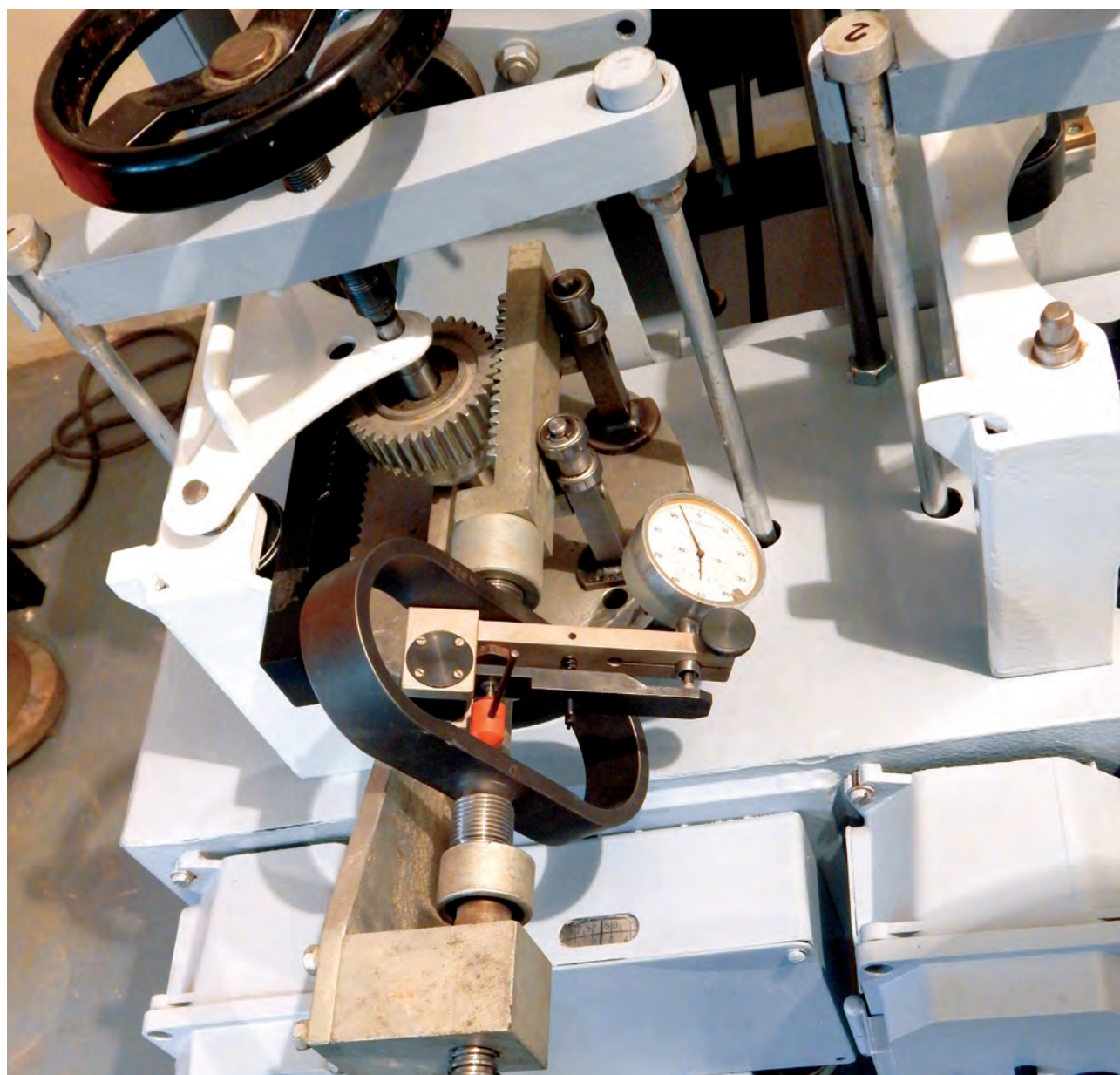


4/2015
ROČNÍK 24

METROLOGIE

VĚDECKÁ
LEGÁLNÍ
PRAKTICKÁ



VĚDA A VÝZKUM

Doc. Ing. Karel Draxler, CSc.	
Ing. Renata Stybliková, Ph.D.	
Ing. Jan Hlaváček, Ph.D.	
Ing. Radek Procházka, Ph.D.	
Ing. Vlastimil Rada	
Kalibrace Rogowského cívky při velkých proudcích	2

ZKUŠEBNICTVÍ

Ing. Pavel Schmidt	
Zkoušení smykové pevnosti – rekonstrukce torzního smykového přístroje	7

METROLOGIE V PRAXI

Doc. Ing. Jiří Pernikář, CSc.	
Ing. Miroslav Pospíšil	
Vyjadřování přesnosti měření ve strojírenské praxi	12

Doc. Ing. Jiří Horský, CSc.	
První část prací na revizi normy ISO/IEC 17025	19

Ing. Tomáš Chmelík, Ph.D.	
Elektromobilita – dobíjecí infrastruktura jako stimul jejího rozvoje	21

INFORMACE

Ing. Pavel Nováček, doc. RNDr. Jiří Tesař, Ph.D.,	
Ing. Silvie Hoffmanová,	
17. Mezinárodní metrologický kongres	25

Mgr. Markéta Brabcová	
Světový den technické normalizace a Cena Vladimíra Lista 2015	27

Doc. Ing. Olga Tůmová, CSc.,	
Prof. Ing. Vladimír Haasz	
XXI. světový kongres IMEKO – Praha 2015	29

Ing. Daniel Šťastný	
65. Valná hromada Evropské organizace výrobců vah CECIP	33

Ing. František Jelínek, CSc.	
Mgr. Dominik Pražák, Ph.D.	
Jak psát (a nepsat) technická sdělení, 5. Část	34

PR

Rozhodčí soud	38
Nabídka akcí ČMS a ČKS na 1. pololetí 2016	40

SCIENCE AND RESEARCH

Doc. Ing. Karel Draxler, CSc.	
Ing. Renata Stybliková, Ph.D.	
Ing. Jan Hlaváček, Ph.D.	
Ing. Radek Procházka, Ph.D.	
Ing. Vlastimil Rada	
Calibration of Rogowski Coils at High Currents	2

TESTING

Ing. Pavel Schmidt	
Shear Strength Testing – Torsion Strength Tester Reconstruction	7

METROLOGY IN PRACTICE

Doc. Ing. Jiří Pernikář, CSc.	
Ing. Miroslav Pospíšil	
Expressing Measurement Accuracy in Machinery Practice	12

Doc. Ing. Jiří Horský, CSc.	
First Part of Works on the Revision of ISO/IEC 17025	19

Ing. Tomáš Chmelík, Ph.D.	
Electromobility – Charging Infrastructure as a Stimulus to Its Development	21

INFORMATION

Ing. Pavel Nováček, doc. RNDr. Jiří Tesař, Ph.D.,	
Ing. Silvie Hoffmanová,	
17 th International Metrological Congress	25

Mgr. Markéta Brabcová	
World Standards Day and Vladimir List Award, 2015	27

Doc. Ing. Olga Tůmová, CSc.,	
Prof. Ing. Vladimír Haasz	
21 st World Congress of IMEKO – Prague 2015	29

Ing. Daniel Šťastný	
65 th General Assembly of the European Organisation of the European Manufacturers of Weighing Instruments - CECIP	33

Ing. František Jelínek, CSc.	
Mgr. Dominik Pražák, Ph.D.	
How Technical Communications Should Be (or Should Not Be) Written. Part 5	34

PR

Arbitration Court	38
Events Offered by ČMS and ČKS for 1 st Half of 2016	40

KALIBRACE ROGOWSKÉHO CÍVKY PŘI VELKÝCH PROUDECH

Doc. Ing. Karel Draxler, CSc.⁽¹⁾

Ing. Renata Styblíková, Ph.D.⁽²⁾

Ing. Jan Hlaváček, Ph.D.⁽³⁾

Ing. Radek Procházka, Ph.D.⁽³⁾

Ing. Vlastimil Rada⁽⁴⁾

⁽¹⁾Katedra měření, FEL ČVUT v Praze

⁽²⁾Český metrologický institut

⁽³⁾Katedra elektroenergetiky, FEL ČVUT v Praze

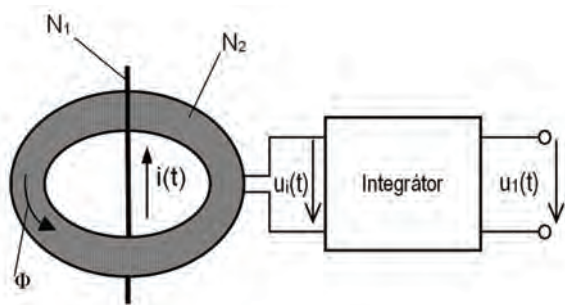
⁽⁴⁾IVEP, a. s., Brno

1. Úvod

Rogowského cívky (dále RC) jsou v současné době stále častěji využívány pro měření velkých proudů v elektroenergetice. Jejich výhodou je galvanické oddělení od měřeného obvodu, možnost instalace bez větších zásahů do elektroenergetických systémů, linearita v širokém měřicím rozsahu bez možnosti přesyčení a jednoduchá konstrukce. Základním parametrem Rogowského cívky je převodní konstanta. Dosažení malé nejistoty kalibrace převodní konstanty u cívek, které jsou určeny pro měření velkých proudů v řádech desítek kA je obtížné. Článek ukazuje možnosti stanovení parametrů a příslušných nejistot Rogowského cívky výpočtem a kalibrací pomocí proudové smyčky pro maximální měřený proud 30 kA.

2. Princip Rogowského cívky

Základní uspořádání RC je na **obr. 1**. Na toroidní neferomagnetické jádro je rovnoměrně navinuto snímací vinutí N_{RC} , uložené většinou v jedné vrstvě. Toroidní obvod je zpravidla elektrostaticky stíněn nemagnetickým vodivým krytem uspořádaným tak, aby netvořil závit nakrátko.



Obr. 1: Základní uspořádání Rogowského cívky

Měřenou veličinou je proud $i(t)$ protékající vodičem tvořeným jedním závitem ($N_1 = 1$) vedeným středem toroidní cívky kolmo na její plochu. Intenzita magnetického pole $H(t)$ vyvolaná tímto proudem a jí odpovídající časově proměnný magnetický tok $\Phi(t)$ indukuje do snímacího vinutí RC napětí $u_1(t)$, z něhož lze měřený proud vyjádřit ve tvaru

$$i(t) = \frac{1}{M_{21}} \int_0^t u_1(t) dt, \quad (1)$$

kde M_{21} je vzájemná indukčnost vodiče s měřeným proudem a snímacím vinutím RC. Jedná-li se o harmonický průběh proudu s frekvencí ω , lze měřený proud vyjádřit ve tvaru

$$I_1(\omega) = \frac{U_1(\omega)}{j\omega M_{21}}. \quad (2)$$

Ze vztahu (2) je zřejmé, že při harmonickém průběhu proudu je v ideálním případě indukované napětí fázově posunuto o $\pi/2$ vzhledem k měřenému proudu. Velikost vzájemné indukčnosti lze potom vyjádřit ve tvaru

$$M_{21} = \frac{U_1}{\omega I}. \quad (3)$$

Tohoto vztahu se využívá při kalibraci RC harmonickým průběhem proudu. Při použití RC s integrátorem pro měření proudu je možné definovat převodní konstantu systému jako

$$k_s = \frac{U_1}{I}, \quad (4)$$

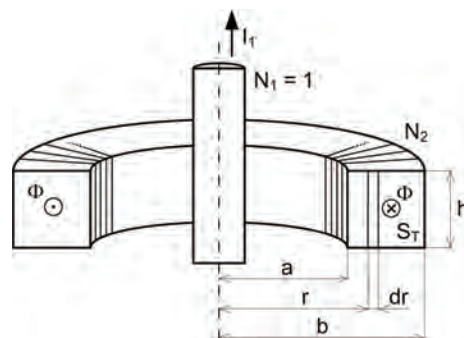
kde U_1 a I jsou rms/efektivní hodnoty napětí na výstupu integrátoru a proudu protékajícího středním vodičem.

3. Stanovení konstanty Rogowského cívky výpočtem

Ze vztahů (1) až (3) je zřejmé, že základním parametrem RC je vzájemná indukčnost mezi vodičem s měřeným proudem a snímacím vinutím. Hodnota vlastní indukčnosti a odporu snímacího vinutí je potřebná při určování výstupní impedance RC, jejíž velikost je důležité znát z hlediska stanovení velikosti vstupní impedance obvodů připojených na RC a vyhodnocujících její výstupní signál.

Obdélníkový průřez toroidního snímacího vinutí

Odvození vzájemné indukčnosti, za předpokladu, že snímací cívka je vinuta na toroid s obdélníkovým průřezem neferomagnetického jádra, je patrné z **obr. 2**.



Obr. 2: Uspořádání RC s obdélníkovým průřezem neferomagnetického jádra

Při výpočtu vzájemné indukčnosti M_{21} snímacího vinutí N_2 a vodiče s měřeným proudem I_1 v uspořádání podle **obr. 2** vycházíme ze vztahu

$$M_{21} = \frac{N_2 \Phi_{21}}{I_1}, \quad (5)$$

kde Φ_{21} je magnetický tok ($V \cdot s$) vinutím N_2 vyvolaný proudem I_1 ve vinutí N_1 , resp. v jednozávitovém průvleku vodiče s měřeným proudem vedeném uvnitř toroidu RC.

Vlastní indukčnost L_2 toroidního snímacího vinutí je definována vztahem

$$L_2 = \frac{N_2 \Phi_2}{I_2}. \quad (6)$$

Při výpočtu magnetického toku Φ_{21} vycházíme z Maxwellovy rovnice celkového proudu

$$\oint \vec{H} \cdot d\vec{l} = I, \quad (7)$$

kde H ($A \cdot m^{-1}$) je intenzita magnetického pole a l (m) je uzavřená křivka obepínající oblast, resp. vodič protékaný proudem I (A).

Obecný vztah (7) je možné upravit do tvaru

$$H = \frac{I}{2\pi r}, \quad (8)$$

kde r (m) je poloměr kružnice se středem v ose vodiče s měřeným proudem I_1 , přičemž platí, že r je větší než poloměr vodiče s měřeným proudem a normála plochy ohraničené touto kružnicí leží v ose vodiče s měřeným proudem.

Při využití vztahu

$$\vec{B} = \mu_0 \mu_r \vec{H}, \quad (9)$$

kde B (T) je magnetická indukce, $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ H} \cdot m^{-1}$ je permeabilita vakua a $\mu_r = 1$ je relativní permeabilita uvažovaného neferomagnetického prostředí.

Pak možné vypočítat magnetický tok Φ podle vztahu

$$\Phi = \iint_S \vec{B} \cdot d\vec{S}, \quad (10)$$

přičemž S (m^2) je plocha ve které počítáme tok vektoru magnetické indukce.

V uspořádání podle **obr. 2** je potřeba znát magnetický tok Φ_{21} , který prochází plochou S_r tvořenou obdélníkem o stranách $(b-a)$ a h . Zde je vhodné využít toho, že intenzita magnetického pole H podle definice (8) je konstantní v libovolném bodě ve vzdálenosti r od osy vodiče s měřeným proudem I_1 . Platí také, že intenzita magnetického pole H je konstantní na infinitezimální ploše tvořené obdélníkem $(r+dr)$ a h . Intenzita magnetického pole se tedy mění v závislosti pouze na jedné proměnné r , proto přechází dvojný integrál přes plochu S_r na jednoduchý určitý integrál, s využitím vztahů (8) a (9), jak je patrné v následujícím vztahu

$$\begin{aligned} \Phi_{21} &= \iint_{S_r} \vec{B} \cdot d\vec{S}_r = \iint_{S_r} \mu_0 \vec{H} \cdot d\vec{S}_r = \\ &= \int_a^b \mu_0 \frac{I_1}{2\pi r} h dr = \frac{\mu_0}{2\pi} I_1 h \ln\left(\frac{b}{a}\right), \end{aligned} \quad (11)$$

kde a (m) je vnitřní poloměr toroidu, b (m) je vnější poloměr toroidu a h (m) je výška toroidu.

Po dosazení vztahu (11) do (5) dostaneme výsledný výraz pro výpočet vzájemné indukčnosti M_{21} snímacího vinu-

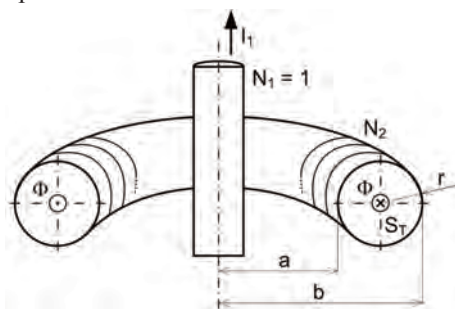
tí N_2 a vodiče s měřeným proudem I_1 v uspořádání podle **obr. 2**, tj. pro obdélníkový průřez neferomagnetického jádra snímacího vinutí RC

$$M_{21} = \frac{N_2}{I_1} \frac{\mu_0}{2\pi} I_1 h \ln\left(\frac{b}{a}\right) = \frac{\mu_0}{2\pi} N_2 h \ln\left(\frac{b}{a}\right). \quad (12)$$

Kruhový průřez toroidního snímacího vinutí

Uspořádání snímacího vinutí podle **obr. 2** není optimální z konstrukčního hlediska. Jeho nevýhodou jsou ostré hrany obdélníkového průřezu, kde může při vinutí dojít k poškození izolace. Z toho důvodu se k realizaci často používá kruhový průřez, u něhož je pravděpodobnost poškození vinutí podstatně menší, jak je patrné na **obr. 3**.

Odvození výrazu pro výpočet vzájemné indukčnosti M_{21} vodiče s měřeným proudem I_1 a snímacího vinutí N_2 s kruhovým průřezem, viz **obr. 3**, je poněkud obtížnější než u obdélníkového průřezu.



Obr. 3: Uspořádání RC s kruhovým průřezem neferomagnetického jádra

Při výpočtu vzájemné indukčnosti jsou opět využity základní vztahy (5), (7) a (10). Podstatné je vhodně nadefinovat souřadnicový systém použitý při výpočtu magnetického toku Φ pomocí plošného integrálu (10) a při řešení tohoto integrálu použít vhodnou substituci. Postup je patrný z následujícího výrazu

$$\begin{aligned} \Phi_{21} &= \iint_{S_r} \vec{B} \cdot d\vec{S}_r = \iint_{S_r} \mu_0 \vec{H} \cdot d\vec{S}_r = \int_{x_0-r}^{x_0+r} \int_{-\sqrt{r^2-(x-x_0)^2}}^{\sqrt{r^2-(x-x_0)^2}} \frac{\mu_0 I_1}{2\pi x} dy dx = \\ &= \frac{\mu_0 I_1}{\pi} \int_{x_0-r}^{x_0+r} \frac{\sqrt{r^2-(x-x_0)^2}}{x} dx = \mu_0 I_1 \left(x_0 - \sqrt{x_0^2 - r^2} \right). \end{aligned} \quad (13)$$

Přičemž je vhodné provést substituci proměnných x_0 a r , tak abychom dostali pouze proměnné a , b , které jsou obvykle udávány jako základní rozměry toroidního snímacího vinutí.

Substituce proměnných, která vychází z uspořádání uvedeného na **obr. 3**, je definována těmito vztahy

$$x_0 = \frac{a+b}{2}, \quad (14)$$

$$r = \frac{b-a}{2}. \quad (15)$$

Dosazením vztahů (14) a (15) do (13) dostaneme výsledný výraz pro magnetický tok toroidním snímacím vinutím N_2 kruhového průřezu způsobený proudem I_1 ve vodiči s měřeným proudem

$$\Phi_{21} = \frac{\mu_0 I_1}{2} (a + b - 2\sqrt{ab}). \quad (16)$$

Dosazením výrazu (16) do definice (5), vyjadřující vzájemnou indukčnost M_{21} , snímacího vinutí N_2 a vodiče s měřeným proudem I_1 , dostaneme vztah

$$M_{21} = \frac{\mu_0 N_2}{2} (a + b - 2\sqrt{ab}). \quad (17)$$

4. Stanovení nejistoty konstanty RC z jejich rozměrů

Při odvození nejistoty konstanty RC, konstruované podle **obr. 3**, se vychází ze vztahu (17). Z něho vyplývá, že vzájemná indukčnost M_{21} závisí pouze na vnitřním (a) a vnějším (b) průměru toroidu, takže platí

$$M_{21} = f(a, b). \quad (18)$$

Standardní nejistotu velikosti M_{21} , odpovídající nejistotám průměrů a, b lze potom obecně vyjádřit ve tvaru

$$u(M_{21}) = \sqrt{\left(\frac{\partial M_{21}}{\partial a} u_a\right)^2 + \left(\frac{\partial M_{21}}{\partial b} u_b\right)^2}, \quad (19)$$

kde u_a je standardní nejistota rozměru vnitřního průměru toroidu, u_b vnějšího průměru toroidu.

Po dosazení vztahu (17) do výrazu (19) dostaneme výraz pro standardní nejistotu M_{21} ve tvaru

$$u(M_{21}) = \frac{\mu_0 N_2}{2} \sqrt{\frac{(a + b - 2\sqrt{ab})(b u_a^2 + a u_b^2)}{ab}}. \quad (20)$$

Za předpokladu, že nejistoty určení průměrů kostry jsou stejné $u_a = u_b = u_k$ a jejich rovnoměrného rozložení se potom vztah (20) zjednoduší na tvar

$$u(M_{21}) = \frac{\mu_0 N_2 u_k}{2} \sqrt{\frac{(a + b - 2\sqrt{ab})(a + b)}{ab}}. \quad (21)$$

Závislost relativní chyby $\delta u(M_{21})$ vzájemné indukčnosti M_{21} na nejistotách rozměrů kostry u_k lze vyjádřit ve tvaru

$$\delta u(M_{21}) = \frac{u(M_{21})}{M_{21}} = \frac{(a + b) u_k}{\sqrt{ab(a + b)(a + b - 2\sqrt{ab})}}. \quad (22)$$

Ze vztahu (22) lze pro zadanou relativní nejistotu $\delta u(M_{21})$ vzájemné indukčnosti určit nejistotu rozměrů kostry podle vztahu

$$u_k = \sqrt{\frac{ab(a + b - 2\sqrt{ab})}{a + b}} \cdot \delta u(M_{21}), \quad (23)$$

kde $\delta u(M_{21})$ je požadovaná relativní nejistota vzájemné indukčnosti, a a b jsou rozměry toroidního jádra.

Pro aplikaci vztahu (21) až (23) byl vytvořen jednoduchý program v prostředí Mathematica, který umožňuje pro zadané rozměry a, b a jejich nejistoty a počet závitů N_2 vypočítat standardní nejistotu hodnoty $u(M_{21})$ resp. pro dané rozměry

kostry a požadovanou nejistotu $\delta u(M_{21})$ určit odpovídající nejistotu rozměrů kostry u_k .

Výsledky pro cívky s následujícími rozměry

$$a_1 = 125 \text{ mm}, b_1 = 137,5 \text{ mm},$$

$$a_2 = 155 \text{ mm}, b_2 = 170 \text{ mm}$$

jsou souhrnně uvedeny v **tab. 1**.

Tab. 1: Závislost nejistoty vzájemné indukčnosti M_{21} na nejistotě rozměrů Rogowského cívky

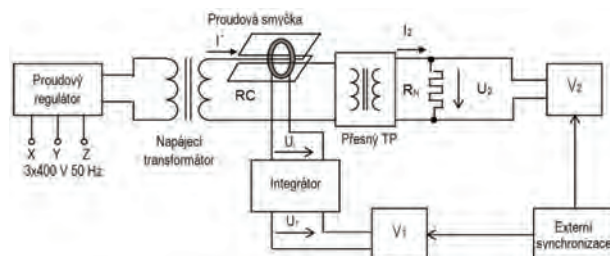
$\delta u(M_{21})$ (%)	0,1	1	10
$U_1(a_1, b_1)$ (mm)	0,0076	0,076	0,76
$U_2(a_2, b_2)$ (mm)	0,0092	0,092	0,92

Vzájemná indukčnost M_{21} závisí na rozměrech, na udržení konstantního průřezu jádra RC, a také na konstantním rozložení vinutí podél obvodu toroidu. Je nemožné realizovat ideálně rovnoměrné snímací vinutí RC, a proto vzájemná indukčnost také závisí na poloze primárního vodiče protékajícího měřeným proudem. Při velkém počtu závitů se uplatní také parazitní kapacity vinutí RC.

Při požadované nejistotě nižší než 1 % je obtížné udržet dostatečnou přesnost rozměrů RC, navíc do výpočtů nebyla zahrnuta nehomogenita vinutí cívky a průřezu jádra. Větší přesnosti se tudíž dosahuje určením M_{21} pomocí kalibrace, která je pro případ RC s integrátorem popsána v následujícím textu.

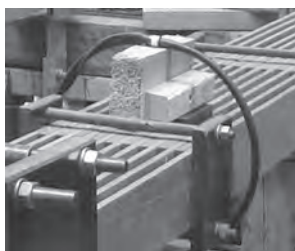
5. Kalibrace Rogowského cívky při 50 Hz

Byly kalibrovány dvě konfigurace RC s integrátorem používané pro měření proudu o frekvenci 50 Hz v rozsahu (1 - 100) kA v zapojení podle **obr. 4**. Tato zařízení pro měření proudu s prepínatelnou převodní konstantou (4) byla vyrobena firmou Merlin Gerin. Dvě RC s kruhovým průřezem jsou otevíratelné, takže není nutné rozpojovat proudový obvod před měřením. První cívka (RC 1) má vnitřní průměr 310 mm a vnější průměr 340 mm. Druhá cívka (RC 2) má vnitřní průměr 250 mm a 275 mm vnější průměr.



