolace, toto odpovídá $r^{-1} = 0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{kPa}^{-1} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$.



Graf 1: Ukázka závislosti odporu proti proudění vzduchu na rychlosti proudění vzduchu



Souvislost mezi jedním ze základních kvalitativních parametrů izolantů (objemovou hmotností) a r^{-1} je zřejmá z grafu č. 2. Zde je nutné uvést, že v grafu uvedená závislost je poněkud nestandardně vztažena na hodiny a rozdíl 10 Pa , pro uživatele je však tento graf o to srozumitelnější. Těžké minerální vlny vykazují nízké hodnoty r^{-1} resp. vysoké hodnoty r ; u lehkých izolačních materiálů je tomu obráceně.



Graf 2: Odvozená závislost odporu proti proudění vzduchu a objemové hmotnosti u minerální vlny [2]

Závěr:

V České republice je měrný odpor proti proudění vzduchu izolantů méně známou vlastností. Jeho měření a hodnocení je vyžadováno zejména u izolantů používaných pro kontaktní zateplovací systémy a izolantů na bázi foukané celulózy. Odpor proti proudění vzduchu je důležitou vlastností vláknitých izolací, která ovlivňuje jejich zvukovou pohltivost.

Literatura:

- [1] ČSN EN 29053:1994 Akustika. Materiály pro použití v akustice – Stanovení odporu proti proudění vzduchu
- [2] www.rockwool.com

PROGRAM ROZVOJE ZKUŠEBNICTVÍ V ROCE 2017

Mgr. Václava Holušová

Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví

Nastal čas na tradiční vyhodnocení výsledků Plánu standardizace – Programu rozvoje zkušebnictví (PS-PRZ) za uplynulý kalendářní rok. Tento finanční nástroj Úřadu pro

technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ) pomáhá k udržení vysoké úrovně systému státního zkušebnictví v České republice.

Státní zkušebnictví je obor státní správy, jehož posláním je přispívat k zajištění ochrany oprávněných zájmů uživatelů stanovených výrobků, zejména z hlediska

jakosti výrobků a dalších hledisek rozhodných pro jejich řádné a bezpečné užívání. Stanovené výrobky jsou takové výrobky, které představují zvýšenou míru ohrožení oprávněného zájmu a u kterých proto musí být posouzena shoda. Státní zkušebnictví se zabývá výrobkem jako typem, a to ve stavu, v jakém je dodáván na trh, případně uváděn do oběhu. V tom se liší od jiných orgánů státní správy, např. odborných inspekcí technického dozoru a jiných kontrolních orgánů.

Odbor státního zkušebnictví v rámci ÚNMZ zodpovídá za zabezpečování státního zkušebnictví v rozsahu stanoveném platnými právními předpisy. Jedná se o dva rámcové zákony a soubor nařízení vlády vydaných k provedení těchto zákonů. Historicky starší je zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů. V roce 2017 byla přijata jeho již 19. novela, která byla publikována ve Sbírce zákonů pod číslem 265/2017 Sb. V roce 2016 byl do našeho právního řádu doplněn zákon č. 90/2016 Sb., o posuzování shody stanovených výrobků při jejich dodávání na trh. Tento zákon byl novelizován zatím 3x.

ÚNMZ jakožto tzv. oznamující orgán je zodpovědný za vytvoření a provádění nezbytných postupů pro hodnocení způsobilosti českých subjektů posuzování shody, pro jejich oznamování v rámci Evropské unie a samozřejmě i jejich kontrolu. V závislosti na druhu konkrétního právního předpisu se jedná o notifikované osoby (NO) či oznamované subjekty (OS). V systému státního zkušebnictví figurují ještě autorizované osoby (AO), které posuzují shodu podle českých (neharmonizovaných) právních předpisů.

ÚNMZ podporuje jejich činnost jednak formou finančních příspěvků na aktivní zapojení do mezinárodní spolupráce, jednak příspěvkem na metodické zabezpečování jejich jednotného postupu při posuzování shody podle platných právních předpisů (tzv. koordinace činnosti).

ÚNMZ rovněž podporuje řešení aktuálních problémů státního zkušebnictví, které jsou obvykle vyvolány změnami právních předpisů. Některé úkoly byly zařazeny i na základě námětů jednotlivých subjektů posuzování shody. Na řešení dvou úkolů se podílela i Asociace českých měřičích, zkušebních a analytických laboratoří EUROLAB-CZ.

Objektivní potřebu řešení jednotlivých úkolů, výběr řešitelů a oponentů posuzovali pracovníci odboru státního zkušebnictví (tzv. garanti úkolů), a v konečném stádiu přípravy plánu také členové poradního orgánu předsedy ÚNMZ - Komise pro posuzování shody (KPS). Finální znění PS-PRZ pro rok 2017 včetně jeho tří dodatků následně schválil předseda ÚNMZ.

Schválený PS-PRZ na rok 2017 včetně dodatků je vystaven na internetové stránce ÚNMZ: <http://www.unmz.cz/urad/plan-programu-rozvoje-zkusebnictvi>.

Pod tímto odkazem jsou zveřejněny programy počínaje rokem 2004.

Finanční rozpočet na úkoly PS-PRZ 2017 (po zapracování změn do dodatků č. 1 až 3) byl schválen v celkové výši **6 553 000,- Kč**. Z této částky bylo 5 742 537,64 Kč

uhrazeno v r. 2017 a 810 462,36 Kč zbývá uhradit v r. 2018, protože některé úkoly nemohly být dokončeny podle plánu. Jako každý rok, ani v roce 2017 nebylo možné vyhovět všem požadavkům, protože buďto neodpovídaly zaměření programu anebo nebyly k dispozici dostatečné finanční prostředky na jejich podporu.

Řešeno bylo celkem **82 úkolů**. Úkoly byly tématicky rozděleny do čtyř základních částí.

Část 1

Metodické zabezpečování jednotného postupu autorizovaných osob/notifikovaných osob, oznamovaných subjektů a uznaných nezávislých organizací při posuzování shody výrobků nebo personálu, podle platných nebo připravovaných právních předpisů

Tato část obsahovala 10 úkolů v celkové výši 1 341 000 Kč. Jednotný postup subjektů posuzování shody – tj. ani přísnější ani benevolentnější než je postup u konkurence – je zcela zásadní pro zachování rovných podmínek na trhu. Proto ÚNMZ finančně podporuje například každoroční revizi cca 500 technických návodů pro posuzování shody stavebních výrobků podle nařízení vlády č. 163/2002 Sb., ve znění po novele z roku 2016. Mezi podpořenými úkoly byly i metodiky pro posuzování měrné kapacity vodní páry stavebních materiálů, stanovení činitele prostupu UV záření, prokazování životnosti nátěrů pro zvyšování požární odolnosti ocelových konstrukcí, posuzování shody výtahů a bezpečnostních komponent pro výtahy.

Část 2

Zabezpečení koordinace jednotného postupu autorizovaných osob/notifikovaných osob, oznamovaných subjektů a uznaných nezávislých organizací

Tato část zahrnovala 14 úkolů za celkových 1 185 000 Kč. Zabezpečení koordinace činnosti českých subjektů posuzování shody je závazek, který vyplývá z právních předpisů na evropské i národní úrovni. Právě prostřednictvím koordinačních schůzek se všechny subjekty posuzování shody dozvídají o jednotných postupech, které musí dodržovat při své činnosti.

Část 3

Mezinárodní spolupráce

Tato část byla tradičně nejrozsáhlejší a zahrnovala 41 úkolů, na jejichž realizaci bylo vynaloženo 2 715 460 Kč. Tato finanční podpora usnadňuje českým subjektům trvalou spolupráci s poradními skupinami notifikovaných osob pro jednotlivé evropské směrnice a nařízení. Česká republika má totiž v každém sektoru svého zástupce, který se aktivně podílí na spoluvytváření celoevropsky platných pravidel a tato pravidla následně přenáší do činnosti všech českých subjektů posuzování shody. Čeští zástupci se rovněž účastní práce specializovaných skupin pro posuzování shody některých typů výrobků (zdravotnické prostředky, teplovodní kotle, spotřebiče plyných paliv, strojní zařízení apod. - tzv. vertikální skupiny) a dvou skupin s horizontálním zaměřením na stavební výrobky (nebezpečné látky ve výrobcích, požární vlastnosti výrobků).

Část 4

Zdokonalování činnosti autorizovaných/notifikovaných osob, oznámených subjektů a uznaných nezávislých organizací

V této části bylo loni podpořeno 17 úkolů za 1 311 540 Kč. Část úkolů byla zaměřena na vzájemné porovnání výstupů při posuzování shody stanovených výrobků. Rovněž sem spadá i aktualizace různých odborných databází, např. požární klasifikace stavebních výrobků, certifikátů osobních ochranných prostředků, certifikátů výbušnin pro civilní použití, legislativních předpisů pro nebezpečné látky ve výrobcích, katalogu akustických vlastností stavebních

výrobků a udržování Informačního portálu ÚNMZ pro stavební výrobky. V neposlední řadě byly podpořeny i semináře pro výrobce, dovozce, distributory a odborné posuzovatele stavebních výrobků, školení v oblasti posuzování shody zdravotnických prostředků a školení v oblasti legislativy a technických předpisů jaderné energetiky.

Výstupy všech úkolů jsou majetkem ÚNMZ a jsou uloženy v odboru státního zkušebnictví. Využit je mohou všechny subjekty posuzování shody, které působí podle příslušného právního předpisu, kterého se daný úkol týká.



OBNOVENÁ SPOLUPRÁCE ČESKÉ METROLOGICKÉ SPOLEČNOSTI, z. s. A SLOVENSKÉ METROLOGICKÉ SPOLOČNOSTI

Ing. František Hnízdil

Česká metrologická společnost, z.s. Praha

Znovu obnovená spolupráce

Vznik České a Slovenské republiky v roce 1993 nutně vedl k rozdělení většiny společností bývalého Československa a nejinak tomu muselo být i v oblasti metrologie. Rozdělení oficiálních institucí vyřešil v ČR zákon č. 20/1993 Sb. Zájmové organizace a spolky vlastně začínaly od nuly.

Česká metrologická společnost (ČMS) a Slovenská metrologická společnost (SMS) byly založeny poměrně záhy a následovaly i další, nově koncipovaná sdružení. V ČR to bylo České kalibrační sdružení, z. s. (ČKS) a na Slovensku reciproční Kalibračné združenie Slovenské republiky (KZSR). Tyto spolky sdružují kalibrační pracoviště a jejich metrologické zaměstnance a jejich činnost je převážně zaměřená na podporu jejich činnosti. Později se ještě na Slovensku přiřadila Slovenská legálna metrologia n. o. jako nezisková organizace zaměřená na ověřování stanovených měřidel, kalibraci nestanovených měřidel, certifikaci výrobků, výzkum, zkoušení měřidel apod.

Zaměřme se však na činnost dvou sesterských spolků ČMS a SMS. Jejich primárním úkolem je poskytovat platformu pro činnost podnikové metrologie a pracovníků podnikové metrologie a přispívat k jejich vzdělávání. Vývoj v obou zemích však vedl k postupnému rozrůznění činností obou spolků a to jak v oblasti vzdělávání, tak ve způsobu financování. Dnes to je příčinou určitých obtíží při opětovném navazování spolupráce. Přesto jsme se po dohodě rozhodli pokusit o spolupráci tak, jak to jen umožní naše personální možnosti a překážky, které vznikají vzhledem k existenci dvou států.

