

2/2015
ROČNÍK 24

METROLOGIE

VĚDECKÁ
LEGÁLNÍ
PRAKTICKÁ



VĚDA A VÝZKUM**Ing. Lenka Kňazovická**

Státní etalon teploty pro bezkontaktní měření2

METROLOGIE V PRAXI**Ing. Richard Silovský**

Kalibrace průměrných desek7

Ing. Alena Dušková

Konfirmace v analytických laboratořích14

Doc. Ing. Jiří Horský, CSc.Měření a vyjádření výsledků - Část 3.
Od historie k revizi normy ISO/IEC 1702517**Ing. Václav Hora**Nejistota četnosti různě přesných měření
radioaktivního vzorku stanovena metodou
největší věrohodnosti21**INFORMACE****Ing. Petr Pánek, CSc., Ing. Alexander Kuna, Ph.D.**

Jak je to s přestupnými sekundami24

Světový den metrologie 201526

Doc. Ing. Jiří Horský, CSc.

Informace Českého kalibračního sdružení27

Mgr. Markéta Brabcová

Den ÚNMZ – 201530

Ing. Václav BursaModerní měřicí technika se představila
v Plzni31**Ing. Jaroslav Rajlich**Vzdělávací aktivity Asociace akreditovaných
a autorizovaných organizací (AAAO)
pro odborné pracovníky AO/NO/OO a širší
technickou veřejnost32**Ing. František Jelínek, CSc. a kol.**Jak psát (a nepsat) technická sdělení,
3. Část34**PR**

Rozhodčí soud37

Mitutoyo38

Vladimír Mička39

Rozhodčí soud40

Nabídka akcí ČMS na II. pololetí 2015

VĚDA A VÝZKUM**Ing. Lenka Kňazovická**

State Etalon of Temperature for Contactless Measurements2

METROLOGIE V PRAXI**Ing. Richard Silovský**

Calibration of Measuring-Off Plates7

Ing. Alena Dušková

Confirmation in Analytical Laboratories14

Doc. Ing. Jiří Horský, CSc.Measurements and Expression of Results - Part 3:
From History up to the Revision of ISO-IEC 1702517**Ing. Václav Hora**Frequency Uncertainty of Differently Accurate
Measurements of a Radioactive Sample
Determined by the Highest Credibility Method21**INFORMACE****Ing. Petr Pánek, CSc., Ing. Alexander Kuna, Ph.D.**

What's the Matter with Leap Seconds?24

World Metrology Day 201526

Doc. Ing. Jiří Horský, CSc.

Information from Czech Calibration Association27

Mgr. Markéta Brabcová

ÚNMZ Day – 201530

Ing. Václav BursaModern Measuring Technology Introduced Itself
in Pilsen31**Ing. Jaroslav Rajlich**Educational Activities of the Association of Accredited
and Authorized Organisations (AAAO)
for Professionals of AO/NO/OO
and for a Wider Technical Public32**Ing. František Jelínek, CSc. a kol.**How Technical Communications Should Be
(or Not Be) Written. Part 334**PR**

Arbitration Court37

Mitutoyo38

Vladimír Mička39

Arbitration Court40

Events Offered by ČMS for 2nd Half of 2015

STÁTNÍ ETALON TEPLoty PRO BEZKONTAKTNÍ MĚŘENÍ

Ing. Lenka Kňazovická

Český metrologický institut

Bezkontaktní měření teploty se stává oblíbeným způsobem měření teploty v praxi pro jeho zdánlivou jednoduchost. Teploměry, které se pro tyto účely používají, pracují na jiných principech než teploměry kontaktní, tudíž je nutné zabezpečit návaznost tohoto typu měřidel na primární etalon. Každé těleso, jehož teplota je vyšší než 0 K vyzařuje elektromagnetické záření. Velikost záření je úměrná teplotě objektu a bezdotykové teploměry detekují právě tento druh záření. Teplotní rozsah, ve kterém je možné tento typ teploměrů použít je omezen typem použitého detektoru. Vývoj teploměrů, které se dnes používají pro měření, byl výrazný, a proto bylo nutné v ČR zabezpečit laboratoř vybavenou kvalitními a přesnými zařízeními a sledovat současné světové trendy v této oblasti. V prosinci 2014 byl úspěšně obhájěn nově vznikající etalon, který je ve správě Českého metrologického institutu (ČMI) s pracovištěm v Praze.

Historie měření teploty bezkontaktním způsobem

Bezkontaktní měření teploty využívá lidstvo již mnohá staletí. Za první bezkontaktní teploměr totiž můžeme považovat lidské oko. První zmínky o měření teploty na základě pozorování volným okem sahají až do starověkého Egypta při budování pyramid, či výrobě primitivních železných nástrojů. Tento způsob stanovení teploty je dodnes využíván skláři při opracování skelné směsi. Podle její barvy skláři poznají, kdy je ten správný čas pro její další zpracování. Zpřesnění měření teploty přinesl vynález jasového pyrometru v roce 1901. Umožnil měřit teploty, které se projevují barevnou změnou objektu. Uvnitř tohoto typu pyrometru se nachází žhavené wolframové vlákno. Měřená teplota je stanovena na základě srovnání jasu žhaveného vlákna a objektu, jehož teplota je měřena. Tento způsob měření teploty patří mezi subjektivní metody, jelikož je jako hlavní detekční prvek používáno lidské oko. [1]

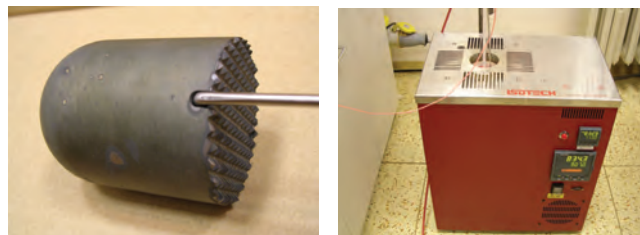
V tomto období si také lidé začali všimnout, že dva objekty při stejné teplotě nemusí při této metodě měření poskytnout stejný výsledek. Na vině je emisivita, která má výrazný vliv na výslednou měřenou hodnotu. Je ovšem závislá na opracování povrchu, samotném materiálu a v neposlední řadě také na teplotě samotné. Pro minimalizaci těchto komplikací byl v dvacátých letech 20. století vyvinut poměrový pyrometr, známý také pod názvem dvoubarevný. Ten využívá znalosti Planckova zákona a předpokladu, že emisivita je pro černé těleso stejná na všech vlnových délkách a při dělení (poměru) se vykrátí. Postupem času však bylo zjištěno, že existuje velká řada materiálů, kde rovnost emisivity při různých vlnových délkách neplatí.

Počátkem 30. let se objevily teploměry zachycující záření v celém rozsahu spektra, tzv. pyrometry celkového záření.

Největší rozvoj této technologie nastal po skončení druhé světové války. Primárně byla tato zařízení určena pro vojenské účely a nacházel se v nich PbS fotodetektor. To byl první krůček, po kterém již nastal masivní rozvoj a v současné době nalezneme na trhu velké množství teploměrů zachycujících IČ záření pomocí různých typů detektorů. Proto je při výběru teploměru nutné zvážit, jestli je vybraný detektor vhodný pro zamýšlenou aplikaci.

Vývoj laboratoře pro bezkontaktní měření teploty

V čase vzniku Českého metrologického institutu v roce 1993 se téměř veškerá rozvojová práce soustředila na rozvoj laboratoře pro kontaktní způsob měření teploty. Laboratoř vlastnila pouze zařízení pro kalibraci jasových pyrometrů a tento stav setrval až do prvních let nového milénia. Návaznost tohoto etalonu byla realizována přes referenční žárovky kalibrované ve Slovenském metrologickém ústavu. Na základě vzrůstající poptávky po zabezpečení kalibrací a návaznosti moderních infračervených (IČ) teploměrů byly laboratoře teploty vybaveny vertikálními píčkami, které již umožňovali kalibrace těchto teploměrů. Pořád to však byly zařízení vhodné pouze pro zabezpečení sekundární etalonáže, tj. kalibraci pracovních měřidel. Až na konci první dekády 21. století začali intenzivní práce na rozvoji laboratoře pro bezkontaktní měření na primární úrovni.



Obr. 1: Dříve používaná zařízení pro kalibraci IČ teploměrů

Nejdříve bylo na základě spolupráce s Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví pořízeno černé těleso s tepelnou trubicí pracující v rozsahu teplot (450 až 1100) °C a referenční infračervený teploměr pokrývající teploty (-50 až 1000) °C na dvou různých vlnových délkách - pásmo (8 až 14) μm a 3,9 μm. Probíhající výzkum a měření položily základ pro další činnosti a výhledově také vznik státního etalonu. Jelikož bezkontaktní způsob měření umožňuje měření teploty v širokém rozsahu teplot, postupně byla pořízena další černá tělesa umožňující pokrytí teplotního rozsahu od (-30 do 1800) °C. Pro zabezpečení návaznosti měření na primární úrovni byly pořízeny 4 pevné body (indium, cín, hliník a měď) a teploměr pracující na vlnové délce 1,6 μm pro měření teplot do 1500 °C. Některá černá tělesa byla možné pořídit na základě zařízení dostupných volně na trhu, některé však byly zkonstruovány na základě specifikace ČMI a na trhu běžně dostupné nejsou.

Sestava státního etalonu

Státní etalon teploty pro bezkontaktní měření se skládá z několika částí:

- definiční pevné body
- zařízení pro realizaci definičních pevných bodů
- interpolační nástroje pro přenos jednotky
- zařízení pro realizaci teplot v rozsahu (-30 až +30) °C
- zařízení pro realizaci teplot v rozsahu (100 až 1300) °C
- vysokoteplotní pec (1200 až 1800) °C
- ostatní pomocná zařízení a měřidla.



Obr. 2: Sestava státního etalonu teploty pro bezkontaktní měření

Pro radiační termometrii je v současné době teplotní stupnice definována pomocí pevného bodu stříbra (961,78 °C), zlata (1064,18 °C) nebo mědi (1084,62 °C). Jelikož jsou pevné body stříbra a zlata z důvodu ceny čistého kovu drahé, součástí státního etalonu ČMI je pevný bod mědi. Bezkontaktní teploměry se ovšem používají pro měření v širokém rozsahu teplot, větším než v případě kontaktního měření teploty. Pro zachování náležité přesnosti měření je existence pouze jednoho bodu zcela nedostatečná. Proto existují doplňkové body, které pokrývají teplotní rozsahy kolem dvou výše zmíněných bodů. Součástí etalonu tedy budou další tři pevné body, kterými laboratoř pokryje teplotní rozsah (0 až 1100) °C. Jsou jimi pevný bod india (156,5985 °C), cínu (231,928 °C) a hliníku (660,323 °C).

Definiční pevné body tvoří základ celého etalonu, bez jejich přítomnosti by etalon nemohl být vůbec realizován. Definiční pevné body jsou tvořeny vysoce čistými kovy, které jsou uzavřeny v grafitových celách. Při fázové přeměně kovu (přechod z tuhé fáze do kapalné nebo naopak) je v systému po celou dobu udržována stejná, přesně definovaná teplota. Tato teplota, definovaná pro kovy s vysokou čistotou, je považována za definiční teplotu realizace jednotlivých bodů. V případě, že by bod byl vyroben z kovu s nižší čistotou, projevilo by se to ve změně teploty realizace. Proto každý bod, který laboratoř vlastní, obsahuje v dokumentaci chemický rozbor od výrobce, potvrzující chemické složení a čistotu dodaného bodu.

Samotný pevný bod k realizaci teplotní stupnice nestačí. Pevný bod je potřeba vložit do pece, která generuje potřebné teplo k realizaci fázové přeměny. Pro realizaci sady 4 pev-

ných bodů jsou určeny dvě pece s tepelnými trubnicemi. Pec s vodní trubici pracující v rozsahu teplot (125 až 250) °C je určena pro realizaci pevných bodů india a cínu. Druhá pec obsahující sodíkovou trubici, která generuje teploty v rozsahu (450 až 1100) °C, je určena pro realizaci pevných bodů hliníku a mědi.



Obr. 3: Pevný bod In určený pro kalibraci bezkontaktních teploměrů

Pro pokrytí rozsahu v okolí 0 °C bylo na základě vlastního designu vyvinuto černé těleso, které umožňuje realizovat tyto teploty. Teplotní rozsah zařízení se liší na základě použitého cirkulačního média, pro potřeby státního etalonu bude toto černé těleso realizovat teploty v rozsahu (-30 až 30) °C při použití lihu jako kapalného média. K tomuto zařízení patří také pět odporových teploměrů, které monitorují teplotu podél stěn kavity černého tělesa [2].

Přenos jednotky na ostatní měřidla je zprostředkovan pomocí interpolačních nástrojů – tj. teploměrů. Do státního etalonu bezkontaktní teploty jich je zařazeno hned několik, jak bezkontaktních tak i kontaktních. Do skupiny bezkontaktních teploměrů patří IČ teploměr TRT II od firmy Heitronics, který pokrývá teplotní rozsah (-50 až +1000) °C za využití vlnových délek s rozsahem (8 až 14) μm a 3,9 μm. Pro pokrytí teplot vyšších než 1000 °C slouží lineární pyrometr LP5 pracující při vlnové délce 1,569 μm. Mezi kontaktní teploměry patří skupina pěti odporových teploměrů Pt100 a dále termoelektrický článek typu S a B. Ty slouží k měření teploty kontaktním způsobem v černých tělesech s proměnlivou nastavitelnou teplotou.

Radiační zdroj pokrývající teplotní rozsah (100 až 1300) °C je zabezpečen pomocí černého tělesa Cyclops 878. Jedná se o sférickou kavitu o vnitřním průměru 230 mm, před tou je ještě umístěn válec s průměrem 50 mm a délkou 10 cm. Tudiž celková hloubka kavity od vstupního otvoru po zadní stranu tělesa je 330 mm. Toto těleso funguje pouze jako zdroj IČ záření a jeho skutečná teplota je měřena buď termoelektrickým článkem nebo IČ teploměrem.

Teploty v rozmezí (1200 až 1800) °C jsou generovány ve vysokoteplotní horizontální peci Clasic s třízónovým topením. Teplota uvnitř pece může být měřena pomocí termoelektrického článku typu B a lineárního pyrometru LP5.

Emisivity všech používaných černých těles se blíží k hodnotě rovné 1 a jejich skutečné hodnoty jsou uvedeny v **tabulce**.

Tabulka 1: Přehled emisivit u jednotlivých černých těles

Černé těleso	Emisivita	Teplotní rozsah (°C)
Pec s tepelnou trubící	0,9905	125 až 1100
Pevný bod	0,9995	In, Sn, Al, Cu
Pec s vloženým bodem a keramikou	0,99991	In, Sn, Al, Cu
Zařízení pro realizaci podnulových teplot	0,9996	-30 až 30
Vysokoteplotní černé těleso	0,9995	1200 až 1800 °C

Do státního etalonu patří také multimetr, odporový most a přepínač měřicích míst. Tyto přístroje jsou nezbytné k získání měřených hodnot z odporových teploměrů a termoelektrického článku. Dále je do sestavy zařazena lihová cirkulační lázeň, která zabezpečuje temperaci a cirkulaci proudícího média přes zařízení pro teploty blízké okolí. Měřená data jsou sbírána přímo do počítače přes specializované programy nebo přes programy vytvořené v prostředí LabVIEW.