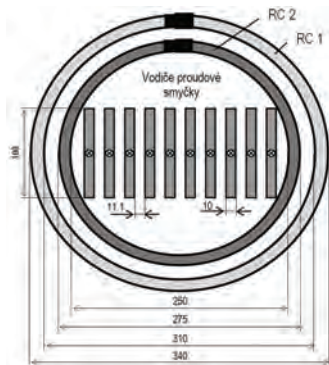
Obr. 4: Uspořádání při kalibraci Rogowského cívky s použitím proudové smyčky

Maximální požadovaná hodnota kalibrovaného proudu 30 kA byla generována pomocí proudové smyčky o 10 závitů s proudem 3 kA. Proudové smyčky s kalibrovanou RC jsou znázorněny na **obr. 5**. Střední část proudové smyčky je 3 m dlouhá a skládá se z 10 vodičů. Boční větve proudové smyčky jsou ve vzdálenosti 1 m od střední části smyčky (viz **obr. 7**).



Obr. 5: Proudová smyčka s Rogowského cívkou

Poloha a rozměry kalibrované RC s ohledem na rozměry střední části proudové smyčky jsou uvedeny na **obr. 6**. Kalibrační proud I' byl převeden na napětí U_2 pomocí etalonového proudového transformátoru s elektronickou kompenzací chyb Tettex 4764 a etalonového rezistoru R_N . Voltmetry V_1 a V_2 (Agilent 3458A) byly použity pro měření výstupního napětí integrátoru U_1 a úbytku napětí U_2 na rezistoru R_N . Při měření byl použit režim SYNC s nejvyšší přesností. Měření těchto dvou voltmetrů bylo spouštěno současně v režimu EXT. TRIG pro eliminaci vlivu kolísání proudu I' .



Obr. 6: Umístění RC na vodičích proudové smyčky

Celkový měřený proud může být vyjádřen jako

$$I = NI' = N p_1 \frac{U_2}{R_N} \tag{24}$$

kde $N = 10$ je počet závitů proudové smyčky, I' je proud protékající touto smyčkou a $p_1 = I'/I_2$ je převod proudového transformátoru ($p_1 = (100 - 3000) A/5 A$), $R_N = 0,1 \Omega$ je etalonový resistor Guildline Instruments typ 9222 pro proud do 22 A.

V souladu s výrazem (4) může být převodní konstanta celého systému vyjádřena jako

$$k_s = \frac{U_1}{I} = \frac{U_1}{U_2} \frac{R_N}{N p_1} \tag{25}$$

Relativní hodnota standardní nejistoty typu B je daná jako

$$u_{k_s}(B) = \sqrt{u_{U_1}^2 + u_{U_2}^2 + u_{R_N}^2 + u_{p_1}^2} \tag{26}$$

kde u_{U_1} až u_{p_1} jsou hodnoty relativních nejistot napětí U_1 a U_2 , u_{R_N} je nejistota hodnoty normálového rezistoru R_N , u_{p_1} je nejistota převodního poměru proudového transformátoru.

Relativní nejistota typu A je daná jako

$$u_{k_s}(A) = \frac{1}{k_s} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (k_s - k_{s_n})^2}{n(n-1)}}; \quad k_s = \frac{\sum_{i=1}^n k_{s_n}}{n} \tag{27}$$

kde n je počet měření a k_{s_n} je výsledek n -tého měření.

Výsledná kombinovaná standardní nejistota převodní konstanty k_s je potom vyjádřena

$$u_{k_s} = \sqrt{u_{k_s}(A)^2 + u_{k_s}(B)^2} \tag{28}$$

Rozšířená nejistota $U(k_s)$ je vyjádřena jako standardní nejistota měření vynásobená činitelem rozšíření k odpovídající pravděpodobnosti pokrytí přibližně 95 %, což pro normální rozdělení odpovídá koeficientu rozšíření $k = 2$.

Napětí U_1 a U_2 byla měřena na rozsahu 1 V, resp. 10 V. Při použití voltmetrů Agilent 3458A, a za předpokladu rovnoměrného rozdělení, relativní hodnota standardní nejistoty typu B u_{U_1} a u_{U_2} se liší v rozmezí od (0,006 – 0,011) %. Nejistota typu B etalonového rezistoru R_N je $u_{R_N} = 0,006$ % a nejistota typu B převodu přesného proudového transformátoru $u_{p_1} = 0,0006$ %. Výsledná standardní nejistota typu B převodní konstanty $u_{k_s}(B)$ se pohybuje v rozmezí (0,010 – 0,017) %.

Standardní nejistota typu A převodní konstanty k_s byla vypočtena z 20 opakovaných měření a její relativní hodnota je $u_{k_s}(A) = 0,008$ %.

Výsledky kalibrace v rozmezí měřeného proudu (1 – 30) kA, včetně nejistot měření, jsou uvedeny v **tab. 2** a **tab. 3**.

Tab. 2: Výsledky kalibrace Rogowského cívky (průměr 310/340 mm) s integrátorem

Kalibrační proud (kA)	25	15	25	15	10	5	4	3	2	1
Převod. konstanta (mV/kA)	10	10	100	100	100	100	100	1 000	1 000	1 000
k_{s1} 10 závitů (mV/kA)	9,9893	9,9874	99,758	99,737	99,881	99,878	99,891	999,29	999,16	999,35
$U(k_{s1})$ (mV/kA)	0,0029	0,0033	0,029	0,033	0,027	0,027	0,027	0,28	0,31	0,26
$U(k_{s1})$ (% z k_{s1})	0,029	0,033	0,029	0,033	0,027	0,027	0,027	0,028	0,031	0,026
k_{s2} 1 závit (mV/kA)	-	-	-	-	-	99,910	99,897	998,84	998,85	999,78
$U(k_{s2})$ (mV/kA)	-	-	-	-	-	0,025	0,027	0,32	0,31	0,24
$U(k_{s2})$ (% z k_{s2})	-	-	-	-	-	0,025	0,027	0,032	0,031	0,024

Tab. 3: Výsledky kalibrace Rogowského cívky (průměr 250/275 mm) s integrátorem

Kalibrační proud (kA)	30	30	25	22	20	17	13	9	6,5	4	4	2,5	1
Přev. konst. (mV/kA)	100	200	200	200	200	500	500	500	1000	1 000	2 000	2 000	2 000
k_{s1} 10 závitů (mV/kA)	99,768	199,180	198,980	199,180	199,467	497,55	497,35	497,84	995,49	995,40	1989,62	1989,70	1989,80
$U(k_{s1})$ (mV/kA)	0,029	0,056	0,054	0,056	0,058	0,14	0,15	0,13	0,26	0,27	0,52	0,54	0,70
$U(k_{s1})$ (% z k_{s1})	0,029	0,028	0,027	0,028	0,029	0,028	0,030	0,027	0,026	0,027	0,026	0,027	0,035
k_{s2} 1 závit (mV/kA)	-	-	-	-	-	-	-	-	998,31	998,11	1996,80	1995,50	1994,00
$U(k_{s2})$ (mV/kA)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,31	0,31	0,58	0,60	0,68
$U(k_{s2})$ (% z k_{s2})	-	-	-	-	-	-	-	-	0,031	0,031	0,029	0,030	0,034

6. Chyby způsobené vícezávitovou proudovou smyčkou

Ověření chyb při použití vícezávitové proudové smyčky bylo provedeno v uspořádání, které je zobrazeno na **obr. 7**. Proudová smyčka je tvořena deseti závitů hliníkového vodiče s obdélníkovým průřezem 100 x 10 mm. Na rozdíl od kruhového průřezu vodiče proudové smyčky, který by byl umístěn uprostřed RC, nebude intenzita indukovaného magnetického pole smyčky stejná ve všech částech vinutí RC.



Obr. 7: Proudová smyčka s kalibrovanou RC

Velikost konstanty k_s je tedy závislá na rozměrech RC, na průřezu jádra cívky a homogenitě vinutí. Při kalibraci RC pomocí kruhového vodiče uprostřed lze předpokládat, že magnetické siločáry mají kruhový tvar. Pak je intenzita magnetického pole po obvodu RC konstantní. Konstanta RC je v tomto případě nezávislá na homogenitě jejího vinutí. Rozdíl v průřezu v jednotlivých bodech RC se projeví jinak než v případě kalibrace, kdy je použita proudová smyčka s deseti závitů. Rozdíl hodnot k_s a nejistot měření při kalibraci s jedním závitěm kruhového průřezu a kalibraci proudovou smyčkou s deseti závitů obdélníkového průřezu je patrný z **tab. 2** a **tab. 3** pro proudy od 1 do 6,5 kA.

U RC s průměrem 310/340 mm se rozmezí nejistot překrývají, přestože provedená měření probíhala v různých uspořádáních, různých laboratořích a delším časovém intervalu.

U druhé RC (viz RC 2 na **obr. 6**) s průměrem 250/275 mm bylo provedené měření ovlivněno nerovností průřezu RC a vinutí v místech, která byla blízko proudové smyčky. Pravděpodobně zde také došlo k působení vlivu teploty, kdy se proudová smyčka při měření zahřívala.

7. Závěr

Z porovnání prezentovaných výsledků kalibrace dvou flexibilních Rogowského cívek v rozsahu proudů od 1 do 30 kA při frekvenci 50 Hz vyplývá, že proudová smyčka může být dobře použita za účelem kalibrace a to zejména v případech, kdy průměr cívky je podstatně větší než rozměry průřezu proudové smyčky.

Výsledky ukazují, že při kalibraci může být dosaženo rozšířené nejistoty od 0,026 % do 0,035 %, při zanedbání systematických a náhodných chyb. Při praktickém použití lze očekávat nejistoty do hodnoty 0,1 %.

Nejistota RC je složena z nejistoty vzájemné indukčnosti RC a nejistoty integrační konstanty. Nejistota vzájemné indukčnosti může být stanovena výpočtem z rozměrů RC. Velikost této nejistoty závisí na přesnosti stanovení těchto rozměrů. Z výsledků je zřejmé, že je velmi obtížné dosáhnout nejistoty porovnatelné s výsledky získanými kalibrací.

Seznam použité literatury

- [1] J. D. Ramboz: „Machinable Rogowski Coil, Design and Calibration“. IEEE Trans. Instrum. Meas., Vol. 45, No. 2, April 1996.
- [2] J. D. Ramboz, D. Destefan, R. Sant: „The Verification of RC Linearity from 200 A to Greater than 100 kA Using Ratio Method“. IMTC 2002, Vol. I, pp. 687-692.
- [3] Suomalainen, E.-P.; Hallstrom, J. K.: „Onsite Calibration of a Current Transformer Using a Rogowski Coil,“ Instrumentation and Measurement, IEEE Transactions on , vol.58, no.4, pp.1054-1058, April 2009.
- [4] Djokic, B.: „Calibration of Rogowski Coils at Power Frequencies Using Digital Sampling,“ Instrumentation and Measurement, IEEE Transactions on , vol.58, no.4, pp.751-755, April 2009.
- [5] Lu, Liang; Huang, Jianjun; Li, Yanming: „A device for calibrating Rogowski coils in time domain,“ Review of Scientific Instruments, vol.79, no. 8, pp.085106-085106-4, Aug. 2008.
- [6] BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML, Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, International Organisation for Standardization, Geneva, First Edition 1993, JCGM 100:2008.
- [7] Draxler, K.; Stybliková, R.: “Uncertainty Analysis by Rogowski Coil Calibration.” In Third International Conference on Metrology, The 16th International Conference of the Israel Society for Quality. Tel Aviv: NCSL International - The National Conference of Standards Laboratories, 2006.
- [8] Chekurov, Y.; Hallstrom, J.: „Influence of busbar geometry on AC current measurement using Rogowski coil,“ Precision Electromagnetic Measurements Digest, 2008. CPEM 2008 Conference, vol., no., pp.542-543, 8-13 June 2008.
- [9] Kang-Won Lee; Jeong-Nam Park; Seong-Hwa Yang; Yong-Shin Lee; Gil-Ho Ham; Yong-Mu Jang; Kee-Joe Lim: „Geometrical effects in the current measurement by Rogowski sensor“, Electrical Insulating Materials, 2001. (ISEIM 2001). Proceedings of 2001 International Symposium on , vol., no., pp.419-422, 2001.
- [10] Ferkovic, L.; Ilic, D.; Malaric, R.: „Mutual Inductance of a Precise Rogowski Coil in Dependence of the Position of Primary Conductor,“ Instrumentation and Measurement, IEEE Transactions, vol.58, no.1, pp.122-128, Jan. 2009.
- [11] P. L. Kalantarov and L. A. Zeitlin, Inductance Calculation, 3rd Ed., Leningrad, EnergoAtomIzdat, 1986 (in Russian).
- [12] Boháček, J. - Kučera, J.: Kalibrace Rogowského cívek v pásmu zvukových kmitočtů. Metrologie. 2007, roč. 16, č. 1, s. 1-2. ISSN 1210-3543.
- [13] S. Salicone: Measurement Uncertainty: An Approach via the Mathematical Theory of Evidence, Springer Science+Business Media LLC, New York (2007).
- [14] Hlaváček, J.; Procházka, R.; Draxler, K.; Kvasnička, V.: The Rogowski Coil Design Software. In 16th IMEKO TC4 International Symposium. Florence: University of Florence, Faculty of Engineering and Faculty of Economics, 2008, p. 295-300.

ZKOUŠENÍ SMYKOVÉ PEVNOSTI – REKONSTRUKCE TORZNÍHO SMYKOVÉHO PŘÍSTROJE

Ing. Pavel Schmidt

Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s.

Abstrakt

Príspevek podáva informáciu o provedení rekonstrukci torzního smykového přístroje pro zjišťování parametrů smykové pevnosti, který je využíván ve Výzkumném ústavu pro hnědé uhlí a.s. v Mostě ve zkušební laboratoři. O rekonstrukci stávajícího přístroje bylo rozhodnuto ve vazbě na vysoké pořizovací náklady při možném zakoupení nového smykového přístroje a rovněž z důvodu nutných oprav a zlepšení metrologických vlastností přístroje.

1.0 Úvod

Ve zkušební laboratoři Výzkumného ústavu pro hnědé uhlí a.s. (VÚHU) v Mostě je jednou z používaných zkoušek pro hodnocení vlastností výrobků zejména na bázi popelovin (granuláty, stabilizáty, směsi stmelené hydraulickými pojivy, zásypové materiály apod.) nebo jiných zeminových vzorků stanovení smykové pevnosti v torzním smykovém přístroji. Vlastní zkušební metoda je pak zakotvena v ČSN CEN ISO/TS 17892-10 [1]. V minulosti zkušební laboratoř disponovala celkem čtyřmi typy smykových přístrojů – „žilinský“ dvoustolicový krabicový translační přístroj s čtvercovým půdorysem smykové krabice, dvoustolicový „francouzský“ krabicový translační přístroj s kruhovým půdorysem smykové krabice, velkoobjemový vysokotlaký translační přístroj s čtvercovým půdorysem smykové krabice o objemu cca 3000 cm³ a v roce 1989 byl pořízen z tehdejšího národního podniku BKK Senftenberg (NDR) první třístolicový automatický torzní smykový přístroj. Stejný typ přístroje byl na základě získaných zkušeností s jeho činností pořízen v roce 1995. Ze závodových laboratoří podniku Lausitzer Braunkohle AG byl odkoupen použitý šestistolicový torzní smykový přístroj s rokem výroby 1986. Tento typ smykového přístroje pak zůstal jediným typem smykového zařízení, které zkušební laboratoř v současnosti využívá. Po dílčích úpravách tohoto přístroje v minulosti, které byly zaměřeny zejména na automatizaci a sběr měřených dat, stála pro rok 2015 zkušební laboratoř před rozhodnutím, zda pořídit úplně nový typ smykového přístroje nebo rekonstruovat stávající torzní přístroj, zejména pak s ohledem na zajištění lepších metrologických vlastností než byl dosluhující stávající systém měření a pořízení měřených dat. S ohledem na pořizovací ceny nových smykových přístrojů a odhad nutných finančních prostředků na rekonstrukci stávajícího torzního smykového přístroje bylo rozhodnuto ve prospěch rekonstrukce.

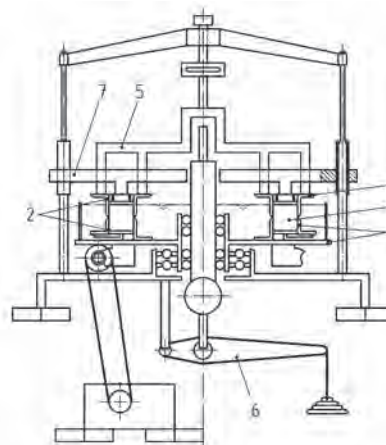
2.0 Popis přístroje

Vlastní torzní smykový přístroj patří konstrukčně mezi tzv. rotační smykové přístroje, jejichž výhodou je možnost měření efektivních vrcholových i reziduálních parametrů

smykové pevnosti materiálů bez nutnosti reverzačních pohybů smykových nádob (krabic) a beze změny velikosti smykové plochy. Výše uvedená ČSN CEN ISO/TS 17892-10 pak pro zkušební metodu uvádí následující definici:

rotační smyková zkouška (ring shear test) – přímá smyková zkouška, při níž je prstencový zkušební vzorek vystaven rotačnímu smykání za působení svislého napětí

Schematický příkladový náčrt takového zařízení je pak na obr. 1.



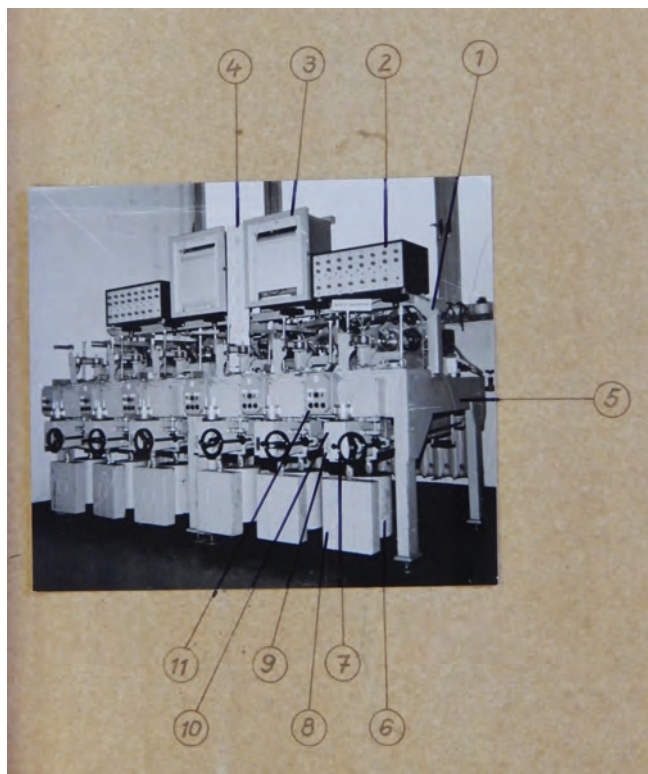
Legenda: 1 zkušební vzorek; 2 filtrační destičky; 3 horní prstencová čelist (pevná); 4 spodní prstencová čelist (otočná); 5 zařízení pro odtrhání horní prstencové čelisti; 6 vahadlo normálového zatížení; 7 zatěžování a měření krouticího momentu

Obr. 1: Příklad rotačního smykového přístroje

Při prvním pořízení tohoto typu smykového přístroje do VÚHU bylo hlavním záměrem využít tento přístroj zejména pro stanovení reziduálních charakteristik smykové pevnosti, které souvisely s hlavní náplní prací při řešení stabilitních podmínek provozování uhelných velkolomů v severočeské hnědouhelné pánvi. V minulosti bylo ve VÚHU řešeno množství výzkumných úkolů, které se zabývaly řešením problematiky hodnocení geomechanických podmínek souvisejících s těžbou uhlí a budováním velkých výsypkových těles. Součástí výzkumných úkolů byly rovněž práce při návrzích nebo úpravách různých zkušebních metod nebo vývoji zkušebního zařízení pro hodnocení vlastností dobývaných zemin při těžbě uhlí. Ve VÚHU tak byl ke konci osmdesátých let minulého století vyvinut výše uvedený velkoobjemový vysokotlaký translační přístroj s čtvercovým půdorysem smykové krabice. Jedním z výzkumných úkolů pak bylo i vzájemné porovnání výsledků zkoušek prováděných s monotypy vybraných vzorků zemin na všech čtyřech typech smykových přístrojů, kterými v té době VÚHU disponoval. Ze závěrů provedených výzkumných prací pak bylo zjištěno, že nejpřiléhavější a vzájemně srovnatelné výsledky poskytují laboratorní zkoušky realizované ve velkoobjemovém vysokotlakém translačním pří-

stroji a právě v torzním přístroji. Dále se tedy pro laboratorní zkoušení přednostně využívaly tyto dva typy smykových přístrojů. Nevýhodou velkoobjemového vysokotlakého smykového přístroje byla malá produktivita počtu testovaných vzorků v čase (cca 1 vzorek za 14 až 21 dnů) včetně potřebné konsolidační fáze. U šestistolicového torzního smykového přístroje při využití externích konsolidačních lavic byla produktivita počtu až 5 vzorků za 7 dnů. I z těchto důvodů pak zůstal torzní smykový přístroj jediným typem přístroje používaným ve VÚHU do současnosti.

Z původní dokumentace dodané k torznímu smykovému přístroji při jeho pořízení v roce 1995 je patrná jeho základní konfigurace (viz **obr. 2**) [2]:



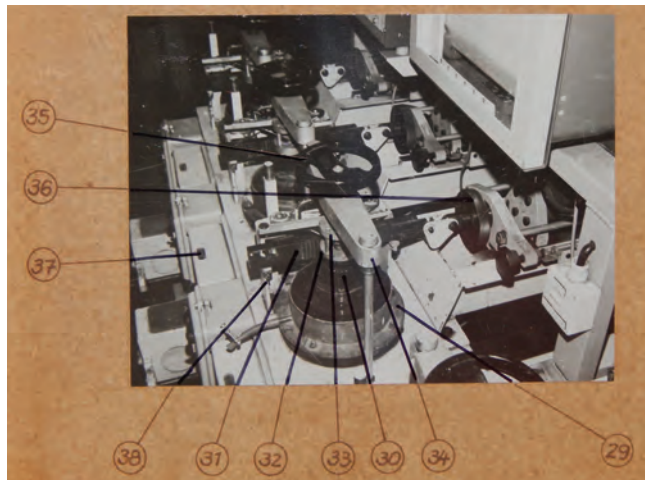
Legenda: 1 nosník pro registrační a napájecí přístroj; 2 měřicí ústředna; 3 mechanický zapisovač; 4 lišta pro spínače a hodiny automatiky; 5 základní nosná konstrukce pro 3 smykové stolice; 6 posunovatelné zátěžné závaží; 7 vyrovnávací závaží; 9 indikace vodorovné polohy závaží; 10 zátěžné rameno; 11 spínací skříňka

Obr. 2: Původní konfigurace torzního smykového přístroje

Na **obr. 3** je pak patrný detail smykové nádoby a její spřažení přes ozubený pastorek a ozubený třmen s tahovou stolicí pro vývin krouticího momentu.

V této konfiguraci tak byla na každé smykové stolicí elektronicky snímána pouze smyková síla, která byla zaznamenávána na mechanickém zapisovači. Hodnota svislé deformace výšky vzorku ve smykové krabici byla zjišťována prostým odečtem na ručičkovém úchylkoměru a sloužila zejména ke kontrole konsolidace vzorku, pokud byl tento konsolidován přímo ve smykovém přístroji. Kalibrace snímačů síly byla prováděna speciálním kalibračním přípravkem a ze záznamů mechanického zapisovače byla následně vytvořena odečtová

kalibrační měřítka pro každou smykovou stolicí přístroje. Již v roce 1998 pak byly odstraněny mechanické zapisovače a signály ze snímání síly z jednotlivých snímačů byly zpracovávány PC měřicí kartou a zobrazovány v měřicím software (měřicí karta PCA 1208, měřicí SW ScopeWin96). V dalším období pak byly prováděny prakticky pouze údržbové práce a opravy dílčích částí systému snímání smykových sil souvisejících se zastaráváním měřicí techniky, zejména náhrady měřicích můstek, měřicí karty a řídicího PC.



Legenda: 29 smyková nádoba; 30 nástavec s ozubeným pastorkem; 31 ozubený třmen; 32 přídržná deska na kulovém ložisku; 33 přítlačná deska pro osazení úchylkoměru; 34 ráhno zátěžného závaží; 35 napínací ruční kolo; 36 napínací matice spřažení s tahovou stolicí; 37 průzor na stupnici hodnoty normálového zatížení

Obr. 3: Detail původní konfigurace torzního smykového přístroje

Vlastní torzní smykový přístroj umožňuje plynulou volbu normálového zatížení zkušebních vzorků v rozsahu $0 \div 1,6$ MPa, smykovou sílu lze snímat v rozsahu $0 \div 5$ kN a konstantní rychlost posuvu smyku lze nastavit volitelně v rozsahu 3; 0,3; 0,03; 0,003; 0,0003 $\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$. Přístroj je konstruován pro délku smykové dráhy 40 mm.

Základní rozměrové parametry smykové krabice resp. prostoru pro vložení testovaného vzorku prstencovitého tvaru jsou vnější průměr 93,4 mm, vnitřní průměr 49,9 mm a základní výška prstence 22 mm. Účinná smyková plocha odpovídá velikosti cca 50 cm^2 .

Osazení vzorku do smykové krabice – na čepy smykové nádoby se osadí spodní přítlačná deska a vloží se vnější a vnitřní smykací kroužek. Do vzniklého mezikruží se přetlačí nebo vsype zkoušený vzorek, prsty se jemně přitlačí a horní čelo se nožem zarovná. Přiloží se horní přítlačná deska. Vzorek je tak připraven ke konsolidaci.

Konsolidace zkušebního vzorku se provádí jednak na konsolidačních stolicích, jednak přímo v torzním smykovém přístroji po aplikaci normálových napětí. Po uložení smykových nádob ke konsolidaci se tyto zalijí destilovanou vodou. Příslušná doba konsolidace a rozsah normálových napětí se volí dle testovaného materiálu nebo požadavků zákazníka.