Jaká byla historie vývoje ČMS a SMS v posledních šestadvaceti letech.

Historie a vývoj obou společností v posledním čtvrtstoletí

Česká metrologická společnost zahájila samostatnou činnost v nejkratším možném termínu po politických změnách, tedy na konci roku 1989, které umožnily její vznik jako nezávislé a samostatné organizace.

Po nezbytných přípravách a meziobdobí činnosti Občanského fóra metrologů by se za skutečné datum jejího vzniku mohl považovat 3. květen 1990, kdy byla registrována Ministerstvem vnitra ČR. Tento rychlý rozjezd byl umožněn předchozím dvacetiletým působením Metrologické sekce v rámci Společnosti pro jakost. V přípravném výboru byli vedle Dr. Ing. V. Šindeláře CSc. zástupci tehdejšího ÚNM Praha (dnes ÚNMZ), ČVUT, ORGREZ, ŠKODA Plzeň. Jednalo se o pracovníky státní správy, vedoucí metrologických laboratorů a podnikových metrologů.

V té době z iniciativy Slovenské metrologické společnosti došlo také k dohodě o spolupráci o využívání vzájemných poznatků, lektorů, o vzájemném poznávání, forem a metod výuky a o rozšiřování vlastní nabídky odborných akcí o vybrané akce druhé společnosti. Dohodu o spolupráci podepsali 31. května 2001 ve Vysokých Tatrách tehdejší předsedové obou společností, Ing. Peter Farár a Dr. Ing. V. Šindelář, CSc.

V prvních letech existence samostatných republik se z pochopitelných důvodů zhoršila ekonomická situace, což postihlo prakticky všechny výrobní obory českého i slovenského průmyslu a služeb a následkem toho se obě společnosti musely věnovat především aktivitám, které vedly k udržení jejich činnosti. To zabránilo rozšiřování uvedené spolupráce. Ne, že by v té době nebyla k dispozici zajímavá témata v oblasti průmyslové metrologie či metrologické legislativy, naopak.

Problém byl v tom, že se svobodou podnikání se „roztrhl pytel“ se vznikem velkého množství agentur a organizací, které tato témata využívala a jejich cílová oblast zájemců o odpovědi na otázky v nové ekonomické situaci by shodná s naší.

Také na Slovensku byla situace podobná a proto ani z této strany nepřicházely nové podněty k udržení a rozvoji spolupráce. Z dnešního pohledu je možná trochu nepochopitelné, že se nové podněty daleko lépe neuchopily a nevyužily.

Na Slovensku i v Česku po oslabení řídicího vlivu Československé vědeckotechnické společnosti (ČSVTS) přenesla dobrovolná vědeckotechnická činnost do jednotlivých společností, spolků, sdružení apod. s vlastní právní subjektivitou a nezávislou ekonomickou činností v rámci daných republikově platných předpisů. Tato skutečnost vedla k částečně rozdílnému způsobu financování ČMS a SMS. To v současnosti, jak už bylo uvedeno, brání určitým způsobem k možnostem přímé spolupráce.

Obě společnosti však zůstaly zastřešeny svazy vědeckotechnických společností, které změnilý svůj statut. ČMS byla zakládajícím subjektem Českého svazu vědeckotechnických společností (ČSVTS) a rovněž SMS je členem Zvazu slovenských vědeckotechnických společností.

Vznik SMS probíhal ve stejné době jako ČMS a to tou cestou, že výbor Odbornej sekcie pre metrológiu zřídil přípravný výbor pod vedením Ing. Mariana Weidliche, který měl za úkol připravit mimořádnou konferenci slovenských metrologů, kde měly být přijaty základní dokumenty SMS a současně stanoveny a zvoleny její orgány.

Předsedové ČMS a SMS



Myslím, že stojí za to si připomenout alespoň základní jména spojená s historií obou společností a těmi by rozhodně měli být jejich předsedové, protože jejich osoby byly jednou z hlavních hybných sil činnosti společností.

Českou metrologickou společnost dosud vedly tři osobnosti a to:

Dr. Ing. Václav Šindelář, CSc. od roku 1990 do roku 2002

Ing. Zdeněk Tůma od roku 2002 do roku 2013

Ing. Miroslav Hanák od roku 2013 až dosud.

Na postu předsedů Slovenskej metrologickej spoločnosti se v průběhu času vystřídaly následující osobnosti:

Ing. Marián Weidlich, CSc. od roku 1990 do roku 1999

Ing. Peter Farár od roku 1999 do roku 2002

RNDr. Ing. Ján Bartl, CSc. od roku 2002 do roku 2003

Ing. Jozef Orlovský od roku 2003 do roku 2011

Ing. Tomáš Švantner od roku 2012 dosud.

Jak bude spolupráce v následujícím období vypadat

Po několika schůzkách, které proběhly v minulém roce v Česku, a na Slovensku se zástupci vedení obou společností shodli na tom, že by bylo dobré naplnit původní dohodu z počátků existence ČMS a SMS o spolupráci a využívání vzájemných poznatků, lektorů, o vzájemném poznávání, forem a metod výuky a o rozšiřování vlastní nabídky odborných akcí o vybrané akce druhé společnosti. Už tehdy bylo jasné, že pořádání společných akcí na území jednoho či druhého státu není příliš průchodné a praktické z mnoha důvodů. Těmi důvody jsou například čas (jednodenní akce je účastníkem z druhého státu resp. jeho vysílající organizací nepříliš akceptovatelná), problematika zahraničních cest těchto pracovníků apod. Ale to nebrání tomu, aby se nabídka akcí nemohla objevit na webech SMS a ČMS, což se také děje. Je tedy na zájemcích a organizacích, které je vysílají, zda nabídku akceptují.

Pravidelně se začali scházet zástupci vedení ČMS a SMS a to v rámci výročních setkání metrologů jednotlivých zemí na Fóru slovenských metrologů pořádaných Slovenskou metrologickou spoločnosťou v prvním pololetí roku a Fóru metrologů pořádaných v druhé polovině roku Českou metrologickou společností. Zde i na případných dalších setkáních při jiných příležitostech se dohazují konkrétní kroky na nejbližší období.

Doufám, že nastoupená cesta bude udržena a zájemce o účast na nabízených akcích obou společností upozorňuji na web ČMS (www.csvts.cz/cms), kde najdou bližší informace v odkazu na odborné akce a odkazu na stránky Slovenské metrologické společnosti.



EDITOR ROVNIC

Při lednové aktualizaci operačního systému Windows byl ze sady Office odinstalován editor rovnic Microsoft Equation 3.0. Editor rovnic 3.0 byl vytvořen fy. Design Science (<http://www.dessci.com>) a byl zahrnut v mnoha verzích sady Office a nebyl aktualizován. Z důvodu problémů se zabezpečením byl odebrán. Součástí sady Office zůstává integrovaný editor rovnic, ale při zpracování a editaci článků časopisu Metrologie jsou rovnice přepisovány do

editoru „MathType“. Ten je dostupný ke stažení na <http://www.dessci.com/en/products/mathtype/default.htm> jako placená verze. Je zde i 30 denní demo verze, která po uplynutí zkušební doby přejde na verzi „MathType Lite“. Tato verze je také dostupná na http://www.wiris.com/en/equation_editor/microsoft.

Autoři článků by měli používat právě tento editor „MathType“.

ČAS – STANDARDIZACE NOVĚ A EFEKTIVNĚ

Ing. Petr Kříž

Česká agentura pro standardizaci

Prvního října minulého roku došlo k zásadní události v oblasti národní technické normalizace: byla založena **Česká agentura pro standardizaci (ČAS)**. Od počátku roku 2018 tato organizace zajišťuje veškeré činnosti spojené s tvorbou, vydáváním a distribucí technických norem.

Technická normalizace v České republice

Od vzniku České republiky v roce 1993 zabezpečuje zájmy státu a ochranu obecného zájmu v oblasti technické normalizace Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR prostřednictvím aktivit Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ). Tvorbou a vydáváním českých technických norem byl v období let 1993 až 2008 pověřen Český normalizační institut (ČSNI, později ČNI). Od 1. ledna 2009 byly tyto činnosti vykonávány v rámci ÚNMZ Odborem technické normalizace. Od 1. ledna 2018 převzal od ÚNMZ všechny činnosti související s tvorbou, vydáváním a distribucí technických norem nový subjekt na poli technické normalizace: **Česká agentura pro standardizaci – ČAS**. Jejím generálním ředitelem byl předsedou ÚNMZ Mgr. Viktorem Pokorným jmenován dosavadní ředitel Sekce odborných působností ÚNMZ Mgr. Zdeněk Veselý.

Česká agentura pro standardizaci



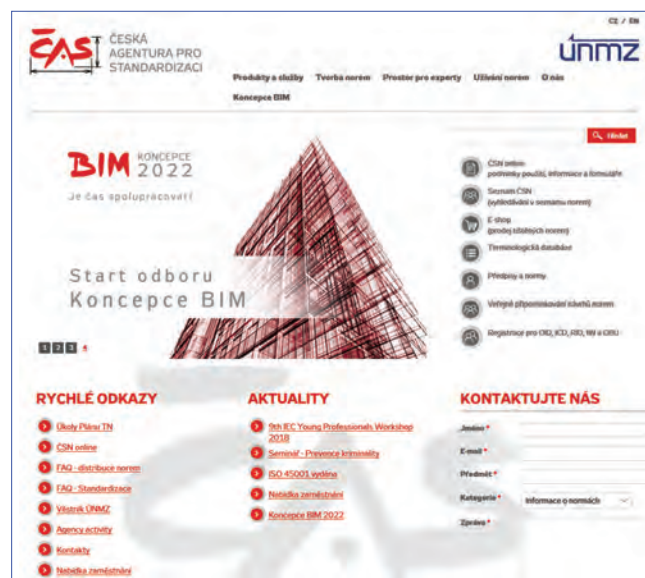
www.agentura-cas.cz

Zřizovatelem České agentury pro standardizaci (ČAS) jako státní příspěvkové organizace je Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ) ve smyslu zákona č. 265/2017 Sb., kterým se mění zákon č. 90/2016 Sb., o posuzování shody stanovených výrobků při jejich dodávání na trh a zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů ve znění pozdějších předpisů. Hlavní činností a smyslem existence nové agentury je efektivní tvorba, vydávání a distribuce českých technických norem, tedy vlastní výkon a servisní činnost v oboru technické standardizace. ÚNMZ zůstává nadále v roli tzv. národního normalizačního orgánu, což znamená, že zastupuje Českou republiku v organizacích evropské a světové normalizace. Zejména jde o členství v Evropském výboru pro normalizaci (CEN), Evropském výboru pro normalizaci v elektrotechnice (CENELEC), v Mezinárodní elektrotechnické komisi (IEC) a v Mezinárodní organizaci pro normalizaci (ISO).

Organizační struktura ČAS

ČAS sídlí ve stejné budově, kde byl dříve Odbor technické normalizace ÚNMZ, tedy na adrese Biskupský dvůr 5, Praha 1.