Tabulka 2: Základní vlastnosti státního etalonu

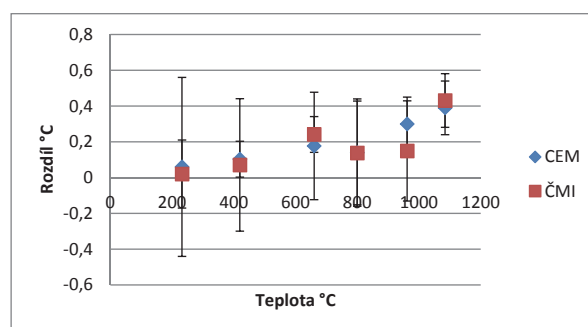
	Rozsah	Nejistota (k = 2)
Realizace černého tělesa pro teploty blízké okolí	(-30 až +30) °C	0,3 °C
Realizace pevného bodu In	156,5985 °C	0,2 °C
Realizace pevného bodu Sn	231,928 °C	0,2 °C
Realizace pevného bodu Al	660,323 °C	0,1 °C
Realizace pevného bodu Cu	1084,62 °C	0,2 °C
Černé těleso Cyclops	(100 až 1300) °C	0,33 °C
Vysokoteplotní černé těleso	(1200 až 1800) °C	1,0 °C

Porovnání

Definiční pevné body se z principu nachází na samém vrcholu návaznosti, a proto není možné provést jejich kalibraci. Jejich vlastnosti je možné potvrdit pouze prostřednictvím mezinárodního porovnání.

V roce 2012 proběhlo bilaterální porovnání se španělským metrologickým institutem CEM. Porovnání proběhlo pomocí pevných bodů. V případě, že laboratoř některý bod nevladnula, proběhla simulace tohoto bodu pomocí černého tělesa.

Výsledky porovnání poukazují na výbornou shodu obou laboratoř, které jsou výrazně v mezích dosažených nejistot [3]. Výsledek porovnání je zobrazen na **obr. 4**, kde jsou zobrazeny naměřené odchylky v jednotlivých měřených bodech společně s nejistotami jednotlivých účastníků. V příštích letech je plánované klíčové porovnání v této oblasti pod záštitou EURAMETu a laboratoř se tohoto porovnání účastní.



Obř. 4: Výsledek mezinárodního porovnání v bezkontaktní termometrii

Akreditace

Od roku 2013 je bezkontaktní laboratoř oddělení primární metrologie tepelně-technických veličin akreditovaná pro všechny druhy zákaznických kalibrací, které jsou prováděny v laboratoři. Spadají sem kalibrace infračervených teploměrů, termokamer a černých těles. V současné době laboratoř usiluje o zapsání hodnot CMC (kalibrační a měřicí schopnosti laboratoře, *calibration and measurement capabilities*) do mezinárodní databáze KCDB (*the BIPM key comparison database*).

Schéma návaznosti

Výše popsaný rozvoj laboratoře se také projevil v úpravě schématu návaznosti, původní z r. 1994 nevyhovovalo dnešním požadavkům a nerefletovalo současné světové trendy a vybavení laboratoře.

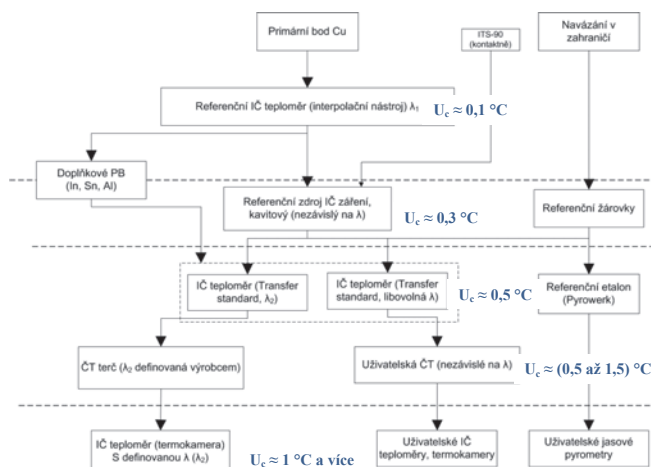
Základem celého schématu je definiční bod teplotní stupnice ITS-90, bod mědi, na který bude navázán interpolační nástroj - referenční infračervený teploměr, který pracuje při určité vlnové délce λ . Referenčním IČ teploměrem pak mohou být změřeny (porovnány) sekundární pevné body india, cínu a hliníku, pomocí kterých budou kalibrovány teploměry sloužící jako standardy (*Transfer Standard*, TS) při kalibracích uživatelských černých těles (ČT), případně pracovních měřidel.

Pomocí teploměrů označených jako TS je možné provádnout kalibrace v případech, kdy referenční IČ teploměr pracuje na jiné λ než kalibrováný teploměr nebo černé těleso. TS, který pracuje na stejné λ jako kalibrované měřidlo či zařízení je nejdříve navázáno na referenční zdroj IČ záření, jehož vyzařování není závislé na λ . Až po tomto kroku je možné přistoupit k samotné kalibraci uživatelského ČT, teploměru nebo termokamery.

Pro ČT, které mají odnímatelnou teplotní sondu, umožňuje navržené schéma provést navázání zdroje záření pomocí kontaktního schématu návaznosti.

Změna nenastala při navazování jasových pyrometrů. Ty byly dosud navazovány na teplotní žárovky kalibrované v zahraničí a budou tak navazovány i nadále.

Ve schématu jsou rámcově uvedeny hodnoty nejistot, které je možné dosáhnout za stávajících podmínek v primární laboratoři ČMI. Je potřebné mít na paměti, že tyto hodnoty nejistot je možné dosáhnout pouze s „ideálními“ přístroji, tj. těmi nejlepšími, jaké se nachází na trhu.



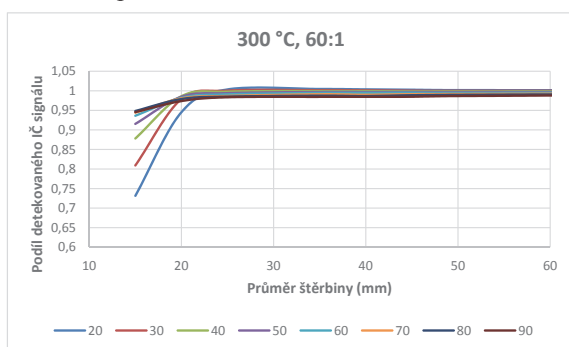
Obr. 5: Schéma návaznosti

Výzkumná práce

Výzkumné práce laboratoře se nezaměřují pouze na rozvoj v oblasti primární metrologie, ale cílem je také získat výsledky, které budou použitelné i pro ostatní kalibrační laboratoře či koncové uživatele.

Výrazný vliv na celkovou nejistotu měření má u IČ teploměrů takzvaný „size of source“ efekt, kdy se jedná o zjištění závislosti množství detekovaného signálu na velikosti měřeného objektu a vzdálenosti. Výrobci často udávají teoretické velikosti měřeného bodu z různých vzdáleností, ovšem není známo, jak se skutečně mění měřená hodnota se změnou vzdálenosti.

V posledních měsících provedla laboratoř sérii několika testů pomocí dostupných teploměrů, které se běžně kalibrují v laboratořích teploty na ČMI OI Praha. Pomocí šterbiny s nastavitelným průměrem byly simulovány různé velikosti měřeného objektu a byla pozorována změna měřené hodnoty v závislosti na vzdálenosti. Výsledkem takovéto charakterizace IČ teploměru může být graf uvedený na obr. 6. Z něj je vidět potvrzení předpokladu, že se zmenšující se plochou měřeného objektu dochází ke zkrácení získávaného signálu. Také platí, že získávaný signál se snižuje se vzrůstající vzdáleností. Velikost této změny musí být zjištěna pro každou jmenovitou teplotu zvlášť.



Obr. 6: Výsledek SSE charakterizace teploměru s optickými vlastnostmi 60:1 při teplotě 300 °C.

Další výsledky výzkumné práce laboratoře jsou pravidelně uveřejňovány v [4].

Nejistoty

Výpočet nejistoty tvoří nedílnou součást vyhodnocení každého měření či kalibrace. Složky se mohou měnit v závislosti na tom, jestli kalibrujeme měřidlo pomocí pevného bodu či používáme klasické černé těleso. Shrnutí jednotlivých složek je uvedeno v tabulce 3, detailnější popis jednotlivých složek je možné nalézt v dokumentu [5]. Tabulka 4 pak zobrazuje příklad výpočtu nejistoty kalibrace infračerveného teploměru při jeho kalibraci v pevném bodu mědi.

Plány do budoucnosti

Vyhlášením státního etalonu vývoj laboratoře nekončí. Jedním ze směrů, kterým se laboratoř chce ubírat, je tvorba vlastních pevných bodů. Bude se jednat jak o pevné body složené z čistého kovu, tak i o tzv. eutektické pevné body, které obsahují směs dvou látek, ať už kovů nebo směs kov – uhlík. Tyto body pomohou vyplnit velké mezery mezi již vlastněnými body a také posunout návaznost na nejvyšší možné úrovni směrem k vyšším teplotám. Pro realizaci teplotní stupnice ITS-90 na primární úrovni je také nutné vlastnit interpolační nástroj (teploměr), který pracuje ve viditelné oblasti spektra (650 nm nebo 900 nm). Další výzkumné práce se zabývají také budováním zařízení pro měření emisivity pevných materiálů či zapojením laboratoře do řešení evropských projektů.

Tabulka 3: Složku nejistot vstupující do konečného výpočtu pro jednotlivá kalibrační schémata

	Složka	Kalibrace v pevném bodě	Kalibrace pomocí černého tělesa
Černé těleso	Vliv etalonu		
	Nečistoty		
	Identifikace prodlevy		
	Emisivita ČT, isotermní		
	Emisivita ČT, neizotermní		
	Vliv okolní radiace		
	Prostup tepla na konci kavity		
	Proudění tepla		
	Vliv homogenity ČT		
	Vliv okolních podmínek		
IR teploměr	Vliv velikosti měřené plochy		
	Nelinearita		
	Referenční teplota		
	Okolní teplota		
	Atmosférická absorpce		
	Poměr zesílení		
	Šum		
Kalibrační rovnice	Chyba interpolace		
Uživatel	Drift		
	Neznámá teplota		

Tabulka 4: Rozpis nejistot pro kalibraci IČ teploměru v pevném bodu mědi

Zdroj nejistoty	z_{\max}	Rozdělení	κ	u_y	
Černé těleso					
Nejistoty	0,0015 °C	normální	1,000	0,0015	°C
Identifikace prodlevy	0,071 °C	normální	1,000	0,071	°C
Emisivita ČT, izotermní	0,005 °C	normální	1,000	0,005	°C
Odražené okolní záření	5,00E-09 °C	normální	1,000	0,000000005	°C
Prostup tepla na konci kavity	0,07 °C	obdélníkové	1,732	0,040414519	°C
Infračervený teploměr					
SSE	0,001 °C	obdélníkové	1,732	0,00057735	°C
Nelinearita	0,004 °C	normální	1,000	0,004	°C
Referenční teplota	0 °C	normální	1,000	0	°C
Teplota okolí	0,002 °C	normální	1,000	0,002	°C
Atmosférická absorpce	0,0140 °C	normální	1,000	0,014	°C
Zesílení	0,002 °C	normální	1,000	0,002	°C
Šum	0,01467 °C	normální	1,000	0,014670416	°C
Opakovatelnost	0,001 °C	normální	1,000	0,001	°C
Rozlišení teploměru	0,0005 °C	obdélníkové	1,732	0,000288675	°C
Kombinovaná standardní nejistota (°C)	0,084487994				
Koeficient rozšíření	2				
Rozšířená standardní nejistota (°C)	0,168975988				
Zaokrouhlení (°C)	0,17				

Literatura

- [1] <http://www.omega.com/literature/transactions/volume1/historical1.html>, duben 2015
- [2] Kňazovická, L., Strnad, R., A Low-temperature Blackbody Source from -30 °C to 30 °C for the Industrial Calibration, Proceeding of 9th International Temperature Symposium, Anaheim, United States of America, March 2012
- [3] Martín M. J., Kňazovická L., del Campo D., Strnad R., Bilateral Comparison Between CMI and CEM In Radiance Temperature Scale Realisation From 232 °C To 1085 °C, Int J Thermophysics, DOI 10.1007/s10765-014-1576-6
- [4] Rozvojové zprávy oddělení primární metrologie tepelně-technických veličin z let 2010 až 2014
- [5] *Uncertainty Budgets for Calibration of Radiation Thermometers below the Silver Point*, CCT-WG5 on Radiation Thermometry, p. 1 – 41.



NOVÉ PRÁVNÍ PŘEDPISY V METROLOGII – NOVELA ZÁKONA č. 505/1990 Sb. –

Ve Sbírce zákonů částka 37 ze dne 17. dubna 2015 byl vydán zákon č. 85/2015 Sb., kterým se mění zákon č. 505/1990 Sb., o metrologii, ve znění pozdějších předpisů.

Návazně na zákon č. 85/2015 Sb. budou do konce I. pololetí 2015 zveřejněny ve Sbírce zákonů novely vyhlášek č. 262/2000 Sb. a č. 345/2002 Sb.

Aktuální informace o nových právních předpisech, aktuální úplná pracovní znění zákona o metrologii a jeho hlavních prováděcích vyhlášek, najdete na www.unmz.cz.

KALIBRACE PŘÍMĚRNÝCH DESEK

Ing. Richard Silovský

Výzkumný a zkušební ústav Plzeň s.r.o

Úvod

Příměrná deska má důležitou funkci v akreditovaných kalibračních laboratořích i v metrologických střediscích strojírenských výrobních podniků. Příměrné desky slouží jako referenční rovina a základna pro kontrolní, montážní a laboratorní účely. Moderní výškoměry odměřují od referenční roviny. Příměrná deska se používá ke kalibraci měřidel, k orýsování výrobků, je tedy potřeba znát hodnotu rovinnosti a její nejistotu pro přesné měření.

Kalibrace se provádí podle předem stanovených podmínek. Takovými podmínkami je soubor informací, metod a pokynů, které jsou zahrnuty v kalibračním postupu. V kalibračním postupu je popsán celý proces měření provedené kalibrace. Výsledkem kalibrace je měřidlo - příměrná deska způsobilá k uvažovanému používání. Dokladem je kalibrační list obsahující grafický výsledek měření s naměřenou hodnotou rovinnosti příměrné desky.