Vlastní smyková zkouška probíhá po ukončení konsolidace, kdy se smykové krabice pomocí pastorku a ozubeného

třmenu spřáhnou s táhly šnekového převodu. Na převodovkách se otočným kolem nastaví požadovaná rychlost smyku. Hlavním vypínačem se zapnou elektrická zařízení smykového přístroje a poté se na ovládacích skříňkách jednotlivých stolic zapnou spínače motorů posunu.

3.0 Rekonstrukce torzního přístroje

Jak již bylo uvedeno v úvodu, podnětem k rekonstrukci torzního přístroje byla zejména finanční náročnost při možném pořízení zcela nového smykového přístroje v minimální konfiguraci 4 stolic, která by několikanásobně převýšila odhad finančních nákladů na provedení rekonstrukce stávajícího torzního přístroje.

Před rekonstrukcí vykazoval torzní smykový přístroj již řadu problematických součástí. U jedné smykové stolicce byl nefunkční hnací motor převodovky resp. převodovka vykazovala nepravidelný chod, takže nebyla již zařazována do měřící série. Projevovala se zároveň určitá nestabilita elektrických obvodů jednotlivých měřících můstků řídicí elektronické ústředny (typ Hottinger), vyvažování a nulování můstků a rovněž dílčí výpadky signálů do USB měřící karty pro zpracování záznamů měřených smykových sil. U jednoho snímače síly pak bylo nutno regulovat vnitřní odpor tenzometrického můstku tak, aby bylo možno vůbec provést nulování a vyvážení měřícího můstku. Často se projevoval též špatný chod elektrických stykačů pro spínání motorů převodovek. Na některých smykových stolicích byl zaznamenán horší chod kluzných nebo kuličkových ložisek pro minimalizaci třecích sil. Celý přístroj vykazoval dále rovněž místní povrchové oprýskání laku a napadení rzi, nejvíce pak v exponovaných částech umístění smykových krabic při jejich plnění vodou. Hlavním problémem pro udržení a plnění podmínek metrologických vlastností přístroje pak byla praktická nemožnost zajistit externí kalibraci jednotlivých snímačů síly, které s celým měřícím řetězcem prakticky nebylo možné bez totální demontáže z přístroje kalibrovat. Tato se prováděla za pomoci speciálního kalibračního přípravku se siloměrným třmenem, který se vkládal do přístroje na místo uložení smykových krabic. Přístroj rovněž nedisponoval možností kontinuálního měření deformace vzorků při smykové zkoušce, ani při konsolidaci. Dostupné byly pouze mechanické ručičkové úchytkoměry.

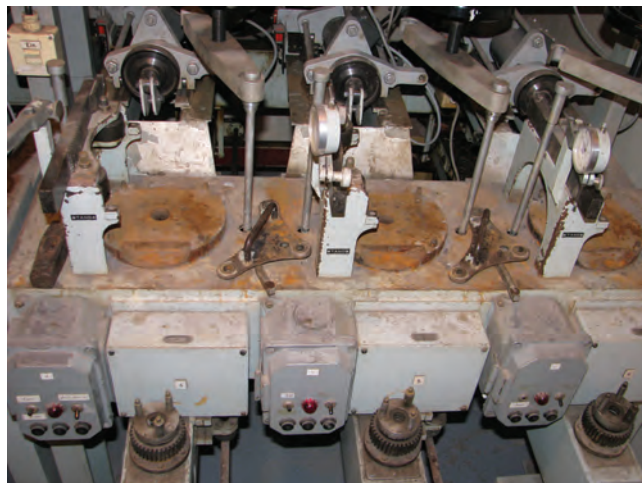


Obr. 4: Celkový stav a konfigurace přístroje před rekonstrukcí

Odstranění všech těchto problémů tak bylo náplní plánované rekonstrukce přístroje.

Stav torzního přístroje před rekonstrukcí dokladuje následující fotografická dokumentace. Hlavní součásti přístroje a stav před rekonstrukcí uvádí **obr. 4**.

Na **obr. 5** je pak detail míst pro uložení smykových krabic, patrně je zejména napadení exponovaných částí rzi a dílčí oprýskání laku jednotlivých částí (základní deska s čepy, pastorek, ozubený třmen, zachycovač reakce apod.)



Obr. 5: Detail míst pro uložení smykových krabic před rekonstrukcí

Na **obr. 6** je pak uvedena sestava měřících ústředn – starší typ Robotron, novější, provozovaná do rekonstrukce, typ Hottinger.

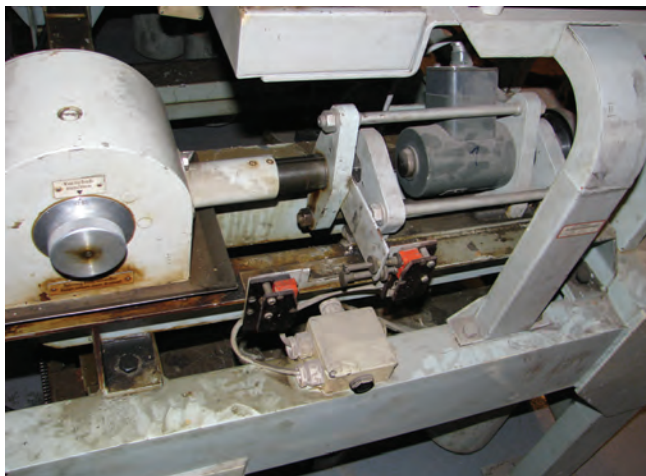


Obr. 6: Měřící ústředny pro přenos signálů snímačů síly

Na **obr. 7** je uveden detail uchycení snímače síly se skrytou kabeláží na pojízdných stolicích spřažených přes šnekový převod do převodovky, patrně jsou rovněž koncové spínače celkového posunu stolic.

V dalším sledu textové a obrazové dokumentace jsou dokladovány provedené úpravy smykového přístroje po rekonstrukci. Na **obr. 8** je celkový pohled na současný stav a konfiguraci přístroje. Patrná je zejména kompletní nová povrchová úprava stroje mimo převodovkové skříň,

miniaturní měřicí ústředna pro zpracování signálů nových snímačů síly a deformace, řídicí PC typu All In One pro úsporu místa.



Obr. 7: Detail pojezdných stolic se snímačem síly a převodovkou



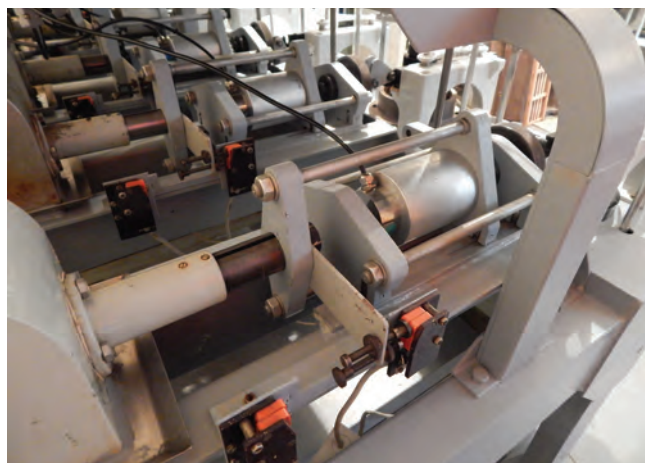
Obr. 8: Celkový stav a konfigurace přístroje po rekonstrukci

Na obr. 9 je uveden detail místa s vloženou smykovou krabicí. Úprava povrchu všech součástí provedena otryskáním a nástřikem speciální tvrdou práškovou barvou. Údržba byla provedena na všech pohyblivých a kluzných částech, instalováno bylo nové uchycení držáků digitálních snímačů deformace.



Obr. 9: Osazená smyková krabice

Staré snímače síly byly nahrazeny novými miniaturizovanými typy o stejném měřicím rozsahu 0 – 5 kN, které byly vyrobeny na zakázku v požadované třídě přesnosti a pro jejich snadnější montáž a demontáž z přístroje pro provedení externí kalibrace nebo mezikalibrační kontroly. Na posuvných stolicích byly opraveny případně vyměněny vodící ložiska pro minimalizaci třecích sil. Detail nového uložení snímače síly s podstavným elementem pro zachování rozměrových charakteristik je uveden na obr. 10.



Obr. 10: Detail pojezdných stolic s novým uchycením snímače síly

V elektrických ovládacích skříňkách pro spouštění tří-fázových motorů posunu smykových stolic byla provedena náhrada starých poruchových stykačů, výměna páčkových spínačů a náhrada původních signalizačních doutnavek 230V za modernější a světelně výraznější LED signálky. Nová měřicí ústředna pro sběr a zpracování signálů snímačů síly a deformace je zpracována na modulárním systému měřicích karet s LAN přenosem měřených dat do řídicího PC. Tato varianta byla zvolena zejména s ohledem na nízkou poruchovost a rovněž vysokou stabilitu přenosu signálu i při dlouhotrvajících zkouškách v řádu dnů až desítek dnů a bezproblémového obnovení činnosti např. při výpadku elektrického proudu. Ovládací software v řídicím PC byl zpracován na platformě univerzálního ovládacího SW Uniprot na základě předložených požadavků k možnostem ovládaní smykového přístroje. Tento SW byl vybrán rovněž pro jeho snadnou modulární úpravu v případě potřeby a rovněž na základě zkušeností s provozovanou další měřicí technikou ve VÚHU, která je tímto SW vybavena (geotechnické lisy, statická zatěžovací deska).

4.0 Kalibrace přístroje

Jak již bylo uvedeno v předchozím textu, až do doby rekonstrukce smykového přístroje nebyla prakticky možná kalibrace snímačů síly externím způsobem (akreditovanou kalibrační laboratoří) a tato byla prováděna pouze za pomoci speciálního kalibračního přípravku s kalibrovaným siloměrným třmenem. Sestava kalibračního přípravku při jeho osazení ke kalibraci do samotného smykového přístroje je uvedena na obr. 11.



Obr. 11: Kalibrační přípravek se siloměrným třmenem

Kalibrační zařízení je vybaveno pastorkem stejné velikosti jako při instalované smykové krabici. Uložení pastorku je na kuličkovém ložisku, rovněž tak ozubená spojovací tyč volně klouže po ložisku. Přes ozubený třmen je spřažené motorické vratné zařízení (saně), které tlačí na siloměrnou hlavu, a je volně pohyblivé v kolejničkách opět přes kuličková ložiska. Tím je minimalizováno tření v pohyblivých segmentech smykového přístroje. Vlastní kalibraci pomocí siloměrného třmenu (v definovaných zatěžovacích stupních) se pro jednotlivé siloměrné hlavy ze všech stolic stanovovaly kalibrační křivky výstupních napětí na vstupu do měřících obvodů měřícího modulu (PC měřící karty). Vlastní kalibrační přípravek byl v minulosti rovněž rekonstruován (byla zesílena jeho konstrukce, přidána opěrná ložiska), protože jeho původní konstrukce způsobovala při vyšších zatěžovacích stupních (cca nad 3,5 kN) boční deformace a docházelo k vychýlení ozubeného třmenu až přeskočení v ozubení ve spojení s pastorkem. Dílčí deformace kalibračního přípravku při vyšším zatížení rovněž způsobovaly určité obtíže při nastavení zvoleného zatěžovacího stupně siloměrného třmenu (složitě udržení konstantní síly otáčením ručního kola).

Jedním z hlavních úkolů prováděné rekonstrukce torzního přístroje tak bylo zajistit jednodušší možnost externí kalibrace. Pro tyto účely bylo inovováno uchycení nových snímačů síly na smykových stolicích pro snadnější vyjmutí z přístroje a rovněž dostatečně dlouhá kabeláž tak,



Obr. 12: Kalibrační zatěžovací rám

aby bylo možné vlastní vyjmutý snímač síly umístit do pořízeného kalibračního zatěžovacího rámu (viz obr. 12).

Zatěžovací rám umožňuje jak elektrické ovládní posunu (zdvihu), tak boční připojení ručním otočným kolem pro nastavení potřebného zatěžovacího stupně při kalibraci snímačů za pomoci siloměrného etalonu

externí kalibrační laboratoře nebo rovněž pro možnost mezikalibrační kontroly kalibrovaným siloměrným třmenem.

Digitální snímače deformace pak mohou být z přístroje demontovány ke kalibraci zcela jednoduše a po jejich externí kalibraci bude překontrolována pouze jejich odezva (zobrazení hodnoty) v ovládacím software torzního smykového přístroje.

Prvotní kalibraci nových snímačů síly a deformace po rekonstrukci torzního přístroje provedla akreditovaná kalibrační laboratoř č. 2230 a ze závěrů a naměřených hodnot odezvy jednotlivých snímačů lze dokladovat, že všechny snímače splňují s dostatečnou rezervou třídu přesnosti 1 (1 %).

5.0 Závěr

Provedená rekonstrukce torzního smykového přístroje používaného ve zkušební laboratoři Výzkumného ústavu pro hnědé uhlí v Mostě splnila plánované cíle obnovy zkušebního zařízení používaného pro zkoušení a hodnocení vlastností testovaných materiálů a výrobků při činnosti Autorizované osoby a Certifikačního orgánu VÚHU a.s. Hlavním cílem, kromě potřebné údržby a oprav dílčích konstrukčních prvků přístroje, bylo zajištění souladu s metrologickými požadavky na tento typ přístrojové techniky a zajištění metrologické návaznosti měřících prvků přístroje bezproblémovou externí kalibrací akreditovanou kalibrační laboratoří.

Literatura:

- [1] ČSN CEN ISO/TS 17892-10 Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemin – Část 10: Křabicová smyková zkouška; duben 2005
- [2] Dokumentation zum Torsionsschergeräte, Bauart Spreetal; VEE BKK Senftenberg vč. překladu do českého jazyka Návod obsluhy torzního smykače

VYJADŘOVÁNÍ PŘESNOSTI MĚŘENÍ VE STROJÍRENSKÉ PRAXI

Doc. Ing. Jiří Pernikář, CSc.

VUT FSI Brno

Ing. Miroslav Pospíšil

ČMI Brno

Anotace

Stále vyšší požadavky na přesnost výroby vyžadují stále vyšší požadavky na přesnost měření při kontrole výroby a výrobků. Výrobci měřidel dodávají na trh stále dokonalejší měřicí systémy, jejichž rozlišitelnost se často udává i v nanometrech. K zajištění přesných a hlavně spolehlivých výsledků měření nestačí jen přesná měřidla. Měřicí zařízení obsahuje měřidla, přídatná zařízení, ale také „instrukce“. To znamená, že k zajištění přesných a spolehlivých výsledků měření je třeba zajistit optimální postup měření a vyhodnocování.

Základní povinnosti uživatelů měřidel určuje zákon č. 505/1990 sb., o metrologii, ve znění pozdějších předpisů a příslušné prováděcí vyhlášky MPO. Pro správné vyjadřování přesnosti měření je nezbytně nutné používání jednotné terminologie. Současně platný mezinárodní slovník termínů v metrologii, označovaný jako VIM 3, převzatý do TNI 01 0115 je velmi podrobný, je koncipován obecně pro všechny oblasti metrologie ve strojírenství, v elektrotechnice, chemii a dalších oblastech. Definice jednotlivých pojmů jsou proto exaktní a přitom obecné. Pro řadové metrologie je náročné chápat jednotlivé definice ve všech souvislostech, což brání potřebnému rozšíření tohoto dokumentu do metrologické praxe. Často je obtížné vyznat se ve vzájemných vazbách mezi zavedenými pojmy a novou terminologií.

Autor proto zpracoval přehled základních termínů, včetně všech souvislostí, doplněných o jejich interpretaci s potřebným komentářem tak jak je aplikován ve výuce na VUT FSI v Brně.

1 Základní pojmy, termíny a definice

Pro začátek je vhodné připomenout se stručným komentářem několik základních definic z VIM 3. První z definic pro účely tohoto příspěvku je definice měření, kterou budeme dále rozvíjet:

měření proces experimentálního získávání jedné nebo více hodnot veličiny, které mohou být důvodně přiřazeny veličině

Výsledkem měření by teoreticky měla být absolutně přesná hodnota, tj. pravá hodnota veličiny:

pravá hodnota veličiny; pravá hodnota; skutečná

hodnota hodnota veličiny, která je ve shodě s definicí veličiny

Pravá hodnota veličiny je nezjistitelná z důvodu neexistence absolutně přesného měřidla a nemožnosti realizovat naprosto ideální podmínky měření. Proto je v praxi nahrazena konvenční hodnotou veličiny:

konvenční hodnota veličiny

hodnota veličiny přiřazená pro daný účel k veličině dohodou

Tato hodnota má základní význam při kalibracích etalonů, kde spolu s nejistotou kalibrace reprezentuje výsledek kalibrace. Získá se zpravidla porovnávací metodou měření dané hodnoty veličiny pomocí etalonu. Konvenční hodnota veličiny (dříve „konvenčně pravá hodnota veličiny“) je taková hodnota, která vyhovuje svou přesností (nejistotou) pro daný účel použití, přičemž tato formulace vysvětluje spojení „přiřazena dohodou“ v definici. V praxi je odhadem pravé hodnoty veličiny a je používána jako referenční hodnota veličiny:

referenční hodnota veličiny; referenční hodnota

hodnota veličiny používaná jako základ pro porovnávání s hodnotami veličin stejného druhu

Při kalibracích se pro porovnávací metodu jako referenční hodnota veličiny používá konvenční hodnota veličiny v jednotlivých kalibračních bodech použitého etalonu. Referenční hodnotou veličiny však mohou být i hodnoty stupnice čárkového měřidla nebo hodnota nastavená na kalibrátoru při kalibracích v elektrotechnice.

Výstupem jakéhokoliv měření při kalibraci nebo měření obecně je:

naměřená hodnota veličiny; naměřená hodnota

hodnota veličiny reprezentující výsledek měření

Naměřenou hodnotou je odečtená hodnota nebo aritmetický průměr ze série měření provedených za podmínek opakovatelnosti. V případě nepřímých měření se jednotlivé hodnoty získají výpočtem ze vstupních veličin. Naměřenou hodnotu lze korigovat odečtením systematické chyby.

Závěrem každého měření je:

výsledek měření

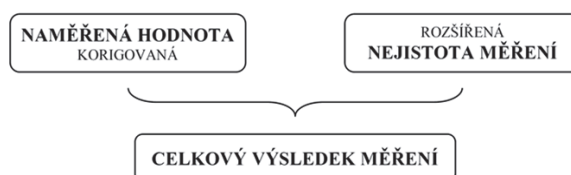
soubor hodnot veličiny přiřazený měřené veličině společně s jakoukoliv další dostupnou relevantní informací

Relevantní informací je zpravidla míněna nejistota měření:

nejistota měření; nejistota

nezáporný parametr charakterizující rozptýlení hodnot veličiny přiřazených k měřené veličině na základě použité informace

Celkový výsledek měření sestává z naměřené hodnoty oproštěné od systematické chyby (tj. korigované naměřené hodnoty) a z nejistoty měření, jak je znázorněno na **obr. 1**.



Obr. 1: Výsledek měření

Poznámka: Je-li Y naměřenou (korigovanou) hodnotou a U výslednou rozšířenou nejistotu měření, pak se hledaná pravá hodnota měřené veličiny bude nacházet s danou pravděpodobností (většinou 95 %) v intervalu $\langle Y - U; Y + U \rangle$.

Druhy nejstot:

Složky nejstoty u se získají buď vyhodnocením nejstoty způsobem A, nebo vyhodnocením nejstoty způsobem B. V praxi se běžně vžil pojem:

- nejstota typu A (u_A) získaná vyhodnocením nejstoty způsobem A z opakovaných měření jako výběrová směrodatná odchylka;
- nejstota typu B (u_B) získaná vyhodnocením nejstoty způsobem B jinými způsoby.

Kombinovaná standardní nejstota u_C je pak kombinací obou výše uvedených nejstot:

$$u_C = \sqrt{u^2 + u_B^2} \tag{1.1}$$

Rozšířená nejstota U :

$$U = k_U \times u_C \tag{1.2}$$

kde k_U je koeficient rozšíření (pokrytí 95%), $k_U = 2$ (nejčastěji, koeficient rozšíření může být i jiný, podle rozložení jednotlivých vlivů).

Vyhodnocení nejstoty způsobem A

Provede se n měření za podmínek opakovatelnosti a z naměřených hodnot se vypočítá u_A jako výběrová směrodatná odchylka aritmetického průměru:

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (x - x_i)^2} = u_A \tag{1.3}$$

$$s_{\bar{x}} = \frac{s_x}{\sqrt{n}} \tag{1.4}$$

kde s_x je směrodatná odchylka

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x - x_i)^2} \tag{1.5}$$

kteřá se snadno zjistí i pomocí kalkulačky nebo počítače.

Minimální počet opakovaných měření $n = 10$. Při menším počtu měření se nejstota vypočte ze vztahu:

$$u_{Ak} = k_s \times u_A \tag{1.6}$$

kde k_s je koeficient, jehož velikost lze odvodit ze Studentova rozdělení při dodržení dalších předpokladů.

Zákon šíření nejstot

Základní otázkou na stanovení postupů určování nejstot v měření je, jak stanovit nejstotu odhadu hodnoty, kteřá je funkcí jiných veličin, jejichž odhady, ale i nejstoty jsou známy.

V případě, že nás zajímá jedna veličina Y (výstupní veličina), kteřá je funkcí m veličin X_1, X_2, \dots, X_m (vstupní ve-

ličiny), kteřých nejstoty, odhady i kovariance jsou známy a jsou ve tvaru:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_m) \tag{1.7}$$

(f je známá funkce), určí se odhad y výstupní veličiny Y ze vztahu:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_m) \tag{1.8}$$

kde

- x_1, x_2, \dots, x_m jsou odhady vstupních veličin X_1, X_2, \dots, X_m ;
- y je odhad výstupní veličiny;
- f známý funkční vztah.

Tento vztah reprezentuje postup měření a metodu stanovení a popisuje, jak jsou hodnoty výstupní veličiny Y stanovovány z hodnot vstupních veličin X_i . Ve většině případů se bude jednat o analytickou funkci. Může se ale jednat i o skupinu funkcí zahrnující korekce a korekční faktory systematických vlivů, a tím o komplikovanější vztah mezi výstupní veličinou a vstupními veličinami, kteřý není zapsán jako jedna explicitní funkce. Dále může být funkce f určena experimentálně nebo může existovat pouze v podobě numericky vyhodnocovaného počítačového algoritmu nebo se může jednat o kombinaci všech výše uvedených možností.

Nejstota odhadu y veličiny Y v případě, že odhady x_1, x_2, \dots, x_m jsou nekorelované, se určí ze vztahu:

$$u(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^m A_i^2 \times u^2(x_i)} \tag{1.9}$$

kde

- $u(x_i)$ jsou jednotlivé složky nejstot vstupních veličin;
- A_i je koeficient citlivosti (převodu) příslušného zdroje nejstoty, kteřý je znám, popř. se určí jako parciální derivace funkce f podle příslušné vstupní veličiny x_i .

Pro koeficienty A_i platí

$$A_i = \frac{\partial f}{\partial x_i} = \left. \frac{\partial f}{\partial X_i} \right|_{X_1=x_1, \dots, X_N=x_N} \tag{1.10}$$

V případě, že odhady x_1, x_2, \dots, x_m jsou korelované, musí se uvažovat i kovariance mezi jednotlivými odhady, kteřé tvoří další složky výsledné nejstoty.

Postup při vyhodnocování nejstot způsobem B

- 1) Vytipují se možné zdroje nejstot Z_1, Z_2, \dots, Z_n ,
- 2) určí se složky nejstoty typu B u_{BZj} každého zdroje nejstot (převzetím hodnot z technické dokumentace/ kalibračních listů, technických norem, údajů výrobce atd. nebo odhadem).

Postup:

- odhadne se maximální rozsah změn $\pm z_{\max}$ (např. od měřené hodnoty). Velikost z_{\max} se volí tak, aby její překročení bylo málo pravděpodobné,
- uváží se, které rozdělení pravděpodobnosti nejlépe vystihuje výskyt hodnot v intervalu $\pm z_{\max}$ a z tabulky rozdělení pravděpodobnosti se odečte konstanta K .

- je-li pravděpodobnost výskytu hodnot v okolí středu intervalu vyšší než výskyt hodnot v krajním intervalu, použije se normální rozdělení. V případě, že rozdělení pravděpodobností odchylek v intervalu $\pm z_{\max}$ je přibližně stejné nebo je není možné zodpovědně posoudit, předpokládá se stejná hodnota pravděpodobnosti pro všechny odchylky, tzn. volí se rovnoměrné rozdělení.
- určí se nejistoty typu B z jednotlivých zdrojů Z_j ze vztahu:

$$u_{B_i} = \frac{z_{\max}}{K} \quad 1.11$$

kde K se zvolí dle typu rozdělení (hustoty pravděpodobnosti) z **tabulky 2**. Celková nejistota typu B je dána:

$$u(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^m A_i^2 \times u^2(x_i)}$$

Možné zdroje nejistoty u_{B_i} jsou závislé především na měřené veličině a použitém měřicím systémem a vlivech okolního prostředí.

Například pro měření délek je nutno počítat zejména s následujícími vlivy:

- chyby měřidla,
- tepelné deformace v důsledku tepelné roztažnosti,
- pružné deformace,
- chyby v dotyku,
- vliv operátora.

Vlivy vázané na použité přístroje, etalony a vybavení:

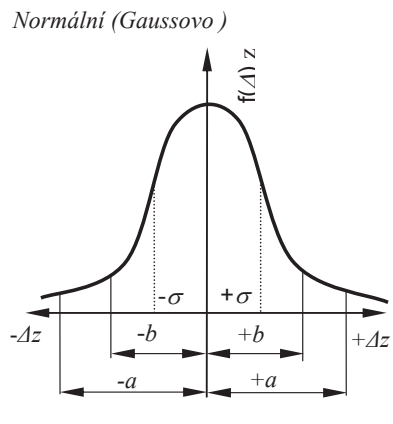
- nejistoty kalibrace,
- stabilita (časová specifikace) přístrojů,
- rozlišitelnost/rozlišení odečtu z přístrojů
- specifikace výměnných částí přístrojů.