Tvorba českých technických norem, ať už jde o normy převzaté z mezinárodních norem CEN, CENELEC, ISO a IEC nebo původní normy ČSN je zajišťována týmem vysoce kvalifikovaných odborníků. Nová organizace sestává ze tří odborů: Odboru standardizace, Odboru ekonomického a zcela nového Odboru koncepce BIM (Building Information Modelling). Těžiště tvorby českých technických norem leží v Odboru standardizace, jehož součástí jsou jednotlivá odborná oddělení: Oddělení metodiky, Oddělení strojírenství, Oddělení elektrotechniky, Oddělení stavebnictví, Oddělení chemie a životního prostředí, Oddělení ediční a v blízké budoucnosti nové Oddělení smart cities.



Historie české normalizace

Základní kámen normalizace v našich zemích byl položen velmi brzy po vzniku samostatného československého státu díky založení Elektrotechnického svazu československého (ESČ) v roce 1919 a jeho následné iniciativě v oblasti elektrotechniky. Potřeba standardizace však byla silná i v jiných technických oborech. V důsledku toho svolala na počátku roku 1921 tzv. Masarykova akademie práce za podpory československého průmyslu poradou o postupu v oblasti obecné normalizace na České vysoké učení technické v Praze. Prof. Vladimír List navrhl a přes různost názorů nakonec prosadil dobrovolnou nezávislou společnost pro všeobecnou normalizaci. Formálně začala národní technická normalizace 28. prosince 1922, kdy předseda Kovodělného sdružení Dr. Fr. Hanuš za přítomnosti tehdejšího ministra obchodu Ing. Nováka ustavuje Československou společnost normalizační, jejímiž zakladateli byli vedoucí pracovníci železáren, strojíren a elektrotechnických továren, které tenkrát zaměstnávaly na 39 tisíc dělníků. Do roku 1930 počet členů narostl na 104 členské firmy, které zahrnovaly více než 200 tisíc zaměstnanců. Je zajímavé, že normalizační zásady, které vytvořila Česká normalizační společnost v roce 1926, lze považovat za platné i dnes a jistě budou platné

i pro principy další práce ČAS jako výkonné organizace pro standardizaci a spolupráci se svým zřizovatelem, tedy s ÚNMZ. Na prvním místě jde o jednotnost standardizace, která je daná existencí jednoho národního normalizačního orgánu uznaného národně i mezinárodně. Národní normy by měly vznikat společnou prací a dohodou zájemců, v první řadě výrobců a spotřebitelů. Dále je třeba zdůraznit principy demokracie, transparentnosti a otevřenosti, stejně jako důraz na praktickou účelnost norem a finanční nezávislost národní normalizace.



Smart cities a koncepce BIM (Building Information Modelling)

Agentura ČAS sleduje nejnovější celospolečenské trendy, které mohou mít významný dopad na procesy standardizace. Prvním příkladem takové aktivity jsou technologie spojené s tzv. chytrými městy (smart cities). Pojem „**smart city**“ představuje moderní koncept strategického řízení města, případně obce či regionu, postavený na maximálním využívání moderních technologií pro zvyšování kvality života ve městě. Důraz je kladen na synergické propojení aktivit nejrozličnějších subjektů a veřejných služeb, které zajišťují bezproblémové fungování města jako je doprava, logistika, bezpečnost, energetika, správa budov apod. a na soulad „šedé“ a „zelené“ infrastruktury města. Organizace ČAS do budoucna plánuje vyčlenění zvláštního oddělení, které by se specializovalo právě na standardizaci v oblasti „smart cities“. Druhým tématem, které si žádá pozornost, je koncepce tzv. „**Building Information Modelling**“ (BIM), pro kterou byl již v organizačním schématu ČAS zřízen nový odbor, který začal rozvíjet činnost v souladu s plánem opatření do roku 2022. Koncepce BIM představuje odbornou vládní platformu pro standardizaci a metodickou podporu digitalizace stavebnictví. Věříme, že praktickým příkladem může ČAS inspirovat odborné kruhy ke kvalitnímu uplatnění této koncepce, která se stane součástí širší připravované koncepce Stavebnictví 4.0. Český řečeno jde o informační modelování staveb jako proces vytváření, užití a správy dat během životního cyklu stavby. Písmeno „M“ lze také vnímat jako zkratku pro „Management“, který klade důraz na řízení informací o budově. Písmeno „B“ lze potom chápat obecněji (z angl. „Building“) a neznamena pouze budovu, ale jakoukoli stavbu včetně dopravního a vodního stavitelství nebo inženýrského stavitelství v obecné rovině. Cílem konceptu je vytvoření funkční databáze sdílených informací mezi všemi zainteresovanými objekty, tj. účastníky stavebního procesu. Databáze může zahrnovat

kompletní data od prvotního návrhu přes výstavbu, správu budovy, budoucí úpravy stavby, rekonstrukce až po její demolici a ekologickou likvidaci včetně uvedení prostoru do původního stavu, tedy data postihující celý životní cyklus stavby.

Nové strategie postavené na zkušenostech

Jednoznačným cílem ČAS bude zvýšení překládavosti v oblasti harmonizovaných evropských norem. Z pohledu praxe však bude třeba definovat priority a zaměřit pozornost na normy, kde existuje významný zájem a potřeba o překlad. Ideální by bylo překládat všechny harmonizované normy, ale z praktických důvodů, zejména z důvodu zkracování termínů vydávání převzatých norem, to není možné. S výše uvedeným souvisí také potřeba doplnit tým externích spolupracovníků ČAS o nové kvalitní překladaatele a zpracovatele. Činnost agentury se bude opírat o aktivity technických normalizačních komisí, které budou dále fungovat jako poradní orgány ČAS. Zachovány zůstávají také principy zpracování návrhů českých technických norem (ČSN) a principy financování překladů. Oznámení o vydání ČSN budou vycházet nadále ve Věstníku ÚNMZ. Veřejné připomínkování návrhů norem zůstává rovněž založené na základě oznámení ve Věstníku ÚNMZ. Distribuční systém norem zůstává založen na dlouholetém osvědčeném produktu **ČSN online**, kde je do budoucna plánována aktualizace směrem k dalšímu vylepšení uživatelského komfortu ve smyslu lepšího vyhledávání nebo nabídky doplňkových služeb.



ČAS a časopis Metrologie

Dokladem úzké spolupráce ČAS a jejího zřizovatele ÚNMZ zůstává nadále i časopis Metrologie. Budeme v něm v příštím období přinášet podrobné články o tématech, které hýbou dnešním světem standardizace, ať už jsou to uvedené témata stavebnictví (koncepce BIM), elektrotechniky (smart cities) nebo řada aktuálních témat oborů chemie či strojírenství, stejně jako témata s interdisciplinárním přesahem (nanotechnologie, energetika, kvalita, bezpečnost, životní prostředí).

TÉMA SVĚTOVÉHO DNE METROLOGIE – 20. 5. 2018 STÁLÝ ROZVOJ MEZINÁRODNÍ SOUSTAVY JEDNOTEK SI

Ing. František Jelínek, CSc.

Úvodem

Letošní téma Světového dne metrologie odpovídá tomu, že příští Generální konference pro váhy a míry, jak se očekává, schválí zásadní a dlouho připravované změny definice jednotek měření. Připravené změny jsou založeny na výsledcích výzkumu nových metod realizace etalonů a metod měření. Nejvyšší patra metrologie budou pracovat s definicemi, vztaženými k principiálním fyzikálním zákonům a fundamentálním konstantám, a to včetně jednotky hmotnosti, dosud definované pomocí hmotného artefaktu. Etalon ze slitiny platiny a iridia, tradičně zvaný „prototyp“ a uchovávaný s velkou péčí v Sèvres, se konečně dočká po 137 letech částečného odpočinku.

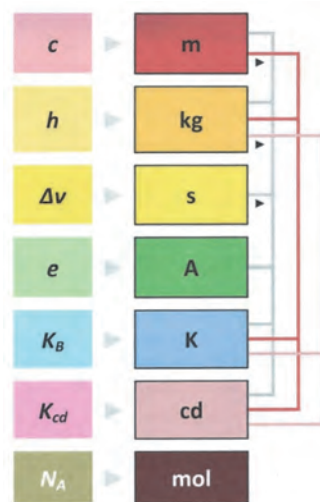
Lze tedy říci, že postupy metrologie budou odvozeny od neměnných pravidel přírody. Dvě stě let existence metrické soustavy se vyznačovalo snahou o univerzalitu a nezávislost na artefaktech, vytvořených lidmi. Nyní se chystá po dlouhé a systematické přípravě významný krok k tomuto cíli.

Zamýšlené změny jsou přitom připraveny tak, aby umožnily slučitelnost s dosavadními cestami metrologické návaznosti, aby byly pro nejširší okruh uživatelů přijatelné, až ne-

pozorovatelné. Ostatně, tento princip můžeme zaznamenat téměř u všech změn definice jednotek v minulosti – pro praxi je metr stále metr.

Změna se také evidentně přímo neprojeví v legální metrologii, metrologická návaznost pro konečné uživatele bude poskytována stejnými zdroji, jako dosud, jen s tím, že na nejvyšší úrovni se někdy cesta získání návaznosti může změnit.

Podstatné změny na stejné úrovni se již uskutečnily vícekrát, (například sekunda 1967/68 a metr 1983 byly nově definovány na základě konstant chování atomu a šíření elektromagnetického záření). Nyní jsme svým způsobem na konci určité éry, zcela jistě ve smyslu filozofie soustavy jednotek a jejich souvislosti se základními přírodními konstantami. Nové definice fixují číselnou hodnotu vybrané skupiny konstant, uvedených v levém sloupci obrázku. Podrobnosti lze nalézt v [1].

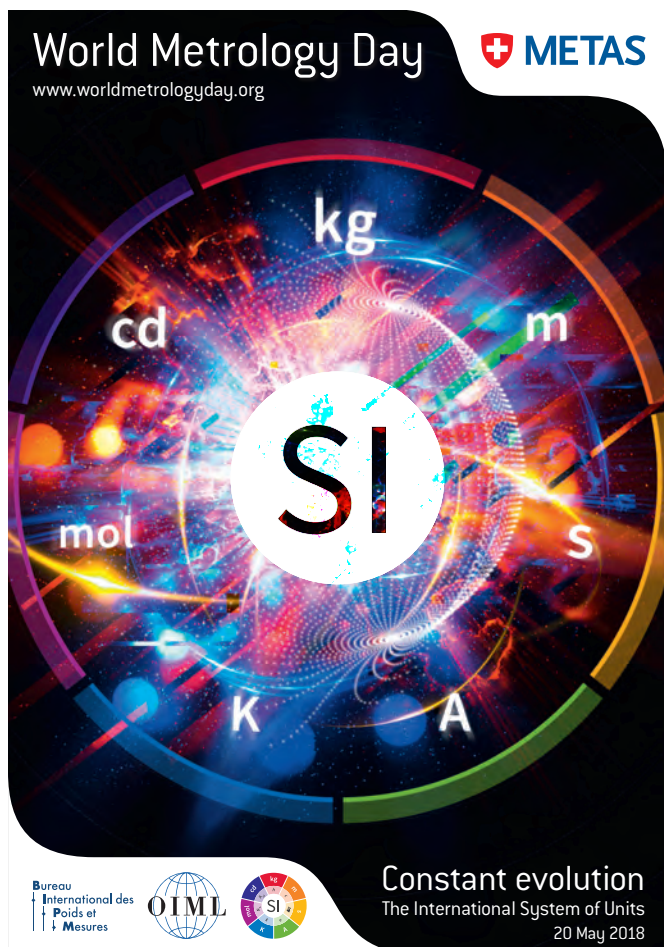


Hodnoty fixovaných konstant, které jsou základem navrhovaných definic jednotek SI (2019)

c	rychlost světla ve vakuu	$299\,792\,458\,\text{m s}^{-1}$
h	Planckova konstanta	$6,626\,070\,15 \times 10^{-34}\,\text{J s}$
$\Delta\nu_{\text{Cs}}$	frekvence záření, které odpovídá přechodu mezi dvěma hladinami velmi jemné struktury atomu cesia 133	$9\,192\,631\,770\,\text{Hz}$
e	elementární náboj	$1,602\,176\,634 \times 10^{-19}\,\text{C}$
K_B	Boltzmannova konstanta	$1,380\,649 \times 10^{-23}\,\text{J K}^{-1}$
K_{cd}	světelná účinnost monochromatického záření frekvence $540 \times 10^{12}\,\text{Hz}$	$683\,\text{lm W}^{-1}$
N_A	Avogadrova konstanta	$6,022\,140\,76 \times 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$

Trochu historie

Soustava SI započala jako systém MKS s etalony zvolenými s ohledem na rozměry lidského těla a založenými na předpokládaných invariantních vlastnostech přírody, na rotaci Země, na jejích rozměrech, na hmotnosti určitého množství vody (určeného pomocí zvolené délky a později převtleného do specifického množství slitiny Pt-Ir). Dokonalejší měření ovšem ukázala, že zvolené „invariantní“ vlastnosti vlastně neměnné nejsou; spolu s pokrokem techniky měření to vedlo ke snahám o stále přesnější realizaci jednotek a tyto snahy nyní dospěly k popisovaným změnám.