Stanovením rozšířené nejistoty měření kvalitativně zpřesňujeme naměřenou hodnotu rovinnosti příměrné desky. Uživatel příměrné desky může následně rozhodnout jaká je její výsledná přesnost a zdali měřidlo vyhovuje podmínce bezpečného měření s ohledem na stanovenou rozšířenou nejistotu měření.

Kalibrace u zákazníka musí zohlednit všechny vnější zdroje nejistot a stálost měření, proto výsledná bilanční tabulka je rozšířená o statistickou analýzu z vyhodnocených matematických modelů z navázaných podélných a příčných řezů.

Postup kalibrace příměrných desek krokovou metodou

Postup kalibrace se vztahuje na kalibraci příměrných desek dle specifikace ČSN 25 5502 nebo DIN 876. Tento postup doplňuje KP 1.1.4/05/13 vydaný Českou metrologickou společností v rámci Plánu standardizace – Program rozvoje metrologie 2013[1]. Materiály kalibrovaných příměrných desek mohou být různé dle rozsahu jejich použití.

Kalibrační zařízení a pomůcky potřebné ke kalibraci

Na kalibraci příměrných desek je nutné toto měřicí zařízení a potřebné vybavení:

- digitální elektronická vodováha,
- nastavitelný měřicí můstek s příslušenstvím,
- kalibrované metrové ocelové měřítko,
- psací potřeby: lihový popisovač; měkká grafitová tužka,
- digitální teploměr s měřicím rozsahem (14 až 30) °C, s dělením 0,1 °C,
- lapovací papír, brusný kámen o vhodné zrnitosti,
- bílé látkové rukavice,
- čisticí prostředky: lékárenský benzín, lněná utěrka,
- 3x podpěrka univerzální s hrotem pro ustavení desky pro rozměry do 630 mm,
- univerzální montážní klíč.

Obecné podmínky kalibrace

Kalibrace příměrných desek se provádí za těchto referenčních podmínek:

- teplota prostředí: 20 °C ± 8 °C
- vlhkost vzduchu: max. 70%

Dovolený teplotní rozdíl mezi elektronickou libelou s nastavovacím měřicím můstkem a příměrnou deskou musí být maximálně 1 °C. Toho se dosáhne umístěním libely na měřenou příměrnou desku po dobu minimálně 1 hodiny.

Teplota kalibrované desky a měřicí libely tak i teplota prostředí se měří před zahájením kalibrace a po jejím skončení, popř. se kontroluje průběžně.

Příprava kalibrace, funkční kontrola

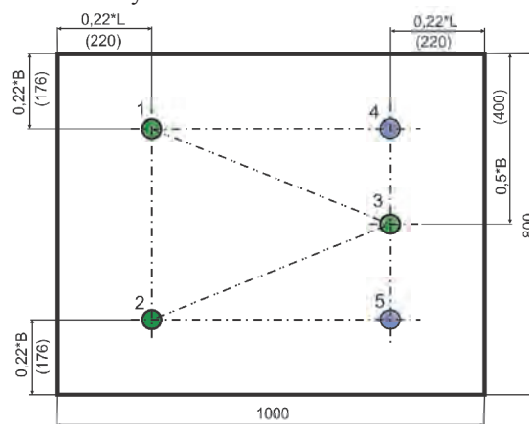
Při kalibraci je provedena kontrola značení příměrné desky zvláště pak evidenčního čísla, případně výrobního čísla a výrobce příměrné desky, nutné pro jednoznačnou identifikaci měřidla. Odstranění značek, kterými bylo měřidlo opatřeno při předchozí kalibraci.

Očištění příměrných desek se provádí pomocí lněné utěrky a lékárenského benzínu. Kontrolou plynulosti pohybu měřicího můstku s elektronickou libelou zjistíme hrubé nerovnosti příměrné desky, které by mohly způsobovat chybu měření.

Nerovnosti příměrných desek ze šedé litiny poškozené hrubými vrypky od měřených součástí zahladíme brusným kamenem a začistíme lapovacím papírem. Místa zasažená rzi začistíme pomocí lapovacího papíru. Kamenné a granitové desky se pouze očistí lněnou utěrkou.

Kontrola ustavení a vyrovnání příměrné desky

Příměrné desky se podkládají v místech, které jsou blízké takzvaným Besselovým bodům, tj. 0,2203 % od hrany příslušného rozměru což vychází z praxe. Jsou vypočteny jako vzdálenosti uložení nosníku (součásti), zatíženého spojitým zatížením (vlastní vahou) pro podmínku minimálního průhybu. Podložení ve třech bodech zaručuje nejmenší chybu průhybu desky. U příměrných desek od 800 mm se provádí dodatečné podložení v bodech 4, 5, a to z důvodu stability příměrné desky.



Obt. 1: Umístění podpěrných bodů u příměrné granitové desky

Vyrovnání příměrné desky se provede kalibrovanou elektronickou libelou. Příměrná deska se rovná na ideální rovinu s minimálním nakloněním v podélném, příčném a i úhlopříčném směru. Naklání desky se děje pomocí tří univerzálních podpěrek s hrotem dle ČSN 25 5548 umístěných pod příměrnou deskou v bodech 1; 2; 3 viz předchozí obrázek. Nejprve přezkoumáme elektronickou libelou na nulovou chybu. Na příměrné desce se vyznačí místo, kde bude prováděna kontrola vodováhy. Volíme takové místo, kde rovinnost příměrné plochy vykazuje nejmenší chyby. Přečte se hodnota polohy libely s ohledem na orientaci vychýlení. Vodováha se otočí o 180° a přečte se znovu hodnota polohy.

Poloviční rozdíl obou odečtů udává chybu, se kterou je příměrná deska ustavena do vodorovné roviny, poloviční součet obou odečtů udává nesprávné seřízení vodováhy, kterou je nutno následně seřídit.



Obr. 2: Ustavení příměrné desky na univerzálních podpěrkách s hrotem



Obr. 3: Univerzální podpěrka s hrotem dle ČSN 255548



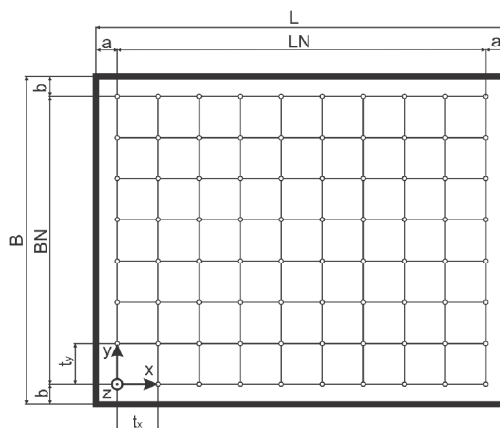
Obr. 4: Stůl pro ustavení příměrné litinové desky



Obr. 5: Stůl pro ustavení příměrné granitové desky

Stanovení měřicí sítě

U krokových metod měření úchylek rovinnosti se volí počet a polohy měřených bodů podle funkce ploch (je-li stanovena předpisem tolerance rovinnosti), délky L a šířky B měřené plochy v některých případech podle použité měřicí metody.[4] Hustota souřadné sítě a tedy i rozteče jednotlivých bodů se volí v závislosti na požadované přesnosti příměrné desky a účelu použití. Různé druhy příměrných desek svou kvalitou povrchu a typem konečného opracování nesplňují požadavky nejvyšších přesností a tudíž by bylo zbytečně nákladné podrobnější měření. Přesné měření znamená více peněz za kalibraci a dnes, kdy je požadavek na co nejmenší náklady, má konečné slovo o volbě měřicí sítě zákazník.



Obr. 6: Stanovení měřicí sítě

kde:

L	Délka desky
B	Šířka desky
LN	Délka měřené plochy
BN	Šířka měřené plochy
t_x	Rozteč měřených bodů v podélném směru
t_y	Rozteč měřených bodů v příčném směru
$a; b$	Šířky okrajových pásem

Předběžně se navrhnou šířky okrajových pásem a a b a vypočtou se délky měřených úseků LN a BN . Platí tyto podmínky, že délky měřených úseků LN a BN musí být dělitelné beze zbytku navrženým podélným nebo příčným řezem a rozteč měřicího můstku je stejná pro $t_x; t_y$. Okrajová pásma vnášejí do následného měření chyby, proto musejí být dostatečně velká. Volba šířky okrajových pásem se volí v rozmezí 50=100 mm s ohledem na velikost příměrné desky.

Orýsování příměrné desky

Zakreslení měřicí sítě se zvolenou roztečí jednotlivých bodů na měřenou příměrnou desku se u litinových desek provádí lihovým fixem v okrajových pásmech a, b . Kamenné (granitové) příměrné desky lze orýsovat měkkou grafitovou tuhou po celé ploše. Orýsování měkkou grafitovou tuhou zanechá na granitové desce minimální výšku vrstvy, která neovlivňuje měření. Nakreslená nebo naznačená souřadná síť má funkci vodících linek pro měření podélných a příčných řezů při měření jejich jednotlivých přímostí.



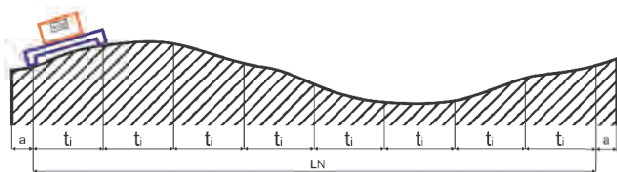
Obr. 7: Orýsovaná litinová příměrná deska s měřicí libelou



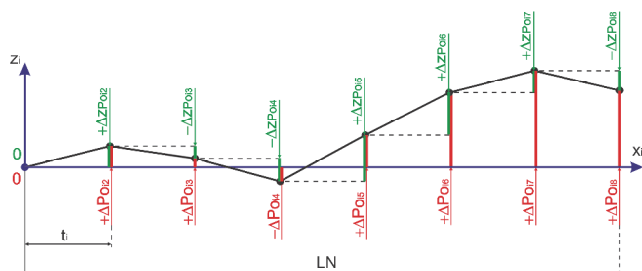
Obr. 8: Orýsovaná granitová příměrná deska s měřicí libelou

Kroková metoda měření přímosti

Při určování tvaru přímosti jednotlivých podélných a příčných řezů krokovou metodou měření relativních změn sklonu sousedních úseků se připevňuje libela na měřicí můstek, který dosedá na měřenou příměrnou desku ve zvoleném směru jen na dvou opěrných plochách kruhového průřezu o zvolené rozteči t_i pro $i=x, y$. [5]



Obr. 9: Kroková metoda měření přímosti vybraného řezu



Obr. 10: Přepočtené výškové souřadnice přímosti podélného řezu

Při měření relativních změn sklonu spojnice dvou sousedních bodů podélných nebo příčných řezů krokovou metodou se vypočítávají jejich relevantní rozdíly výškové polohy pro podélné Δz_{Poij} a pro příčné $\Delta z_{Přij}$ podle následujícího přepočtu sklonu libely na měřenou rozteč. [5]

Aritmetický součet Δz_{Poij} nebo $\Delta z_{Přij}$ od prvního nulového bodu zvoleného měřeného řezu udává absolutní výškové rozdíly dalších bodů ΔP_{Oij} nebo $\Delta P_{řij}$ od zvolené základny pro měření, přičemž hodnota prvního bodu je rovna nule, dále platí, že osa x je pro podélná a osa y pro příčná měření. [5]

$$\Delta P_{Oij} = \sum_{j=2}^{n_{pr}} \Delta z_{Poij} \quad \text{pro } i = \langle 1; n_{po} \rangle \quad (1)$$

$$\Delta P_{řij} = \sum_{j=2}^{n_{po}} \Delta z_{Přij} \quad \text{pro } i = \langle 1; n_{pr} \rangle \quad (2)$$

kde:

- n_{pr} počet příčných řezů
- n_{po} počet podélných řezů
- Δz_{Poij} rozdíl výškové polohy podélného bodu
- $\Delta z_{Přij}$ rozdíl výškové polohy příčného bodu
- ΔP_{Oij} absolutní výškový rozdíl od zvolené základny v podélném směru
- $\Delta P_{řij}$ absolutní výškový rozdíl od zvolené základny v příčném směru

Přepoččet sklonu libely na měřenou rozteč

Vyjadřujeme-li při měření elektronickou libelou jeden dílek na displeji sklonem v digit/metr, vypočítávají se relativní výškové rozdíly sousedních bodů zvoleného řezu ze vztahů (13), (14).

$$\Delta z_{poij} = dp_{oij} \cdot c \cdot t_x \quad \text{pro } i = \langle 1; n_{po} \rangle; j = \langle 2; n_{pr} \rangle \quad (3)$$

$$\Delta z_{přij} = dp_{řij} \cdot c \cdot t_y \quad \text{pro } i = \langle 1; n_{pr} \rangle; j = \langle 2; n_{po} \rangle \quad (4)$$

kde:

- Δz_{Poij} rozdíl výškové polohy podélného bodu v [μm]
- $\Delta z_{Přij}$ rozdíl výškové polohy příčného bodu v [μm]
- t_i rozteč měřicího můstku; pro $i = \langle x, y \rangle$ v [m]
- d_{ij} počet dílků libely (sklon spojnice dvou sousedních bodů) v [digit/m]
- c citlivost elektronické libely [$\mu\text{m}/\text{digit}$]
- n_{pr} počet příčných řezů
- n_{po} počet podélných řezů

Měření přímosti podélných a příčných řezů

Postupně se měří přímosti jednotlivých rovnoběžných řezů v podélném a příčném směru dvoubodovým měřicím můstkem s připevněnou elektronickou libelou. Při měření odchylek přímosti soustavy rovnoběžných řezů (podélných nebo příčných) dvoubodovým měřicím můstkem s elektronickou libelou se nesmí měnit nastavení relativní nuly libely. Protože jsou v tomto případě základny pro měření úchylek přímosti soustavy rovnoběžných řezů vodorovné, nemusí se měřit úchylky přímosti úhlopříčných řezů měřené plochy.

Měření úchylek přímosti dvoubodovým měřicím můstkem s libelou se začíná obvykle v jednom rohu zvolené sítě podélných a příčných řezů. U všech dalších rovnoběžných řezů se postupuje ve stejném směru. První bod každého řezu má tudíž nulovou hodnotu.

Velmi dobrá opakovatelnost výsledků měření se dosahuje měřicím můstkem s pevnými doteky, které mají kruhový tvar dosedacích ploch o průměru nejvýše 1/10 rozteče t_i daného směru. [4], [5]

Při měření týchž míst plochy v různých směrech u nich dosedá kruhová základna opěrných patek měřicího můstku na tutéž plochu se stejnými nerovnostmi povrchu. Kruhové doteky mají odlehčené středy (ve tvaru mezikružjí), které omezuje možné chyby měření vlivem ulpívání nečistot. [4]

Zápis měřených hodnot výškových souřadnic

Změřené relativní rozdíly sklonu sousedních úseků se zapisují do tabulek v záznamu o kalibraci pro podélný a příčný směr samostatně. Pro zrychlení a zjednodušení měření se odčítá hodnota sklonu libely v jednotkách digitální dílek (digit) na metr. Přepoččet výškových souřadnic dle vzorců (13), (14) lze provádět automaticky v kalibračním listu.