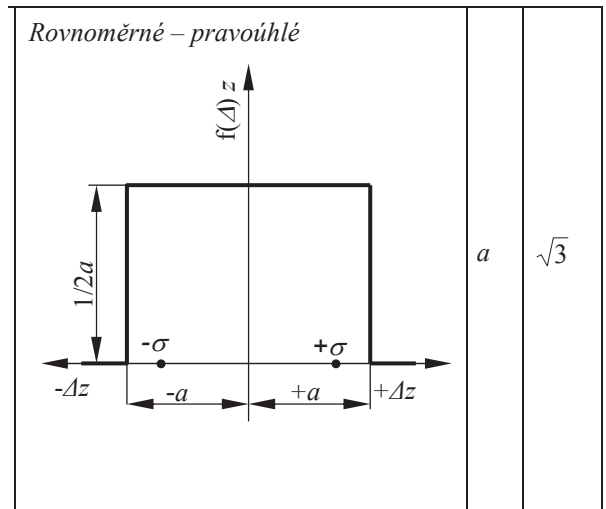
Vlivy okolního prostředí a jejich změny:

- tlak, změna tlaku,
- relativní vlhkost,
- teplota okolí,
- elektrické pole, případně i magnetické pole
- osvětlení, příp. jeho frekvence a tepelné vyzařování.

Při měření délek se vyskytují nejčastěji rozdělení normální nebo rovnoměrná.

Tabulka 2: Určování koeficientu K podle druhu rozdělení

Normální (Gaussovo)	a	3
	b	2
	$b = \frac{a}{2}$	~2,19
	$b = \frac{2a}{3}$	~2,04



2 Základní pojmy matematické statistiky

Při vyjadřování přesnosti měření je nezbytně nutné vycházet z opakovaných měření provedených za specifických podmínek. Vyhodnocování naměřených hodnot se provádí metodami matematické statistiky, které garantují spolehlivost výsledku měření. Obecně platí, že konečný výsledek je tím přesnější, čím je počet naměřených hodnot větší. Nelze ovšem mechanicky zvyšovat počet měření, neboť při porušení podmínek měření se naopak přesnost snižuje. Statistika je exaktní věda, která pro metrology v praxi není často dostatečně srozumitelná. Na druhé straně je dostatek statistiků, kteří jsou schopni řešit i náročné vědecké problémy, ale neznají technické problémy spojené s měřením.

Proto je důležité, aby metrologové v praxi ovládali základní principy matematické statistiky a dovedli je správně aplikovat při výpočtu chyb měření, korekce, opakovatelnosti měření a hlavně nejistoty měření. V případě teoreticky složitějších problémů může metrolog komunikovat se statistikem, což v případě, když o statistice neví nic, je velmi problematické.

Druhá kapitola definuje základní pojmy matematické statistiky nezbytné pro pochopení definic metrologického slovníku srozumitelně a jednoduše, aby byla přístupná metrologům v praxi.

Tato kapitola v žádném případě nemůže nahradit základy matematické statistiky. Pro porozumění dalšímu textu postačí znalost středoškolského učiva.

2.1 Základní operace se statistickými soubory

Statistika zkoumá jevy a procesy, které mají hromadný charakter. **Základní soubor** obsahuje velké až nekonečné množství objektů (osoby, výrobky, naměřené hodnoty, atd.). U zkoumaných objektů (jednotek) se sledují **statistické znaky** (rozměry, hmotnosti, ...).

Podstata statistického zkoumání spočívá v tom, že informace o statistickém souboru se nezjišťují u všech jeho jednotek, ale u některých, které jsou získány tzv. **náhodným výběrem**. Výběry se dělí na:

- malé – rozsah výběru do 30 až 50 jednotek,
- velké – rozsah až tisíce jednotek.

Při vyhodnocování parametrů přesnosti měření se využívají jen malé výběry.

Správné výsledky statistických rozborů se dosáhnou pouze v případě náhodnosti výběru (každý prvek má stejnou pravděpodobnost že bude vybrán) a všechny vybrané prvky pochází z jednoho souboru.

Postup zpracování dat:

1. Získané údaje (například naměřené hodnoty za podmínek opakovatelnosti) se roztrídí do skupinového rozdělení četnosti.
2. Vypočtou se statistické charakteristiky.

2.2 Teoretická rozdělení náhodné veličiny

Náhodná veličina je takovou proměnnou, pro kterou nelze u daného prvku na základě určité zákonitosti předem stanovit její konkrétní hodnotu. Musí se však rozlišovat případy, kdy náhodná veličina může nabýt jakékoli hodnoty v určitém intervalu (tělesná výška, výsledek měření atd.) a kdy nikoli; například při házení kostkou nemůže padnout 2,8, ale pouze 1; 2; ...; 6.

V prvním případě mluvíme o **spojité**, v druhém o **nespojité** (diskrétní) **náhodné veličině**.

Základní informací o sledované náhodné veličině je tzv. **rozdělení četností**, které udává **histogram četnosti**. U diskrétní náhodné veličiny sledujeme absolutní a relativní četnosti jednotlivých hodnot. U spojité náhodné veličiny se pole rozptylu rozdělí na 10 až 14 tříd, pro které vyhodnocujeme třídní četnosti.

V definici přesnosti měření je termín „**pravá hodnota**“ měřené veličiny. Je to hodnota skutečná, která by byla získána naprosto přesným (perfektním) měřením. Pravé hodnoty jsou neurčitěho charakteru, v podstatě je nelze určit. Výsledek měření se této hodnotě pouze blíží.

Proto výsledek měření musí obsahovat mimo naměřené hodnoty i informaci o její přesnosti. Přesnost měření vyjadřuje nejistota měření, která definuje interval, symetrický kolem naměřené hodnoty, ve kterém s danou pravděpodobností leží hledaná pravá (skutečná) hodnota veličiny.

K získání informace o nejistotě měření nestačí provést pouze jedno měření. Měření se opakuje za stejných podmínek (podmínek opakovatelnosti) vícekrát, čímž se získá soubor hodnot, tzv. **výběrový soubor**, který vypovídá o základním souboru, ze kterého byl odvozen (v tomto případě se jedná o soubor s nekonečně velkým počtem hodnot).

Statistický soubor (základní) má v podstatě dvě základní charakteristiky, které nás zajímají:

- střední hodnotu (průměr)
- rozptýlení - variabilitu

Tyto hodnoty nelze zjistit, proto z výběrového souboru vypočítáme odhad těchto parametrů.

2.3 Odhad střední hodnoty

Při statistické interpretaci výsledků měření se setkáváme nejčastěji se třemi typy odhadů středních hodnot:

1. aritmetický průměr (jednotlivé hodnoty se sečtou a dělí se jejich počtem);

2. modus (nejčtenější hodnota);
3. medián (prostřední hodnota z naměřených hodnot seřazených podle velikosti).

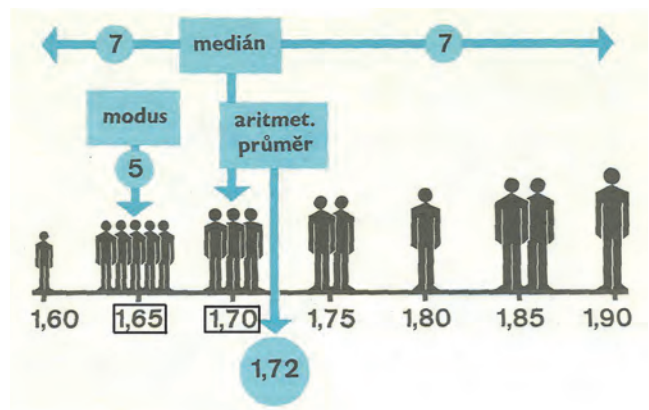
Harmonický a geometrický průměr se v metrologii používá zřídka.

Aritmetický průměr se používá nejčastěji, má ale nevýhodu, že zvláště při malém počtu hodnot, je silně ovlivnitelný ojedinělými extrémními hodnotami.

Modus se používá například tehdy, když je nutné se rozhodnout, kterou hodnotu odečíst, když je ukazatel uprostřed mezi ryskami stupnice. Měření se opakuje a nejčtenější poloha se odečte.

Medián se používá méně jak aritmetický průměr, není však tak choulostivý na výskyt extrémních hodnot.

Vztah mezi jednotlivými odhady středních hodnot je na obr. 2.1.



Obr. 2.1: Vztah mezi jednotlivými odhady střední hodnoty

2.4 Rozptýlení hodnot

Informace o střední hodnotě souboru sledovaných hodnot musí být doplněna o parametr rozptylu kolem střední hodnoty.

Jednoduchým parametrem je tzv. **rozpětí**

$$R = x_{\max} - x_{\min} \tag{2.1}$$

Nevýhodou tohoto parametru je, že neříká nic o tom, jak jsou jednotlivé hodnoty rozptýleny kolem průměru. Je velmi citlivý na extrémní hodnoty.

Přesnějším parametrem, který ve spojení s průměrem umožňuje dobrý přehled o rozdělení jednotlivých hodnot, je: **směrodatná odchylka** s případně **rozptyl** s^2 .

Směrodatná odchylka je mírou rozptylu, která je úměrná střední vzdálenosti jednotlivých hodnot od aritmetického průměru.

Použité vztahy:

aritmetický průměr:
$$x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \tag{2.2}$$

směrodatná odchylka:
$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \tag{2.3}$$

Směrodatnou odchylku není nutné počítat, zjistí se jednoduše pomocí kalkulačky, nebo některého statistického programu v počítači.

Význam a výpočet směrodatné odchylky lze vysvětlit na jednoduchém příkladě dvou souborů hodnot.

Tabulka 2.1: Příklady statistických výběrů

výběr	i	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1.	1	7	-1	1
	2	8	0	0
	3	9	1	1
	Σ	24	0	2
	\bar{x}_1	8		
výběr	i	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
2.	1	1	-7	49
	2	10	2	4
	3	13	5	25
	Σ	24	0	78
	\bar{x}_2	8		

Jsou dva statistické výběry hodnot. První má hodnoty x_i 7, 8, 9, druhý 1, 10, 13.

Pro oba je odhad střední hodnoty $\bar{x} = 8$
 a odhad směrodatných odchylek je $s_1 = 0,82$
 $s_2 = 5,1$

Tyto hodnoty lze interpretovat tak, že v prvním případě se většina čísel odchyluje od střední hodnoty o méně než 1 (leží v intervalu 7 a 9), ve druhém případě o více jak 5 (leží v intervalu 3 a 13).

Ve druhém případě průměr 8 vzhledem k velkému rozptylu není charakteristický.

S velkou pravděpodobností byly seskupeny úplně nesterjnorodé množiny čísel.

Stejnorodost množiny údajů vyjadřuje tzv. variační koeficient

$$V = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100 \quad [\%] \quad 2.4$$

Pro uvedené případy jsou hodnoty variačních koeficientů následující:

$$V_1 = \frac{0,82}{8} \cdot 100 = 10,2 \%$$

$$V_2 = \frac{5,1}{8} \cdot 100 = 63,5 \%$$

Podle orientačního pravidla prozrazuje variační koeficient vyšší než 50% silnou „nesourodost statistického souboru“. Použití aritmetického průměru je v tomto případě stěží oprávněné.

Pokud tento případ nastane při vyhodnocování série měření, jsou výsledky nevěrohodné. Může to být způsobeno například tím, že se v průběhu měření změnila podmínky. **Měření se musí opakovat.**

Příklad zpracování dat

Na soustružnickém poloautomatu se vyrábí válečky o jmenovitém průměru 25 mm. Z vyrobené dávky bylo vybráno náhodným výběrem 20 kusů a rozdílovým způsobem pomocí číselníkového úchylkoměru byly změřeny úchytky od jmenovité hodnoty:

-0,03; -0,05; -0,19; +0,15; -0,04; 0; 0,06; +0,25; -0,12; 0,02; -0,10; 0,12; 0; 0,11; -0,08; 0,02; -0,15; -0,04; 0,05; 0,08.

Naměřené hodnoty se rozdělí do deseti tříd a nakreslí se histogram četnosti a vypočtou základní statistické parametry.

Největší úchytky $x_{\max} = 0,25$
 Nejmenší úchytky $x_{\min} = -0,19$
 Rozpětí $R = x_{\max} - x_{\min} = 0,44 \text{ mm}$

Aritmetický průměr $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = 0,003 \text{ mm}$

Směrodatná odchylka $s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = 0,10776 \text{ mm}$

Variační koeficient V nemá v tomto případě vypovídací hodnotu, neboť přibližně polovina hodnot je kladných a polovina záporných.

Rozdělení hodnot do tříd

Třída	Rozsah	Četnost třídy	Histogram četnosti
1	-0,21 až -0,16	1	X
2	-0,16 až -0,11	2	X X
3	-0,11 až -0,06	2	X X
4	-0,06 až -0,01	3	X X X
5	-0,01 až 0,04	5	X X X X X
6	0,04 až 0,09	3	X X X
7	0,09 až 0,14	2	X X
8	0,14 až 0,19	1	X
9	0,19 až 0,24	0	
10	0,24 až 0,29	1	X
Σ		20	
\bar{x}	0,003		

Jednoduchý histogram četnosti v tabulce má přibližný tvar jako frekvenční funkce (hustota pravděpodobnosti) normálního rozdělení. Podobnost je tím větší, čím je větší počet hodnot. Předvedený postup, uvedený pro názornost, se dnes již nepoužívá. Potřebné statistické parametry a diagramy vyhodnotí počítač na základě vstupních údajů.

3 Chyby měření a jejich eliminace

Pro začátek je vhodné opět připomenout se stručným komentářem několik základních definic chyb.

chyba měření; chyba

naměřená hodnota veličiny minus referenční hodnota veličiny

Vyjádřeno matematicky

$$\Delta = x_m - x_p, \quad 3.1$$

kde x_m je naměřená hodnota veličiny a x_p je referenční hodnota veličiny. Tento vztah je v praxi v případě nepozornosti pracovníků zdrojem pochybení, kdy záměnou pořadí členů se změní znaménko a při následné korekci chyby dojde naopak k jejímu zdvojnásobení.

Chyba měření je často vyjadřována jako relativní, jako podíl chyby měření a referenční hodnoty měřené veličiny. Udává se zpravidla v procentech. Tento způsob je často používán při stanovení největších dovolených chyb měřidel nebo k vyjádření třídy přesnosti měřidla.

Chyba měření vzniká z různých zdrojů nepřesností při měření a obecně se má za to, že obsahuje náhodnou a systematickou složku. Chyba měření jediné naměřené hodnoty již není dále rozdělována, neboť u jediného měření nelze zcela dobře rozlišit **systematické** a **náhodné vlivy**. Vedle toho je sice chyba měření vyčíslitelná, ale její hodnota není zcela přesná a její přesnost je přímo úměrná přesnosti referenční hodnoty veličiny, kterou může být naměřená hodnota etalonu s dostatečně malou nejistotou měření nebo konvenční hodnota veličiny.

Celková chyba měření se skládá ze složky systematické a náhodné.

systematická chyba měření, systematická chyba

složka **chyby měření**, která v opakovaných **měřeních** zůstává konstantní nebo se mění předvídatelným způsobem

Z definice systematické chyby měření vyplývá, že v opakovaných **měřeních** zůstává konstantní nebo se mění předvídatelným způsobem, např. konstantní chyba z kalibrace + chyba způsobená konstantní pracovní teplotou odlišnou od referenční teploty. Je-li provedeno n opakovaných měření, pak jejich průměrná hodnota může být vždy korigována na systematickou chybu.

náhodná chyba měření, náhodná chyba

složka **chyby měření**, která se v opakovaných **měřeních** mění nepředvídatelným způsobem

Náhodné chyby vznikají z nepředvídatelných nebo časově náhodných a prostorových variací ovlivňujících veličin. Vliv takových variací, dále označených jako **náhodné vlivy**, způsobuje vznik variací při opakovaných měřeních. Přestože není možné kompenzovat náhodnou chybu naměřené hodnoty, může být snížena zvýšením počtu měření.

Náhodné chyby měření souboru opakovaných měření vytvářejí rozdělení, které může být celkově popsáno očekávanou střední hodnotou, o níž se obecně předpokládá, že je nulová, a jeho rozptylem.

Systematická chyba se eliminuje pomocí korekce, která se přičte k nekorigovanému výsledku měření. Korekce má hodnotu

Náhodnou chybu nelze eliminovat a u jednoho měření může nabývat hodnot maximálně $\pm 3s$ (směrodatné odchylny). Snížit ji lze tak, že měření se opakuje n -krát za podmínek opakovatelnosti a jako výsledek měření se vypočte aritmetický průměr \bar{x} .

Výběrová směrodatná odchylnka aritmetického průměru je:

$$s_{\bar{x}} = \frac{S_x}{\sqrt{n}}$$

To znamená, že když se například měření opakuje 4krát, směrodatná odchylnka a tím i největší hodnota náhodné chyby se zmenší 2krát.

4 Přesnost měření

Základním pojmem je přesnost měření:

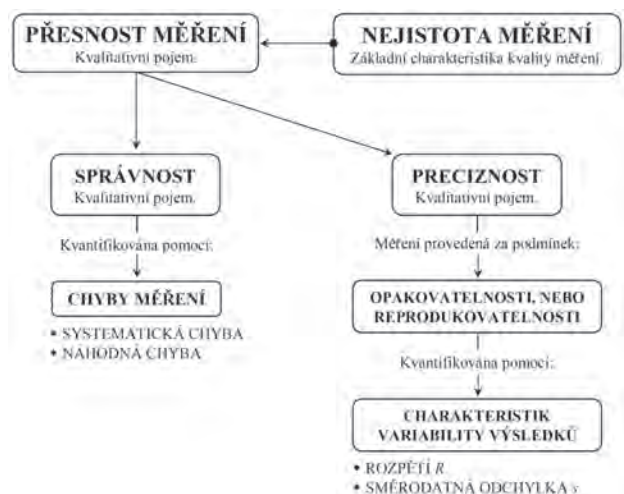
přesnost měření; přesnost

těsnost shody mezi naměřenou hodnotou veličiny a pravou hodnotou měřené veličiny

Pojem „přesnost měření“ není veličinou, nelze ji měřit a vyjádřit **číslnou hodnotou veličiny**. To vychází ze samotné definice, kde se hovoří o shodě s pravou hodnotou veličiny, která, jak již bylo vysvětleno nemá známou hodnotu a proto nelze přesnost měření vyčíslit jako rozdíl hodnot. Naopak lze vyčíslit chybu měření, definovanou jako rozdíl naměřené a referenční hodnoty veličiny. Pak může být **měření** prohlášeno za přesnější, když nabízí menší **chybu měření**.

Při vyhodnocování přesnosti měření se kvantifikují dvě základní charakteristiky:

1. Odhad průměru (střední hodnoty, polohy), - správnost (pravdivost)
2. Odhad variability (rozptylu) – preciznost



Obr. 4.1: Charakteristiky přesnosti měření

pravdivost měření (VIM), správnost měření, pravdivost

těsnost shody mezi aritmetickým průměrem nekonečného počtu opakovaných naměřených hodnot veličiny a referenční hodnotou veličiny

Tato definice se nedá samozřejmě kvantifikovat. Jedná se prakticky o systematickou chybu měření. V metrologické

praxi se tato charakteristika nazývá **strannost**. Systematická chyba se eliminuje pomocí korekce. Korekce má hodnotu systematické chyby s opačným znaménkem.

preciznost měření, preciznost

těsnost shody mezi indikacemi nebo naměřenými hodnotami veličiny získanými opakovanými měřeními na stejném objektu nebo na podobných objektech za specifikovaných podmínek (VIM)

Preciznost se kvantifikuje pomocí charakteristik variability (rozptylu).

Pro tyto účely se používá:

$$\text{Rozpětí} \quad R = x_{\max} - x_{\min} \quad 3.2$$

$$\text{Směrodatná odchylka} \quad s_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad 3.3$$

Vždy musí být uvedeno, o jaký parametr se jedná!

Podle specifikovaných podmínek se rozeznává:

- Preciznost za podmínek opakovatelnosti (dříve opakovatelnost)
- Preciznost za podmínek reprodukovatelnosti (dříve reprodukovatelnost)
- Mezilehlá preciznost

Poznámka: podmínky mezilehlé preciznosti měření se ve strojírenství nepoužívají.

Podmínky opakovatelnosti měření:

- stejný postup měření,
- stejný obslužný personál,
- stejný měřicí systém,
- stejné pracovní podmínky a stejné místo měření,
- opakování měření na stejném nebo podobných objektech v krátkém časovém úseku.

Podmínky reprodukovatelnosti měření vychází z podmínek opakovatelnosti, ve kterých je změněna minimálně jedna podmínka, tj.:

- různé postupy měření,
 - různý obslužný personál,
 - různý měřicí systém,
 - různá místa měření,
 - opakování měření na stejném nebo podobných objektech.
- Hodnocení preciznosti měření za podmínek reprodukovatelnosti je ale možné pouze pro srovnatelné měřicí systémy.

Závěr

Neustále se zvyšující přesnost výroby vyžaduje o to vyšší nároky na přesnost měřících a kontrolních procesů. Rozlišitelnost je pouze orientační parametr přesnosti měřidel. Každý výsledek měření musí obsahovat spolehlivou informaci o přesnosti, která se získá z opakovaných měření za specifických podmínek metodami matematické statistiky. Proto je prakticky nezbytné, aby metrologové v praxi zvládli alespoň základní statistické pojmy a postupy a dovedli je správně aplikovat při vyjadřování výsledků měření. Statistické literatury je více než dost, bohužel pro většinu praktiků je těžko srozumitelná. Proto byli autoři vedeni snahou vysvětlit nezbytné pojmy pokud možno co nejsrozumitelnějším způsobem.

Literatura

- [1] TNI 01 0115 Mezinárodní metrologický slovník – Základní a všeobecné pojmy a přidružené termíny (VIM)
- [2] PERNIKÁŘ, J. – TYKAL, M.: Strojírenská Jakost metrologie II, akademické nakladatelství CERM, s.r.o., Brno 2006. 180 s., ISBN 80-214-3338-8
- [3] KARPÍŠEK, Z.: Matematika IV – Statistika a pravděpodobnost, 170 s. VUT-FSI Brno 2007 ISBN 978-80-214-3380-9
- [4] SWOBODA, H.: Moderní statistika Nakladatelství Svoboda Praha 1977, 352 s.



Program rozvoje metrologie pro metrologickou praxi

V rámci Programu rozvoje metrologie (PRM) Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ) byly vedle výzkumných a vývojových úkolů řešeny také úkoly, které mají napomáhat metrologům nebo uživatelům měřidel v praxi.

Na webových stránkách ÚNMZ na adrese <http://www.unmz.cz/urad/vystupy-z-programu-rozvoje-metrologie> jsou pro technickou veřejnost zpřístupněny některé výstupy, z nichž upozorňujeme na příručku pro použití elektronických vah, ale také do češtiny přeložené návodové dokumenty OIML, WELMEC a mnoho dalších zajímavých zpráv z řešení rozvojových úkolů v různých oborech metrologie. Například:

- **Praktická příručka pro použití elektronických vah**
- **Překlady návodových dokumentů WELMEC**
- **Praxe kalibračních laboratoří**
- **Metrologie v chemii**

Tyto dokumenty jsou NEPRODEJNÉ. Jsou určené pro technickou veřejnost, nesmějí však být využity ke komerčním účelům nebo úplatně či bezúplatně šířeny a jinak distribuovány bez vědomí ÚNMZ. Více informací na webu ÚNMZ.

PRVNÍ ČÁST PRACÍ NA REVIZI NORMY ISO/IEC 17025

Doc. Ing. Jiří Horský, CSc.

Náklady na měření a vážení v dnešní Evropě představují plných 6 % celkového hrubého národního produktu. Měření a metrologie se staly přirozenou součástí našeho každodenního života. Organizace činností kalibračních a zkušebních laboratoří je popsána v celosvětově široce používané normě ISO/IEC 17025. Proto je tato norma velmi důležitá. U nás se jí řídí kolem 500 akreditovaných laboratoří a několikánásobek laboratoří neakreditovaných.

Jak to vše vzniklo ?

V době 2. světové války bylo potřeba dát laboratořím v Austrálii návod k udržení jakosti, nutné pro vojenskou výrobu. Nejzajímavější osobností, která položila základy systému akreditace, byl Sir John Percival Madsen (1879–1969), elektroinženýr, hlavní iniciátor vzniku systému a Gerald Lightfoot, patentář a normalizátor a Rayner Heblewhite, voják. Ti popsali celou dnes používanou technickou část, v jejich popisu chyběly jen pokyny pro úpravu certifikátů. První subjekty, zřízené podle zkušeností z druhé světové války byly akreditovány organizací NATA v Austrálii (1947) a dále TELARC na Novém Zélandu (1973). Pak podle tohoto modelu v roce 1968 vznikl British calibration service, transformovaný roku 1985 do Namas (a nyní UKAS) ve Velké Británii, FINAS ve Finsku a DANAK v Dánsku, a následně rychle řada dalších, včetně ČIA a systém se stal celosvětovým.

Akreditace se tedy vyvinula ze systému pověřených laboratoří, zřízeném v Austrálii v roce 1940. Zásady, později formulované v ISO Guide 25: 1978, se v Evropě využívaly pro začátky akreditace podle EN 45001 a v Americe podle podobné normy ANSI/ NCSL Z540.1-1994 (která byla ovlivněna i vojenskou normou MIL STD 45662). První vydání (1999) mezinárodní normy ISO/IEC 17025:1999 bylo vytvořeno jako výsledek rozsáhlých zkušeností při provádění ISO/IEC Guide 25 a EN 45001, které obě nahradila. Obsahovalo už všechny požadavky, které zkušební a kalibrační laboratoře mají splňovat, pokud chtějí prokázat, že provozují systém řízení, jsou technicky kompetentní, a jsou schopny generovat technicky platné výsledky.

Diskutované oblasti k revizi

ILAC na Valném shromáždění v říjnu 2013 otevřel otázku, zda komplexně revidovat ISO/IEC 17025:2005. K tomu byly provedeny průzkumy a pro revizi bylo 84 % členů ILAC. Výkonný výbor ILAC proto zahájil práce na přípravě nové pracovní položky návrhu k revizi normy ISO/IEC 17025. Pokud bude úspěšný, přinese revizi normy ISO/IEC 17025 s plánovanou dobou zveřejnění začátkem roku 2017.