S rozvojem poznání a techniky se postupně zdokonalovaly soustavy jednotek měření a změny nastaly vždy tehdy, když bylo možné využít nových poznatků a technických prostředků měření. Podstatná byla vždy také široká shoda na provedení změn a tady hrály klíčovou roli mezinárodní metrologické instituce. Konečně, sám Mezinárodní úřad pro váhy a míry byl zřízen právě Metrickou konvencí.

Připomeňme alespoň ve zkratce, jak se soustava jednotek vyvíjela, jak se měnily jejich definice a také jak byla aktuální soustava jednotek na našem území zaváděna.

V roce 1795 se setkáváme s desetinnou metrickou soustavou, přijatou v revoluční Francii. Má základní jednotky metr a kilogram; měření teploty a času slouží v té době historicky vzniklé stupnice a jednotky (pokusy zavést desetinné dělení jednotek času se neujaly a dodnes pracujeme s šedesátkovým dělením pocházejícím ze starověké Babylonie).

Rok 1875 byl pro metrologii historickým zlomem; podpis Metrické konvence a zavedení soustavy jednotek MKS založil další, teď už rychlejší, pokrok. Jednotky metr a kilogram jsou definovány pomocí hmotných artefaktů, sekunda je definována na základě parametrů rotace Země.

V tomto období už nestačí jednotky užívané v klasické mechanice a v obchodu, kde jsou podstatnými veličinami hmotnost a délka. Roste význam veličin, jejichž vnímání je cizí lidským smyslům – veličin elektrických a magnetických. Od roku 1874 užívaná tzv. Mezinárodní praktická soustava jednotek CGS (centimetr, gram, sekunda) je doplněna a pro oblasti elektřiny a magnetismu se vyvinou soustavy CGS abs. elektrostatická a CGS abs. magnetická [2].

V roce 1891 je (pro oblast elektřiny a magnetismu) přijata Gaussova soustava jednotek (CGSG) a nato v roce 1893 jsou stanoveny definice ohmu, voltu a ampéru – internacionální jednotky. Realizace jednotek měla být dostupná běžnými prostředky, měřením geometricky určeného sloupce rtuti, napětím Westonova článku a vyloučením určitého množství látky galvanickým procesem. Jenže tyto realizace nebyly příliš přesné a stálé, proto byla snaha navrátit se i za cenu náročné experimentální práce na stanovení převodních koeficientů k jednotkám CGS.

Další vývoj směrem k dnešnímu pojetí soustavy jednotek znamenaly práce Giorgiho, soustava se čtyřmi základními jednotkami cm, gram, sekunda a ohm (s hodnotami poněkud odlišnými od dnešních) až v roce 1933 návrat k jednotkám metr, kilogram, sekunda. Vývoj přerušila druhá světová válka a poválečná rekonstrukce, takže teprve v padesátých letech se projevuje další pokrok.

1954 – čtvrtá základní jednotka ampér a tedy soustava MKSA. A konečně, od roku 1960, po doplnění soustavy kelvinem, kandelou a molem (1971), je zavedena soustava označovaná jako SI (Système International d'Unités).

Soustava SI v ČR

Československo se na zavedení soustavy SI podílelo, Generální konference pro váhy a míry se konala v roce 1960 v Praze. Nová soustava se zaváděla od roku 1963, důležitými kroky bylo vydání zákona č. 35/1962 Sb. o měrové službě a normy ČSN 01 1300 a Usnesení vlády ze dne

17. ledna 1974, č. 7, o zavádění mezinárodní soustavy jednotek v československém národním hospodářství. To stanovilo oficiální ukončení přechodu na jednotky SI.

Definice a realizace jednotek

Na několika příkladech porovnejme dosavadní a navrhanou definici jednotek. Jedním z požadavků na nové znění bylo, aby všechny definice měly stejnou strukturu, která se dá popsat zhruba takto:

[Název jednotky] je jednotkou veličiny [název], jejíž hodnota je definována vztahem [vzorec, vztah]. Uvedený vztah má tvar [konstanta] = {číselná hodnota} × [rozměr].

Důsledky se projeví v několika případech hlavně změnou formulace, princip definice zůstane zachován. Sekunda a metr již požadovaným způsobem definovány jsou – jejich definice využívá konstantní rychlosti šíření světla ve vakuu (definice metru ovšem tuto konstantu určuje jako přesné číslo). Principiální změny se týkají kilogramu, kelvinu (nebude napříště záviset na vlastnostech vody, trojném bodu), a ampéru. Až na formulaci se změny nedotknou definice jednotky svítivosti – kandel a jednotky látkového množství.

Příkladem definice, která nemění princip, je definice metru:

Dosud: Metr je dráha, kterou světlo urazí ve vakuu za 1/299 792 458 sekundy.

Napříště: Metr je jednotka délky, jejíž hodnota je definována vztahem $c = 299\,792\,458\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Naproti tomu příkladem principiální změny je definice kilogramu:

Dosud: Kilogram je jednotkou hmotnosti; je roven hmotnosti mezinárodního prototypu kilogramu

Napříště: Kilogram je jednotkou hmotnosti, jejíž hodnota je definována vztahem $h = 6,626 \times 10^{-34}\text{ m}^2\cdot\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$.

Na úrovni primárních etalonů se napříště bude hodnota jednotky realizovat vždy sofistikovanými experimenty, vycházejícími z definičních vztahů (jako již nyní u sekundy). Dá se očekávat, že se některé národní metrologické instituty u vybraných jednotek omezí na sekundární realizaci s přenosem z jiného NMI (například u kilogramu, kde jde o extrémně náročné vybavení a experimenty).

Závěrem

Změněné definice poskytnou možnost a impuls pro další zdokonalování vědecké i technické základny metrologie a přispějí tak s dlouhodobou perspektivou k uspokojování potřeb vědy i praxe.

Časopis METROLOGIE se přípravě změny definic jednotek věnoval v tematické příloze č. 4/2011, mnoho podrobností k jednotce času lze nalézt v tematické příloze č. 4/2013.

Prameny

- [1] Draft Resolution A – 26th meeting of the CGPM (November 2018). Dostupné na: <https://www.bipm.org/utils/en/pdf/CGPM/Draft-Resolution-A-EN.pdf>
- [2] ŠINDELÁŘ, V. a TŮMA, Z. Metrologie, její vývoj a současnost. Praha: Česká metrologická společnost, 2002
- [3] V článku byl použit snímek oficiálního posteru SDM, navrženého švýcarským NMI METAS.

27. KONFERENCE MĚŘICÍ TECHNIKA PRO KONTROLU JAKOSTI

Ing. Miroslav Hanák

Česká metrologická společnost

Tradiční, již 27. mezinárodní konference Měřicí technika pro kontrolu jakosti, se konala ve dnech 6. a 7. března 2018 v kongresovém centru PRIMAVERA v Plzni. Záštitu nad konferencí převzal předseda ÚNMZ, pan Mgr. Viktor Pokorný. Konference se účastnilo 115 odborníků, převážně ze strojírenských oborů, zastoupený byl také automobilový a elektrotechnický průmysl. Součástí konference byla rozsáhlá výstava měřicí techniky. Prezentovalo se celkem 39 firem. Společně s vystavovateli a přednášejícími se na konferenci podílelo přibližně 200 lidí. Součástí byl také workshop na téma nejpřesnější délková měření, který vedl Doc. Ing. Vít Zelený, CSc. z laboratoře primárních etalonů ČMI. Zájemci měli dále možnost účasti na některé ze čtyř připravených exkurzí do kvalitních laboratoří. Byly to následující laboratoře:

- ČMI, oblastní inspektorát Plzeň, obory hmotnost, tlak, objem a průtok.
- ENERGIZE Group, s.r.o., obory elektrické veličiny, frekvence a teplota.
- VZÚ Plzeň, s.r.o., laboratoř zkoušení materiálů.
- VZÚ Plzeň, s.r.o., akreditovaná kalibrační laboratoř geometrických veličin a drsnosti.

Konference byla jako v předchozích obdobích zaměřená především na praktické potřeby průmyslové metrologie. Odpovídalo tomu i její motto „Správná měření – základ stability výroby“. Bez ohledu na oborové tradiční zaměření se obsah konference značně odlišoval od předchozích. Aniž to bylo úmyslem organizátorů, projevil se v plné šíři nástup 4. generace průmyslu s odpovídajícími technologiemi. Z celkem přednesených 23 příspěvků se téměř polovina zabývala různými aplikacemi informačních technologií v návaznosti na předmět konference a také na přípravu tolik potřebných odborníků. Jednotlivá témata se týkala přímého propojení metrologie s výrobním procesem a to jak fyzického ve formě pracovišť, kde je měření přímo integrované do výrobní linky ovládané manipulatory nebo roboty, tak i zpracováním naměřených hodnot a jejich přenosem za účelem zpětného působení na průběh výroby. V jednoduchém případě může jít např. o změnu parametrů obráběcích strojů a nástrojů, ve složitějších případech o statistické vyhodnocování požadovaných parametrů výroby. Informační technologie jsou také nedílnou součástí indikace naměřených výsledků. Výsledky měření laser trackerem, který dokáže z měřeného předmětu za jednu sekundu sejmout stovky tisíc měřených bodů nebo desítky řezů z počítačového tomografu, nelze indikovat ve formě tabulky. Používají se zde pokročilé metody zpracování obrazu. Požadavkem je také názornost zobrazení údajů získaných měřeními a jejich přívětivost pro uživatele s možností rychlého vnímání a vyvození potřebných závěrů. Umožňuje to i automatizaci kalibrací v laboratorních podmínkách. Prvky moderních technologií se nevyhýbají ani jednoduchým,

tzv. komunálním měřidlům. Není žádný problém hodnoty z měření posuvným měřítkem nejen automaticky zpracovat a evidovat, ale pokud by to dávalo smysl, přenést je v případě potřeby kamkoliv na světě. V řadě případů je možné jako součást měřicího řetězce použít i „chytré“ telefony.