Tabulka 1: Měřené hodnoty relativních výšek sklonu dvou bodů v podélných řezech

dpo_{ij} pro $i = \{1; n_{po}\}; j = \{2; n_{pi}\}$						
n_{po}	0	$dpo_{n_{po};2}$	...	$dpo_{n_{po};j}$	...	$dpo_{n_{po};n_{pi}}$
...	0	...	...	...	...	...
i	0	$dpo_{i;2}$	...	$dpo_{i;j}$	...	$dpo_{i;n_{pi}}$
...	0	...	...	...	...	...
2	0	$dpo_{2;2}$	...	$dpo_{2;j}$	...	$dpo_{2;n_{pi}}$
1	0	$dpo_{1;2}$	...	$dpo_{1;j}$	...	$dpo_{1;n_{pi}}$
→ směr podélný	1	2	...	j	...	n_{pi}

Tabulka 2: Měřené hodnoty relativních výšek sklonu dvou bodů v příčných řezech

$dpř_{ij}$ pro $i = \{1; n_{pi}\}; j = \{2; n_{po}\}$						
n_{po}	$dpř_{1;n_{po}}$	$dpř_{2;n_{po}}$	...	$dpř_{i;n_{po}}$	...	$dpř_{n_{pi};n_{po}}$
...
j	$dpř_{1;j}$	$dpř_{2;j}$	...	$dpř_{i;j}$	...	$dpř_{n_{pi};j}$
...
2	$dpř_{1;2}$	$dpř_{2;2}$	...	$dpř_{i;2}$	...	$dpř_{n_{pi};2}$
1	0	0	0	0	0	0
↑ směr příčný	1	2	...	i	...	n_{pi}

Tabulka dovolených hodnot rovinností průměrných desek

Přesnost obrobeneých průměrných ploch je určena mezními úchytkami. Úchytky rovinnosti u průměrných ploch jsou určeny čtyřmi stupni přesnosti, označených od nejpřesnějšího k nejhrubšímu 0; I; II; III. Úchytky jsou stanoveny podle následujících vzorců pro třídy přesnosti dle ČSN 25 5502. Kde L je délka měřené plochy v milimetrech.

$$0 \quad u = 2 \cdot (0,0025 + \frac{L}{400\,000}) \quad (5)$$

$$I \quad u = 2 \cdot (0,005 + \frac{L}{200\,000}) \quad (6)$$

$$II \quad u = 2 \cdot (0,010 + \frac{L}{100\,000}) \quad (7)$$

$$III \quad u = 2 \cdot (0,020 + \frac{L}{50\,000}) \quad (8)$$

Pro desky vyrobené dle normy DIN 876 Teil 1 (granitová) a DIN 876 Teil 2 (litinová) platí následující výpočet úchytek rovinnosti. U granitových průměrných ploch platí čtyři stupně přesnosti, označených od nejpřesnějšího k nejhrubšímu 00; 0; I; II. Pro litinové se rozšiřuje o třídu přesnosti III.

$$00 \quad u = 2 \cdot (1 + \frac{L}{1\,000}) \quad (9)$$

$$0 \quad u = 4 \cdot (1 + \frac{L}{1\,000}) \quad (10)$$

$$I \quad u = 10 \cdot (1 + \frac{L}{1\,000}) \quad (11)$$

$$II \quad u = 20 \cdot (1 + \frac{L}{1\,000}) \quad (12)$$

$$III \quad u = 40 \cdot (1 + \frac{L}{1\,000}) \quad (13)$$

Výsledek kalibrace

Pro hodnocení rovinnosti průměrné desky je využíván výpočetní program pro matematické modelování. Aplikace dovoluje naprogramovat samočinné automatické výpočty, které pracují na pozadí. Obsluha během měření zadává hodnoty dílčích sklonů, indikované elektronickou libelou na měřicím můstku se zvolenou roztečí pevných měřicích doteků, do záznamu o kalibraci. Program z příčných a podélných řezů samočinně navazuje matematické modely, které hodnotí metodou střední roviny nejmenších čtverců. Z každého modelu vypočítává dílčí úchytku rovinnosti. Počet modelů je součtem počtu podélných a příčných řezů. Aplikace dokáže vyhodnotit rozšířenou nejistotu, která je ve shodě s dokumentem EA 4/02:M 2013.

Rozšířená nejistota měření se počítá bilanční tabulkou, kdy jednotlivé dílčí složky nejistoty se sčítají goniometricky. Po vynásobení koeficientem rozšíření $k = 2$, pro pravděpodobnost 95%, získáváme rozšířenou nejistotu výsledku kalibrace uváděnou na kalibračním listu.

Hodnoty všech matematických modelů z navázaných příčných a podélných řezů, viz **tab. 4**.

Tabulka 3: Výpočet nejistoty měření u vzorové desky

Zdroje nejistoty	Meze nejistot	Typ rozdělení	Dílčí nejistota	Koefic. citlivosti	Příspěvek k nejistotě
Chyba libely měřicí krok 0,1 m; 9 kroků	$\pm 5 \mu\text{m/m}$ $10 \mu\text{m/m}$ krok 1 μm	normální $k = 2$	0,5 μm	3	1,5 μm
Naměřené rozdíly rovinností modelů	Nejistota typu A ze směrodatné odchylky	normální $k = 1$	1,91 μm	1	1,91 μm
Ostatní vlivy chvění, vychýlení bodu, vychýlení směru	Odhad 1 μm	rovnoměrné $\sqrt{3}$	0,57 μm	1	0,57 μm
Standardní nejistota kalibrace pro $k = 1$ pro pravděpodobnost 68%					$\pm 2,49 \mu\text{m}$
Rozšířená nejistota kalibrace pro $k = 2$ pro pravděpodobnost 95%					$\pm 5,0 \mu\text{m}$

Tabulka 4: Vstupní hodnoty rovinností hodnocených modelů v μm

21,2	20,08	18,65	21,52	20,33	16,53
21,3	20,05	19,03	21,47	19,85	16,88
22,4	19,5	16,69	20,67	22,61	17,59

$$u_A = s_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{1}{n \cdot (n-1)} \sum_{i=1}^n (\bar{x} - X_i)^2} = \frac{s_x}{\sqrt{n}} = 1,91 \mu\text{m}$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i = 19,79 \mu\text{m} \approx 19,8 \mu\text{m}$$

Náležitosti kalibračního listu

Kalibrační list by měl obsahovat minimálně následující údaje [8]:

- název a adresu kalibrační laboratoře,
- pořadové číslo kalibračního listu, očíslování jednotlivých stran, celkový počet stran,
- jméno a adresu zadavatele, resp. zákazníka,
- název a identifikační číslo kalibrovaného měřidla, popřípadě jméno výrobce,
- datum přijetí průměrné desky, zachovat datum provedení kalibrace a datum vystavení kalibračního listu,
- určení specifikace uplatněné při kalibraci nebo označení kalibračního postupu,
- podmínky, za nichž byla kalibrace provedena (hodnoty ovlivňující veličiny apod.),
- měřidla použitá při kalibraci,
- obecné vyjádření o návaznosti výsledků měření (etalony použité při kalibraci),
- výsledky měření a s nimi spjatou nejistotu měření a/nebo prohlášení o shodě s určitou metrologickou specifikací,
- jméno pracovníka, který měřidlo (průměrnou desku) kalibroval, jméno a podpis odpovědného (vedoucího) pracovníka, razítko kalibrační laboratoře.

Poznámka: pokud se deska kalibruje mimo stále laboratorní prostory (například s ohledem na její velké rozměry), uvede se v kalibračním listě místo, kde byla kalibrována.

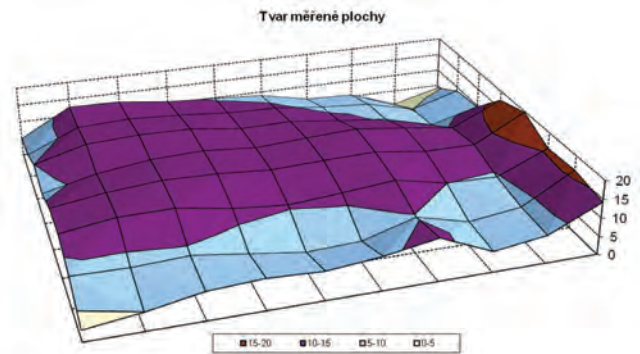
Akreditovaná kalibrační laboratoř navíc uvede přidělenou kalibrační značku a odkaz na akreditaci. Součástí kalibračního listu je též prohlášení, že uvedené výsledky se týkají pouze kalibrovaného předmětu a kalibrační list nesmí být bez předběžného písemného souhlasu kalibrační laboratoře publikován jinak než celý.

Pokud provádí kalibrační, resp. metrologická laboratoř kalibraci pro vlastní organizaci, může být kalibrační list zjednodušen, případně vůbec nevystavován (výsledky kalibrace mohou být uvedeny např. v kalibrační kartě měřidla nebo na vhodném nosiči, popř. v elektronické paměti. I v tomto případě však musí kalibrační laboratoř zpracovat záznam o měření (s uvedenými měřenými hodnotami) a archivovat jej.

Na kalibračním listu se uvádí tabulka výsledků porovnaných s dovolenými úchytkami rovinností průměrných desek dle předpisu výrobce společně s grafickým vyjádřením výškových nerovností měřené průměrné desky od referenční nulové roviny.

Tabulka 5: Výsledek kalibrace uvedený na kalibračním listu

Měřený parametr	Tolerance podle ČSN 25 5502 pro třídu přesnosti II	Naměřená hodnota	Nejistota měření
Odchylka rovinnosti	20 μm	19,8 μm	± 5,0 μm



Obř. 11: Výsledný tvar změřené plochy, hodnoty v μm

Vyhodnocení průměrné desky

Obsluha překontroluje kalibrační list, zvolí možné matematické modely z navázaných matematických modelů všech podélných na vybrané příčné řezy a všech příčných na vybrané podélné řezy, z propočtených rovinností program automaticky vypočítá průměrnou hodnotu, rozšířenou nejistotu. Vybere data pro graf odchylek výsledného tvaru měřené průměrné desky a s porovnáním s normou výrobce nalezne shodu s dovolenou hodnotou rovinnosti průměrné desky.

Vytváření matematických modelů plochy pro krokovou měřicí metodu

Jelikož při měření úchylek rovinnosti dvoubodovým měřicím můstkem s elektronickou libelou jsou výchozí základny pro měření úchylek přímosti soustav podélných a příčných řezů rovnoběžné, zjednodušuje se stanovení matematického modelu plochy na pouhé aritmetické sečtení naměřených absolutních rozdílů výšek polohy podélných bodů výškami prvního příčného řezu. [4] Sečtením získáme matematický model plochy s úchytkami rovinnosti obecně uloženou v systému souřadnic x, y, z. Za základní rovinu matematického modelu se zvolí základna nulové přímky jednoho podélného a jednoho příčného řezu plochy, které vycházejí z jednoho bodu, který je zároveň počátkem měření první podélné a první příčné.

Tabulka 6: Matice sčítání podélných řezů na první příčný řez

n_{po}	$\Delta P_{1;n_{po}}$	0	$\Delta P_{0;n_{po};z}$	...	$\Delta P_{0;n_{po};j}$	...	$\Delta P_{0;n_{po};n_{pj}}$
...	...	0	...	...	...	...	...
1	$\Delta P_{1;j}$	0	$\Delta P_{0;1;z}$	...	$\Delta P_{0;1;j}$	...	$\Delta P_{0;1;n_{pj}}$
...	...	0	...	...	...	...	...
2	$\Delta P_{1;2}$	0	$\Delta P_{0;2;z}$	...	$\Delta P_{0;2;j}$	...	$\Delta P_{0;2;n_{pj}}$
...	...	0	...	...	...	...	...
1	0	0	$\Delta P_{0;1;z}$	...	$\Delta P_{0;1;j}$	...	$\Delta P_{0;1;n_{pj}}$
↑	1	→	1	2	...	i	...

$$\Delta P_{ij} \quad \text{pro } i = \langle 1; n_{pj} \rangle; j = \langle 2; n_{po} \rangle$$

$$\Delta P_{0ij} \quad \text{pro } i = \langle 1; n_{po} \rangle; j = \langle 2; n_{pj} \rangle$$

Postup aplikujeme obráceně pro vytvoření ostatních modelů, kdy navazujeme příčné na podélné řezy.

Tabulka 7: Matice sčítání příčných řezů na první podélný řez

n_{po}	$\Delta P\check{r}_{1;n_{po}}$	$\Delta P\check{r}_{2;n_{po}}$	...	$\Delta P\check{r}_{i;n_{po}}$	...	$\Delta P\check{r}_{n_{pi};n_{po}}$
...
j	$\Delta P\check{r}_{1;j}$	$\Delta P\check{r}_{2;j}$	...	$\Delta P\check{r}_{i;j}$	...	$\Delta P\check{r}_{n_{pi};j}$
...
2	$\Delta P\check{r}_{1;2}$	$\Delta P\check{r}_{2;2}$	...	$\Delta P\check{r}_{i;2}$	...	$\Delta P\check{r}_{n_{pi};2}$
1	0	0	0	0	0	0
↑	1	2	...	i	...	n_{pi}

1	0	$\Delta P o_{1;2}$	...	$\Delta P o_{1;j}$	...	$\Delta P o_{1;n_{pi}}$
→	1	2	...	j	...	n_{pi}

$\Delta P o_{ij}$ pro $i = \langle 1; n_{po} \rangle; j = \langle 2; n_{pi} \rangle$
 $\Delta P\check{r}_{ij}$ pro $i = \langle 1; n_{pi} \rangle; j = \langle 2; n_{po} \rangle$

Tabulka 8: Příklad navázání všech podélných na první příčný řez [4]

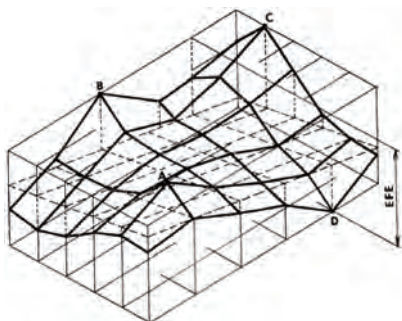
1. příčná		Všechny podélné					
4 Po.	+9	4 Po.	0	-4	+5	0	5
3 Po.	+5	3 Po.	0	-1	-2	+7	-1
2 Po.	+3	2 Po.	0	-5	+0	-2	-5
1 Po.	0	1 Po.	0	+5	+4	-4	+5
↑ μm	1 Př.	→ μm	1 Př.	2 Př.	3 Př.	4 Př.	5 Př.