V technické části platná norma ISO/IEC 17025 shrnuje zkušenosti za více než 60 let (začátek byl v roce 1940 v Austrálii). Proto v technické části mohou změny reflektovat jen změny stavu techniky (elektronizace, internet, počítače).

Více upřesnění bylo možné zavést ve vztahových otázkách, jako je nestrannost, důvěrnost, subdodávky, externí služby, práce mimo stálé prostory atd.

Pracovní skupina CASCO WG 44 má podle plánu publikovaného v únoru 2015 rozpracovanou revizi normy v termínech:

2015

Postupně byly zpracovány už tři návrhy, WD1, WD2, CD1. Rok 2015 probíhá interně, v rámci pracovní skupiny CASCO WG 44. Lhůta pro poskytování připomínek prostřednictvím národních normalizačních orgánů je 24. listopadu.

2016

V polovině února bude schůzka pro přípravu (Draft International Standard) DIS. Očekávaný DIS bude otevřený k veřejné diskusi a připomínkám. V září je plánována 5. přípravná schůzka pro publikaci (možnost FDIS). Na říjen je plánována příprava vydání IS a korekce. Zda DIS bude zveřejněna v dubnu příštího roku, nebo CD 2, to není úplně dosud jasné. Pokud existuje příliš mnoho změn, s největší pravděpodobností bude asi CD 2 zveřejněn před DIS.

2017

Plánováno je zavádění do praxe, přechodné období; stará i nová norma budou existovat vedle sebe. Akreditace podle starého vydání vyprší a obnoví se jen pro nové vydání.

Třetí vydání zruší a nahrazuje druhé vydání (ISO/IEC 17025: 2005).

Mezinárodní norma ISO/IEC 17025 v návrhu revize se zabývá jen požadavky na technickou způsobilost, které nejsou pokryty ISO 9001. Nová norma je použitelná pro všechny organizace provádějící zkoušky a/nebo kalibrace. Patří mezi ně laboratoře s různou úrovní nezávislosti, tedy i laboratoře, kde zkoušení a/nebo kalibrace je součástí inspekce a certifikace výrobků.

Mezinárodní norma je použitelná pro všechny laboratoře bez ohledu na počet pracovníků nebo rozsahu působnosti zkoušení a/nebo kalibrace. Když laboratoř neprovádí jednu nebo více činností spadajících do této mezinárodní normy, jako je například odebrání vzorků a design/vývoj nových metod, požadavky těchto ustanovení neplatí.

Současný stav

Je publikován CD 1 ISO/IEC 17025. Nová norma je kompletně přestavěna a jinak číslována. Přibyly některé kapitoly, jako například:

Nestrannost

Důvěrnost

Stížnosti

Podrobněji jsou rozvedeny a jinde zařazeny kapitoly:

Externě poskytované produkty a služby

Subdodávky

Nákup služeb a dodávek

Něco je podrobněji uvedeno v některých bodech, například že: pracovníci musí porozumět významu odchylek zjištěných s ohledem na obvyklé laboratorní činnosti. Kalibrační laboratoře, nebo zkušební laboratoře provádějící vlastní kalibrace, musí mít a uplatnit postup pro odhad nejistoty měření pro všechny kalibrace a typy kalibrací. Vnitřní aktivity zajišťování kvality zahrnují i intra-laboratorní porovnání (organizované v rámci laboratoře, nebo v rámci skupiny laboratoří, které jsou součástí větší organizace). Externí činnosti zajišťování kvality má navíc bod c) účast na auditech měření.

Požadavky na řízení se přesunuly ze začátku na konec normy. Management může mít dvě varianty (Varianta A jednodušší a varianta B pro organizace, které mají systém ISO 9000). CMC bylo uvedeno jen v návrhu revize normy ISO/IEC 17025:2005, do konečné revize se už nedostalo a zůstává jen v dokumentech ILAC do kterých se přestěhovalo i po revizi z EA4/02.

Dílčí shrnutí

Nyní je publikován první návrh komise ISO CASCO pracovní skupiny 44 CD1. Návrh ISO/IEC 17025 se výrazně změnil a zkrátil. Návrh má stejnou strukturu resp. obsah jako všechny nové normy řady ISO/IEC 17000 (Posuzování shody). Je to velká změna. Pokud jde o „Požadavky na řízení“, v revizi jsou nyní dvě možnosti. Je tam záměr, že pokud splníte ISO/IEC 17025, laboratoře také splňují základní požadavky z ISO 9001. Celý návrh je trochu kratší, než je aktuální 17025. Některá doporučení, příklady, poznámky atd. byly odstraněny. Všechny poznámky z aktuálního znění, které představují více či méně požadavky byly převedeny do běžného textu. Zde byl záměr snížit co nejvíce počet poznámek. V zásadě tam byl i záměr zahrnout dokumenty ILAC P9, ILAC P10 a ILAC P14, ale, protože tyto dokumenty jsou poměrně dlouhé, byly převzaty jen základní věci. Zdá se, že existují nejméně dva důvody, proč

to bylo učiněno. Na jedné straně u normy ISO/IEC 17025 by došlo k rozšíření a na druhé straně ISO/IEC 17025 platí pouze pro akreditované laboratoře. Existuje mnoho laboratoří po celém světě, které splňují respektive by chtěly pracovat v souladu s touto normou, ale nechtějí se stát akreditovanými. Otevřely se tím možnosti pro ILAC, aby vše, co chtějí mít dát do dokumentů politik a stát se nějakým způsobem nezávislými na normách ISO/IEC.

Kapitola týkající se návaznosti byla zkrácena nejvíce. V zásadě teď existuje pouze požadavek na nepřerušovaný řetězec návaznost na SI. Kromě toho je uvedena informativní příloha A, která dává mnohem více informací, ale není to povinné. V každém výskytu pojmu „zkušebních a kalibračních laboratoří“ v aktuální verzi je nyní jen termín „laboratoře (s několika výjimkami)“. V revidované normě se používá termín „zařízení“. Termín „měřicí zařízení“ se používá pouze ve zvláštních případech. Zdá se, že zařízení zahrnuje veškeré měřicí vybavení od jednoduchých měřidel až po etalony podle nejvyšších národních norem měření.

Závěr:

- Norma je celá přestavěná.
- Vyžádá si novou příručku.
- Technická část se mění minimálně.
- Norma je o něco stručnější.
- Má logičtější skladbu.

Text normy se může ještě podstatně měnit, ale obsah a smysl se budou měnit už málo. Dokud nebude norma v definitivní formě zavedena a přeložena, není třeba žádných opatření; pokud se ale laboratoř připravuje k akreditaci nebo reakreditaci, je velmi vhodné se informovat a reagovat i na požadavky, které budou v revidované normě. CD1 ISO/IEC 17025 ještě zdaleka není konečný stav normy, ale ukazuje, že v technické části zůstávají i v novém návrhu v platnosti všechny podstatné části ze stávající normy a že nepřibudou nové podstatné technické požadavky.



Změny vyvolané směrnicí EP a Rady 2014/31/EU – váhy s neautomatickou činností

V současné době je již platná *směrnice 2014/31/EU o harmonizaci právních předpisů členských států týkajících se dodávání vah s neautomatickou činností na trh*, která s účinností ode dne 20. 4. 2016 zrušuje dosud používanou směrnici 2009/23/ES. Zároveň se stanovuje, že ode dne 20. 4. 2016 musí být váhy s neautomatickou činností uváděny na jednotný evropský trh podle této směrnice 2014/31/EU.

Zásadní změnou, kterou směrnice 2014/31/EU představuje pro výrobce vah s neautomatickou činností, je změna způsobu označování těchto vah. Namísto dosavadního značení zahrnujícího čtvercovou nálepkou se symbolem „M“ na zeleném poli se podle čl. 16 směrnice 2014/31/EU označení v nové podobě skládá ze:

- symbolu „CE“ graficky provedeného podle nařízení (ES) č. 765/2008,
- doplňkového metrologického označení tvořeného velkým písmenem „M“ a posledních dvou číslic roku, ve kterém byla značka umístěna, ohraničených obdélníkem (příčměř výška obdélníku je rovna výšce označení „CE“) a
- čtyřmístného identifikačního čísla oznámeného subjektu (dříve v českém překladu „notifikované osoby“).

S ohledem na to se výrobce vah musí vypořádat s realizací této změny označení vah, zejména v období bezprostředně před 20. 4. 2016 a po něm.

Informaci s názvem „Neautomatické váhy“ naleznete na webu Českého metrologického institutu, na adrese <https://www.cmi.cz/node/699>.

ELEKTROMOBILITA – DOBÍJECÍ INFRASTRUKTURA JAKO STIMUL JEJÍHO ROZVOJE

Ing. Tomáš Chmelík, Ph.D.

ČEZ a.s.

1. Abstrakt

Príspevek popisuje problematiku rozvoje elektromobility v silniční dopravě. Zabývá se otázkou budoucího rozvoje tohoto odvětví a detailně rozebírá možnosti dobíjení elektromobilů a použité standardy u veřejných dobíjecích stanic.

Autor příspěvku je manažerem projektu Elektromobilita ČEZ, který se zaměřuje na výstavbu veřejné sítě dobíjecích stanic v rámci ČR.

2. Úvod, vymezení základních pojmů

Přestože využití elektřiny v silniční dopravě nepředstavuje žádnou technologickou novinku, k jejímu masivnějšímu rozvoji dochází až v posledních letech, kdy lze pozorovat zřejmě již nezvratitelný trend vedoucí k tomu, že se vozidla s pohonem na elektřinu budou stávat stále dostupnější alternativou vozidel se spalovacím motorem.

Hlavní důvody jsou následující:

- Regulační rámec v oblasti snižování emisí a snižování imisní zátěže (zejména ve městech) a to jak na lokální úrovni, tak i globálně.
- Pokles cen technologií a zlepšení parametrů akumulátorů, širší nabídka vozidel, které jsou dostupnější pro širší skupinu zákazníků.
- Energetická bezpečnost ve smyslu snižování závislosti na dovozech (ropa) a efektivnějšího využití lokálních obnovitelných zdrojů (v kombinaci s akumulací, kterou může představovat právě elektromobil).
- Rostoucí zájem zákazníků o snižování zátěže životního prostředí a jejich ochota platit za dražší, ale environmentálně příznivější výrobky a služby.

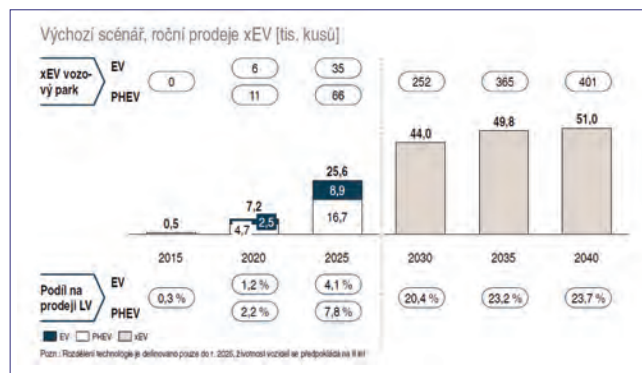
3. Očekávaný rozvoj elektromobility

Vzhledem k tomu, že elektromobilita je v tuto chvíli stále ještě v počátcích, jsou klíčovým zdrojem úvah o jejich budoucnosti projekce. Jejich cílem je odhadnout na základě předem definovaných předpokladů vývoj počtu vozidel, který následně determinuje jak množství elektřiny potřebné k jejich pohonu, tak i další efekty, včetně snížení emisí.

Pro Českou republiku byla tato projekce vypracována společností Roland-Berger, která se problematice elektromobility dlouhodobě věnuje.

Projekce do roku 2025 rozlišuje mezi čistými elektromobily (EV – electric vehicle nebo též BEV – battery electric vehicle) a plug-in hybridy (PHEV – plug-in hybrid electric vehicle), které mají v některých parametrech odlišné driverovy rozvoje (např. PHEV není na rozdíl od EV/BEV omezen dojezdem), v dlouhodobějším horizontu již toto členění není rozlišeno.

Přestože jsou podíly na prodejích malé (v řádech jednotek procent), začínají být tisíce až desetitisíce elektromobilů v ulicích z pohledu potřeby dobíjení významným faktorem propojujícím dopravu a energetiku.



Obr.1: Projekce prodeje elektromobilů v ČR, výchozí scénář (tj. bez vládních stimulů)

Zdroj: Roland-Berger

4. Možnosti a způsoby dobíjení elektromobilů

Dobíjení elektromobilů lze kategorizovat podle různých parametrů, typicky jde o:

- veřejnou přístupnost (dobíjení na veřejnosti / dobíjení doma nebo u zaměstnavatele v garáži),
- rychlost (rychlé do 30 min, normální v řádech hodin),
- typ dobíjení (stejněsměrné – DC, střídavé – AC).

Parametry se přitom navíc vzájemně prolínají, např. typ dobíjení determinuje rychlost a ta zase logiku umístění ve smyslu veřejné přístupnosti a obráceně.

Obecně lze konstatovat, že délka dobíjení je klíčový parametr, který je v souvislosti s elektromobilitou diskutován. I v případě rychlého dobíjení je totiž délka dobíjení vozu řádově delší, než je čerpání pohonných hmot u vozu se spalovacím motorem, což je vnímáno jako klíčový handicap elektromobilů. Je pravda, že na delších trasách je množství času stráveného dobíjením výrazně diskriminujícím faktorem, nicméně řada analýz ukazuje, že průměrný denní nájezd vozidel je ve městech a městských aglomeracích kolem 50 km, často i méně, tedy v dosahu dojezdu na jedno nabití. Tento údaj současně znamená, že podstatnou část dne nejsou vozidla využívána a stojí (parkují). To v případě vhodně zvolené dobíjecí infrastruktury může nevýhody spojené s dobíjením z velké části eliminovat.

4.1. Domácí / fleetové dobíjení

V úvahách o potřebě dobíjecí infrastruktury se typicky předpokládá, že výchozím způsobem dobíjení elektromobilů (minimálně v počátcích rozvoje elektromobility) bude pomalé dobíjení doma v garáži (zpravidla přes noc) nebo u zaměstnavatele (v průběhu pracovní doby). Pro tyto účely – zejména v souvislosti s průměrným denním nájezdem –

je zcela dostačující dobíjení výkonem srovnatelným s parametry obyčejné zásuvky (16A/220V). Elektromobily dnes v základu dobíjení z obyčejné zásuvky umožňují, nicméně zpravidla nejde o využití, na které je zásuvka konstruována (2-3 kW po dobu několika hodin denně). Proto je tento způsob dobíjení zpravidla nějak technicky omezen (typicky např. na úrovni 10A maximálně, což ale zase délku dobíjení prodlužuje), případně je dobíjecí kabel vybaven dodatečným jištěním.

Pro pravidelné dobíjení v garážích je proto účelné vybavení dobíjecího místa domácí dobíjecí stanicí, tzv. wallboxem, který kromě vyššího výkonu nabízí větší bezpečnost (pro pravidelné dobíjení vozidla je konstruován) a případně i vyšší komfort (může být vybaven kabelem, tj. uživatel elektromobilu nemusí používat vlastní kabel umístěný ve vozidle). Pomocí wallboxu lze řešit i fleetové dobíjení např. ve firmách, kdy lze wallboxy vybavit tak, aby rozlišovaly jednotlivá vozidla a sbíraly data o nabití energii (např. pro účely interního rozúčtování nákladů apod.). Slibným technologickým řešením se zdá být indukční dobíjení, tedy dobíjení, kdy by uživatel s vozidlem pouze zaparkoval na předem určeném místě a indukční řešení v podlaze (integrované, nebo dodatečně) uskutečnilo dobíjení bez nutnosti propojování vozidla a dobíjecí zásuvky kabelem. Toto řešení již řada automobilů připravuje.

Wallboxy dnes nabízí již řada firem a jsou k dispozici v široké škále výkonů, funkcionalit i designu. Ceny tohoto řešení se pohybují v řádech několika desítek tisíc korun, jako doplňkovou výbavu jej nabízí i některé automobilky.



Obr. 2: Ukázka wallboxů firem Schneider, Etrel a Ensto pro domácí, případně fleetové dobíjení
Zdroj: Schneider Electric, ETRTEL, ENSTO

4.2. Veřejná dobíjecí infrastruktura

Přesto, že dobíjení na veřejnosti by mělo být spíše „doplňkovým“ způsobem dobíjení, ukazuje se, že existence veřejné dobíjecí infrastruktury je nezbytnou podmínkou dalšího rozvoje elektromobility. Důvody lze shrnout následovně:

- rozšíření využitelnosti vozidla k delším cestám, případně nájezdům nad úroveň dojezdu na jedno nabití („nebýt závislý na návratu do vlastní garáže“),
- rychlost dobíjení (nedává ani praktický, ale zejména ekonomický smysl budovat domácí dobíjení s parametry rychlodobíjení – domácí dobíjení bude typicky dimenzováno tak, aby dobilo vozidlo v řádu několika hodin nebo přes noc),

- výhledově rozšíření elektromobility mezi uživatele, kteří vlastní garáž nemají (v případě spalovacích motorů jsou řidiči také závislí na veřejně přístupné infrastruktuře pro čerpání paliva).

Častým omylem při úvahách o potřebě dobíjecí infrastruktury je závěr, že veškerá veřejná dobíjecí infrastruktura by měla být tvořena stanicemi o co nejvyšším výkonu, tj. rychlodobíjecími.

Přestože má tato úvaha racionální základ, nebere v potaz to, že rychlodobíjecí stanice nemusí nutně na všech veřejných místech být optimálním řešením.

V případě rychlodobíjení se předpokládá, že uživatel si na dobíjení počká a okamžitě po jeho ukončení odjíždí a uvolní stanici dalšímu zájemci. Vzhledem k nákladům spojeným s vybudováním rychlodobíjecí stanice je nutné, aby byla co nejefektivněji využita a byla tedy obsazena jen po nezbytně dlouhou dobu. Vzhledem k délce dobíjení v řádech 15-30 minut se předpokládá, že řidič přestávky využije k odpočinku, občerstvení apod.

V místech, kde řidiči parkují za jiným účelem, než je dobíjení (např. nákupy, návštěva kina, restaurace) v délce hodiny i více hodin je naopak efektivnější instalace dobíjecích stanic nižšího výkonu, kdy délka dobíjení koresponduje s typickou délkou strávenou na daném místě. Tyto stanice jsou navíc levnější a méně náročné na požadovaný příkon. Nelze totiž předpokládat, že by řidiči přerušili např. nákupy jenom proto, aby přeparkovali nabitý vůz a uvolnili místo dalšímu zájemci. Hrozí tak blokování rychlodobíjecí stanice a tedy neefektivita v jejím využívání.

Specifikum délky dobíjení navíc vyžaduje, aby byly lokality pro veřejné dobíjení vybavovány nikoliv jedinou stanicí, ale větším počtem, což samozřejmě zvyšuje nároky na prostor (parkovací stání). Od počtu dobíjecích stanic na lokalitě se pak odvíjí potřebná kapacita elektrické přípojky. Zjednodušeně řečeno lze říci, že na místech s delší dobou parkování dává smysl budovat spíše vyšší počet pomalejších stanic než menší počet stanic rychlých.

Lze tak očekávat, že dobíjecí infrastruktura bude koncipována jinak na místech, která slouží primárně jako tranzitní tahy a jinak na místech s větší koncentrací obyvatel (města, příměstské oblasti a aglomerace). Vždy je samozřejmě třeba přihlížet k lokálním specifikům dané oblasti. Koncipování veřejné sítě lze ilustrovat následujícím obrázkem.

Typová lokalita	Hlavní tahy, dálnice	Nákupní centra, centra měst	P+R, dlouhodobá parkování
Účel	Dobíjení	Dobíjení	Parkování
Adekvátní čas dobíjení	<30 min	<2 hodiny	<8 hodin
Dobíjecí stanice (výkon)	22-100 kW	10-22 kW	< 10 kW
Přípojka	Distribuční síť / spotřeb. síť	LDS / spotřeb. síť	LDS / spotřeb. síť
Kapacita přípojky	250A/ 400V	64A/400V	64A /400V
	Rychlodobíjecí stanice	Normální dobíjecí stanice	

Obr. 3: Kategorie dobíjecích stanic a modely dobíjení
Zdroj: ČEZ, a.s.

4.3. Typy dobíjecích stanic

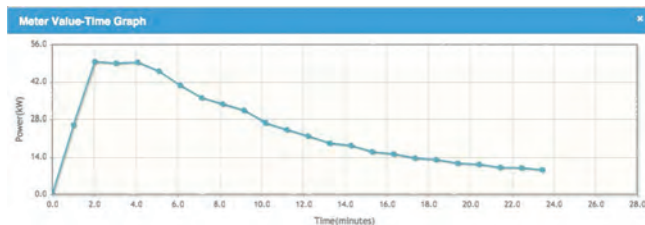
Jak již bylo popsáno výše, z hlediska uživatele je nejdůležitějším parametrem čas strávený délkou dobíjení. Délku dobíjení ale ovlivňuje více parametrů než jen výkon dobíjecí stanice.

Kapacita sítě / přípojky		<ul style="list-style-type: none"> dimenze přípojného místa na distribuci nebo na místní rozvod (amperáž, 1-fáze, 3-fáze) rizika zatížitelnosti (dopady na lokální DS) náhlým vysokým odběrem
Typ / výkon dobíjecí stanice		<ul style="list-style-type: none"> Stanice normálního dobíjení (AC) / rychlodobíjecí (DC) Výkony 3kW, 11 kW, 22 kW, 50 kW (DC), v budoucnu i + 100 kW (DC)
Schopnost vozidla dobít daným výkonem		<ul style="list-style-type: none"> Ne každé vozidlo lze dobít libovolným výkonem (obvykle rozdíl pro 1-fáze / 3-fáze) Vozidlo nemusí plně umět využít výkon stanice
Battery management (nabíjecí křivka)		<ul style="list-style-type: none"> Nabíjecí proud se v čase mění (snižuje) – baterie si řídí proces dobíjení tak, aby byl šetrný (battery management) Maximálním výkonem se dobíjí zejména v první třetině/polovině kapacity, poté se výkon výrazně snižuje
Kapacita baterie (k dobíjení)		<ul style="list-style-type: none"> Baterie nemají paměťový efekt, lze dobít i po malých částech v celém rozsahu kapacity Různá kapacita baterií u různých typů vozidel (větší baterie = delší dojezd = delší čas nabíjení)

Obr. 4: Parametry ovlivňující délku dobíjení
Zdroj: ČEZ, a.s.

Přesto je ale typ dobíjecí stanice to, co zpravidla determinuje atraktivnost lokality z pohledu koncového uživatele. V tomto smyslu je nejdůležitější, jestli se jedná o dobíjecí stanici stejnosměrného anebo střídavého dobíjení.

Dobíjecí stanice stejnosměrného dobíjení (DC) je specifická v tom, že do vozidla již dodává stejnosměrný proud, kterým je přímo dobíjen akumulátor ve vozidle. Průběh dobíjení ovlivňuje řídicí elektronika, kdy dobíjecí stanice přes komunikační rozhraní komunikuje s dobíjeným elektromobilem a volí optimální průběh dobíjení s cílem mj. i snížit negativní vlivy rychlodobíjení na kvalitu akumulátoru (tzv. battery management). DC stanice jsou zpravidla stanice vyšších výkonů, tj. od 15 kW výše, standardem rychlodobíjení je dnes výkon na úrovni 40-50 kW. Určitým specifickým je DC dobíjecí stanice firmy Tesla, která pracuje se špičkovým výkonem až 125 kW, což je dáno velkou kapacitou akumulátorů ve vozech této značky (vyšší výkon je třeba proto, aby se udržela délka dobíjení na úrovni ca 30 minut). Lze tak očekávat, že s rostoucími kapacitami akumulátorů ve vozidlech poroste ze stejného důvodu potřeba zvyšovat i výkony dobíjecích stanic.



Obr. 5: Typický průběh dobíjecího výkonu při dobíjení akumulátoru v závislosti na čase u DC stanice 50 kW
Zdroj: ABB

Z výše uvedeného grafu vyplývá, že rychlodobíjecí stanice jsou efektivní při dobíjení do určité míry dobití akumulátoru (uvádí se 70-80%), protože v důsledku managementu dobíjení se dobíjecí výkon snižuje a poslední fáze dobíjení již probíhá na úrovni výkonu pomalé dobíjecí stanice. Nejrychlejší přírůstek energie v akumulátoru vozidla je tedy v průběhu prvních 15–20 minut dobíjení (samozřejmě za předpokladu, že akumulátor je vybitý nebo z velké části vybitý).

Stejnou měrou dobíjecí stanice jsou vzhledem k výkonům, které přenášejí, vybaveny integrovaným dobíjecím kabelem, který se zapojuje do příslušného konektoru ve vozidle (rychlodobíjecí stanice tak připomíná klasický stojan na pohonné hmoty). Pro stejnosměrné dobíjení jsou v rámci EU v současné době používány dva typy dobíjecích konektorů (konektor firmy Tesla má odlišné řešení, ale vzhledem ke specifičnosti infrastruktury firmy Tesla, která je proprietární, tj. výhradně pro vozy této značky, zde není uveden).

Prvním standardem je standard JEVS G105, tzv. typ CHAdeMO (ze zkratky „CHARge de MOVe“) a byl vyvinut v Japonsku. Jsou jím tedy vybaveny japonské vozy, případně vozy, které vznikly na základě spolupráce japonských a evropských automobilek (např. Nissan, Peugeot, Citroen, Mitsubishi).

Druhým standardem je evropský standard IEC 62196-3, tzv. typ Combo, kterým jsou vybaveny vozy evropských značek (koncerny VW, BMW).



Obr. 6: DC konektory typu CHAdeMO a COMBO
Zdroj: insideevs.com

Z pohledu veřejné dobíjecí infrastruktury je samozřejmě existence více standardů nevýhodou, protože zvyšuje náklady na její budování (pokud mají být dobíjecí stanice univerzální, je třeba, aby byly vybaveny oběma typy konektorů). Na úrovni EU již bylo dosaženo shody na jednotném standardu (typ Combo), nicméně pro infrastrukturu je standard povinný až od roku 2017 (povinnost specifikuje směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/94/EU ze dne 22. 10. 2014 o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva).