Uvedené trendy se projevují také v prezentovaných metrologických parametrech měřicích přístrojů nebo přesněji měřicích strojů. Pro přesná a rychlá měření se používají řady snímačů, dotykových nebo optických, k dispozici jsou různé měřicí hlavice. V měřicím zařízení je zabudovaná řada snímačů ovlivňujících veličin, především teploty. Zde se jako parametr udává schopnost přístroje, jak rychle se umí vyrovnat se změnami okolní teploty, případně dalších vlivů. Výsledná nejistota měření je potom vypočítaná z parametrů snímačů a měřicího zařízení, a také z parametrů měřeného objektu (rozměru, teploty s koeficientem tepelné roztažnosti) a korigovaná podle zjištěných ovlivňujících veličin. Potom se obvykle u délkových měření udává rozlišovací schopnost, rozsah použitého snímače a změna nejistoty spojená s měřeným rozměrem.

Základní metrologické parametry měřicí techniky určené pro průmyslovou metrologii jako jsou nejistoty, citlivost a měřicí rozsahy ve většině aplikací s dostatečnou rezervou vyhovují běžným potřebám výroby. Do popředí se dostávají požadavky na celkovou efektivnost při nasazení měřicí techniky do výrobního procesu. Patří sem kromě pořizovacích nákladů rychlost měření, spolehlivost, schopnost správné činnosti v širokém rozmezí pracovních podmínek, jednoduchost obsluhy, v některých případech univerzálnost a použitelnost v terénu. Rovněž schopnost spolupráce se softwarem a přístroji jiných výrobců může být rozhodující. Výrobci na takové požadavky, kde je rozhodující způsob nasazení měřicí techniky dle konkrétních potřeb, reagují vlastní kategorizací. Je to známá kategorie komunálních měřidel, která zahrnuje jednodušší měřidla od posuvek, přes mikrometry a indikátory i koncové měrky. Dále následují dílenská nebo provozní měřidla, kde se předpokládá schopnost bezvadné funkce ve výrobním prostředí. Pro přesnější měřidla, určená především do laboratorního prostředí, se používá kategorie referenčních měřidel, případně, což je zajímavé, přístrojů pro metrologii.

Uvedené trendy bylo možné sledovat v konkrétní podobě v jednotlivých přednesených prezentacích i v expozicích většiny vystavovatelů. V konkrétních aplikacích informačních technologií už na rozdíl od minulého období nebylo základním cílem rychle a s vyloučením možných chyb obsluhy řídit proces měření a správně vyhodnotit naměřená data včetně stanovení nejistot. Programy, jednoduché i složité, byly kromě vlastního procesu měření nastavené na využití v přímém řízení výrobního procesu a možnosti jeho ovlivňování směrem k očekávaným výsledkům, v některých případech nejen ve smyslu jakosti vyráběných produktů, ale i efektivnosti výroby. Ukázalo se, že moto konference nebylo jen prázdným heslem.

Rovněž prezentovaná moderní měřicí technika byla z převážné části zaměřená na efektivní využití v podmínkách běžné výroby. Prosazují se multisenzorové systémy, doplněné o řadu přípravků a stendů, kdy se doby pro usazení měřeného dílu do přípravku, jeho změření a vyhodnocení naměřených dat pro hromadnou výrobu udávají v sekundách.

Zvyšuje se také schopnost měřicí techniky správně měřit v širokém rozmezí okolních ovlivňujících podmínek. Souvisí s tím možnost práce v terénu, případně možnost kalibrací přímo u majitele přístrojů, kde nejsou dodrženy přísné laboratorní podmínky. Například přesný kalibrátor měřicích přístrojů pro měření elektrických veličin, který má garantované parametry v rozmezí $\pm 10^\circ\text{C}$ od referenční teploty, byl do nedávna těžko představitelný.

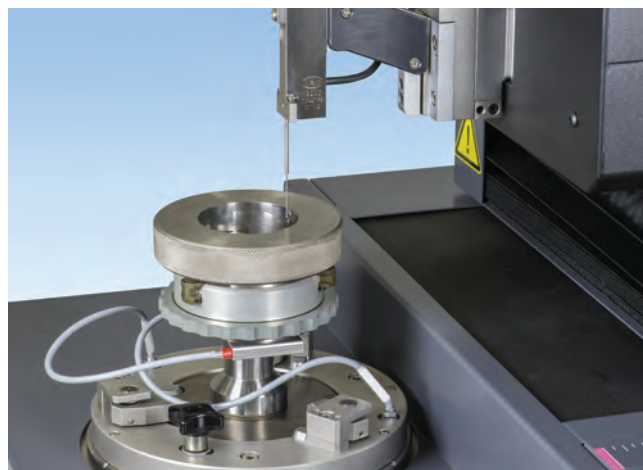
Rovněž možnosti, které poskytují moderní počítačové tomografy, posunují měřicí techniku do nových oblastí. Na tuto problematiku se zaměřilo několik prezentací. Ve zkušebnictví možnost detailně sledovat vnitřní strukturu dílů a případně celých výrobků, přináší pro řízení jakosti zcela nové možnosti. Složitější je ale ve vztahu k principu činnosti a řadě působících vlivů stanovit garantované metrologické parametry, např. nejistotu při odečtu délkových rozměrů. V tomto směru již existují první technické standardy, ale řešení je stále složité a vyžaduje vysokou kvalifikaci a zkušenost obsluhy. Tyto poznatky jsou důležité pro širší oblast metrologů. Počítačové tomografy jsou nákladná a složitá zařízení, jejichž pořízení bude mimo možnosti většiny menších a středních organizací. Jejich využití pro dosažení konkurenceschopné kvality je na druhou stranu v současné době potřebné. Lze tedy předpokládat zadávání měření externím organizacím vlastním tomograf. Zadavatel musí přitom problematiku CT znát. Nejen proto, aby uměl definovat požadavky na měření a třeba neplatil něco, co nepotřebuje, ale také proto, aby na základě předložených dokladů byl schopen posoudit kvalifikaci laboratoře, do které měření zadává.

27. konference Měřicí technika pro kontrolu jakosti skončila. Charakteristický byl velký zájem jak účastníků, tak i vystavovatelů, který vedl k využití možností centra PRIMAVERA do krajnosti. Podle ohlasu účastníků byl největší zájem o přednášky i expozice z oboru multisenzorových souřadnicových měřicích strojů. Je to v současné době progresivní směr pro produktivní měření ve výrobě. Rovněž počítačová tomografie, její možnosti a omezení vyvolaly značnou pozornost. Relevantních informací z tohoto oboru měření je málo. Z referátů o moderním software pro metrologické laboratoře nejvíce zaujaly informace o systémech pro komplexní analýzu a řízení činnosti laboratoře a jednotlivých procesů. Podle zaznamenaných ohlasů od účastníků by bylo dobré doplnit program konference o problematiku stanovování nejistot, zvláště pro některá náročná měření.

Česká metrologická společnost pozorně sleduje náměty a připomínky posluchačů i vystavovatelů. Cílem je pořádání akcí, které jsou prospěšné nejen pro metrology z průmyslu, na jejichž potřeby je kladen důraz, ale také pro všechny zájemce o vývoj a moderní trendy v metrologii.



Obr. 1 a 2: Výstavní prostory



Obr. 3: Vysoce přesný měřicí stroj MarForm MFU 110



Obr. 4: Konferenční sál

INFORMACE O REVIZI ČESKÉ TECHNICKÉ NORMY ČSN ISO 3951-1:2017**Statistické přejímky měřením – Část 1: Stanovení přejímacích plánů AQL jedním výběrem pro kontrolu každé dávky v sérii pro jediný znak kvality a jediné AQL****Ing. Vratislav Horálek, DrSc.***předseda TNK 4 „Aplikace statistických metod“ při ČAS***Abstrakt**

V záhlaví článku citovaná česká verze evropské normy ISO 3951-1:2013 nahrazuje normu ČSN ISO 3951-1 (01 0258) z roku 2008. Článek podává informace o důvodech revize a upozorňuje přehlednou formou na všechny změny a úpravy v normě, a to jak na textové úpravy ve výkladové části normy a na úpravy v diagramech a grafech na jedné straně, tak i na opravy číselných hodnot v tabulkách a ilustrativních příkladech.

1. Úvod

Revidovaná norma obsahuje systém statistických přejímek jedním výběrem při kontrole měřením, který je indexován přípustnou mezí kvality AQL a který je navržen pro situace s jednoduchými požadavky. Pro situace s technicky náročnějším zpracováním se doporučuje druhá část normy, tedy ČSN ISO 3951-2. Při použití kontroly srovnáváním nutno aplikovat systém popsáný v ČSN ISO 2859-1. Oba systémy – pro kontrolu srovnáváním uvedené v normách ČSN ISO řady 2859 a pro kontrolu měřením uvedené v normách ČSN ISO řady 3951 – jsou vzájemně harmonizovány. A právě zlepšení harmonizace mezi prvními částmi obou citovaných řad norem (ČSN ISO řady 3951 pro kontrolu měřením a ČSN ISO řady 2859 pro kontrolu srovnáváním) bylo hlavním cílem revize ISO 3951-1:2005. Ovšem kromě vzájemné harmonizace mají oba systémy shodné ještě další cíle. Tak např. v diskutované revidované části ČSN ISO 3951 je cílem zabezpečit, aby dávky přijatelné kvality měly vysokou pravděpodobnost přijetí a současně, aby pravděpodobnost nepřijetí dávek horší kvality byla tak vysoká, jak je to možné. K dosažení tohoto cíle jsou zavedena tzv. přechodová pravidla, která poskytují:

- automatickou ochranu odběrateli (uskutečněním přechodu na zpřísněnou kontrolu nebo přerušením výběrové kontroly a to při odhalení zhoršení kvality;
- podnět (na základě uvážení odpovědné autority) ke snížení kontrolních nákladů (přechodem na nižší rozsah výběru) při trvalém dosahování vysoké kvality.

Při aplikaci ČSN ISO 3951-1 se předpokládá, že:

- dávky diskrétních produktů tvoří spojitou sérii a pocházejí od jednoho dodavatele, který používá stejný výrobní proces; v případě různých výrobních procesů nebo různých výrobků se tato část ČSN ISO 3951 musí používat na každý z nich odděleně;
- je kontrolován jediný znak kvality, který je měřitelný na spojitě stupnici. Při dvou nebo více takových znacích kvality se doporučuje použití ČSN ISO 3951-2;

- k přejímce nejsou předkládány dávky, které byly předtím již tříděny vzhledem k neshodným jednotkám; důvodem tohoto požadavku je skutečnost, že všechny modely použité pro statistické přejímky při kontrole měřením vycházejí z předpokladu, že znak kvality sledovaný v procesu má normální (tedy symetrické) rozdělení zvonovitého tvaru, kdežto po vytřídění neshodných jednotek by mělo být rozdělení tzv. oboustranně useknuté;
- chyba měření je zanedbatelná (viz ISO 10576-1:2003). Informaci o zohlednění chyby měření viz Příloha O, která se opírá o práce [8] a [16].