Navázání podélných na první příčný řez, hodnoty v μm						
4 Po.	+9	+5	+14	+9	+14	
3 Po.	+5	+4	+3	+12	+4	
2 Po.	+3	-2	+3	+1	-2	
1 Po.	0	+5	+4	-4	+5	
↑ →	1 Př.	2 Př.	3 Př.	4 Př.	5 Př.	

Grafické metody vyhodnocování rovinnosti

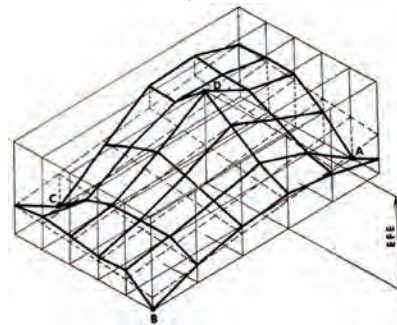
Pokud není výsledkem měření matematický model plochy, musí se zjištěné úchytky měřených bodů převést k jedné zvolené společné rovině. Obalová rovina se dotýká skutečného reliéfu zjištěné plochy, která leží vně materiálu tak, aby vzdálenost nejnižšího bodu zjištěné plochy měla v rozsahu měřeného úseku plochy nejmenší hodnotu. Těto podmínce odpovídá vždy jen jeden z následujících tří možných případů [4]:

- obalová rovina se dotýká zjištěného reliéfu plochy ve třech nejvyšších bodech A, B, C a má vyduť (konkávní) tvar plochy [4];



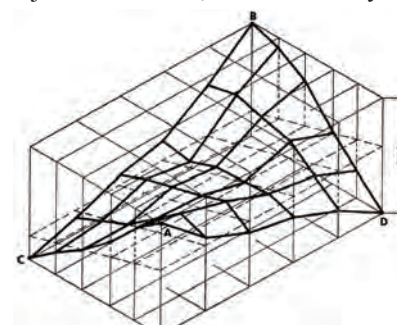
Obr. 12: Vyduť (konkávní) tvar plochy

- obalová rovina se dotýká zjištěného reliéfu plochy v jednom nejvyšším bodu D a je rovnoběžná s rovinou procházející třemi nejnižšími body A, B, C zjištěného reliéfu plochy a má vypuklý (konvexní) tvar plochy [4];



Obr. 13: Vypuklý (konvexní) tvar plochy

- obalová rovina se dotýká zjištěného reliéfu plochy ve dvou nejvyšších bodech A, B a je rovnoběžná se spojnicí dvou nejnižších bodů C, D a má sedlový tvar plochy. [4]

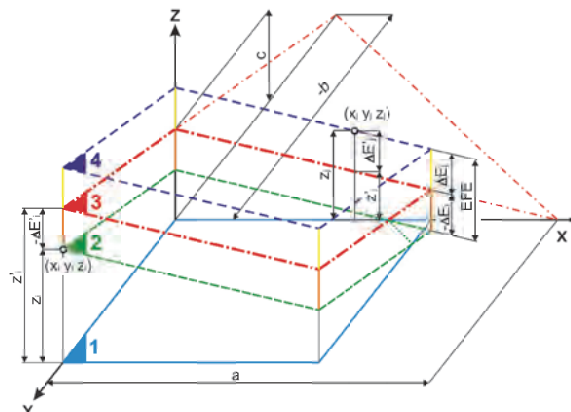


Obr. 14: Sedlový tvar plochy

Systém vyhodnocení rovinnosti desky metodou střední roviny

Počet získaných matematických modelů je součet počtu podélných společně s příčnými. Například u nejběžnější průměrné desky 1000x800 mm získáme počet matematických modelů ploch n_{mod} součtem počtu podélných řezů $n_{po}=8$ a počtem příčných řezů $n_{pi}=10$. Celkem tedy získáme $n_{mod}=18$ modelů.

Všechny matematické modely se řeší samostatně metodou stanovení úchytek rovinnosti od střední roviny. Odchylka rovinnosti matematického modelu měřené průměrné desky je absolutní součet kolmé vzdálenosti nejvyššího a nejnižšího bodu modelu od střední roviny (nejvyšší kladná a nejnižší záporná).



Obr. 15: Vyhodnocování odchylky rovinnosti od střední roviny

- 1 základní rovina (X-Y) matematického modelu
 - 2 dolní tečná rovina množiny bodů změřené plochy navázaného modelu
 - 3 střední rovina množiny bodů změřené plochy navázaného modelu
 - 4 horní tečná rovina množiny bodů změřené plochy navázaného modelu
- x_i, y_i, z_i souřadnice změřených bodů od základní roviny (1), tj. hodnoty matematického modelu plochy
 z'_i pořadnice bodů střední roviny od základní roviny (1)
 a, b, c úseky průsečíků střední roviny s osami souřadného systému matematického modelu
 $\Delta E'_i$ úchylky rovinnosti změřených bodů plochy od střední roviny
 ΔE úchylka rovinnosti obalové roviny od střední roviny
 EFE úchylka rovinnosti změřené plochy matematického modelu

Úchylka rovinnosti měřené plochy EFE je od střední roviny stanovena ve směru osy Z souřadného systému matematického modelu. Je součtem absolutních hodnot největší kladné úchylky a největší záporné úchylky. [4]

$$EFE = |\Delta E'_{j_{max}}| + |\Delta E'_{i_{min}}| \quad (14)$$

Základem pro výpočet úchylek rovinnosti změřené plochy je matematický model plochy, tj. tabulka souřadnic změřených bodů plochy x_i, y_i, z_i kde $i = \langle 1; n_{mod} \rangle$.

Obecná rovnice roviny

$$a \cdot x + b \cdot y + c \cdot z + d = 0 \quad (15)$$

Pořadnice z bodů roviny od základní roviny

$$z = -\frac{a}{c} \cdot x - \frac{b}{c} \cdot y - \frac{d}{c} \quad (16)$$

Pro substituci

$$A = -\frac{a}{c} \quad B = -\frac{b}{c} \quad C = -\frac{d}{c}$$

Po substituci

$$z = A \cdot x + B \cdot y + C \quad (17)$$

Pořadnice bodů střední roviny od základní roviny matematického modelu plochy X, Y stanovené ve směru osy Z:

$$z'_i = A \cdot x_i + B \cdot y_i + C \quad (18)$$

Úchylka rovinnosti EFE změřených bodů matematického modelu plochy od střední roviny:

$$\Delta E'_i = z_i - z'_i \quad (19)$$

Podle definice střední roviny musí součet čtverců vzdálenosti bodů změřené plochy od střední roviny splňovat podmínky rovnice (15).

$$\sum_{i=1}^n (z_i - z'_i)^2 = \sum_{i=1}^n [z_i - (A \cdot x_i + B \cdot y_i + C)]^2 = \min = 0 \quad (20)$$

Derivací rovnice (20) se získá soustava rovnic (21), (22) a (23)

$$\sum_{i=1}^n [z_i - (A \cdot x_i + B \cdot y_i + C)] \cdot x_i = 0 \quad (21)$$

$$\sum_{i=1}^n [z_i - (A \cdot x_i + B \cdot y_i + C)] \cdot y_i = 0 \quad (22)$$

$$\sum_{i=1}^n [z_i - (A \cdot x_i + B \cdot y_i + C)] \cdot 1 = 0 \quad (23)$$

Úpravou rovnic (21), (22) a (23) se získá soustava rovnic (24), (25), (26) pro výpočet konstant (A), (B), (C) z rovnice (18) střední roviny.

$$\sum_{i=1}^n z_i \cdot x_i = A \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 + B \cdot \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i + C \cdot \sum_{i=1}^n x_i \quad (24)$$

$$\sum_{i=1}^n z_i \cdot y_i = A \cdot \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i + B \cdot \sum_{i=1}^n y_i^2 + C \cdot \sum_{i=1}^n y_i \quad (25)$$

$$\sum_{i=1}^n z_i = A \cdot \sum_{i=1}^n x_i + B \cdot \sum_{i=1}^n y_i + C \cdot n \quad (26)$$

Soustavy rovnic (24), (25) a (26) lze řešit maticovým počtem determinanty následujícím postupem.

Determinant soustavy (D):

$$D = \begin{vmatrix} \sum_{i=1}^n x_i^2 & \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i & \sum_{i=1}^n x_i \\ \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i & \sum_{i=1}^n y_i^2 & \sum_{i=1}^n y_i \\ \sum_{i=1}^n x_i & \sum_{i=1}^n y_i & n \end{vmatrix} \quad (27)$$

Subdeterminanty:

Subdeterminant D_A

$$D_A = \begin{vmatrix} \sum_{i=1}^n z_i \cdot x_i & \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i & \sum_{i=1}^n x_i \\ \sum_{i=1}^n z_i \cdot y_i & \sum_{i=1}^n y_i^2 & \sum_{i=1}^n y_i \\ \sum_{i=1}^n z_i & \sum_{i=1}^n y_i & n \end{vmatrix} \quad (28)$$

Subdeterminant D_B

$$D_C = \begin{vmatrix} \sum_{i=1}^n x_i^2 & \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i & \sum_{i=1}^n z_i \cdot x_i \\ \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i & \sum_{i=1}^n y_i^2 & \sum_{i=1}^n z_i \cdot y_i \\ \sum_{i=1}^n x_i & \sum_{i=1}^n y_i & \sum_{i=1}^n z_i \end{vmatrix} \quad (29)$$

Subdeterminant D_C

$$D_C = \begin{vmatrix} \sum_{i=1}^n x_i^2 & \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i & \sum_{i=1}^n z_i \cdot x_i \\ \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i & \sum_{i=1}^n y_i^2 & \sum_{i=1}^n z_i \cdot y_i \\ \sum_{i=1}^n x_i & \sum_{i=1}^n y_i & \sum_{i=1}^n z_i \end{vmatrix} \quad (30)$$

Výpočet konstant (A), (B) a (C) pro rovnici (18) se určí z rovnic (28), (29) a (30)

$$A = \frac{D_A}{D} \quad (31)$$

$$B = \frac{D_B}{D} \quad (32)$$

$$C = \frac{D_C}{D} \quad (33)$$

Vyhodnocení a závěr

V postupu kalibrace je zpracovaný doporučený způsob měření, volby souřadné sítě a metody vyhodnocování výsledku rovinnosti průměrné desky s rozšířenou nejistotou měření. Matematické vyhodnocení rovinnosti metodou střední roviny dává lepší opakovatelnost a spolehlivost výsledků nežli obalové metody hodnocení rovinnosti.

V dnešní době vzrůstá význam měření od referenční roviny moderními výškoměry a je potřeba znát přesný tvar odchylek rovinnosti průměrné desky. Průměrné desky jsou tedy důležitou součástí strojírenského měření všeho druhu.

Litinové průměrné desky se dnes nahrazují přesnějšími granitovými nebo keramickými průměrnými deskami. Ostat-

ní materiály průměrných desek jako je umělý kámen a keramika, jsou odolnější vůči vnějším vlivům prostředí.

Seznam použité literatury

- [1] KP 1.1.4/05/13 *Průměrné desky*. Praha Česká metrologická společnost 2013.
- [2] ČSN EN ISO 14253-2. *Geometrické specifikace produktu (GPS) - Kontrola obrobků a měřicího vybavení měření: Část 2: Návod pro odhad nejistoty měření v GPS, při kalibraci měřicího vybavení a při ověřování výroby*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Prosinec 2011.
- [3] TNI 01 0115. *Mezinárodní metrologický slovník - Základní a všeobecné pojmy a přidružené termíny (VIM)*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Únor 2009.
- [4] ČSN 01 4422 *Návrh. Měření úchylek rovinnosti*. Praha 10 - Hostivař: Vydavatelství ÚNM, 1983.
- [5] ČSN 01 4421 *Návrh. Měření úchylek přímosti*. Praha 10 - Hostivař: Vydavatelství ÚNM, 1983.
- [6] EA 4/02:M 2013. *Výjadřování nejistot měření při kalibracích*. Praha: Český institut pro akreditaci, o.p.s., Duben 2014.
- [7] ČSN EN ISO 10012:2003. *Systémy managementu řízení - Požadavky na procesy měření a měřicí vybavení*. Praha: Český normalizační institut, Listopad 2003.
- [8] ČSN EN ISO/IEC 17025:2005. *Posuzování shody - Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří*. Praha: Český normalizační institut, 2005.
- [9] ČSN EN ISO 12781-1. *Geometrické specifikace produktu (GPS) - Rovinnost - Část 1: Slovník a parametry rovinnosti*. Vydána: Prosinec 2011.
- [10] ČSN EN ISO 12781-2. *Geometrické specifikace produktu (GPS) - Rovinnost - Část 2: Operátory specifikace*. Vydána: Prosinec 2011.



KONFIRMACE V ANALYTICKÝCH LABORATOŘÍCH

Ing. Alena Dušková

Česká metrologická společnost

1. Úvod

Chemická metrologie (metrologie látkového množství, metrologie v chemii) je název dílčího oboru metrologie, který se zabývá měřením v chemii s ohledem na specifika chemických měření. Tento obor, kterému je v současné době věnována velká pozornost a je v centru zájmu mezinárodních organizací, které se zabývají metrologií, analytickou chemií, systémy kvality a akreditací, se rychle rozvíjí, neboť chemická měření představují velmi významnou část všech měření. S tím se vyrovnává nejen světová, ale i česká metrologie. Klade se důraz na kontrolu kvality životního prostředí, zdraví a bezpečnosti obyvatel, na kontrolu technologických procesů, výroby a kvality zboží v chemickém, farmaceutickém a potravinářském průmyslu. Svoji významnou roli má také

rozvoj instrumentálních technik, které pomáhají zejména zvyšovat produktivitu práce.

2. Řízení metrologie

Před zahájením prací na výrobcích nebo službách jsou přezkoumány všechny věcné požadavky zákazníka a jiné technické požadavky a je zajištěno, že měřidla, která jsou potřebná pro provádění prací, jsou dostupná a mají odpovídající přesnost, stálost a rozsah. Všechna měřidla, která mají přímý vliv na kvalitu výrobků a služeb, význam pro ochranu závazkových vztahů, zdraví, bezpečnosti a životního prostředí, jsou pravidelně kalibrována, event. ověřována dle definovaných postupů ve smyslu základních metrologických předpisů, s cílem prokázání shody. Každé měřidlo je před uvedením do provozu ověřeno či kalibrováno a je jednoznačným způsobem označeno za účelem zjištění kalibračního (ověřeného) stavu metrologickým štítkem, na kterém

je vyznačena doba kalibrace (ověření) a lhůta její platnosti. Kontrola podléhá rovněž i zkušební software.

Každé měřidlo má svoji evidenční kartu, ve které jsou uvedeny veškeré záznamy o stavu měřidla (mohou být písemné, nebo na elektronických či jiných nosičích).

Pro zabezpečování plánované kvality výroby se kontroluje, zda měřidlo neztrácí během kalibrační lhůty své hlavní metrologické parametry (mezilhůtové kontroly měřidel).