Znamená to tedy, že po určitou dobu budou v ulicích vozy vybavené oběma standardy, což musí reflektovat i dobíjecí infrastruktura.



Obr. 7: Rychlodobíjecí stanice (DC) ČEZ v ulici Duhová, Praha 4, na stanici je vidět umístění všech tří standardů (DC – po stranách, vlevo Combo CCS, vpravo CHAdeMO, ze kterého se dobíjí elektromobil, AC zásuvka zepředu stanice)
Zdroj: ČEZ, a.s.

Stanice střídavého dobíjení (AC) je stanice, která typicky umožňuje dobíjení výkonem v rozsahu 3,6 – 22 kW v závislosti na elektrickém příkonu. Rychlost dobíjení je v tomto případě výrazně ovlivněna technologií na straně vozidla, které musí obsahovat palubní nabíječku, která transformuje střídavý proud na stejnosměrný, který je následně použit na dobíjení akumulátoru. Výkon této palubní nabíječky pak determinuje rychlost dobíjení. V praxi to znamená, že může dojít k situaci, kdy dobíjecí výkon a tedy i délka dobíjení narazí na omezení na straně dobíjecí stanice (vozidlo se umí dobíjet rychleji, než kolik umožňuje dobíjecí stanice) nebo na straně vozidla (dobíjecí stanice nabízí vyšší výkon, než jakým je vozidlo schopno se dobíjet).

V případě stanice střídavého dobíjení je typickým řešením vybavení dobíjecích stanic zásuvkou a pro propojení vozidla s dobíjecí stanicí je používán vlastní kabel, který si elektromobilista vozí ve vozidle (i tyto stanice lze vybavit integrovaným kabelem, nicméně vzhledem k většímu riziku vandalismu a z důvodu odlišných standardů na straně vozidla se jedná o řešení, které se v řadě zemí včetně ČR zatím veřejně příliš nepoužívá).

Z hlediska standardizace to znamená řešení konektoru jak na straně dobíjecí stanice, tak na straně vozidla. V případě dobíjecí stanice je situace zjednodušena tím, že byl přijat standard IEC 62196-2 v tzv. Módu 3, tzv. Mennekes (jedná se propojení dobíjecí stanice a vozidla způsobem, který kromě přenosu energie obsahuje i komunikační rozhraní umožňující kontrolu a řízení dobíjení). Výhodou tohoto standardu je, že umožňuje dobíjení celou škálou výkonu až do úrovně 22 kW.

Podobně jako u konektorů pro DC dobíjení je však situace odlišná v případě vozidel. Evropské vozy jsou i na straně vozidla vybaveny standardem typu Mennekes. Jednou z jeho výhod je to, že na straně vozidla je umístěna jedna zásuvka, která integruje jak AC, tak i DC dobíjení, kdy standard Combo je z hlediska tvaru zásuvky určitým „rozšířením“ AC konektoru Mennekes (z AC konektoru je využíváno komunikační spojení, přenos energie je řešen samostatnými DC piny). Toto řešení je z pohledu automobilek efektivnější a méně nákladné.

Oproti tomu japonské vozy a vozy spolupracujících automobilek mají pro AC dobíjení samostatnou zásuvku, které je řešeno zcela odděleně od jimi používaného DC konektoru CHAdeMO.

Z pohledu výstavby dobíjecí infrastruktury je výhodou shoda na konektoru na straně dobíjecí stanice, který pro neevropské automobilky nutně neznamená zásah do vozidla (což by bylo v případě DC konektoru) a řešením je pouze vybavení vozidla příslušným kabelem, kdy koncovka pro dobíjecí stanici je jednotná a kabely se liší koncovkou, která se zapojuje do vozidla. Výhodou je mj. to, že není vyžadována přesná kompatibilita výkonů vozidla a dobíjecí stanice – tento standard umožní dobíjení takovým maximálním výkonem, který je shodný jak pro stanici tak vozidlo. V praxi to tak znamená, že vozidlo, které se umí dobíjet výkonem např. 7 kW lze dobíjet i na stanicích o výkonu 11 a 22 kW, výkon dobíjení však bude na úrovni 7 kW a obráceně.



Obr. 8: Koncovka AC dobíjení typu Mennekes
Zdroj: Mennekes



Obr. 9: AC dobíjecí stanice ČEZ na parkovišti v budově Národního divadla
Zdroj: ČEZ, a.s.

5. Závěry

Z dosavadních analýz jednoznačně vyplývá, že veřejná dobíjecí infrastruktura je jednou z klíčových podmínek masovějšího rozvoje elektromobility. Má-li být budování veřejných dobíjecích stanic efektivní, musí zohlednit řadu faktorů a to jak z hlediska lokality, kde jsou dobíjecí stanice umístěny, tak i z hlediska možných technických omezení, zejména na straně elektrického příkonu.

Fakt, že je trh s „elektromobilitou“ ve svém zárodku, je pro rozvoj dobíjecí infrastruktury největší komplikací. Její budování a provoz se totiž v tuto chvíli ekonomicky nevyplácí a do určité míry saturace trhu zřejmě ani vyplácet nebude. Přitom růst trhu je existencí infrastruktury stimulován a vzniká tak situace, kdy by dobíjecí infrastruktura měla trh předbíhat (a narušit tak známý začarovaný kruh). Důležitým faktorem je na jedné straně standardizace a na druhé straně pochopení trendů a očekávání budoucích zákazníků, které do značné míry ovlivní efektivnost investice do infrastruktury.

Z tohoto pohledu bude významným faktorem přístup státu, respektive obecně regulatorní rámec, který by v návaznosti na již zmíněnou směrnici o infrastruktuře pro alternativní paliva měl definovat cíle v počtu dobíjecích stanic do roku 2020 jako východiska pro další rozvoj elektromobilního trhu. Zkušenosti ukazují, že podpora elektromobility formou stimulace budování infrastruktury je efektivní a má dlouhodobý efekt. Ve chvíli, kdy se její výstavba na čistě komerčním základě ne-

vyplácí, může být role státu velmi zásadní a z analýz vyplývá, že je efektivnější než stimulace samotné poptávky například formou dotace pro pořízení vozidel (vhodným řešením může být kombinace obou forem podpory).

V budoucnu lze očekávat, že veřejné dobíjení bude mít podobu určité služby, ne nepodobné dnešním telefonním službám. Lze si představit balíčky dobíjecích služeb pro různé skupiny zákazníků, které mohou mj. i motivovat k dobíjení v takových okamžicích dne, kdy je to z pohledu distribuční soustavy nejvýhodnější. Přestože do určité míry rozvoje trhu nebude mít distribuční soustava v ČR s absorpcí dobíjení pro účely elektromobility problém, stane-li se elektromobilita masově rozšířeným fenoménem, bude to již významný prvek ve fungování celé energetické soustavy, podobně jako tomu bylo u obnovitelných zdrojů a obecně u decentralizované výroby elektřiny. Elektromobilita tak s největší pravděpodobností bude jedním z faktorů, který bude formovat podobu energetiky v následujících desetiletích.



17. MEZINÁRODNÍ METROLOGICKÝ KONGRES

Ing. Pavel Nováček
doc. RNDr. Jiří Tesař, Ph.D.
Ing. Silvie Hoffmanová

Český metrologický institut

Letošní již 17. Mezinárodní metrologický kongres, se uskutečnil ve dnech 21. až 24. 9. 2015 v Paříži, již po třetí za sebou, na výstavišti Porte de Versailles (www.metrologie2015.com).

Kongres, který se koná každé dva roky, je pořádán francouzským Collège Français de Metrologie (<http://www.cfmetrologie.com>) a je spojen s výstavou měřicí techniky a poskytovatelů služeb v oblasti metrologie. Jedná se tedy o největší a nejvýznamnější metrologickou akci v Evropě s řadou sekcí přednášek ze všech oborů metrologie a rozsáhlou expozicí špičkových světových výrobců přesné měřicí techniky a poskytovatelů služeb v tomto oboru.

Kongres byl, jako minulý ročník, pořádán ve spolupráci s nejvýznamnějšími vědeckými zařízeními a kompetenčními centry významných společností jako např. OIML (www.oiml.org), BIPM (www.bipm.org), EURAMET, e.V. (www.euramet.org), LNE (Laboratoire national d'essais, www.lne.fr), NPL (National Physical Laboratory, www.npl.co.uk), METAS (www.metas.ch), NCSL International (The National Conference of Standards Laboratories, www.ncsli.org), ad.

Letošního ročníku Mezinárodního metrologického kongresu, který byl pořádán v rámci společného veletrhu s názvem ENOVA Paris 2015 (další části: Optika/Fotonika,

EnovaLab, Elektronika/Produkce/Testování a další), se zúčastnilo 813 delegátů (z toho 35 % účastníků ze zahraničí).



Obr.: 1

Celkově se společného veletrhu zúčastnilo 418 vystavovatelů (ale pouze 16 % z toho nebyly francouzské společnosti – dominantní podíl francouzských subjektů na veletrhu) a veletrh navštívilo 4 978 odborných návštěvníků. Návštěvníky společného veletrhu tvořili především zástupci výzkumných laboratoří a pracovišť, zástupci průmyslu, zástupci národních a státních laboratoří a zástupci výrobců měřicí techniky. Především letošní nárůst počtu návštěvníků z automobilového průmyslu a dopravy oproti minulým ročníkům byl velice výrazný. Dalším silným trendem na veletrhu bylo zaměření na obor zdraví, což se odrazilo ve zvýšeném počtu návštěvníků z oblasti vyššího a středního zdravotnického zařízení.

Česká republika byla na tomto kongresu aktivně zastoupena dvěma samostatnými expozicemi. Jedním z českých zastoupení byla prezentace služeb Českého metrologického institutu (www.cmi.cz), druhým pak společná prezentace společností Measurement International Europe a MEATEST, s.r.o. (www.meatest.cz). Členové české delegace na kongresu propagovali vysokou úroveň metrologie v ČR především z technického hlediska a získali užitečné informace a kontakty pro další možná rozšíření metrologických služeb v ČR.



Obr.: 2

Kongres nabídl velké množství přednášek rozdělených do jednotlivých sekcí. V letošním ročníku kongresu bylo 15 sekcí přednášek (úbytek počtu sekcí oproti minulému ročníku).

Mezi nejzajímavější přednášky patřily:

V sekci „Výzvy metrologie elektrických veličin“ podal P. P. Capra (INRIM, Itálie) informaci o vhodné realizaci kalibrací vysokohodnotových odporů. Nedávno nahradili své etalony, které si sami vyvinuli komerčním mostem se 2 zdroji s rozsahem od 100 k Ω do 10 P Ω (výrobce Measurement International – MI, Kanada). Tento vysokohodnotový most má řadu výhod včetně velkého rozsahu.

Přednáška od pana Hennebelle (Univerzita Bourgogne) o víceúrovňovém přístupu metody Monte Carlo v případě třísořadnicových strojů, se zabývala řešením simulací fluktuací měření stroje a fluktuací jeho jednotlivých částí. V rámci této metody se vyhodnocují jednotlivé úrovně samostatně a řeší se jejich vliv na celkovou nejistotu měření, která se rozložením jednotlivých úrovní může snížit na požadovanou hodnotu.

V sekci věnované nejistotám byla přednáška o mezilaboratorním porovnání, kterou měla paní Desenfant z LNE, který je hlavním organizátorem porovnávacích zkoušek ve Francii. Předmětem přednášky byla různá statistická skóre obecně využívaná v mezilaboratorním porovnání při vyhodnocování výsledků měření a jejich interpretace. Přednáška více méně vycházela z nové statistické normy ISO 13528, která byla vydaná v srpnu letošního roku a jejímž předmětem jsou různé statistické metody využívané pro vyhodnocování mezilaboratorních porovnání. Zdůraznila výhody robustní statistiky, která není ovlivněna odlehilými hodnota-

mi a pro vztažnou hodnotu doporučovala využití mediánu (ze stejného důvodu). Nová norma zavádí rovněž novou směrodatnou odchylku, využívanou pro některá skóre, která de facto představuje konsensus mezi jednotlivými účastníky. Všechny tyto úvahy se však vztahují především ke zkoušení způsobilosti v chemii, kde se vztažná hodnota hledá z mnoha hodnot naměřených jednotlivými účastníky či expertními laboratořemi.

Samozřejmostí letošního ročníku kongresu byly také posterové sekce. Témata jednotlivých sekcí byla např.: Zdraví, Mechanické veličiny, Legální metrologie, Životní prostředí, Průtok, Energie, SI, Optika, Nanotechnologie a další. Český metrologický institut byl zastoupen v posterové sekci aktivně dvěma postery a to v oblasti vlhkosti pevných látek a optimalizací a kontrolou parametrů pro teplotní kalibrační laboratoř.

V rámci kongresu bylo uspořádáno několik kulatých stolů (mj. o zdravotnictví a příspěvku metrologie k lepší péči o pacienty, o energii – snížení spotřeby fosilních paliv a jejich náhrada obnovitelnými zdroji...).

Jedno z témat bylo také věnováno Outsourcingu metrologických služeb – za účasti mj. zástupce automobilky Rolls-Royce (Reg Marsden), automobilky PSA a společnosti Trescal (Francis Richard), která je největší soukromou kalibrační laboratoř v Evropě. V rámci tohoto setkání bylo konstatováno, že tato služba je na vzestupu a zejména pro společnosti se speciálními měřidly je tato služba ideálním řešením pro zajištění kalibrací měřidel. Tato služba se nejvíce využívá pro kalibrace nejdůležitějších měřidel, případně u měřidel, kde je nákladné pořízovat vybavení pro interní kalibrace. Touto diskuzí byla potvrzena nastolená cesta ČMI v poskytování služeb v této oblasti metrologie.



Obr.: 3

Závěrem lze říci, že Mezinárodní metrologický kongres velmi pomáhá lepší komunikaci mezi metrologickým výzkumem a praxí, což bylo také letos ještě posíleno spojením se zmíněnými veletrhy a přispívá k posílení evropské pozice v oblasti metrologie. Bohužel je ale vidět několikaletá sestupná tendence v úrovni kongresu, způsobená mj. organizačním zajištěním konference včetně nepřesného překladu z francouzštiny do angličtiny odborných témat a přednášek.

SVĚTOVÝ DEN TECHNICKÉ NORMALIZACE A CENA VLADIMÍRA LISTA 2015

Mgr. Markéta Brabcová
Ing. Jiří Kratochvíl

Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví



Období podzimu a následného předvánočního času s sebou již tradičně přináší dvě významné události české technické normalizace – Světový den technické normalizace a slavnostní předávání Ceny a Čestných uznání Vladimíra Lista.

Světový den technické normalizace je z mezinárodního pohledu nejvýznamnějším dnem technické normalizace. Každý rok je tento svátek, který připadá na 14. října, oslavován mezinárodními normalizačními organizacemi ISO, IEC a ITU a jejich národními členy. K této tradici se každoročně hlásí i český národní normalizační orgán, dnes Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ), do roku 2008 Český normalizační institut (ČNI).

Historie slavnostního předávání Ceny a Čestných uznání Vladimíra Lista se píše od roku 2002, kdy byla tato tradice tehdejší ČNI založena u příležitosti 80. výročí československé technické normalizace.

Letošní rok znamenal významnou změnu v pořádání těchto dvou významných událostí, protože obě akce se poprvé uskutečnily v týž slavnostní den, a to 22. října. Místem konání byla Fakulta stavební ČVUT v Praze v pražských Dejvicích a celá slavnostní akce proběhla za významné podpory děkanky fakulty profesorky Aleny Kohoutkové.

ÚNMZ zaznamenal o účast na tomto slavnostním setkání mimořádný zájem a již 12. října musela být z důvodů kapacity sálu předčasně uzavřena registrace. Nakonec si cestu na Fakultu stavební našlo úctyhodných 168 registrovaných účastníků.

Celou akci zahájil dopolední seminář věnovaný významu technické normalizace pro obor stavebnictví. Seminář moderoval ředitel Odboru technické normalizace ÚNMZ a člen Rady ISO Ing. Jiří Kratochvíl. Odborně-popularizační příspěvky zazněly z úst renomovaných přednášejících, členů poradních orgánů ÚNMZ a zástupců zpracovatelů technických norem.

Jako první zazněl tradičně poutavý příspěvek předsedy TNK 27 Požární bezpečnost staveb Ing. Václava Kratochvíla, Ph.D., na téma Technická normalizace v požární ochraně. Inženýr Kratochvíl v rámci své prezentace připomenul, že se v případě požární bezpečnosti staveb jedná o velmi „žhavé“ téma a dosažení konsenzu nad konečným zněním technických norem v této oblasti nebyvá jednoduché.

Druhý vstup patřil Ing. Štěpánce Tomanové, která zaujala přednáškou z oblasti Building Information Modelling (BIM). V případě BIM se jedná o poměrně mladý a progresivní obor, pro který prozatím neexistuje na národní úrovni technická normalizační komise. Ing. Tomanová upozornila

zejména na aktivity probíhající na mezinárodní úrovni a na benefity vyplývající z aplikace BIM na národní úrovni.

Třetím přednášejícím byl prof. Ing. Pavel Příbyl, CSc., předseda TNK 136 Dopravní telematika, se svým příspěvkem Standardizace a role dopravní telematiky. Prof. Příbyl upozornil na vysokou významnost technických norem v této oblasti pro ekonomiku státu.

K dalšímu průběhu dopolední části přispěl svým vstupem i moderátor akce, když citoval z knihy profesora Lista „Normalisace“ pasáž věnující se tomu, co předcházelo založení národní normalizační organizace Česká společnost normalizační v roce 1922, a konstatoval, že slova a myšlenky profesora Lista jsou stále inspirativní a na jejich základě je postaven princip fungování řady mezinárodních a národních normalizačních organizací.

Poslední přednáška dopoledního bloku nazvaná Technické normy pro navrhování betonových mostů zazněla z úst Ing. Romana Šafáře, Ph.D. Inženýr Šafář, který je zaměstnancem Fakulty stavební ČVUT v Praze a působí v TNK 36 Betonové konstrukce a TNK 146 Projektování pozemních komunikací, mostů a tunelů, prokázal, že technická normalizace v této oblasti má zdárné pokračovatele.

Ing. Jiří Kratochvíl moderoval v závěru dopolední části také zajímavou a podnětnou diskusi k tématům jednotlivých přednášek. Tato diskuse se následně přenesla do předšálí.

V odpolední části nastal čas pro slavnostní ocenění a symbolického poděkování všem, kteří se v předchozích letech svou prací podíleli na šíření dobrého jména české technické normalizace, předávání Čestných uznání a Ceny Vladimíra Lista.

Odpolední část moderovala Magdaléna Marešová, ředitelka agentury Phoenix Communication. Přivítala všechny přítomné účastníky a předala slovo Mgr. Zdeňkovi Veselému, sekčnímu řediteli ÚNMZ, který je zodpovědný právě za oblast technické normalizace, metrologie a státní zkušebnictví. Ten pronesl úvodní slovo, ve kterém zmínil aktuální výzvy, které stojí před českou technickou normalizací a před ÚNMZ v nadcházejícím období.

Jako první byla předána z rukou Mgr. Veselého a Ing. Kratochvíla zvláštní Cena předsedy Úřadu dlouholetému zaměstnanci Ing. Tesařovi za celoživotní přínos v oblasti technické harmonizace a státního zkušebnictví a za přípravu zákona o posuzování shody stanovených výrobků.

Výběrová komise pro Cenu a Čestná uznání Vladimíra Lista, v níž každoročně zasedají zástupci Hospodářské komory ČR, českého vysokého školství, Rady pro technickou normalizaci, České společnosti pro technickou normalizaci a Odboru technické normalizace, měla svou letošní práci ještě zajímavější než obvykle.

V tomto roce byla totiž kromě tradičních ocenění poprvé udělena Cena pro nejlepší bakalářskou/diplomovou práci se zaměřením na technickou normalizaci. Nejvyšší ocenění si zasloužil Ing. David Lábr ze Západočeské univerzity v Plzni, který na katedře technologií a měření obhájil diplomovou prá-

ci zabývající se problematikou statistických přejímk. Z hlediska technické normalizace je v práci významné zejména to, že jsou v ní v příslušných souvislostech relevantní technické normy nejen citovány, ale také dále zdařile aplikovány.

O komplexnosti a propracovanosti této diplomové práce hovoří jistě i fakt, že tato práce vzešla jako vítězná z několika desítek došlých návrhů bakalářských a diplomových prací z celé ČR.

Než bylo dále v programu přistoupeno k předání čtyř Čestných uznání a hlavní Ceny Vladimíra Lista, vystoupil krátce *Ing. Kříž* z Elektrotechnického svazu českého, který účastníkům slavnostního setkání stručně představil publikaci Profesor Vladimír List, Paměti. Publikaci následně obdrželi zdarma všichni účastníci slavnostního dne.

Čestná uznání Vladimíra Lista byla v roce 2015 udělena těmto významným osobnostem české technické normalizace:

Ing. Ludvíkovi Koudelkovi, CSc. – za dlouhodobý významný přínos pro rozvoj technické normalizace v oboru chladicí a klimatizační techniky,

Ing. Václavovi Skleničkovi, CSc. – za dlouhodobý významný přínos pro rozvoj technické normalizace v oboru elektroenergetika,

Ing. Lubomíru Tichému, CSc. – za dlouhodobý významný přínos pro rozvoj technické normalizace v oboru pozemních komunikací, dopravních staveb a stavebních konstrukcí a **Ing. Vladimíru Vejrostovi** – za dlouhodobý významný přínos pro rozvoj technické normalizace v oblasti elektrických zdravotnických prostředků.



Před samotným vrcholem slavnostního setkání byla představena podoba zcela nové hlavní ceny, Ceny Vladimíra Lista. Cena byla vytvořena v dlouhodobé spolupráci mezi ÚNMZ a Vysokou školou uměleckoprůmyslovou (UMPRUM). Jejimi autory jsou vedoucí Ateliéru skla doc. ak. soch. Rony Plesl a studentka této katedry Daniela Chodilová. Inspiraci našla nová cena v poměrovém pravítku jako

základním symbolem pro měření, udávání přesných hodnot a tvorbu a užívání technických norem. Půdorysem ceny je jednostranný trojúhelník. Na jedné straně jsou vybroušené řezy tak jako na pravítku, prostředek pravítka je protkán zlatou linií symbolizující cestu, moudrost a uznání.

Hlavní cena byla studentskou realizací projektu, byla zhotovena z technického hutního skla a broušením. Její konečná realizace proběhla ve spolupráci se sklárnou v Novém Boru.

Zbrusu novou hlavní **Cenu Vladimíra Lista** pak převzal z rukou zástupců ÚNMZ **prof. Ing. Milan Holický, DrSc., Ph.D.**

Hlavní cena, Cena Vladimíra Lista, byla profesorovi Holickému udělena za celoživotní významný přínos pro rozvoj technické normalizace v oboru spolehlivosti stavebních konstrukcí.

Profesor Holický je od roku 1992 předsedou TNK 38 Spolehlivost stavebních konstrukcí. V letech 1992 až 1998 se významnou měrou podílel na zavádění základních evropských norem pro navrhování stavebních konstrukcí, nejdříve předběžných norem (ENV) páteřních Eurokódů 0, 1 a 2 a národních aplikačních dokumentů k nim, později pak na jejich nesnadném a náročném převádění na evropské normy.

Profesor Holický vypracoval příručky pro usnadnění aplikace a propagaci Eurokódů, které od r. 2010 platí v České republice jako jediné normy pro navrhování stavebních konstrukcí. Od vzniku CTN Kloknerův ústav ČVUT v roce 2009 je jeho vedoucím a je jedním z národních technických kontaktů v rámci CEN/TC 250 Eurocodes. V současné době zastupuje českou technickou normalizaci v ISO/TC 98 Zásady navrhování stavebních konstrukcí.

Profesor Holický je autorem nebo spoluautorem většiny technických norem patřících do gesce TNK 38, a to jak původních českých, tak také evropských a mezinárodních. Vedle toho, že se věnuje pedagogické činnosti, je autorem více než 300 vědeckých a technických publikací a spolupodílí se na výzkumných a koordinačních národních a mezinárodních projektech týkajících se spolehlivosti stavebních konstrukcí.

Po ukončení slavnostního aktu pozvala moderátorka všechny přítomné do foyer, kde pro ně bylo v příjemném prostředí, umožňujícím další, již méně formální jednání, připraveno občerstvení.



XXI. SVĚTOVÝ KONGRES IMEKO – PRAHA 2015

Doc. Ing. Olga Tůmová, CSc.

Západočeská univerzita v Plzni

Prof. Ing. Vladimír Haasz, CSc.

FEL ČVUT v Praze

1 Úvod

Snaha o výměnu zkušeností z oblasti měření na mezinárodní úrovni má dlouhou tradici, neboť již v r. 1956 se odborníci z Maďarska obrátili na řadu odborných institucí v Evropě (různé vědecké společnosti, akademické instituce apod.) s pozvánkou na setkání těchto institucí v říjnu 1957 v Budapešti; hlavním tématem na této poradě mělo být uspořádání mezinárodní konference o měření.

Koncem listopadu 1958 se v Budapešti konala Mezinárodní konference o měření a tehdejší účastníci (Maďaři, Poláci a pracovníci ze SSSR) se shodli na tom, že konference tohoto typu by se měla opakovat po 3 letech, tedy v r. 1961. Tak byl položen základ odborné společnosti IMEKO, která se postupně stala celosvětovou konfederací. Jedním z prvních pamětníků z České republiky, popř. účastníků dalších setkání, byl pan Ing. Miroslav Jedlička, CSc., jehož vzpomínky jsou podkladem pro tento úvod. [1]

V lednu 1961 se konala 2. Plenární schůze IPC (International Preparation Com.) v Budapešti, kde se název IMEKO oficiálně objevil jako název pořádané konference. Na závěrečném zasedání této konference bylo přijato významné rozhodnutí, že mezinárodní přípravný výbor bude přeměněn na stálý mezinárodní výbor (PIPC) a bylo dohodnuto, že se konference budou konat v pravidelných tříletých intervalech. Dokument podepsalo 14 delegací s hlasem rozhodujícím, 4 s hlasem poradním a 2 mezinárodní instituce. V Budapešti byl také zřízen sekretariát této organizace; jednacími jazyky byly zpočátku němčina, angličtina a ruština.