Ze zkušeností je známo, že celá řada podniků postupuje při aplikaci statistických metod - a to převážně statistických přejímek - tím způsobem, že z konkrétní normy ČSN ISO převezme určitou zvolenou metodu včetně potřebných tabulek nebo grafů přímo do svých technických předpisů. I když se z textu druhého vydání normy ISO 3951-1:2013 uživatel normy dozvídá, že se jedná pouze o revizi prvního vydání ISO 3951-1 z roku 2005, považovali členové TNK4 *Aplikace statistických metod* při ÚNMZ vzhledem ke skutečnému realizovanému rozsahu revize normy za velmi potřebné seznámit uživatele této nové normy se všemi základními změnami, ke kterým ve druhém vydání ISO 3951-1 dochází, a upozornit na všechny změny, ke kterým došlo nejen v textové části normy, ale i v přílohách obsahujících tabulky a diagramy nutné ke stanovení přejímacích plánů a dalších potřebných ukazatelů kvality a dále na nově vloženou přílohu O věnovanou vlivu přítomnosti nejistoty měření ve výsledcích měření jednotek zahrnutých do náhodného výběru předepsaného rozsahu zjištěného v normě. Stručný přehled uvedených informací o změnách je obsažen v tabulce 1, která je komentována v kapitole 2 tohoto článku. Poznámky k nové Příloze O nazvané *Zohlednění variability měření* je obsahem kapitoly 3 článku a konečně vliv revize ČSN ISO 3951-1:2008 na ostatní části (a to části 2 až 5) normy ČSN ISO řady 3951 je shrnut v kapitole 4 tohoto článku. Mimoto se v kapitole 3 tohoto článku uživatelům normy nabízí úplný přehled systémů statistických přejímek při kontrole měřením obsažených v první části normy ČSN ISO řady 3951. Stejná informace pro části 2 až 5 normy ČSN ISO 3951 je podána v kapitole 4 tohoto článku.

2 Shrnutí hlavních změn v tabulkách, v diagramech, v textové části normy a v jejích přílohách

O důvodech a rozsahu revize se uživatel normy dozví z Předmluvy k této normě, že:

- „Toto druhé vydání ruší a nahrazuje první vydání ISO 3951-1:2006 (správně má být 2005) a toto druhé vydání představuje menší revizi s následujícími změnami:

- postupy zohledňující nejistotu měření;
- mnohé přejímací plány byly upraveny tak, aby se zlepšila přiléhavost jejich operativních charakteristik k operativním charakteristikám přejímacích plánů jedním výběrem při kontrole srovnáváním uvedeným v normě ISO 2859-1^{*)}.

Z uvedeného zdůvodnění vyplývá, že nejde – jako obvykle při revizích - o žádné odstranění chyb (tiskových, výpočetních apod.), ale o zlepšení přiléhavosti operativních charakteristik obou paralelně nabízených systémů statistických přejímek: při kontrole měřením (ČSN ISO 3951-1:2017) a při kontrole srovnáváním (ČSN ISO 2859-1:2000), a to je v pořádku. Jasně ovšem není, proč se hovoří o menší revizi, když se týká tolika kapitol, tabulek, grafů a příloh. Jaký rozsah změn v tabulkách, v diagramech, v textové části normy a v přílohách normy skutečně nastal, je patrné z připravené přehledné **tabulky 1**.

POZNÁMKA 1: Značka ♣ před textem v prvním sloupci tabulky 1 označuje ty články, tabulky a diagramy, ve kterých byly hodnoty tabelovaných veličin a ukazatelů kvality, případně hodnoty potřebných součinitelů nebo průběhy operativních charakteristik přepočteny a nahrazeny novými a zpřesněnými hodnotami nebo křivkami.

POZNÁMKA 2: Zjištěné tiskové chyby v originálu druhého vydání ISO 3951-1, vysvětlující a zpřesňující poznámky k textu normy jsou pokryty vypracovanými NÁRODNÍMI POZNÁMKAMI. Jejich přehled včetně jejich lokalizace je obsahem odstavce Upozornění na národní poznámky v závěru Národní předmluvy ve vlastní normě.

Obecně třeba konstatovat, že v normě řešená problematika je věnována stejnému okruhu dílčích úloh souvisejících s aplikací statistických přejímek měřením v praxi. Jak již bylo na závěr předcházejícího odstavce uvedeno, jediným rozšířením je řešení otázky vlivu přítomnosti nejistoty měření ve výsledcích měření jednotek zahrnutých do náhodného výběru předepsaného rozsahu a vliv tohoto faktoru na změnu průběhu výsledné operativní charakteristiky. Navržený postup eliminace tohoto vlivu je v příloze O nejen popsán, ale i ilustrován na příkladu. Zřejmě při revizi dalších částí norem ISO řady 3951 bude příloha O modifikována pro řešení dalších dílčích problémů uvedených v jednotlivých částech 2 až 5 normy ISO 3951, jejichž názvy jsou uvedeny v kapitole 4 tohoto článku.

Tabulka 1: Shrnutí hlavních změn v tabulkách, v diagramech, v textové části normy a v jejich přílohách

Text normy, obrázky, tabulky a diagramy	Zkrácený název	Hlavní změny
♣ Kapitoly 1 až 25	Úpravy a doplňky textu normy	Opravy a rozšíření textu normy, implementace nových tabulek a diagramů a přepočty ilustrativních příkladů

♣ Obrázek 4 Diagramy A až R	Kódová písmena	Diagram přepracován
♣ Diagramy B až R + obrázky 5 až 19; „s“ metoda	Průběhy OC křivek + jejich tabelované hodnoty...	Jak grafické průběhy OC křivek, tak jejich číselné přepočtené hodnoty lze použít ke konstrukci grafů a tabelaci
♣ Diagramy s-D až s-R	Křivky přijetí pro dvoustranné...	Průběhy křivek přepočteny a nově zakresleny
Tabulka A.1	Kódová písmena rozsahu...	Tabulka zachována v původní verzi beze změny
♣ Tabulka A.2	Rozsahy výběrů...	Tabulka ve druhém vydání vypuštěna
♣ Tabulky B.1 až B.3	Tvar k u přejímacích plánů tvaru (n, k) , „s“ metoda	Tabulky zcela přepracovány a nyní obsahují úplné přejímací plány tvaru (n, k) pro NK, ZPK a ZMK ^{*)}
♣ Tabulky C.1 až C.3	Tvar k u přejímacích plánů tvaru (n, k) , „σ“ metoda	Tabulky zcela přepracovány a nyní obsahují úplné přejímací plány tvaru (n, k) pro NK, ZPK a ZMK ^{*)}
♣ Tabulky D.1 až D.3	Hodnoty f_s , „s“ metoda	Tabulky hodnot f_s pro NK, ZPK a ZMK ^{*)}
Tabulka E	Hodnoty f_{σ} , „σ“ metoda	Tabulka zůstává beze změny
♣ Tabulka F	Odhad podílu neshodných...	Pouze drobné úpravy hodnot na 4. desetinném místě
♣ Tabulka G	Přejímací plány jedním...	Hodnoty přepočteny a opraveny
♣ Tabulka H	Hodnoty c_U	Hodnoty přepočteny, tabelace na 4 desetinná místa a výrazně zvětšen počet hodnot rozsahu výběru n
♣ Tabulka I.1	Doplňkové přejímací konstanty	Nyní tabulka pro „s“ metodu pro obě přejímací konstanty, tedy k i p^*
♣ Tabulky K.1 až K.6	Kvalita odpovídající riziku odběratele	Pro „s“ a „σ“ metodu uvažovány NK, ZPK a ZMK ^{*)} . Hodnoty přepočteny a zpřesněny
♣ Tabulky L.1 až L.6	Rizika dodavatele	Pro „s“ a „σ“ metodu uvažovány NK, ZPK a ZMK ^{*)} . Hodnoty přepočteny a zpřesněny
♣ Přílohy J, M, N a O	Přílohy se vzorci a výkladem	Drobná zpřesnění; nová příloha O věnována nejistotám měření

^{*)} Zkratky NK, ZPK a ZMK znamenají: normální kontrola, zpřísněná kontrola a zmíněná kontrola.

Poněvadž všechny další přílohy (tedy všechny přílohy kromě příloh J, M, N a O) revidované normy obsahují tabulky a diagramy, které usnadňují fázi rozhodování o kvalitě dávek předkládaných ke kontrole, ukazuje se jako velmi potřebné probrat postupně jednotlivé přílohy a upozornit na příslušné úpravy, ke kterým došlo. To může být přínosné především v těch podnicích a závodech nebo zkušebnách, kde jsou normy ČSN SO řady 3951 využívány pro vypracování interních zkušebních předpisů. Všude tam by měly být do těchto předpisů tabulky převzaté z prvního vydání ČSN ISO 3951-1 nahrazeny tabulkami s opravenými číselnými hodnotami příslušných součinitelů nebo dalších ukazatelů kvality. Stejný postup by měl být použit i v případě výměny diagramů a příkladů ilustrujících použití těchto tabulek a diagramů.

3 Poznámky k nové Příloze O

Zohlednění variability měření

► Nutno konstatovat, že celý systém norem ISO 3951 je postaven na ochraně odběratele a účinnost této ochrany je vyjádřena operativní charakteristikou dohodnutého přejímacího plánu. To vše za předpokladu neexistence chyby měření ve výsledcích měření vzorků zahrnutých do náhodného výběru předepsaného rozsahu. Při výsledcích měření zatížených chybami měření lze úpravami (zvýšením rozsahu náhodného výběru) podle vzorce (O.4) dosáhnout přibližně stejné účinnosti přejímacího plánu jako při neexistenci chyb měření (za předpokladu vzájemné nezávislosti pravé hodnoty znaku kvality a chyby měření).

Neodstranitelný rozdíl mezi oběma operativními charakteristikami (jinak nazývanými také OC křivky) vzniká vždy jen v důsledku nutnosti zaokrouhlit upravený rozsah výběru n^* - vypočtený podle vzorce (O.3) v ISO 3951-1:2013 - na celé kladné číslo. Stejný vzorec s podrobným odvozením lze však najít i v publikaci HORÁLKA [2] přetištěné Technickou informační službou Komise pro atomovou energii AEC, Oak Ridge, Tennessee (USA) [3] v angličtině v roce 1960. Mimoto byl stejný vzorec přetištěn HORÁLKEM i v jeho publikaci [4] jím osobně prezentované na 10. EOQC konferenci ve Stockholmu v roce 1966. Obě tyto publikace se týkaly problematiky vzorkování hromadných materiálů. Konečně se diskutovaná práce HORÁLKA [2] objevuje i v jeho další studii [5] věnované konstrukci křivek umožňujících porovnání průběhů pravděpodobností, kdy dodavatel tutéž dávku označí za přijatelnou a odběratel ji zamítne při daných stejných přejímacích plánech při kontrole měřením; tyto křivky získaly později název arbitrážní křivky a doplňují tak informace plynoucí z průběhů operativních charakteristik. Bohužel žádnou z těchto mých publikovaných prací pan GÖB [8] necituje. A tak se musíme smířit se skutečností, že článek byl publikován před šedesáti roky a mně je stále dopřáno se obdivovat kráse noční oblohy a žasnout nad fyzikálními zákony, které ve vesmíru platí. Je zajímavé, že ta „mrtvá“ příroda je si vědoma toho, že tyto zákony nutno ctít.