Koordinací, kontrolou a řízením (metodickým nebo přímým) všech metrologických činností je pověřen metrolog. V zastoupení subjektu jedná s orgány ÚNMZ a ČMI v otázkách metrologie. Vede evidenci, objednává a zajišťuje ověřování stanovených měřidel v ČMI a jiných pověřených subjektech, zajišťuje kalibraci, servis a údržbu pracovních měřidel u externích firem včetně dokladování o způsobilosti a kvalitě prováděných služeb. Provádí metrologické audity dodavatelů a audity interní v souladu s ČSN EN ISO 9001, zúčastňuje se certifikačních auditů a auditů odběratelů.

Uživatelé, kteří s měřidly pracují, odpovídají za správné a přesné měření, značení a vedení předepsané dokumentace jimi používaných měřidel a její udržování v aktuálním stavu. Používají pouze kalibrovaná a ověřená měřidla včetně jejich uchovávání tak, aby byla zachována jejich přesnost a vhodnost k použití, dodržují lhůty kontrol měřidel. Pokud se stane měřidlo neshodným, musí ho viditelně označit jako nesprávné a odstranit, nesmí ho vrátit do provozu, dokud nebudou odstraněny důvody jeho neshody a nebude provedena nová kalibrace či ověření.

Veškeré povinnosti, vyplývající pro subjekt z metrologických zákonů, vyhlášek a norem, jsou zpracovány v metrologickém dokumentu (Metrologický řád, Řád podnikové metrologie), který detailně specifikuje úkoly nutné pro udržení metrologického pořádku při řízení všech měřicích systémů, s cílem poskytnout důvěru v rozhodnutí nebo v činnosti, které jsou založeny na údajích z měření.

3. Systém kvality v chemické laboratoři

V chemické laboratoři se setkáváme s analytickou informací, která má úplně jiný charakter než klasické metrologické disciplíny a získává se velmi náročným způsobem.

Kvalitativní analýza určuje, z čeho se analyzovaná látka skládá. Využívají se klasické metody (dnes již velmi zřídka), nebo metody instrumentální analýzy.

Kvantitativní analýza stanovuje, co se v látce nachází a jaká je koncentrace příslušné složky v látce. Její náročnost závisí na materiálech, ve kterých se jednotlivé složky stanovují, v jakých koncentračních oblastech se pracuje, jaká metoda se při stanovení koncentrace používá, jaká se vyžaduje spolehlivost stanovení. Musí být samozřejmě zohledněna i spolehlivost vzorkování, příprava vzorku pro analýzu, vlastní analýza, ale i zpracování a vyhodnocení analytické informace.

Analytická laboratoř:

- má fungující systém řízení kvality analýz a veškeré laboratorní činnosti

- používá pracovní postupy, ve kterých je podrobně popsán analytický postup použité analytické techniky, postup kalibrace použitého měřicího přístroje, metodika vzorkování, postup vyhodnocování výsledků, nejistota měření a metrologické zabezpečení metodiky
- má personál s dokladovatelnou odbornou způsobilostí a profesionální zdatností
- používá kalibrované měřicí přístroje, certifikované referenční materiály a ostatní referenční materiály s platnou návazností. V některých laboratořích se používají také referenční materiály živého a neživého charakteru (sbírkové kmeny bakterií a virů, linie buněčných kultur, standardní krevní séra a antigeny, testovací komerční soupravy), kde není možná návaznost na SI jednotky. Kvalita testovacích souprav je garantována výrobcem. **Certifikované referenční materiály (CRM)** a **ostatní referenční materiály (RM)** jsou materiály nebo látky přesně stanoveného složení nebo vlastností, používané zejména pro ověřování nebo kalibraci přístrojů, vyhodnocování měřicích metod a kvantitativní určování vlastností materiálů. RM se považuje za druh etalonu, je označen štítkem s těmito údaji: název, složení, expirační doba. Po expirační době nesmí být RM používán, musí být odstraněn z laboratoře
- má vypracovaný individuální kalibrační program pro každý měřicí přístroj, který závisí na specifickém požadavku analýzy. Pokud ho není možno kalibrovat dostupným identifikovaným referenčním materiálem, je metodika kalibrace řádně popsána a dokumentována.
- provádí pravidelnou kontrolu zkušební software (počítačový program, který vyhodnocuje dané měření nebo řídí daný proces), k jehož poškození mohlo dojít vnějším zásahem nebo vnitřní příčinou (viry atd.). Při nákupu zkušební software je nutno požadovat od dodavatele doklad o jeho kalibraci a způsobu kontroly za účelem zjištění, že v okamžiku kontroly funguje software stejně, jako v okamžiku předání. Metodika jeho kontroly je řádně popsána
- používá validované analytické metody. Validace je postup, jehož cílem je zaručit kvalitu metody, tj. potvrdit a zdokumentovat, že metoda vyhovuje definovaným kritériím, jako je přesnost, správnost, mez detekce apod.
- provádí interní laboratorní testy správnosti
- porovnává správnost a přesnost výsledků v mezilaboratorních porovnávacích zkouškách laboratoří, při kterých se proěřuje způsobilost k provádění příslušných analýz. Potvrzuje se metrologická správnost použitých měřicích přístrojů a použitých metod, postupů měření a zpracování jejich výsledků, odborná úroveň a kvalifikace personálu včetně porovnání nejistoty svých měření a odchylek od referenčních hodnot
- používá ověřené nebo kalibrované odměrné sklo, pokud jeho použití ovlivňuje přesnost prováděné analýzy. Ověřené odměrné sklo je označeno vyleptanou značkou „K“ nebo „CM“ (provádí ČMI nebo AMS). Povinnost použití ověřeného nebo kalibrovaného skla je uvedena v pracovních předpisech. Kalibraci odměrného skla v laboratoři lze provádět dle příslušných pracovních po-

stupů vážením dávkovaných objemů destilované vody (na etalonových vahách vyšší přesnosti, než která se vyžaduje od používaného odměrného skla). Vyleptané značky platí trvale, ostatní běžně používané sklo je bez označení

- má jasně a viditelně označeny všechny měřicí přístroje včetně platnosti doby kalibrace či ověření (pokud je to možné). U některých měřidel je značení individuální s přihlédnutím k jejich používání a čištění (hustoměry, viskozimetry a laboratorní sklo se po každém použití myjí, eventuelně čistí kyselinou). Značka se v takovém případě nalepí na kovový štítek s udáním výrobního nebo evidenčního čísla měřidla, který se připevní ke stojánku, kde se měřidlo ukládá, eventuelně se označí měřicí místo v laboratoři, kde se provádí měření. Přístroje, které se kalibrují před každým měřením, jsou označeny štítkem „Kalibrace před každým měřením“, záznamy o kalibraci se ukládají do složky přístroje, nebo se kalibrační křivky ukládají přímo v počítači
- má jasně a viditelně označena měřidla, jejichž údaje mají pro obsluhu pouze orientační význam a nemohou ovlivnit kvalitu finálního výrobku či jiné zájmy odběratelů

4. Kvalita chemických měření

- akreditace laboratoří – potvrzuje způsobilost používaných postupů a nástrojů pro zabezpečování kvality výsledků měření laboratoří (zabezpečuje ČIA – národní akreditační orgán). Akreditační proces i provoz akreditační laboratoře sice finančně zatíží celý subjekt, přínosem je ale zvýšení důvěryhodnosti úrovně kvality služeb. Výsledky zkoušek jsou akceptovány při soudních sporech, jsou uznávány na mezinárodní úrovni, laboratoř získává snadněji zakázky na domácím i zahraničním trhu. Úroveň práce a spolehlivosti o kvalitě výsledků zkoušek se může promítnout i v ceně. Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří jsou uvedeny v **ČSN EN ISO/IEC 17025** (základ pro jejich akreditaci).

- testy způsobilosti – účast a výsledky vedou:
 - ⇒ ke zvyšování jakosti
 - ⇒ k odstraňování chyb
- metrologická návaznost:
 - ⇒ používání primárních metod (gravimetrie, titrace coulometrie)
 - ⇒ používání certifikovaných referenčních materiálů, validovaných metod
 - ⇒ návaznost fyzikálních veličin ovlivňujících měření
 - ⇒ funkční metrologický systém, opírající se o metrologické autority (BIPM → Národní referenční lab. → rutinní lab.)
 - ⇒ účast na mezilaboratorních porovnáních. Potvrzuje se metrologická správnost použitých měřicích zařízení a použitých metod, postupů měření a zpracování jejich výsledků, odborná úroveň a kvalifikace personálu včetně porovnání nejistoty

5. Metrologická konfirmace v analytické laboratoři

ČSN EN ISO 10012:2003 Systémy managementu měření – Požadavky na procesy měření a měřicí vybavení – obsahuje řadu důležitých metrologických požadavků a povinností nad rámec metrologického zákona, které nejsou se zákonem v rozporu, ale které jsou při certifikaci samozřejmostí a jejich neplnění je hodnoceno jako systémová neshoda.

- **měřicí zařízení** – všechna měřidla, etalony, RM, příslušenství, které jsou nutné pro provádění měření
- **metrologická konfirmace** – soubor činností požadovaných k zajištění, aby měřidlo vyhovovalo zamýšlenému používání. Zahrnuje vedle kalibrace ještě další operace, jako seřízení, opravu a následnou rekalibraci, stejně jako požadované plombování, evidence měřidel a jejich opatření identifikačním štítkem.

Při zavádění konfirmačního systému si musíme uvědomit, o jaký typ měřicího zařízení se jedná, k čemu se používá, jaká je jeho důležitost a požadovaná přesnost, aby byly zajištěny veškeré technologické parametry při prokazování způsobilosti k zabezpečení shody se specifickými požadavky. Podle kategorie měřicího zařízení se v subjektu rozhoduje o stupních konfirmace, kterými bude zařízení procházet.

Vedle kalibrace měřicího zařízení musí být také zajištěna i kontrola odezvy, stability a linearity zdrojů, detektorů, senzorů, separační činnosti chromatografických systémů, kontrola rozlišovací schopnosti, nastavení vlnové délky spektrofotometrů atd. Četnost těchto kontrol (konfirmací) je stanovována podle zkušeností, je založena na potřebě, typu a předchozím používání přístroje. Interval mezi jednotlivými konfirmacemi je kratší než doba, kdy chod přístroje může vybočit z požadovaných tolerancí.

Pro zajištění shody s předem známými požadavky se provádí několikastupňový systém kontroly. Různé kategorie měřicího a zkušebního zařízení budou podléhat různým konfirmačním stupňům.

Externí konfirmace – zahrnuje systém servisních prohlídek spojených s kalibrací a odbornou údržbou (včetně software). Je zajišťována smluvně externí firmou doporučenou výrobcem nebo výrobcem samotným. Intervaly jsou zpravidla 1-2 roky.

Interní konfirmace – metrologická konfirmace je prováděna v laboratoři technikem laboratoře, neboť intervaly externích konfirmací jsou relativně dlouhé. Provádí se podle kritérií, která definují vyhovující funkční způsobilost přístroje. Lhůty a náplň jsou stanoveny podle zkušenosti s daným typem měřicího přístroje (cca 6 měsíců). Pro analyzování výsledků předchozích konfirmací se používají vhodné statistické metody.

Kalibrace zařízení (nebo povinné metrologické ověření) – představuje soubor úkonů potřebných k získání znalostí o shodě údajů indikovaným měřicím přístrojem s příslušnými hodnotami, které má definován použitý etalon nebo referenční materiál. Kalibrace je dokumentována dostupným kalibračním postupem a z výsledků musí být zřejmé, zda zařízení vyhovuje či nevyhovuje daným požadavkům. Dále

se dokladuje metrologická návaznost na etalony vyšších řádů, nejistota prováděných měření, zda je nutno používat korekční faktor, zda se měřicí přístroj nedostal od poslední kalibrace mimo oblast metrologické tolerance. V případě, že se měřicí přístroj dostal mimo povolené tolerance, zkrátí se délka kalibračního intervalu.

Kontrola přístroje před každým jednotlivým použitím – představuje celkovou prohlídku přístroje (spektrofotometry, chromatografy, pH-metry), prověření neporušenosti plombování. Jednoduchým způsobem se překontroluje funkčnost a správnost činnosti návazností na kontrolní etalon, nebo odpovídající referenční materiál. O provedených kontrolních měřeních vede obsluha u každého měřicího přístroje záznamy. Výsledky kontrolních měření jsou zpracovávány graficky nebo statisticky pro určení stálosti významných metrologických veličin. Tato kontrola nenahrazuje kalibraci.



MĚŘENÍ A VYJÁDŘENÍ VÝSLEDKŮ – Část 3 Od historie k revizi normy ISO/IEC 17025

Doc. Ing. Jiří Horský, CSc.

Stará historie

Metrologie je tak stará jak je staré organizované měření. Prvními národy, které měly svou vlastní měrovou soustavu, byli v naší kulturní oblasti před více než 3 000 lety Babyloňané a Asyřané, kteří čerpali ze zkušeností Sumerů a i Egypťané byli národem s vysoce rozvinutou technikou měření. Například již před 3000 lety se vyjadřovali hinduisté ve staré Indii: *Král by měl přezkoumat závaží a váhy každých šest měsíců, aby bylo pravdivé měření a označit je královským razítkem. (Manusmriti 8. kapitola, sloka 403, Sanskrt).*

Sjednocení v oblasti měření v historii prováděli obvykle dobyvatelé na obsazených územích a probíhalo nejčastěji po politických změnách. Měření až do druhé poloviny 20. století bylo ve znamení národních jednotek, které byly vzájemně porovnány jen v omezené míře.

Po roce 1990 došlo k řadě událostí souvisejících s měřením. Bylo to nejen sjednocení přijatých hodnot základních konstant a s tím souvisejícím přepočtení hodnot jednotek v jednotlivých zemích, s cílem sjednocení, ale i mnoho dalších událostí, které nám většinou splývají, protože jsou příliš čerstvé.

Novodobá historie po roce 1990

přinesla několik významných změn proti stavu před rokem 1990.

- Jsou to hlavně v oblasti měření
1. zánik starých velkých podniků z oblasti měření,
2. vznik nových malých podniků, i podniků zabývajících se měřením,
3. zavádění systémů kvality, ISO 9000,
4. vznik kalibračních laboratoří, kde je kalibrace hlavním předmětem činnosti,

6. Závěr

V systému kvality je nezbytně nutné zabezpečit získání analytické informace definovaným pracovním postupem s důrazem na odbornou způsobilost a profesionální zdatnost analytika.

Zabezpečení vysoce kvalitních, spolehlivých a samozřejmě konkurence schopných výrobků a služeb je jedním z prvořadých úkolů subjektu. Existuje úzká souvislost mezi úrovní a kvalitou výroby na straně jedné a správným a přesným měřením na straně druhé. Stanovené parametry výrobku se musí určit přesným měřením, jinak dochází k rozporným a nesprávným výsledkům, což má za následek vznik nekvalitní výroby, ztrátu zákazníků, případně domácích i zahraničních trhů.