Další posun ve vývoji nastal v roce 1964, kdy byl ve Stockholmu uspořádán kongres (už nikoliv konference). V r. 1965 došlo ve Varšavě k další institucionalizaci konfederace IMEKO. Zde totiž delegáti přijali Stanovy mezinárodní konfederace pro měření IMEKO, Interní jednací předpisy a PIPC byla přeměněna na Generální komisi IMEKO.

Postupně vznikaly jednotlivé technické komise (TC) a tyto technické komise začaly pořádat konference nebo sympozia v meziobdobí kongresů. Např. TC2 zaměřená na fotoniku (kde se stal zástupcem za ČSSR Ing. Jedlička, CSc.) uspořádala zasedání ve Varšavě už v r. 1967, pak 4. Mezinárodní sympozium v r. 1969 v Praze atd. [1]

Od r. 1969 pracoval Československý národní komitét IMEKO již systematicky a jednotlivé technické komise (Technical Committees) v konfederaci byly zastoupeny také československými odborníky. **X. Světový kongres IMEKO**, který se konal v r. 1985, zorganizoval Československý národní komitét v Praze; to byl historicky první světový kongres IMEKO v Československu.

2 Současný stav mezinárodní federace IMEKO

IMEKO je nyní nevládní mezinárodní federace se 40 členskými organizacemi ze 40 zemí (Albánie, Rakousko, Belgie, Brazílie, Bulharsko, Kanada, Čína, Kongo, Chorvatsko, Česká republika, Egypt, Finsko, Francie, Německo, Řecko, Maďarsko, Itálie, Jamajka, Japonsko, Kazachstán, Keňa, Korea, Nigerie, Polsko, Portugalsko, Rumunsko, Rusko, Rwanda, Srbsko, Slovenská republika, Jižní Afrika, Slovinsko, Španělsko, Švédsko, Švýcarsko, Thajsko, Turecko, Uganda, Velká Británie, USA), které se podílejí na rozvoji technologií měření. Jednací řečí je v současné době angličtina. [2]

Mezi základní cíle federace IMEKO patří zejména mezinárodní výměna vědeckých a technických informací v oblasti měření (metod a měřicích zařízení) a dále posílení mezinárodní spolupráce mezi vědci a inženýry z výzkumu a průmyslu v této oblasti.

V současné době má federace IMEKO poradní status při UNESCO a UNIDO a je jedním z pěti sesterských federací v rámci FIACC (Five International Associations Co-ordinating Committee).

Dalšími organizacemi jsou:

- IFAC – Mezinárodní federace automatického řízení (International Federation of Automatic Control),
- IFIP – Mezinárodní federace pro zpracování (International Federation for Information Processing),
- IFORS – Mezinárodní federace společností a operačního výzkumu (International Federation of Operational Research Societies),
- IMACS – Mezinárodní asociace pro matematiku a počítačovou simulaci (International Association for Mathematics and Computers in Simulation).

Pro přehled jsou uvedeny všechny stávající technické komise IMEKO, včetně jejich oficiálních názvů, popř. jsou uvedeny i názvy dřívější (vystihují oblast, kterou se komise během svého působení zabývá). [2]

Tab. 1: Seznam komisí IMEKO platný k 1. 9. 2015

TC1	Education and Training in Measurement and Instrumentation (ustavena v 1967)
TC2	Photonics (ustavena v 1962)
TC3	Measurement of Force, Mass and Torque (1967-1998: Measurement of Force and Mass)
TC4	Measurement of Electrical Quantities (ustavena v 1984)
TC5	Hardness Measurement (ustavena v 1973)
TC6	Vocabulary Committee (činnost pozastavena)
TC7	Measurement Science (1975-1993: Measurement Theory),
TC8	Traceability in Metrology (ustavena v 1972)
TC9	Flow Measurement (ustavena v 1976)
TC10	Technical Diagnostics (ustavena v 1976)
TC11	Metrological Infrastructures (1976-1994: Metrological Requirements for Developing Countries)
TC12	Temperature and Thermal Measurements (ustavena v 1979)

TC13	Measurements in Biology and Medicine (ustavena v 1980)
TC14	Measurement of Geometrical Quantities (ustavena v 1980)
TC15	Experimental Mechanics (ustavena v 1984)
TC16	Pressure and Vacuum Measurement (ustavena v 1986)
TC17	Measurement in Robotics (ustavena v 1987)
TC18	Measurement of Human Functions (ustavena v 1998)
TC19	Environmental Measurements (ustavena v 1999)
TC20	Energy Measurement (1999 – 2010: Measurement Techniques for the Construction Industry)
TC21	Mathematical Tools for Measurements (ustavena v 2004)
TC22	Vibration Measurement (ustavena v 2005)
TC23	Metrology in Food and Nutrition (ustavena v 2006)
TC24	Chemical Measurements (ustavena v 2008)

V České republice pracuje v současné době Výkonný výbor Českého národního komitétu IMEKO v níže uvedeném složení. Jak je patrné, ve VV ČNK jsou převážně pracovníci z akademických vzdělávacích institucí a Českého metrologického institutu. Předsedou VV ČNK je prof. Ing. Jaromír Volf, DrSc., který je také předsedou ČSVTS.

Jednotlivé komise a jejich zastoupení ve VV ČNK:

- TC1 vzdělávání v měření**
(doc. Ing. Holub, Ph.D. – ČVUT Praha);
- TC2 fotonická měření**
(Prof. Dr. Pavel Tománek – VUT Brno);
- TC3 měření síly a hmotnosti**
(Ing. Kříž – ČMI Praha);
- TC4 měření elektrických veličin**
(prof. Ing. Haasz, CSc. – ČVUT Praha,
doc. Ing. Sedláček, CSc. – ČVUT Praha);
- TC5 měření tvrdosti**
(Ing. Borovský – ČMI Praha);
- TC7 věda o měření**
(doc. Ing. Tůmová, CSc. – ZČU Plzeň);
- TC9 měření průtoku**
(Ing. Kárník, CSc. – Středisko pro efektivní využívání energie);
- TC10 technická diagnostika**
(Ing. Vdoleček, CSc. – VUT Brno);
- TC12 měření teploty**
(doc. Ing. Doležal, CSc. – TUL Liberec,
doc. Ing. Koziorek, Ph.D. – VŠB TU Ostrava);
- TC14 měření geometrických veličin**
(Ing. Zelený, CSc. – ČMI Praha);
- TC15 expertní mechanika**
(prof. Ing. Holý, CSc. – ČVUT Praha);
- TC17 měření v robotice**
(prof. Ing. Volf, DrSc. – ČZU Praha);
- TC18 měření lid. funkcí**
(doc. Ing. Papežová, CSc. – ČZU Praha);
- TC24 měření v chemii**
(Ing. Fítl, Ph.D. – VŠCHT Praha).

Mimo členy VV ČNK IMEKO zastupují ČR v mezinárodních technických komisích IMEKO také:

- TC11 metrologické infrastruktury**
(RNDr. Pavel Klenovský – ČMI Praha);
- TC13 měření v biologii a lékařství**
(Prof. Dr. Peter Kneppo – FBI ČVUT Praha);
- TC16 měření tlaku a vakua**
(Mgr. Dominik Pražák, Ph.D. – ČMI Praha,
RNDr. Jiří Tesař, Ph.D. – ČMI Praha);
- TC22 měření vibrací**
(Ing. Milan Prášil, CSc. – ČMI Praha).

3 Světový kongres IMEKO opět v Praze

V týdnu od 30. srpna 2015 do 4. září 2015 se v Praze uskutečnil **XXI. světový kongres IMEKO s mottem „Measurement in research and industry“** (viz <http://www.imeko2015.org>). Kongres, který se pravidelně koná každé 3 roky, se tak vrátil po 30 letech opět do Prahy. Organizátorem byl Český národní komitét IMEKO (prof. Jaromír Volf – prezident kongresu, prof. Vladimír Haasz – předseda národního org. výboru a doc. Jan Holub – předseda mezinárodního org. výboru), záštitu převzalo České vysoké učení technické v Praze, Česká zemědělská univerzita v Praze a Český svaz vědeckotechnických společností. Zahájení kongresu (**obr. 1**) se kromě čelních představitelů IMEKO zúčastnil i rektor ČVUT v Praze prof. Petr Konvalinka. Organizaci a administrativu zajišťovala agentura C-IN, s.r.o.



Obr. 1: Slavnostní zahájení kongresu

Kongresy IMEKO patří v současné době vedle konferencí IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC) k největším setkáním odborníků z oblasti měření a přístrojové techniky.

Kongresu v Praze, který se konal v Pražském kongresovém centru, se zúčastnilo 514 účastníků ze 47 zemí a bylo prezentováno celkem 472 příspěvků, z toho 7 vyzvaných přednášek (3 v rámci plenárního kulatého stolu), 271 příspěvků v rámci jednání odborných sekcí (včetně 4 kulatých stolů) a 194 formou posterů. Nejvíce účastníků bylo z Německa (65), z České republiky bylo prezentováno 30 příspěvků.

Kongres podpořilo 6 průmyslových sponzorů: GTM Praha s.r.o., Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH, Mettler-Toledo, RADWAG, STMicroelectronics, SPEKTRA Schwingungstechnik und Akustik GmbH Dresden, kterým

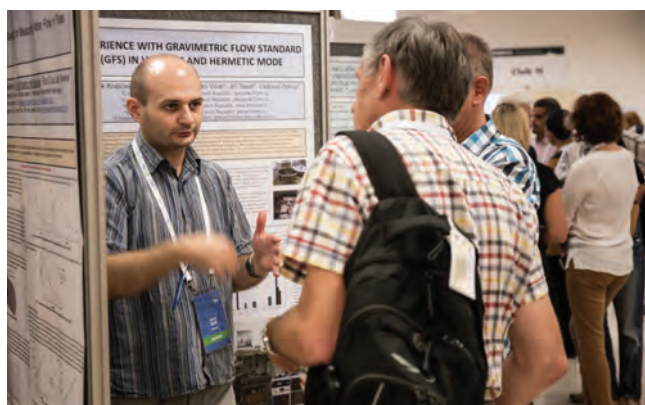
bylo též umožněno přednést své příspěvky v rámci “Industrial session”. Kromě toho zde představilo své nejnovější produkty dalších 8 vystavovatelů. Stánky byly umístěny ve vstupní hale (obr. 2).



Obr. 2: Stánky sponzorů a vystavovatelů

Kromě čtyř plenárních přednášek (viz níže) a jednoho plenárního kulatého stolu probíhala jednání v 54 sekcích (a to vždy 3 až 6 paralelně, ale tak, aby se tématicky nepřekrývala). Dále se konaly 4 kulaté stoly, 1 workshop a 1 sekce byla věnována prezentacím sponzorů.

Posterové sekce (obr. 3) probíhaly každý den odpoledne během prodloužené přestávky na kávu (60 minut). Toto časové umístění bylo kvitováno účastníky velmi příznivě. Rozdělení mezi orální a posterové prezentace bylo provedeno na základě přání autorů, popř. doporučení recenzentů.



Obr. 3: Posterová sekce

Jednání kongresu

Na základě návrhů z jednotlivých technických komisí IMEKO byla vybrána témata a osloveni přednášející pro plenární zasedání.

Jednalo se o čtyři samostatné přednášky:

- The New Kelvin (Fischer Joachim, Germany – obr. 4);
- Magnetic Resonance Technology; a New Approach in Multiphase Flow (Hogendoorn Jankees, Netherlands);
- Uncertainty Caused by Human Factor – Can an Emotion Detector Help? (Kamcke Andreas, Germany);
- Measurement Plus Observation – a Modern Structure of Metrology (Ruhm Karl, Switzerland).



Obr. 4: Úvodní plenární přednáška

a další tři přednášky byly součástí plenárního kulatého stolu:

- The ‘SI’ Quantities and Units – a Universal Language Bringing Over the 24 IMEKO Technical Committees (Stefanescu Dan Mihai, Romania);
- Dissemination of the New Kilogram via Silicon Spheres (Haertig Frank, Germany);
- The Redefinition of the SI in 2018 and the Present Status for the Kilogram (Richard Philippe, Switzerland).

Jednání v odborných sekcích byla rozdělena podle jednotlivých technických komisí IMEKO. Největším počtem příspěvků byly zastoupeny TC3 Measurement of Force, Mass and Torque (70) a TC4 Measurement of Electrical Quantities (63), nejmenším počtem TC8 Traceability in Metrology (2) a TC17 Measurement in Robotics (3).

Kulaté stoly v komisích se zabývaly následující problematikou:

- Round table on mobile learning and teaching (TC1);
- Round table on measurement challenges for future energy networks (TC4);
- Round table on metrology in food and nutrition (TC8+TC23+TC24);
- Round Table on the New SI (TC21).

Dále proběhl Workshop on Energy Measurement (TC20).

Každá technická komise měla také setkání svých členů a přátel. Kromě programu o zhodnocení činnosti a dalším rozvoji komise byli v některých komisích voleni/potvrzeni na další období 3 představitelé (předseda, místopředseda a vědecký sekretář komise). Také byli představeni noví členové (nebo přátelé) a účastníci v jednotlivých komisích byli svými kolegy také pozváni na sympozia, která se připravují pro nejbližší období, tj. rok 2016.

Ceny pro mladé účastníky

Pro mladé účastníky kongresu byly vypsány 2 ceny.

Cena GYÖRGY STRIKER JUNIOR PAPER AWARD (2000 USD) je dotována nadací profesora György Striker a jeho ženy Barbary pro účastníka kongresu mladšího 35 let za příspěvek úzce související s mottem kongresu a týkající se nových přístupů. Tuto cenu získala Marta Wiśniewska z Varšavské technické university, Fakulty mechatroniky za příspěvek „Determination of Form Measuring Machine Displayment Sensor Characteristics with a Use of Flick Standard“.

Další ceny byly vypsány Českým svazem vědeckotechnických společností za nejlepší příspěvek prezentovaný studentem doktorského studia. Zde byla udělena jedna 1. cena ve výši 800 Euro a tři 3. ceny ve výši 300 Euro (2. cena nebyla udělena).

1. cena:

Adam Gaska: Virtual CMM Model Adapted for Usage in Industrial Conditions (Polsko)

3. ceny (řazeno abecedně):

Tomoya Katsuno: Data Flow Management in Telemetric Body Area Network System (Japonsko),

Pawel Mazurek: Measurement Uncertainty of Echo Parameters Estimation in UWB Radar System for Monitoring of Human Movements (Polsko),

Ján Tomlain: Partial Discharge Diagnostic System for Non-destructive Testing of High-voltage Machines (ČVUT FEL, Česká republika).

Všechny ceny byly uděleny při závěrečném ceremoniału (obr. 5).



Obr. 5: Udělení cen mladým účastníkům kongresu IMEKO

Předkongresová jednání

Před zahájením kongresu (28. až 30. 8.) zasedaly v Praze řídicí orgány IMEKO – **General Council, Advisory Board a Technical Board. Zde byli zvoleni noví představitelé IMEKO.** Presidentem byl zvolen *Prof. Kenneth T. V. Grattan* z Velké Británie, vicepresidentem zodpovědným za pořádání XXII světového kongresu *Prof. Ron Summers*, též z Velké Británie, předsedou Advisory Board *Prof. Pasquale Daponte* a předsedou Technical Board *Prof. Masatoshi Ishikawa*.

Příští, tj. XXII světový kongres IMEKO se bude konat v r. 2018 v Belfastu (viz http://www.imeko.org/images/imeko/2018/0916_IMEKO_2018.pdf).

4 Závěr

Na XXI. Světovém kongresu měli účastníci kromě bohatého programu odborného, který probíhal po dobu 5 dní většinou od 9 do 18 h, také možnost si ve večerních hodinách prohlédnout nejvýznamnější památky v Praze (Pražský hrad, Karlův most a Staroměstské náměstí); pro zahraniční zájemce o historii byl zorganizován i celodenní výlet s prohlídkou hradu Karštejn a návštěvou blízké sklárny.

Lze konstatovat, že XXI. světový kongres (druhý světový kongres IMEKO pořádaný v Praze), který byl odborný i organizačně na vysoké úrovni, splnil očekávání všech přítomných, o čemž svědčí i pochvalné vyjádření řady účastníků včetně členů řídicích orgánů IMEKO.

Literatura

- [1] Jedlička M.: Začátky IMEKO (podklad pro referát na Valné hromadě ČK IMEKO v r. 1999)
- [2] www.imeko.org
- [3] imeko2015.org

Zrušení „metrologických“ vyhlášek

K datu **1. prosince 2015** byly vyhláškou Ministerstva průmyslu a obchodu č. 125/2015 Sb. zrušeny vyhlášky č. 334/2000 Sb., č. 337/2000 Sb., č. 29/2002 Sb., č. 31/2002 Sb., č. 32/2002 Sb., č. 33/2002 Sb. a dále část třetí, šestá, třináctá, patnáctá, šestnáctá a sedmnáctá vyhlášky č. 260/2003 Sb.

Pro zavedení této změny do praxe byla v článku IV vyhlášky č. 125/2015 Sb. stanovena přechodná ustanovení.

65. VALNÁ HROMADA EVROPSKÉ ORGANIZACE VÝROBCŮ VAH CECIP

Ing. Daniel Šťastný

vicepresident CECIP, www.cecip.eu



Unie výrobců vah České republiky je dlouholetým aktivním členem Evropské asociace výrobců vah CECIP. Tato organizace sdružuje opravce a výrobce vah a zájemce o problematiku vážení. Cílem organizace je spolupracovat s metrologickými orgány v Evropě a po celém světě a zastupovat zájmy výrobců a opravců vah. Smyslem je být aktivním partnerem při vytváření technických standardů i legislativních předpisů, které se zabývají měřením. Snažíme se, aby normy a předpisy respektovaly aktuální technologický vývoj a zároveň zajišťovaly vysokou kvalitu používaných měřidel, jednotnost a správnost měření a ochranu osob dotčených měřením. Zároveň monitorujeme Evropský trh s vahami a upozorňujeme na různou kvalitu dovážených výrobků a rozdílné přístupy států Evropy k jejich kontrole a doзору nad trhem.

Ve dnech 20. – 22. května proběhla v Barceloně již 65. valná hromada organizace CECIP. Valná hromada je vždy spojena s řadou odborných akcí a je prostorem pro diskusi mezi členy CECIPu z jednotlivých zemí a představitelů odborných institucí a orgánů z oblasti legislativy. Zároveň zde probíhá zhodnocení činnosti organizace a schválení plánů na další období.

Ve spolupráci se Španělskou organizací AECIP se dne 20. května konal odborný seminář, jehož se zúčastnilo 50 účastníků ze Španělska a ostatních Evropských zemí. Seminář byl zaměřen na problematiku metrologického software používaného ve stanovených měřidlech, novou normu EN 45 501 a aktualizovanou evropskou směrnici pro váhy s neautomatickou činností. Závěrem semináře byli účastníci informováni o vzájemném uznávání výsledků metrologických zkoušek (MAA) organizace OIML. Obsah semináře se setkal s velkým úspěchem a Unie výrobců vah České republiky, připravuje jeho českou verzi na podzim tohoto roku.

Samotná valná hromada proběhla v pátek 22. května a její dopolední část byla věnována odborným přednáškám. Po zahájení prezidentem CECIPu panem Ursem Widmerem následovala přednáška poslankyně španělského parlamentu paní Inmy Riera i Reñé. Paní poslankyně účastníky informovala o podpoře Katalánska a Španělska pro nově vznikající průmyslové podniky a dále se zaměřila na význam stanovených měřidel a metrologie pro Španělsko. Zajímavé bylo, že paní poslankyně detailně znala metrologickou situaci a vyzdvihovala zájem Španělského parlamentu podporovat profesní organizace a organizovat účinný metrologický dozor nad trhem.

Další odbornou přednášku přednesl ředitel NMi-Certin (notifikovaného Holandského zkušebního a certifikačního orgánu) pan Arjan van Breukelen. Předmětem přednášky byla spolupráce firem a notifikovaných orgánů, které uvádějí své výrobky na nové trhy a to nejen v Evropě. Pan ředitel zde upozornil na úskalí, která mohou vzniknout při uvádění stanovených měřidel na neznámé trhy. Během přednášky zazněla řada praktických doporučení a nabídka pomoci firmám a obchodním organizacím při uvádění svých měřidel na neznámé trhy.

S odborným nasazením přednesl svojí přednášku pan Emilio Prieto, vedoucí oddělení měření délky španělského metrologického institutu (CEM). Jeho přednáška se týkala připravovaného nového systému jednotek SI. Pan Prieto se zaměřil především na novou definici kilogramu, který je poslední jednotkou soustavy SI, která je odvozena z fyzikého etalonu 1kg. Nová definice by měla být odvozena na základě fyzikálních jevů ze známých fyzikálních konstant a měla by přinést menší nejistoty v oblasti hmotnosti. Následovala přednáška ředitele mezinárodního institutu pro míry a váhy pana Stephena Patoraye, který se soustředil na 60 ti letou historii OIML (Mezinárodní organizace pro legální metrologii) a informoval účastníky o aktuální koncepci a strategii organizace.

Pan Paul Dixon – mluvčí pracovní skupiny 2 (WG2) organizace WELMEC, vysvětlil novou strategii a strukturu této důležité pracovní skupiny, která se zabývá implementací evropských směrnic do praxe. Ve své přednášce zmínil problematiku nového legislativního rámce a aktualizaci směrnice pro váhy s neautomatickou činností a směrnice pro měřidla.



Valná hromada CECIP je dobrou příležitostí pro setkání s významnými představiteli mezinárodních orgánů a odborné veřejnosti. Na neformálních jednáních dochází k výměně zkušeností mezi odborníky z jednotlivých zemí. Členské organizace, tak mají možnost dozvědět se nejnovější informace o chystané legislativě.

Unie výrobců vah ČR zprostředkovává tyto informace svým členům prostřednictvím pravidelných setkání a sdílením příslušných dokumentů. Zájemci o více informací obraťte se na UVV-ČR: email: uvvcr@uvvcr.cz

JAK PSÁT (A NEPSAT) TECHNICKÁ SDĚLENÍ, 5. ČÁST

Mgr. Dominik Pražák, Ph.D.
Ing. František Jelínek, CSc.

0 Úvod

Tento závěrečný díl seriálu o psaní technických sdělení je věnován problémům, na které se v předchozích částech nedostalo, přestože se i s nimi často setkáváme. V předcházejících dílech se autoři pokusili připomenout často porušované zásady správného vyjadřování a ukázat časté chyby, kterých se pisatelé (i ti zkušeni) dopouštějí. Ukázalo se, že jde skutečně o „nekonečný příběh“ kultivování vyjadřovacích prostředků; pokračováním bude, doufejme, péče autorů nejrozličnějších publikací o správné vyjadřování a o dodržování obecně prospěšných pravidel jazyka, pravopisu, zápisu údajů a úpravy dokumentů.

Pátá část seriálu je věnována ještě doplňku k typografickým zásadám – psaní chemických značek a vzorců, dále pak problémům překladu a transkripce cizojazyčných názvů a konečně několika pravopisným jevům; často potřebujeme správně napsat nějaký název a nejsme si vždy jisti, kde se píše nebo nepíše velké písmeno. Druhým pravopisným jevem, který je věčně předmětem diskusí, je interpunkce.

1 Psaní chemických vzorců a rovnic

K této problematice není mnoho česky psané literatury, případně je poměrně stará. Pomůckou může být [1]. Zde alespoň několik pravidel pro nejběžnější případy.

1.1 Chemické názvy

Názvy chemických sloučenin se povětšinou píší dohromady: „kyselina trihydrogenfosforečná“ – H_3PO_4 , avšak u podvojných a potrojných solí se užívá spojovníku: „chlorid-fluorid-bi(síran) hexasodný“ – $\text{Na}_6\text{ClF}(\text{SO}_4)_2$. Stejně je tomu i u předpon „2-chlor-1,3-butadien“. Písmenné předpony (lokanty a stereodeskriptory) píšeme vždy kurzívou – „*a*-glycerofosfát“, „*trans*-2-methylcyklohexanol“, pouze s výjimkou konfigurací – „D-glukóza“.

Správně: *o*-dichlorbenzen

Chybně: o dichlorbenzen

1.2 Chemické značky

Chemické značky píšeme vždy základním řezem písma, což platí i pro subatomární částice (záření α , elektron – e^- nebo e^+ , pozitron – e^+ , pion – π). Hmotnostní a atomová čísla umísťujeme nad sebou před značkou a indexy a náboje (případně oxidační čísla či mocenství) nad sebou za značkou, což lze uskutečnit pomocí MS Equation.

Správně: ${}^{14}_7\text{N}$ H_2^+

Chybně: ${}^{14}_7\text{N}$ H_2^+

1.3 Chemické vzorce a rovnice

V sloučeninách neděláme mezi značkami mezery. (Výjimkou jsou hydráty, které značíme s tečkou na spodním účaři oddělenou mezerami: $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$.)

Správně: H_2SO_4 CaCO_3

Chybně: $\text{H}_2 \text{SO}_4$ Ca CO_3

Číselné indexy jak arabské, tak i římské píšeme normálním, stojatým písmem. Ale index zastupující proměnnou píšeme kurzívou, jako například při výpočtu koeficientu pro kyslík, viz **obr. 1**.

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{C}^{\text{IV}}\text{O}_n^{\text{II}} \\ 2 \cdot 1 + 1 \cdot 4 + n(-2) &= 0 \\ 2 + 4 - 2n &= 0 \\ n &= 3 \\ \text{H}_2\text{CO}_3 \end{aligned}$$

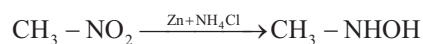
Obr. 1: Normální písmo a kurzíva v chemických vzorcích

Koeficienty před chemickými vzorci píšeme s mezerou.