► Vysvětlující poznámka ke značce použité v normě: v rovnici (O.6): Značku $\bar{x}$ nutno interpretovat takto: po dosažení

a roznásobení lze ukázat, že výraz $\sum_{i=1}^n (\bar{x}_i - \bar{x}) \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)$ je roven nule.

► Autoři normy ISO 3951-1(2013) pracují se třemi termíny a to „measurement error“, „measurement uncertainty“ a „sampling error“ jako s ekvivalenty. Stačí ovšem vstoupit do Mezinárodního metrologického slovníku VIM (2008) [6] a snadno se zjistí, že tyto tři termíny ekvivalenty nejsou (viz definice 2.16 a 2.26 ve VIM [6] a termín „sampling error“ je nejspíše převzat z některé z mých publikací (viz HORÁLEK [3] nebo [4] nebo [5]) věnovaných aplikaci pravděpodobnostních modelů procesu vzorkování hromadných materiálů. Pro příští vydání první části normy ISO 3951 bude Českou republikou (již v rámci „ballotingu“) doporučeno používat pouze termínů „measurement uncertainty“ a „measurement error“, které jsou pokryty definičně ve VIM [6]. Hlavním důvodem, proč by v normách ISO řady 3951 neměl být termín „sampling error“ uváděn, je skutečnost, že normy ISO této řady jsou věnovány statistickým přejímkám při kontrole měřením a normy této řady jsou určeny pro použití za následujících podmínek (viz Úvod ČSN ISO 3951-1:2017):

- a) pro spojitě série dávek diskretních produktů pocházejících od jednoho dodavatele používajícího stejný výrobní proces;
- b) v případě předpisu jednoho znaku kvality, který je měřitelný na spojitě stupnici;
- c) při zanedbatelné chybě měření (viz ISO 10576-1:2003).

Je zřejmé, že hromadné materiály vždy alespoň jednu z uvedených podmínek nesplňují. Z tohoto důvodu nelze tam, kde jsou aplikovány přejímky při kontrole měřením, termín „sampling error“ aplikovat a zřejmě stejné důvody byly vysloveny i proti jeho přítomnosti v mezinárodním slovníku VIM [6]. Vzhledem k velmi malému počtu článků a studií v českých odborných časopisech jak z oblasti vzorkování hromadných materiálů, tak z oblasti zjišťování nejistot měření, dovolil jsem si připojit některé z těch svých publikací do závěrečné literatury. Upřímně řečeno, sám jsem byl ve svém mládí překvapen tím, že tehdy dva moje články [3] a [4] při svém stáří mají stále svoji vypovídací schopnost a to možná právě proto, že v době své publikace byly tak atraktivní, že dolétly až do Komise pro atomovou energii v Tennessee (USA), i když byly publikovány v češtině a teprve dodatečně přeloženy do angličtiny...

4 Vliv revize ČSN ISO 3951-1:2008 na ostatní části norem ČSN ISO řady 3951 a přehled nabízených typů přejímacích plánů při kontrole měřením v jednotlivých částech 2 až 5 normy ČSN ISO řady 3951 a v připravované části 10

Jak známo, na výše komentovanou Část 1 normy (ČSN ISO 3951-1) navazují ještě 4 další části. Jejich přehled a stručnou charakteristiku jejich zaměření nyní pro informaci uvedeme:

- **ČSN ISO 3951-2:2010** *Obecné stanovení přejímacích plánů AQL jedním výběrem pro kontrolu každé dávky při nezávislých znacích kvality* (2010).

Systém přejímek v této části normy je opět indexován přípustnou mezí kvality AQL, má technický charakter a je navržen pro uživatele, kteří jsou již obeznámeni s principy přejímek měřením nebo kteří pracují se složitějšími požadavky a úlohami.

Kontrola měřením pro procento neshodných jednotek ve formě popsané v této části normy zahrnuje několik možných způsobů, jejichž kombinace vede k nabídce, která má komplexní charakter:

- neznámá směrodatná odchylka nebo původně neznámá, ale pak odhadnutá s uspokojivou přesností, nebo známá od samotného začátku kontroly;
- jednostranná mezní hodnota nebo dvoustranné mezní hodnoty při propojené, oddělené nebo složené kontrole (definice těchto tří posledních typů kontrol (viz ČSN ISO 3951-2);
- jednorozměrné nebo vícerozměrné případy;
- normální kontrola, zpřísněná kontrola nebo zmírněná kontrola.

- **ČSN ISO 3951-3:2010** *Výběrová schémata AQL dvojím výběrem pro kontrolu každé dávky v sérii*

Tato norma nabízí:

- postupy při neznámé směrodatné odchylce procesu („s“ metoda) nebo postupy, při kterých je původně neznámá směrodatná odchylka procesu odhadnuta s uspokojivou přesností nebo při známé směrodatné odchylce procesu σ od zahájení kontroly („ σ “ metoda);
- jediná mezní hodnota nebo dvoustranné mezní hodnoty s oddělenou, propojenou nebo složenou kontrolou;
- normální kontrola, zpřísněná kontrola a zmírněná kontrola;
- jediný znak kvality (jednorozměrný případ) nebo určitý počet vzájemně neprovázaných znaků kvality (při vícerozměrných nezávislých prověrkách, auditech apod.) zaměřených na ověření kvality, která se deklaruje pro určitou entitu. Hlavním důvodem je, že postupy jsou vyjadřovány v pojmech úrovně kvality, které se týkají pouze praktických záměrů statistických přejímek, a podle toho se různá rizika vyvažují.

- **ČSN ISO 3951-4:2013** *Postupy pro posouzení deklarovaných úrovní kvality*

Postupy popsané v částech 1, 2, 3 a 5 (viz dále) norem ČSN ISO řady 3951 se velmi dobře hodí pro účely statistických přejímek, ale nemají se používat při prověrkách, auditech apod. zaměřených na ověření kvality, která se deklaruje pro určitou entitu. Hlavním důvodem je, že postupy jsou vyjadřovány v pojmech úrovně kvality, které se týkají pouze praktických záměrů statistických přejímek, a podle toho se různá rizika vyvažují.

Naproti tomu postupy použité v části 4 normy ČSN ISO 3951 vznikly jako reakce na rostoucí potřebu výběrových postupů vhodných pro předepsané systematické kontroly, jako jsou např. prověrky nebo audity. Při takto

pojaté předepsané kontrole si musí odpovědná autorita uvědomovat, že vždy existuje riziko nesprávného závěru a tedy, že vždy je třeba uvážit toto riziko při plánování a realizaci prověrky nebo auditu atd.

- **ČSN ISO 3951-5:2010** *Přejímací plány AQL postupným výběrem při kontrole měřením (známá směrodatná odchylka)*

Od současných výrobních procesů se často očekává dosažení tak vysokých úrovní kvality, že počet neshodných jednotek se vyjadřuje v počtu neshodných jednotek na milion. Při aplikaci přejímacích plánů při kontrole srovnáváním se rozsahy výběrů v ČSN ISO 2859-1 ukazují zcela neúnosné. Proto se nabízejí přejímací plány postupným výběrem s výrazně nižším potřebným rozsahem výběru. Mimoto v této části normy ČSN ISO 3951 bylo zavedeno pravidlo zkrácení kontroly představující horní mez $1,5 n_0$, pro skutečný počet jednotek, který má být kontrolován, kde n_0 je rozsah výběru odpovídajícího přejímacího plánu jedním výběrem. Toto zkrácení je integrální složkou předkládaných plánů, což znamená, že je promítnuto i do průběhů jejich operativních charakteristik.

- Kromě toho je v přípravě (a vyjde v roce 2019):

- **ČSN ISO 3951-10** *Úvod do norem ISO řady 3951 o statistických přejímkách měřením*

Norma po obecném úvodu věnovanému přejímací kontrole objasňuje nástroje zaměřené na kvantifikaci účinnosti výběrových metod. Následuje výčet obsahů jednotlivých částí norem ISO řady 3951 s vymezením oblastí jejich použití v praxi, jejich výhod a předností v konfrontaci s analogickými typy přejímek při kontrole srovnáváním a jejich ekonomickým přínosem pro uživatele. Ilustraci uzavírá numerický příklad.

Literatura

- [1] ČSN ISO 3951-1:2017. *Statistické přejímky měřením – Část 1: Stanovení přejímacích plánů AQL jedním výběrem pro kontrolu každé dávky v sérii pro jediný znak kvality a jediné AQL* (101 stran)
- [2] HORÁLEK V. O některých přejímacích způsobech surovin, *Aplikace matematiky ČSAV*, 2(1957), 370-389
- [3] HORÁLEK V. On certain inspection schemes of raw material, *Technická informační služba - Komise pro atomovou energii AEC Oak Ridge, Tennessee (USA)*, číslo publikace SCL-T-173, 1960; publikace [2] přeložená do angličtiny
- [4] HORÁLEK V. Some special sampling inspection procedures for bulk material, *Proc. of the Xth EOQC Conference*, Stockholm, 1966, 189-194
- [5] HORÁLEK V. Influence of experimental error on the effectiveness of certain bulk material inspection schemes, *Acta Technica Acad. Sci. Hung.* (Budapest) 82(1976), 377-390
- [6] VIM - Mezinárodní metrologický slovník – Základní a všeobecné pojmy a přidružené termíny (2008)

- [7] HORÁLEK V., ŠEVČÍK J. G., ČURDOVÁ E. Část 1: *Vzorkování I – Obecné zásady*, Vydala 2THETA, 2010, 142 stran (celkem 3 části)
- [8] GÖB R. Methodological Foundations of Statistical Lot Inspection, pp. 3-24. In: LENZ H. J. and WILRICH, P.-Th. [Editors]. *Frontiers in of Statistical Quality Control 6*, Physical Verlag, Heidelberg, New York, 2001
- [9] HORÁLEK V. *Vzorkování materiálů podle návrhu ČSN 01 5110*. Vydavatelství Úřadu pro normalizaci a měření, Praha, 1978, kniha 138 stran
- [10] HORÁLEK V. *Vzorkování materiálů*. Skripta pro VŠO Chotěboř, 2002, 54 stran
- [11] HORÁLEK V. Využití odhadů opakovatelnosti, reprodukovatelnosti a správnosti při odhadování nejistoty měření, *Perspektivy jakosti 2006*, č. 3, 36-39
- [12] HORÁLEK V. Některé vlastnosti čtyř základních rozdělení pravděpodobnosti a jejich využití při stanovení nejistot měření typu B. *Metrologie 17(2008)*, č. 2, 1-7
- [13] HORÁLEK V. Analysis of basic probability distributions, their properties and use in determining type B evaluation of measurement uncertainties, *Measurement (Elsevier)* 46 (2013), 16-23
- [14] HORÁLEK V. Operativní charakteristika přejímky jedním výběrem při kontrole několika jakostních vlastností na jednom výrobku, *Aplikace matematiky ČSAV*, 1(1956), 431-444
- [15] HORÁLEK V. Operating characteristic curve for sampling inspection when each product is checked for several independent quality characteristics. Technická informační služba Komise pro atomovou energii AEC, Oak Ridge, Tennessee (USA), číslo publikace SCL-T-178, 1960, překlad [14] do angličtiny
- [16] MELGAARD H. a THYREGOD P. (2001) Acceptance sampling by variables under measurement uncertainty, str. 47-60. Zahrnuto v publikaci LENZ H. a WILRICH P. -Th. (eds.) *Frontiers in Statistical Quality Control 6*, Physica-Verlag, Heidelberg, New York.