5. začátky a zavádění akreditace kalibračních a zkušebních laboratoří,
6. vznik akreditace ČIA, zapojení do práce Evropské akreditace,
7. globalizace v přístupu a hodnocení měření, mezinárodní dohody (MRA a MLA),
8. práce na jednotkách měření,
9. zavádění nejistot,
10. automatizace měření,
11. změny v názvosloví,
12. stále nové a další předpisy a dokumenty.

Současně se ale měnila rychle celá společnost, z hlediska techniky připomeneme rozvoj v oblastech

1. osobní počítače,
2. internet,
3. e-mail,
4. mobilní telefony.

Automatizace měření

Automatizace měření byla dlouhodobým cílem, hlavně v oblasti měření elektrických veličin, kde k tomu jsou nejlepší předpoklady. Automatizace měření vyžaduje možnost propojení přístrojů mezi sebou a přístrojů s dalšími zařízeními. GPIB (General Purpose Interface Bus, někdy nazývané IEEE 488, HP-IB (Hewlett Packard IB) nebo IMS (International Measurement System), je rozhraní pro měřicí a zkušební přístroje a zařízení, které umožňuje přenos dat mezi dvěma nebo více přístroji. Umožňuje i připojení počítače, který může řídit přenos dat. Rozhraní bylo vyvinuto v roce 1972 společností Hewlett-Packard a později se stalo jedním z nejrozšířenějších komunikačních systémů pro měřicí a zkušební techniku na světě. Jeho využití bylo původně navrženo pro propojení měřicích přístrojů v rámci jedné či několika laboratoří. Základní myšlenkou je využití autonomních jednotek, které sdílejí informace s ostatními

jednotkami pomocí sběrnice. V roce 1975 bylo rozhraní přijato jako standard IEEE 488 Standard Digital Interface for Programmable Instrumentation.

Je to základní, ale ne nejlevnější možnost. Vybavení pro IEEE 488 zdražuje přístroje a proto je dodáváno i jako volitelný option.

Odhad trendů vývoje

Po roce 1990 se měnila rychle celá společnost, z hlediska techniky připomeneme:

- Byly zavedeny systémy kvality podle ISO 9000.
- Byla zavedena akreditace podle EN 45001 a potom podle ISO/IEC 17025.
- V EU byl zaveden princip-jedna země, jeden akreditační orgán.
- EU podporovala rozvoj metrologie ve všech zemích.
- Některé metrologické instituty v EU se omezují nebo i končí.
- Začínají se objevovat mezinárodní sítě akreditovaných laboratoří s velkým rozsahem pokrytí činností.
- CMC tabulky v oblasti elektrických veličin přerostly rozumný rozsah, v ČR jsou laboratoře až s 2000 údaji CMC pro elektrické veličiny.
- Začíná se u CMC znovu aplikovat neurčitý princip rozsah měření proti rozsahu nejistot.

Přístupy ke kvalitě a historie

Systémům jakosti a rozvoji podnikové metrologie naše podniky věnovaly od 70. let 20. století. Bylo to období celosvětového hledání a vývoje, jak ukazuje **obr. 1**.

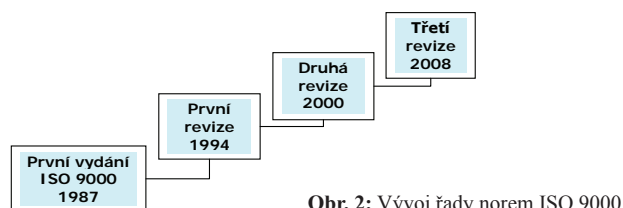


Obr. 1: Vývoj v oblasti kvality

Systémy kvality, ISO 9000

Vznikla potřeba nahradit direktivní řízení kvality v plánovaném hospodářství jiným mechanismem. Tím se staly normy ISO 9000. Řada norem ISO 9000 definuje systém managementu jakosti. Normy ISO 9000 byly poprvé zveřejněny v roce 1987 a vzešly z řady norem BS 5750 (British Standard). Určité úpravy a revize proběhly v roce 1994, ale až v roce 2000 vznikla nová ucelená řada ISO 9000, která sloučila tři standardy (ISO 9001, ISO 9002, ISO 9003). V roce 2008 byl systém doplněn o normu ISO 9004, která pouze rozšiřuje již fungující systémy. Normy umožňují prokázat daným organizacím schopnost výroby či distribuci produktů v souladu se všemi nezbytnými předpisy a potřebami zákazníka s pomocí mezinárodně uznávaných certifikátů. Jedná se však o nepovinnou aktivitu.

Zavádění norem řady ISO 9000 pomohlo zřizovat a udržet kalibrační laboratoře při životě, protože posuzovatelé ISO kontrolovali i zda jsou měřicí přístroje periodicky kalibrovány. Tato oblast měla a dosud má zásadní význam pro metrologii.



Obr. 2: Vývoj řady norem ISO 9000

Zánik starých velkých podniků z oblasti měření

Po roce 1990 u nás zanikly velké podniky, které neměly dostatek času na přechod na moderní součástkovou základnu a neměly čas se vyrovnat se ztrátou trhu v Rusku. V oblasti měření to byl například koncern Tesla Měřicí a laboratorní přístroje s cca 15000 zaměstnanci. Většina práce v oblasti metrologie, etalonů a historie měření byla ztracena.



Obr. 3: Přerušení vývoje po roce 1990 bylo jen někdy nahrazeno dalším pokračováním

Vznik laboratoří, kde je kalibrace hlavním předmětem činnosti

Do roku 1990 bylo téměř neřešitelné získat kalibraci v jiné organizaci. To vedlo k paralelnímu budování podnikových kontrolních metrologických středisek, která měla potíže s vybavením, které bylo drahé a těžko dostupné. Po roce 1990 se část zkušeností a vybavení ztrácí, část přechází do nových, malých organizací, zabývajících se kalibracemi. Pozůstatky ze znalostí z měřicí techniky se dokázaly použít a pokračovat většinou jen v těchto několika malých a specializovaných organizacích. Akreditace je založena na požadavcích

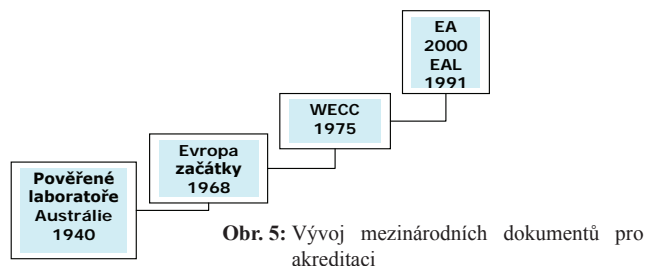


- zapiš, co děláš,
 - dělej, co jsi zapsal.
- Co má být zapsáno, ukazuje nyní norma ISO/IEC 17025:2005.

Obr. 4: Akreditace vyžaduje obsáhlou dokumentaci

Vývoj mezinárodních organizací pro kalibrační laboratoře

Akreditace se vyvinula ze systému pověřených laboratoří, zřízeném v Austrálii v roce 1940. Zásady, později formulované v ISO Guide 25, se u nás uplatnily až se začátky akreditace podle EN 45001.



Obr. 5: Vývoj mezinárodních dokumentů pro akreditaci

V roce 1968 vznikají první akreditace kalibračních laboratoří v Dánsku a Velké Británii, v roce 1975 bylo založeno Západoevropské kalibrační sdružení WECC (Western European Cooperation for Accreditation of Calibration Laboratories). WECC o jakoukoliv spolupráci se zeměmi východní Evropy nemělo zájem. Jednalo se o poměrně malé skupiny metrologů, kteří se velmi dobře znali včetně rodin a bez problémů neformálně a kvalitně spolupracovali. V roce 1994 se WECC mění na EAL. EAL dostala EU příkaz umožnit naše členství jako přidružené asi od roku 1995 s právem plné účasti na všech akcích. Poslední změna v roce 2000 změnila EAL na EA.

Globalizace v hodnocení měření, mezinárodní dohody MRA a MLA

V roce 1999 svolal BIPM celosvětovou schůzku zástupců metrologických institutů, na které vyložili zástupci z USA nový systém vzájemného uznávání výsledků kalibrací. K tomu byly podepsány dohody (dohody MRA a dohody MLA) a začala vnikat databáze uznaných schopností NMI kcdb. Nyní jsou na webu BIPM velmi snadno dostupné kalibrační schopnosti metrologických institutů v databázi kcdb. U akreditovaných laboratoří jsou data v mezinárodních databázích i databázích národních akreditačních orgánů.

Zavádění nejistot

Nejistoty byly u nás zavedeny příkazem. EAL rozhodlo, že akreditované laboratoře musí udávat výsledky měření s nejistotou. Bylo stanoveno asi 2 roky dlouhé přechodné období, ve kterém každá akreditovaná laboratoř musela doložit vzorový příklad výpočtu nejistoty, bohužel u nás stav se vzorovým příkladem přežil často dalších cca 20 let dodnes.

Akreditace ČIA, zapojení do práce Evropské akreditace

Akreditace nahrazuje direktivní dohled v dřívějších metrologických systémech. Jedná se v principu o dohled třetí stranou, který má řadu nedostatků a slabín, ale dosud není známo jiné, vhodnější řešení. Do roku 2002 se Evropská akreditace zabývala i rozvojem a koordinací v technické oblasti, včetně organizace mezilaboratorních porovnání. Technický posuzovatel má zásadní vliv na úroveň akreditace, ale jeho kvalita je mimo možnosti ovlivnění akreditačním orgánem. Ten může jen vytvořit databázi posuzovatelů a postupně je obměňovat, ale nemá možnost ani schopnosti je ve všech posuzovaných oblastech školit. ČKS zpracovalo návodový dokument pro technické posuzovatele, pro jejich přípravu a posuzování. V našich podmínkách byla nedostatečně zpracována a pochopena úloha technického vedoucího (signatáře) v AKL. Naopak

se neúměrně přeceňuje význam certifikátů z proškolení pracovníků.

CMC u akreditovaných laboratoří

Historicky starší než CMC (kalibrační a měřicí schopnosti) byly tak zvané nejlepší schopnosti měření BMC akreditovaných organizací. Když byly zavedeny CMC národních metrologických institutů, odborné skupiny EA doporučily zůstat u BMC. Po letech váhání bylo stanoveno, že BMC = CMC. Definice CMC má některé problémy. Uvádění CMC pro velké laboratoře z oblasti elektrických veličin bývá problém, a v tabulkách dostupných na internetu najdeme řadu nedostatků. Proto ČKS připravilo návodový dokument „*ČKS N-1 kalibrační a měřicí schopnosti kalibrace CMC v oblasti elektrických veličin*“.

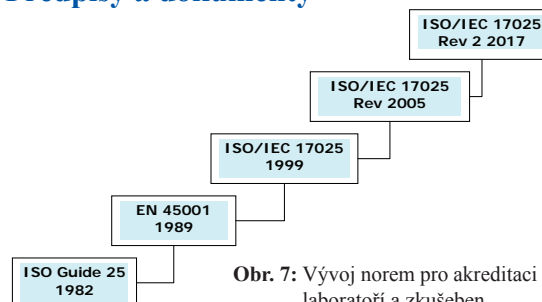
Změny v názvosloví

Ve sledovaném období byly v názvosloví velké změny ve slovnících metrologického názvosloví. International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology měl první vydání 1984 (ISO), druhé vydání: 1993 (ISO), nyní platné je vydání International Vocabulary of Metrology – Basic and General Concepts and Associated Terms (VIM 3), třetí vydání z roku 2008 (JCGM a další).



Obr. 6: I názvosloví mělo změny a vývoj. Už nemáme normály ani necechujeme.

Předpisy a dokumenty



Obr. 7: Vývoj norem pro akreditaci kalibračních laboratoří a zkušeben

Norma ISO/IEC 17025 je z časového pohledu již téměř historická, její první vydání bylo představeno již v roce 1999 a bylo postaveno na dobře známém ISO Guide 25, který měl v Evropě pokračování v EN 45001 a v USA ANSI/NCSL Z540-1 a navazujícího na originální verzi ISO Guide 25 z roku 1982. Příprava publikovaného znění původní normy ISO/IEC 17025 nebyla jednoduchá a tak některé části musely zůstat jen v obecné podobě, která byla akceptovatelná pro všechny strany (například formulace o nutnosti zohlednit nejistotu měření při vyjádření o shodě apod.). Norma prošla menší revizí v roce 2005 (její hlavní změnou bylo doplnění formulací ohledně zlepšení či zlepšování do řady paragrafů), zatímco při následném rozhodování o revizi v roce 2010 bylo odhlasováno, že norma se měnit nebude, a na revizi dochází až nyní.

Mezilaboratorní porovnání

Obsáhlou problematikou k řešení je i účast na zkouškách způsobilosti či porovnáních. Již stávající norma ISO/IEC 17025:2005 (v odstavci 5.9) ukládá, že *laboratoř musí mít postupy řízení kvality pro sledování platnosti výsledků kalibrací a toto sledování musí být plánované*. Norma mimo jiné uvádí účast na zkouškách způsobilosti či porovnáních (PT) jako jeden z nástrojů, kterým toto může laboratoř dosáhnout. Otázka je v jakých oblastech a jak často. Minimální účel PT aktivit je doklad úspěšného absolvování před získáním akreditace i jako následná a pokračující aktivita odpovídající předmětu akreditace v souladu s plánem účasti na PT.

První krok ke splnění požadavků normy je identifikace „podoborů“ relevantních pro laboratoř. Podobor může obsahovat více než jednu měřicí techniku, ale obecně nesmí obsahovat odlišné technické schopnosti. Druhý krok je definice „úrovně účasti“ (to je četnosti účasti). Je požadováno alespoň jedno PT v každém podoboru, které musí být pokryto během každého reakreditačního cyklu v každém určeném podoboru v období mezi první akreditací a první reakreditací nebo mezi dvěma reakreditacemi. Definování podoborů je zásadní pro další postup. Nejsnazší asi bude přijmout členění, připravená jinde, například v DakKS.

Mezilaboratorní porovnání mohou být organizována několika způsoby, z nichž každý má své výhody nebo nevýhody. Základní skupiny jsou mezilaboratorní porovnání organizovaná

- národním metrologickým institutem,
- akreditovaným organizátorem porovnávacích zkoušek (podle ISO 17043),
- jednou z předních akreditovaných kalibračních laboratoří,
- jednou z akreditovaných kalibračních laboratoří, která je členem skupiny několika akreditovaných kalibračních laboratoří,
- v rámci navázání etalonu poskytovatelem navázání (laboratoř pošle etalon k navázání s předpokládanými hodnotami, poskytovatel je vyhodnotí a pak teprve provede navázání).

S porovnáními je třeba řešit i řadu dalších problémů, jako je dostatečně lepší nejistota referenční hodnoty k prokázání CMC účastníka, omezit porovnání těsně po navázání, řešit vyhodnocení kolerovaných výsledků, když účastník i poskytovatel mají navázání na stejný národní etalon a nelze jednoduše použít hodnocení s En, (viz ISO17043, informativní příloha).