Správně: 2 H_2SO_4

Chybně: 2 H_2SO_4

Chemické rovnice rozdělujeme jen u znamének rovnosti nebo směru reakce, jen výjimečně u znamének + nebo –. Jinak při psaní chemických rovnic nám může díky bohatým sadám šipek a možností vkládání indexů opět pomoci MS Equation.



Hovoříme stále ale spíše o anorganické chemii. V případě složitějších vzorců z organické chemie se musíme obrátit na specializované nástroje, viz např. [2].

2 Překlady a přebírání z cizích zdrojů

Již ve třetí části byla zmínka o úskalí krátké a dlouhé číselné škály při překladech, nástrah je ovšem daleko více. Problémy transkripce jmen a termínů by vydaly na rozsáhlé dílo. Autoři jen chtějí upozornit na její záluždnosti a zdůraznit, že je třeba vystříhat se chyb alespoň při opisování. Problém může vzniknout například při citování práce, kde jsou ve jménu autora nebo v názvu zjevné chyby. Co potom? Přesnost vyžaduje citovat i s chybami; je ovšem možné pomoci si poznámkou v textu, aby bylo zřejmé, že chyba není dílem citujícího. Rovněž je nutno poznamenat, že citování např. ruskojazyčných pramenů přímo z abuky také většinu čtenářů nenadchne, i když je transkripce pro češtinu poměrně ustálená (viz [3]). Horší je to v neslovanšých jazycích.

Je vhodné, aby se pisatel měl na pozoru i před chybami, vznikajícími na základě nadvlády angličtiny v současné vědě a technice; potom se nemůže stát, že by napsal „BIPM, zkratka z International Bureau of Weights and Measures, je označení Mezinárodního úřadu pro míry a váhy.“

3 Psaní velkých písmen

Vzhledem k intenzivní mezinárodní spolupráci se v metrologických textech často setkáme s názvy států, regionů, institucí a různých smluv nebo ujednání. Běžné jsou také odkazy na zákony a vyhlášky. V následujících odstavcích budou probrány nejdůležitější případy. V případě pochybnosti je vždy nejlepší obrátit se na důvěryhodný pramen informací, ve věcech pravopisu například na velmi obsáhlou internetovou příručku Ústavu pro jazyk český [4], o kterou se opírá i následující text.

3.1 Státy, správní orgány a organizace

Ve víceslovných názvech tvořených spojením přídavného jména a podstatného jména se píše s velkým písmenem jen první přídavné jméno – *Česká republika, Evropská unie, Evropský parlament, Česká pojišťovna, Národní technické muzeum*. Začíná-li název podstatným jménem, je velké písmeno u prvního slova: *Muzeum hlavního města Prahy*. Pokud název obsahuje vlastní jméno, je samozřejmě velké písmeno i u dalšího slova/slov – *Spolková republika Německo*.

Při psaní smluv nebo dokumentů právní povahy je třeba respektovat název instituce tak, jak je zapsán v obchodním rejstříku, byť se odchyloval od obecně platných pravidel. Pokud se v textu uvede název zahraniční instituce v jazyce dané země, bude zapsán shodně s originálním názvem včetně velkých nebo malých písmen.

Zejména v publikacích, týkajících se legální metrologie, bude pisatele zajímat způsob psaní názvů krajů a okresů. Nejlépe je zřejmý z následujících příkladů:

- *Středočeský kraj nebo kraj Středočeský,*
- *Olomoucký kraj nebo kraj Olomoucký,*
- *Kraj Vysočina (slovo Kraj je součástí názvu)*
- *okres Praha východ*
- *okres Česká Lípa*

V úředních spisech je nutné dbát na správný zápis oficiálních názvů úřadů, například ministerstev. Bude tedy *Ministerstvo průmyslu a obchodu, Ministerstvo dopravy* a podobně. Pokud je však v odborném textu název orgánu uveden jen v souvislosti s odvoláním na jeho oblast činnosti nebo kompetencí, může být napsán s malými písmeny – například „*touto činností se zabývá ministerstvo zdravotnictví*“.

3.2 Smlouvy, zákony a vyhlášky

Oficiální názvy ústav, mezinárodních smluv, dohod, úmluv atd. se píše s velkým písmenem, tedy: *Ústava České republiky, Všeobecná dohoda o clech a obchodu, Listina základních práv a svobod, Sbirka zákonů*, pro metrology *Ujednání CIPM MRA, Metrická konvence*.

Pro dokumenty, které je zvykem pojmenovávat podle místa jejich ujednání, není způsob psaní ustálený. Proto je

možné psát *schengenská* i *Schengenská dohoda, maastrichtská* i *Maastrichtská smlouva* a podobně.

Názvy zákonů se píše s malým písmenem. Součástí jejich názvu je číslo příslušného zákona, které postačuje k identifikaci: *zákon č. 128/2000 Sb.* Za tímto názvem často následuje informace o tom, čeho se zákon týká, také psaná s malým písmenem: *zákon č. 505/1990 Sb., o metrologii*. Tuto formu použijeme vždy při citaci příslušného předpisu tam, kde záleží na jeho přesném určení.

Obdobná pravidla platí i pro názvy vyhlášek, nařízení a podobně.

3.3 Co ještě někdy působí rozpaky

Názvy chemických prvků se píše s malým písmenem na začátku, tedy gallium, nikoliv **Gallium**, germanium a ne **Germanium**. Naproti tomu Hallův jev, Josephsonův jev, Zenerova dioda (ta je ovšem natolik běžná, že se někdy píše i s malým *z* na začátku). Úsměvné jsou občas výroky typu „**Kvantův jev**“ nebo v překladu z němčiny „**Wackelův kontakt**“.

4 Interpunkce

Interpunkční znaménka jsou svým způsobem organizátory toku textu a tím je jejich správné užití důležité. Zatímco používání tečky, dvojtečky, závorek nebo uvozovek nepůsobí většině autorů potíže, čárka problémem je. Buď je navíc, nebo chybí. Bude jí proto věnována trochu větší pozornost. Odstavec doplní ještě středník, výpustka a dvojice znamének, která s námi často „diskutuje“ i textový editor – pomlčka a spojovník.

4.1 Čárka

Pouhá čárka může významně změnit význam věty nebo souvětí. Známý je omyl v zápisu pokynu, který poslal panovník do vězení. Správně mělo být: „Propustit, nikoliv popraviti!“ Jenže, ke škodě vězně, bylo zapsáno: „Propustit nikoliv, popraviti!“

Čárka se vyskytuje ve větě jednoduché i v souvětí a její užití záleží i na konstrukci větných členů. V nejjednodušší podobě je možné představit si věc takto (*příklady jsou psány kurzívou*):

4.1.1 Čárka ve větě jednoduché – píše se

- V případě několikanásobných větných členů, není-li použita spojka *a*, *i*, atd. (viz níže) *Studujeme metrologii času, délky, hmotnosti a síly.*
- Při zařazení vsuvky. *Stalo se to, pokud je známo, při manipulaci s kyvetou.*
- U volného přívlastku (věta si zachová smysl, i když ho vynecháme). *Řešení podle bodu B, navržené autorem Čížkem, se osvědčilo.*

4.1.2 Čárka ve větě jednoduché, nepíše se

- U několikanásobného větného členu, jsou-li použity spojky *a*, *i* a také spojky *ani* a *nebo*, pokud mají **slučovací význam** (viz také níže). *Použijeme teflon nebo tvrzený papír.*

- U několikaslovných rozvíjejících přívlastků. *Německý národní metrologický institut se podílel na projektu etalonu.*
- U těsného přívlastku (věta mění smysl, pokud ho vynecháme). *Výsledky prokazující závislost na teplotě nebyly zaznamenány.*
- U údajů místa a času v datu. *Praha 11. února 2010.*

4.1.3 Čárka v souvětí – píše se

V souřadně spojených větách, není-li použita spojka *a*, *i*, *ani*, nebo ve slučovacím významu, dále při spojení *a* proto, *a* přesto, *a* dokonce. *Musíme zavést kalibraci v nových oborech, zvětšíme kapacitu pracoviště. Chceme rozšířit kapacitu pracoviště, a proto přijmeme nové pracovníky.*

Ve větě závislé. *Není nutné, aby se kapacita zvětšovala.*

Před spojkami *jak*, *jako*, *než*, pokud uvozují celou větu. *Požadavky jsme ověřili, než jsme započali s měřením.*

4.1.4 Čárka v souvětí – nepíše se

Čárkou se neodděluje vedlejší věta se spojkou **nebo**, jde-li o **výčet možností**. *Zavedeme kalibraci voltmetrů nebo rozšíříme výzkum v oboru.*

Neodděluje se vedlejší věta se spojkou **a** ve spojení s časovým údajem. *Zavedeme kalibraci voltmetrů a potom rozšíříme výzkum v oboru metrologie délky.*

4.2 Středník

Málo používán, ale docela šikovný, pokud je třeba naznačit mezi dvěma větami těsnější vazbu, než by vyplývala z jejich následování, a zase volnější než v souřadném souvětí. Například: *Kalibrace voltmetru byla ukončena v lednu; můžeme tedy celý systém uvést do provozu.*

4.3 Výpustka (trojtečka)

Tři tečky nahrazují vynechaný text. V technickém sdělení se v praxi můžeme setkat s výpustkou třeba v citaci, kde vynecháme část dlouhého názvu; další možností je použití ve výčtu, kde není třeba vyjmenovat všechny položky. Použití je ale dobré uvážit, protože může někdy působit nejednoznačnost textu.

Příklad: NOVÁK, F.: *Sazba textů pro (...) návody*. Praha: Nakladatelství, 1972

4.4 Pomlčka a spojovník

Spojovník je krátká vodorovná čárka, která spojuje dva výrazy a píše se bez mezer. Vyskytuje se:

- U některých složených přídavných jmen: *technicko-ekonomický, žluto-zelený* (má části žluté a části zelené, žlutozelený proti tomu znamená barevný odstín).
- U těsného spojení jmen podstatných ve vztahu souřadném: *radiometr-fotometr* (má obě funkce).
- U místních jmen a v názvech oblastí: *Frýdek-Místek, Ostrava-město*. Ale: *Liberec – Horní Hanychov* (jeden z názvů je víceslovný).
- V případě dvou samostatných jmen (např. dva původci): *Nyquistův-Shannonův teorém, Kočičkova-Blažkova Praktická typografie*.

- U technických označení, u názvů chemických látek: *2-chlor-1,3-butadien, propan-butan*.

Poznámka – pokud se spojovník objeví na konci řádku, musíme ho napsat i na začátek řádku následujícího.

Pomlčka – (Alt+0150) – je z obou stran (až na výjimky) oddělena mezerami a je delší než spojovník.

Jestliže pomlčka vystupuje ve funkci výrazů pro rozsah *až, až do*, píšeme pomlčku, která nesmí být ani na konci ani na začátku řádku. Pokud to sazba nedovoluje, nahradíme znaménko slovním vyjádřením. V technických sděleních bývá ostatně pro dosažení jednoznačnosti pomlčka ve smyslu udání rozsahu nahrazena předložkou *až*. *(20 – 50) mg nebo (20 až 50) mg*.

Pokud je alespoň jeden z výrazů víceslovný, oddělujeme pomlčku mezerami (platí i pro časové rozmezí několika měsíců): *1. 1. 2000 – 31. 12. 2015*.

Ze stylistických důvodů – pro dosažení většího důrazu – se leckdy vsuvka ve větě odděluje pomlčkami, mezery jsou pevné.

Výjimkou je situace, kdy jsou oba výrazy oddělené pomlčkou jednoslovné. *Dosáhli jsme výhodného poměru výkon–cena*.

4.5 Vybrané poznámky ke spojkám a čárkám

4.5.1 Psaní čárky před spojkami *a*, *i*, *ani*

Čárka se nepíše, jsou-li spojky použity v poměru slučovacím (pomůcka – obojí je možné); píše se, jde-li o poměr vylučovací (pomůcka „jedno nebo to druhé“). Pravidlo platí i pro spojení *a potom, a také, atd., atp., apod*.

V případě slučovacího vztahu tedy bude: *Dokončete zkoušku a vypracujte zprávu. Zkoušky se prováděly v laboratoři B1 a potom na novém vybavení v místnosti B4. Uvažovali jsme koeficient délkové roztažnosti a také rozměry sousedních dílů.*

Čárka se píše v případě spojení odporovacího: *V úvalu přichází jen první varianta, a v žádném případě ji nelze obejít.*

Často se vyskytuje poměr důsledkový (*a proto, a tedy, a tak*). V těchto případech se čárka bude psát. *Potřebujeme zajistit stálou teplotu, a proto umístíme zařízení do termostatu.*

Podobná situace je i u spojky *ani*. Čárka se tedy nepíše, jde-li o spojení slučovací. Tedy: *Nebylo možné provést jedno ani druhé.*

4.5.2 Spojky *jako, než*

Spojku **jako** používáme vždy při srovnávání. Pokud uvozuje celou větu, čárku píšeme: *Měřili jsme stejně rychle a přesně, jako laboratoře používající složitější aparaturu.*

Uvozuje-li *jako* pouze větný člen při srovnávání, čárka se nepíše: *Výsledky byly stejné jako minule.*

Pro kladení čárky před spojkou **než** je rozhodující, zda slova za spojkou tvoří větu, nebo ne. V prvním případě se čárka píše, ve druhém ne.

- *Laboratoř deklarovala lepší CMC, než které by mohla doložit svými výsledky.*

- Článek Ing. Nováka je mnohem větším přínosem než větší na ostatních. Zjištěná nejistota je menší než deklarovaná.

4.5.3 Čárka před spojkou nebo

Opět je to obdobné jako v předchozích odstavcích. Pokud je spojka *nebo* užitá ve významu slučovací, čárku před ní nepíšeme, pokud je ve významu vylučovací, čárku píšeme. Ne vždy je ovšem lehké rozpoznat, o který význam jde. Vždy pomůže prostá úvaha – je možné obojí, nebo jedno nebo druhé? Před prvním „nebo“ čárka je (obě možnosti nemohou nastat současně), u druhého není (můžeme volit ze dvou možností na stejné úrovni).

Autoři – sami technici bez hlubšího jazykového vzdělání – se v této části dostali na tenký led a doufají, že si laskavý čtenář informace porovná s jinými zdroji a že se v případě pochybností rychle obrátí na snadno dostupnou příručku Ústavu pro jazyk český [4].

5 Závěr

Problémy správného, logického a přesného vyjadřování jsou staré jako řeč sama. Čtenář si jistě vzpomene na dlouhou řadu reformátorů a jazykovědců, kteří v našem prostředí působili od středověku. Stačí vzpomenout jen J. A. Komenského a jeho přání „... a odevzdávám tobě také i synům tvým snaznost v pulerování, vyčišťování a vzdělávání milého našeho

ho a milostného otcovského jazyka, v čemž synů mých bedlivost známá byla časů předešlých...“ V současné době se bohužel setkáváme s určitým zploštěním vyjadřování (a možná i myšlení), s tlakem všemožných floskulí, s prohřešky proti základům české řeči (i ve státních sdělovacích prostředcích, bohužel), s nadužíváním zbytečných cizích slov (ne vždy správně pochopených) a s prohřešky proti správnému pravopisu (i u vzdělaných lidí). Je na těch, kdo vystupují veřejně, aby své projevy skutečně „pulerovali“.

Autoři doufají, že čtenáři *Metrologie* našli v seriálu článků inspiraci a alespoň něco, co mohou při psaní svých děl použít.

6 Použitá literatura

- [1] NOHEL, F.: *Sazba matematická a chemická*. Praha: SNTL, 1972.
- [2] ChemDraw [online]. [cit. 2015-10-01]. Dostupné z: <http://www.cambridgesoft.com/land/CAS.aspx?cid=3984&gclid=COOKmOe3tMQCFQEIwwodhXAAMg>
- [3] ČSN ISO 9. Informace a dokumentace - Transliterace cyrilice do latinky - slovanské a neslovanské jazyky. Praha: Český normalizační institut, 2002.
- [4] Internetová jazyková příručka. Ústav pro jazyk český AV ČR v.v.i. Internetová jazyková příručka [online]. [cit. 2015-10-10]. Dostupné z: <http://prirucka.ujc.cas.cz/>



Požadavky na používání měřidel při lékařském ozáření podle atomového zákona a zákona o metrologii

Podle ustanovení § 3 zákona o metrologii (zákon č. 505/1990 Sb., ve znění pozdějších předpisů, dále jen „zákon o metrologii“) se měřidla člení na etalony, pracovní měřidla stanovená („stanovená měřidla“) a pracovní měřidla nestanovená („pracovní měřidla“). Stanovená měřidla jsou měřidla, která Ministerstvo průmyslu a obchodu stanoví vyhláškou k povinnému ověřování s ohledem na jejich význam. Druhový seznam stanovených měřidel, tj. měřidel, která musí být ze zákona měřidly stanovenými, je uveden v Příloze vyhlášky č. 345/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Měřidla v oblasti ionizujícího záření jsou uvedena v části 8 druhového seznamu stanovených měřidel „Měřidla veličin atomové a jaderné fyziky“.

Zařazení měřidel do jednotlivých kategorií (stanovená resp. nestanovená pracovní měřidla) podle zákona o metrologii je dále dáno účelem jejich použití. V oblasti měření veličin ionizujícího záření rozhoduje o účelu použití měřidel Státní úřad pro jadernou bezpečnost při schvalování dokumentace, programů, seznamů, limitů atd. v rámci atomového zákona (zákon č. 18/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů). U měřidel, kde lze připustit odbornou diskusi o způsobu jejich použití, proto Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví považuje názor Státního úřadu pro jadernou bezpečnost na zařazení těchto měřidel za rozhodující.

V loňském roce proběhla z podnětu Státního úřadu pro jadernou bezpečnost a za účasti Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví a Českého metrologického institutu odborná diskuse ohledně kategorizace měřidel používaných v oblasti lékařského ozáření. Výsledkem této diskuse je dokument, který vydal Státní úřad pro jadernou bezpečnost a jehož účelem je poskytnout držitelům povolení k činnosti podle atomového zákona v oblasti lékařského ozáření návod k používání měřidel při povolované činnosti tak, aby používání měřidel nebylo v rozporu se zákonem o metrologii.

Text dokumentu **Požadavky na používání měřidel při lékařském ozáření podle atomového zákona a zákona o metrologii** je zveřejněn na webových stránkách Státního úřadu pro jadernou bezpečnost. Naleznete jej na adrese

<https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/oznameni-a-informace/>.



ROZHODČÍ SOUD

při Hospodářské komoře České republiky
a Agrární komoře České republiky

Řešení Vašeho sporu efektivně, rychle a odborně!

O Rozhodčím soudu

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

Sekretariát Rozhodčího soudu zajišťuje

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

Jaké spory řeší?

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

Výhody rozhodčího řízení

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

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

Znění rozhodčí doložky doporučené k zapracování do Vašich smluv:

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

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

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

Rozhodčí soud je tu pro Vás.

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

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

NABÍDKA AKCÍ ČMS NA I. POLOLETÍ 2016

Česká metrologická společnost, z. s. (ČMS) Vám v prvním pololetí roku 2016 nabízí řadu seminářů a kurzů. Z významných akcí upozorňujeme na **25. mezinárodní konferenci „Měřicí technika pro kontrolu jakosti“**, s výstavou měřicí techniky.



Nabídku s přihláškou si můžete vyžádat po tomto datu také v sekretariátu ČMS:
tel./fax: 221 082 254,
e-mail: cms-zk@csvts.cz



Certifikační místo má samostatnou e-mail adresu:
e-mail: cert-cms@csvts.cz a tel.: 221 082 283

23. únor 2016 ČSVTS Praha, 319	K 506-16	Řízení metrologie v organizaci
8. až 9. březen 2016 Plzeň, centrum PRIMAVERA	Ko 507-16	25. konference „Měřicí technika pro kontrolu jakosti“, s výstavou měřicí techniky
23. březen 2016 ČSVTS Praha, 318	K 508-16	Nejistoty ve strojírenství
20. duben 2016 ČSVTS Praha, 318	K 509-16	Nejistoty při měření teploty
23. – 26. 5. 2016 ČSVTS Praha, 219	K 510-16	44. základní kurz metrologie

ČMS trvale nabízí:

- „Korespondenční kurz metrologie K-90“,
- vzorové kalibrační postupy na měřidla.

Podrobná nabídka (včetně přihlášek a formulářů žádostí) všech akcí ČMS, certifikace způsobilosti pracovníků, kalibračních postupů i publikací ČMS bude od 24. 12. 2015 k dispozici na webové stránce ČMS. Nabídka bude k tomuto termínu ještě doplněna o další zajímavé kurzy. Sledujte:

www.csvts.cz/cms

Na dny **8. a 9. března 2016**
Česká metrologická společnost připravuje
konferenci
25. Měřicí technika pro kontrolu jakosti
s výstavou měřicí techniky
v kongresovém centru PRIMAVERA, Plzeň,
Nepomucká 128.
Další informace a přihláška na www.csvts.cz/cms
Zveme Vás vedení ČMS



ČESKÉ KALIBRAČNÍ SDRUŽENÍ, Z.S. PŘIPRAVUJE NA 1. POLOLETÍ 2016

52. odbornou konferenci ČKS

19. až 20. dubna 2016
Místo konání hotel Skalský dvůr

Na konferenci vystoupí zástupci ÚNMZ, ČIA, ČMI s aktuálními informacemi v oblasti metrologie a akreditace. Dále budou předneseny příspěvky věnované problémům kalibračních laboratoří a v samostatné sekci problémům při ověřování tachografů autorizovanými metrologickými středisky.

Seminář Vodoměry a měřiče tepla

22. až 23. března 2016



Jednodenní seminář Kalibrace měřidel v oboru úhel

konec února 2016
Místo konání ČMI OI Brno

Dvoudenní seminář Kalibrace měřidel hmotnosti

1. pololetí 2016
Místo konání hotel Skalský dvůr

Program a přihlášky jsou uveřejněny na webu ČKS.

www.cks-brno.cz

České kalibrační sdružení, z.s., Slovinská 47, 612 00 Brno

ŽIVOTNÍ JUBILEA



Pan Ing. Jindřich Běťák oslavil koncem května 2015 své 90. narozeniny. Již během studia na elektrotechnické fakultě Vysoké školy technické Dr. E. Beneše v Brně a po jeho ukončení věnoval svůj profesní život vývoji měřicí techniky a měření. Působil ve vývojových dílnách založených prof. Bláhou v Brně, kde mimo jiné vyvíjel vakuometr hrubého vakua pro elektronové mikroskopy, dále v Ústavu pro stavbu strojů v Praze, kde se zabýval zejména oborem měření teploty. V sedmdesátých letech minulého století byl členem celostátní komise pro zavádění zákonných měrových jednotek.

Pan Ing. Běťák, zakládající člen České metrologické společnosti, je dlouholetým předsedou revizní komise a předsedou posuzovatelské komise jejího certifikačního místa. Za období svého působení v České metrologické společnosti se podílel na zpracování a vydání řady publikací. Lze např. vzpomenout „Slovník metrologie, zkušebnictví a praktické fyziky, Praha 2002“. Mezi jeho „oblíbené“ obory patří metrologie teploty a vlhkosti. Své zkušenosti stále aktivně předává v člancích uveřejňovaných v časopise Metrologie i při přednáškách v odborných kurzech.



Pan Čeněk Nenáhlo, dipl. technik, nestor české metrologie, zakládající člen České metrologické společnosti a obětavý organizátor, se začátkem prosince 2015 dožívá v plné duševní svěžesti 90 let.

Známe ho jako dlouholetého představitele metrologie plzeňské Škodovky, které věnoval podstatnou část svého života a vychoval tam řadu metrologů, kteří v různých funkcích dnes pokračují v jeho práci.

Sám se nadále věnuje předávání svých zkušeností jak v časopise Metrologie, tak v dalších periodikách, která se zabývají měřením. Je třeba také vzpomenout, že je i autorem několika rozsáhlých publikací v oboru délek a úhlů z pohledu praxe metrologa, které se staly vyhledávaným zdrojem poznání.

Pan Nenáhlo působil dlouhá léta ve funkci místopředsedy České metrologické společnosti. V rámci aktivit České metrologické společnosti připravil řadu vzdělávacích akcí, mezi nimiž vyniká nejrozsáhlejší každoroční akce „Měřicí technika pro kontrolu jakosti“, spojená s výstavou měřicí techniky. V současné době nadále aktivně přispívá k činnosti České metrologické společnosti.

Redakční rada přeje jménem svým i celé české metrologické veřejnosti oběma jubilantům do dalších let hodně zdraví i sil při předávání zkušeností mladším kolegům a spokojenost v osobním životě.



Redakční rada:

Ing. Emil Grajciar (předseda), Ing. František Jelínek, CSc. (místopředseda), RNDr. Jiří Tesař, Ph.D., Ing. Josef Vojtíšek, Doc. Ing. Jiří Horský, CSc., Ing. Milan Badal, Prof. Ing. Jaroslav Boháček, DrSc., Ing. Jan Klíma, Ing. Jiří Kazda, Mgr. Václava Holušová, RNDr. Klára Popadičová, Ing. Jaroslav Rajlich, Ing. Petr Pánek, CSc., Ing. Jan Tichý, Jitka Hrušková. PhDr. Bořivoj Kleník – šéfredaktor.

Časopis vychází 4 x ročně. Cena výtisku 80,- Kč, roční předplatné 320,- Kč + poštovné a balné + 15 % DPH. Vydavatel: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ) ve spolupráci s Českým metrologickým institutem, Českou metrologickou společností a Českým kalibračním sdružením. Sídlo vydavatele: ÚNMZ, Biskupský dvůr 1148/5, 110 00 Praha 1. IČO: 48135267. Povolení tisku: registrace MK ČR 6111, MIČ 46 676, ISSN 1210-3543.

Místo vydávání: Praha. Datum vydání: prosinec 2015. 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:

Kalibrační přípravek se siloměrným třmenem

Photo on the front page:

Calibrating tool with force measuring clamp