INFORMACE ČESKÉHO KALIBRAČNÍHO SDRUŽENÍ

Doc. Ing. Jiří Horský, CSc., Ing. Jiří Kazda

za ČKS

Seminář pro kalibrační laboratoře elektrických veličin



České kalibrační sdružení, z.s. pořádalo 6. 2. 2018 seminář z oblasti elektrických veličin se zaměřením na revize ISO/IEC 17025: 2017, komentář k technickým požadavkům, kalibrační postupy pro nf elektrické veličiny, vybrané postupy s praktickým předváděním pro kalibrace multimetrů, revizních přístrojů, osciloskopů, pro teplotní indikátory a simulátory pomocí simulace a měření elektrických veličin. Tento, v pořadí již 13. seminář ČKS, s tematikou z oblasti elektrických veličin, volně navazoval na předchozí semináře. Seminář se již tradičně konal v jaderné elektrárně Dukovany a zájem vyčerpal dostupnou kapacitu sálu.



Cílem semináře bylo nejen zopakování základů z minulých seminářů, ale i rozšíření a prohloubení znalostí a praktických dovedností ve zvolené oblasti, potřebných k provádění kalibrací a k výpočtu nejistot v oblasti měření elektrických veličin v souladu s obecnými požadavky kritérií nově zcela přeformulované normy ISO/IEC 17025:2017 „Všeobecné požadavky na kompetenci zkušebních a kalibračních laboratoří“. Cílem nebyl výklad normy, ale podrobnější diskuse k požadavkům, jen stručně definovaným v normě.

Každá kalibrační laboratoř bude muset znovu formulovat svoje přístupy v souladu s revidovanou normou a proto považujeme za vhodné se vybraným technickým otázkám věnovat s předstihem. Jmenovitě byla probírána ISO/IEC 17025:2017, článek 6.2.5, písmeno c) „Postupy a uchovávání záznamů o školení personálu“, článek 7.7 „Požadavky na proces“ z pohledu kalibrující laboratoře i z pohledu zákazníka, článek 7.2 „Výběr, ověřování a validace metod kalibrace“, článek 7.8.4.1 v písmenu b) „Podmínky, při nichž byly prováděny kalibrace a které mají vliv na výsledky měření pro multimetry a pro přístroje s koaxiálními připojeními“ a článek 7.8.6 „Výkazování prohlášení o shodě se specifikací a přístupy hodnocení rizik.“ Oblast prohlášení o shodě prodělala velký vývoj a laboratoře už nevystačí jen se znalostí dokumentu ILAC-G8:03/2009.

Výběr, ověřování a validace metod je velmi důležitou součástí normy 17025. Metodiky v oblasti elektrických veličin patří do skupiny obsáhlejších a náročnějších, proto byly probírány teoreticky i včetně praktického předvedení metodiky kalibrace multimetrů, jako základní a nejrozšířenější v oblasti kalibrace elektrických veličin, společné problémy

a specifika kalibrace v oblasti teplot elektrickými prostředky a široká a náročná problematika metodiky kalibrace osciloskopů a kalibrace revizních přístrojů.

Byly citovány kalibrační postupy řešené ČMS a opo-
nované v rámci státních úkolů a volně přístupné na webu
a také vybrané verifikované a validované zahraniční postu-
py. Seminář ukázal a připomenul, co je třeba při přípravě
revidovaných podkladů ISO/IEC 17025:2017 neopomenout
a podrobněji se jednotlivým bodům plánujeme věnovat ješ-
tě na konferenci ČKS. Účast na semináři byla vhodná pro
pracovníky organizací, kteří mají zájem naplňovat poža-
davky článku 7.1.5.2 „Návaznost měření“ a článku 7.2
normy „Kompetence“ v ČSN EN ISO 9001:2016 „Systémy
managementu jakosti - Požadavky“, ISO/IEC 17025:2017
článek 6.2.5, písmeno c) „Postupy a uchovávat záznamy
o školení personálu“.

Semináře se zúčastnili zástupci výrobců i prodejců.

Novinkou letošního semináře byla zvýšená pozornost na
praktické předvádění kalibrací. K tomu byly vybrány a zdů-
razněny dvě základní oblasti kalibrací. Kalibrace pro **revizní
přístroje** je důležitá, protože se kalibrují přístroje se základ-
ním vlivem na kontrolu bezpečnosti, kterou provádí revizní
technici. Kalibrace revizních přístrojů je soubor řady dílčích
kalibrací z oblasti měření elektrického odporu, napětí a času
pro vypínací prvky. Druhou zvýrazněnou oblastí byla kali-
brace **osciloskopů**, které se stále více stávají univerzálními
zařízeními pro posouzení reálných signálů v elektrických
obvodech, které jsou obvykle velmi vzdáleny od harmonic-
kých průběhů, pro které jsou navrženy klasické multimetry.

Praktická část, ukázky a procvičování kalibrací. Ukázka
kalibrace osciloskopů, kalibrace revizních přístrojů, kalibra-
ce multimetrů, kalibrátorů se setkala se zvýšeným zájmem
a byla využita i možnost exkurse do kalibrační laboratoře
a do informačního centra elektrárny.

Seminář pro kalibrační laboratoře hmotnosti

České kalibrační sdružení ve spolupráci s Českým
metrologickým institutem uspořádalo ve dnech 6. 3. až 7. 3.
2018 v hotelu Skalský Dvůr – Lísek u Bystřice nad Pern-
štejnem seminář „Kalibrace vah, ověřování vah a kvalita
vážení“.



Cílem semináře bylo získání teoretických znalostí
a praktických dovedností potřebných k provádění kalibrací

vah v souladu s novými předpisy a výstupy z úkolů pro-
gramu rozvoje metrologie ÚNMZ. Většinu přednášek měli
Ing. Ivan Kříž a pan Lukáš Běhal z ČMI, kteří se věnova-
li novým právním a technickým předpisům v oblasti vah
(ČSN EN 45501:2015, vyhláška o stanovení zón tíhového
zrychlení na území ČR, dokumentu EURAMET č. 18 verze 4
pro kalibraci vah s neautomatickou činností a kalibraci vah
s použitím náhradní zátěže). Dále byly prezentovány postupy
stanovování nejistot, stanovování měřicích schopností kalib-
race (CMC), plánování mezilaboratorních porovnání, kalibra-
ci vah s automatickou činností a kalibraci závaží. Pan Střelec
Jan doplnil přednášky stručnou rekapitulací řešení úkolů PRM
zpracovaných ČKS v uplynulých 5 letech a jejich přínosem
pro zpracování a používání jednotných kalibračních postupů.

Účastníci semináře si v průběhu semináře měli možnost
vyzkoušet praktické provedení kalibrací na vahách, které
k provádění kalibrací spolu se závažím pro tuto akci zapůj-
čila firma RADWAG Váhy s.r.o. Semináře se zúčastnilo cel-
kem 40 osob.

Seminář pro kalibrační laboratoře a AMS vodoměrů a měřičů tepla

České kalibrační sdružení ve spolupráci s Českým
metrologickým institutem uspořádalo ve dnech 10. 4. až 11. 4.
2018 v hotelu Skalský Dvůr – Lísek u Bystřice nad Pernštej-
nem seminář „Vodoměry a měřiče tepla“.

Seminář se opakuje každé dva roky a jeho cílem je in-
formovat o novinkách v zákonných předpisech, nových nor-
mách a postupech a také zajistit průběžné vzdělávání pro
pracovníky AMS a kalibračních laboratoří z oboru průtok.
Úvodní přednášku měl Ing. František Staněk Ph.D., odborný
ředitel LM s aktualitami v oblasti legální metrologie. Dále
pracovníci z ČMI Ing. Erich Ludwig, Mgr. Jiří Herec, Ph.D.,
Ing. Miroslava Benková Ph.D., Ing. Jaroslav Synáč, CSc.,
Mgr. Jindřich Bílek, Ing. Helena Svobodová vystoupili s in-
formacemi o postupech autorizace, o novinkách z meziná-
rodních zasedání, o mezilaboratorních porovnáních a o postu-
pech při certifikaci pracovníků. Dále byli účastníci seznámeni
s revizemi norem ČSN EN 1434, ČSN EN ISO 4046 a při-
pravovanými metrologickými předpisy MP a také možnost-
mi kalibrací v ČMI. Zástupci firem Landis + Gyr, Enbra a.s
a Kamstrup A/S informovali o novinkách výrobců zamě-
řené zejména na rozšiřující funkce pro komunikaci a tarif-
ní funkce. Ing. Antonín Běhal MBA informoval přítomné
o unikátní kalibrační trati v Evropě fy Venturi Calibration
Services s.r.o. Na závěr Ing. Jiří Kazda prezentoval praktické
příklady stanovování nejistot při měření průtoku.

Semináře se zúčastnilo 51 pracovníků AMS a kalibrač-
ních laboratoří.

České kalibrační sdružení, z.s.

Slovinská 47, 612 00 Brno

Člen sdružení EUROCAL

Podrobná nabídka všech akcí ČKS je aktualizována na
webové stránce ČKS, www.cks-brno.cz. Na těchto stránkách
naleznete rovněž další informace o činnosti i podmínkách
členství v Českém kalibračním sdružení, z.s..

požární ochrana

stavební prvky
a materiály

chytrý dům

**ELEKTRO
A ZABEZPEČENÍ**

vzduchotechnika

dřevostavby

vytápění

bazény,
sauny & spa

Floor[®] ARCH

MEZINÁRODNÍ STAVEBNÍ VELETRH

-  stavební prvky a materiály
-  elektrotechnika, zabezpečení
-  vytápění, alternativní zdroje energie
-  dřevostavby
-  bazény, sauny & spa

P V A
EXPO PRAHA

www.forarch.cz

18.–22.9.2018

GENERÁLNÍ PARTNER

 **SKUPINA ČEZ**

ODBORNÝ PARTNER

 **tzbinfo**
www.tzb-info.cz

OFICIÁLNÍ VOZY


Go Further

Redakční rada:

Ing. Zdeňka Pohořelá (předsedkyně), Ing. Jindřich Šabata (místopředseda), Ing. Milan Badal, Prof. Ing. Jaroslav Boháček, DrSc., Mgr. Václava Holušová, Doc. Ing. Jiří Horský, CSc., Jitka Hrušková, Ing. František Jelínek, CSc., Ing. Jiří Kazda, Ing. Petr Kříž, Ing. Petr Pánek, CSc., RNDr. Klára Popadičová, Ing. Pavel Rubáš, Ph.D., doc. RNDr. Jiří Tesař, Ph.D., Ing. Josef Vojtíšek.

Přizvání: PhDr. Bořivoj Kleník – šéfredaktor.

Časopis vychází 4 x ročně. Cena výtisku 80,- Kč, roční předplatné 320,- Kč + poštovné a balné + 10 % 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, Biskupský dvůr 1148/5, 110 00 Praha 1. IČO: 48135267. Povolení tisku: registrace MK ČR 6111, MČ 46 676, ISSN 1210-3543.

Místo vydávání: Praha. Datum vydání: květen 2018. 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:

Nový souřadnicový měřicí stroj Zeiss Xenos v ČMI

Photo on the front page:

Zeiss Xenos - The new Coordinate Measuring Machine in the CMI