ISO/IEC 17025 – je čas na změny?



Obr. 8: Norma ISO/IEC 17025 byla postupně obklopena regionálními dokumenty (EA) i globálně platnými dokumenty (ILAC). Nyní přišla doba pro revizi, ale jak obsáhlá oprava bude, nelze ještě předvídat

ILAC na Valném shromáždění v říjnu 2013 otevřel otázku, zda komplexně revidovat ISO/IEC 17025:2005.

K tomu byly provedeny průzkumy. například UKAS ve svých 1500 akreditovaných laboratořích dostal z odpovědí 68% ve prospěch revize. Celkově bylo pro revizi hlasujících 84% členů ILAC. Výkonný výbor ILAC proto zahájil práce na přípravě nové pracovní položky návrhu (NWIP) k revizi normy ISO/IEC 17025, k předložení ISO/CASCO. Pokud bude úspěšný, přinese revizi normy ISO/IEC 17025 s projektovanou dobou zveřejnění v roce 2017.

Na přípravě první verze revize pracuje stovka expertů, velká část z nich je z rozvojových zemí. Celosvětově se revize může týkat více než 40 000 laboratoří.

Koncem srpna 2015 by měl být připraven první návrh k připomínkám (jen na 2 měsíce), přibližně v únoru 2016 by mělo být vydání návrhu normy (DIS) a koncem roku 2016 nebo začátkem roku 2017 se očekává publikace nové verze revidované ISO/IEC 17025.

Současný standard je starý devět let a obsahuje odkazy na dokumenty, které již neexistují pod označením v aktuální normě, (ISO/IEC Guide 43-1 a Guide 43-2; ISO/IEC Guide 58: 1993 a ISO/IEC Guide 65, zatímco ostatní odkazy nejsou na nejnovější verze, například ISO 9001: 2000).

Formátování by mělo být rovněž přizpůsobeno novějším normám, jako je ISO 9001, ISO 15189, ISO/IEC 17020, ISO/IEC 17043, ISO/IEC 17021, ISO/IEC 17065, (ISO/IEC 17065).

Další oblastí, která by měla být zohledněna při revizi je terminologie, která je v současné normě zastaralá a tím působí zmatek v dnešním světě.

Nestrannost je třeba řešit více informovaným způsobem.

Subdodavatelské okolnosti by měly být lépe vyjasněny (odkaz na ISO/IEC 17043).

Požadavky na návaznost by měly být rozšířeny, začlenit a schválit se má použití počítačových systémů, elektronických záznamů a vydávání zpráv, stejně jako dálkové vydání výsledků/zpráv, ověření adresy software, umožňující potvrdit jeho význam pro testování a vytváření výsledků, jakož i správu záznamů.

Položky ISO/IEC 17025, kde je shoda mezi členy ILAC že je potřeba, aby patřily do revize jsou:

- 5.4 Kalibrace, nejistota měření a validace/verifikace.
- 5.5 Zařízení (případně).
- 5.6 Návaznost.
- 5.9 Zajištění kvality, včetně zkoušení způsobilosti.
- 5.10 Popis výsledků (stanoviska).

Je možné, že i dokumenty (politiky) ILAC, týkající se účasti v mezilaboratorních porovnáních; návaznosti výsledků měření i nejistot při kalibracích (P9; P10 a P14) by mohly být zahrnuty jako integrální součásti ISO/IEC 17025. Též se zvažuje odstranění rozlišování laboratoří na kalibrační a zkušební - nová norma by mohla pojednávat o laboratořích obecně.

Mnoho laboratoří používá koeficient pokrytí $k=2$, aniž by byly splněny předpoklady na pravděpodobnost pokrytí. Bude asi větší tlak na výpočty metodou Monte Carlo. Očekává se upravený vzorec výpočtu standardní nejistoty a navrhované změny mohou vést v některých případech ke zvýšení nejistoty měření. Pokud bude návrh přijat, některé Národní metrologické instituty i některé akreditované kalibrační laboratoře možná budou muset přepočítat nejistoty měření a CMC.

NEJISTOTA ČETNOSTI RŮZNĚ PŘESNÝCH MĚŘENÍ RADIOAKTIVNÍHO VZORKU STANOVENA METODOU NEJVĚTŠÍ VĚROHODNOSTI

Ing. Václav Hora

AMS – Laboratoř ionizujícího záření
VZ 551240 Lázně Bohdaneč, pracoviště Olomouc

1. Úvod

V mnoha případech jsou jednotlivá měření různě přesná. Důvodem je např. odlišná doba měření, jednotlivé série empirických dat mohou být naměřeny ve zcela odlišných podmínkách, soubory dat může měřit vždy jiný experimentátor, každou sérii měříme jiným měřidlem o různé přesnosti, byly použity odlišné metody, apod. V takových případech říkáme, že naměřená data mají různou váhu. Při měření četnosti impulsů radioaktivního vzorku přichází v úvahu mimo jiné případ, kdy každou sérii empirických dat můžeme měřit v různě dlouhém časovém intervalu.

Radioaktivní záření má, jak je známo, náhodný charakter a emitování částic je charakterizováno Poissonovým rozdělením, dále jen $P(\cdot)$. $P(\cdot)$ je rozdělením tzv. řídkých jevů. Ukazuje se ale, že vzácné jevy nejsou vůbec vzácné v tom smyslu, že existuje nepřeberné množství náhodných veličin, které se tímto zákonem řídí.

2. Metoda největší věrohodnosti

Měříme např. čítačem počet impulsů T_1, T_2, \dots, T_n nějakého radionuklidu po dobu různých časových intervalů t_1, t_2, \dots, t_n . Rozdělení impulsů, jak víme, je Poissonovské.

$$P(Y = N_i / t_i, f) = \frac{(f \cdot t_i)^{T_i} \cdot e^{-f \cdot t_i}}{T_i!}, \quad (1)$$

kde f je obecně četnost impulsů.

Mějme náhodný výběr (nezávislé náhodné veličiny, které mají stejnou distribuční funkci: mají stejné rozdělení). Sdružená hustota pravděpodobnosti jednotlivých nezávislých hustot je rovna součinu jednotlivých hustot, tedy

$$\begin{aligned} P(Y_1 = T_1 \& Y_2 = T_2 \& \dots Y_n = T_n / t_1, t_2, \dots, t_n, \hat{f}) = \\ &= \frac{(\hat{f}t_1)^{T_1} \cdot e^{-\hat{f}t_1}}{T_1!} \cdot \frac{(\hat{f}t_2)^{T_2} \cdot e^{-\hat{f}t_2}}{T_2!} \cdot \dots \cdot \frac{(\hat{f}t_n)^{T_n} \cdot e^{-\hat{f}t_n}}{T_n!} = \\ &= \frac{\hat{f}^{T_1+T_2+\dots+T_n} \cdot t_1^{T_1} \cdot t_2^{T_2} \cdot \dots \cdot t_n^{T_n} \cdot e^{-\hat{f}(t_1+t_2+\dots+t_n)}}{T_1! \cdot T_2! \cdot \dots \cdot T_n!}, \quad (2) \end{aligned}$$

kde \hat{f} je odhad skutečné četnosti.

Jde tedy o součin jednotlivých pravděpodobností a budeme hledat četnost \hat{f} , pro kterou je tato pravděpodobnost maximální. Tato charakteristika je potom nejpravděpodobnější, tedy nejvěrohodnější. Funkci označíme velkým písmenem L . \hat{f} nazýváme *nejvěrohodnějším odhadem* skutečného (teoretického) parametru f , L nazýváme *funkcí věrohodnosti*

a metodu získání odhadu \hat{f} nazýváme *metodou největší věrohodnosti*. Protože stejného maxima dosahuje i ln této funkce, funkci zlogaritmuje. Tím se značně zjednoduší další výpočty.

Z matematické analýzy víme, že maximum získáme prvou derivací funkce podle proměnné (zde podle odhadovaného parametru) a derivaci položíme nule, tedy

$$\begin{aligned} \ln(f, T_1, T_2, \dots, T_n) &= (T_1 + T_2 + \dots + T_n) \ln \hat{f} + T_1 \ln t_1 + \\ &+ T_2 \ln t_2 + \dots + T_n \ln t_n - (t_1 + t_2 + \dots + t_n) \hat{f} - \\ &- \ln T_1! - \ln T_2! - \dots - \ln T_n! \end{aligned} \quad (3)$$

Funkci derivujeme a položíme nule:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ln(\hat{f}, T_1, T_2, \dots, T_n)}{\partial \hat{f}} &= \frac{T_1 + T_2 + \dots + T_n}{\hat{f}} - \\ &- (t_1 + t_2 + \dots + t_n) = 0 \end{aligned} \quad (4)$$

Druhá derivace vztahu (4) je rovna

$$\frac{\partial^2 \ln(\hat{f}, T_1, T_2, \dots, T_n)}{\partial \hat{f}^2} = - \frac{T_1 + T_2 + \dots + T_n}{\hat{f}^2}. \quad (5)$$

Tato derivace je záporná, jedná se tedy skutečně o maximum.

Střední hodnota této druhé derivace je rovna

$$\begin{aligned} E \left(- \frac{\partial^2 \ln(\hat{f}, T_1, T_2, \dots, T_n)}{\partial \hat{f}^2} \right) &= \frac{E(T_1 + T_2 + \dots + T_n)}{\hat{f}^2} = \\ &= \frac{\hat{f}(t_1 + t_2 + \dots + t_n)}{\hat{f}^2} = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_n}{\hat{f}}, \end{aligned} \quad (6)$$

kde jsme využili vztahu (5).

Střední hodnota na levé straně výrazu (6) se nazývá **Fischerova míra informace**.

3. Cramer - Raova mez

Rozptyl odhadované četnosti \hat{f} je určen převrácenou hodnotou Fischerovy míry informace

$$\text{Var}(\hat{f}) \geq \frac{1}{E \left(- \frac{\partial^2 \ln(\hat{f}, T_1, T_2, \dots, T_n)}{\partial \hat{f}^2} \right)} \quad (7)$$

Vztah (7) se nazývá Cramer - Raova mez nerovnost pro rozptyl odhadu charakteristiky. Nestranný odhad parametru se nazývá vydatný, je-li rozptyl pro libovolné n právě roven

dolní Raově- Cramerově mezi definovanou střední hodnotou $E(\cdot)$ pravé strany nerovnosti (8), /podrobné odvození, viz. (1)/. **Rozptyl nestranného odhadu parametru nemůže principiálně klesnout pod tuto minimální mez. Jde tedy o minimální rozptyl, menší neexistuje!**

V této souvislosti se někdy mluví o asymptoticky – vydatných odhadech, tj. odhadech, jejichž rozptyl konverguje pro $n \rightarrow \infty$ ke zmíněné dolní Raově- Cramerově mezi.

Nevýhodou této metody je, že dává vychýlené odhady, které jsou ale asymptoticky nevychýlené.

4. Odhad parametrů

Ze vztahu (4) ihned vyplývá odhad četnosti, tj.

$$\hat{f} = \frac{T_1 + T_2 + \dots + T_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{\sum_{i=1}^n t_i} \tag{8}$$

Pro disperzi platí

$$\begin{aligned} \text{Var}(\hat{f}) &\geq \frac{1}{E\left(-\frac{\partial^2 \ln(\hat{f}, T_1, T_2, \dots, T_n)}{\partial \hat{f}^2}\right)} = \\ &= \frac{\hat{f}}{t_1 + t_2 + \dots + t_n} = \frac{\hat{f}}{\sum_{i=1}^n t_i}. \end{aligned} \tag{9}$$

Tedy:

$$\text{Var}(\hat{f}) = \frac{\hat{f}}{t_1 + t_2 + \dots + t_n} = \frac{\hat{f}}{\sum_{i=1}^n t_i} \tag{10}$$

Disperzi (varianci) (10) také získáme **jednoduše** z (10), tedy

$$\begin{aligned} \text{var}(\hat{f}) &= \text{var}\left(\frac{T_1 + T_2 + \dots + T_n}{\sum_{i=1}^n t_i}\right) = \text{var} T + T + \dots + T = \\ &= \frac{1}{\left(\sum_{i=1}^n t_i\right)^2} \text{var}(T_1 + T_2 + \dots + T_n) = \frac{T_1 + T_2 + \dots + T_n}{\sum_{i=1}^n t_i \cdot \sum_{i=1}^n t_i} = \frac{\hat{f}}{\sum_{i=1}^n t_i}, \end{aligned}$$

kde jsme využili vztah (5).

Odhadované parametry metodou věrohodnosti mají mimo jiné tu vlastnost, že jsou asymptoticky normální. V literatuře se často uvádí kritérium pro limitní přechod k rozdělení normálnímu ve tvaru

$$\sum_{i=1}^n N_i \geq 12. \tag{11}$$

Na základě simulací bylo zjištěno /viz. (5)/, že fakticky k ztotožnění křivek hustoty pravděpodobnosti $P(\cdot)$ rozdělení a rozdělení normálního dochází při splnění podmínky $\sum_{i=1}^n N_i \geq 100$.

V našem konkrétním případě můžeme asymptotickou normalitu zapsat ve tvaru

$$\hat{f} \sim N\left(\hat{f}; \frac{\hat{f}}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}\right) \tag{12}$$

Směrodatná odchylka je rovna

$$\sqrt{\text{var} \hat{f}} = \sqrt{\frac{\hat{f}}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}}. \tag{13}$$

Rozšířená nejistota U má při dodržení podmínky (11) pro $P = 0,95$ zřejmě tvar

$$U = 1,96 \cdot \sqrt{\frac{\hat{f}}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}}. \tag{14}$$

Pro skutečný (teoretický) parametr f potom platí

$$f = \hat{f} \pm U \tag{15}$$

S využitím vztahu (14) je rozšířená *relativní* směrodatná odchylka rovna

$$\begin{aligned} U_r &= \frac{1,96 \cdot \sqrt{\frac{\hat{f}}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}}}{\hat{f}} = \frac{1,96 \cdot \sqrt{\frac{T_1 + T_2 + \dots + T_n}{(t_1 + t_2 + \dots + t_n)^2}}}{\frac{T_1 + T_2 + \dots + T_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}} = \\ &= 1,96 \cdot \sqrt{\frac{1}{\sum_{i=1}^n T_i}}. \end{aligned} \tag{16}$$

Příklad:

Přenosným měřidlem radiace RDS - 200 RADOS s využitím jeho externí sondy beta, která měří mimo jiné v impulzech za určitý časový interval, bylo měřeno pět vzorků radionuklidu záření β . Všechny tyto vzorky pocházely ze stejného zdroje. Počet impulsů a časové intervaly jsou uvedeny v následující tabulce. Vypočítejte četnost, její varianci a nejistotu pro $P = 0,95$, se kterou se nachází skutečná hodnota četnosti v tomto intervalu. Vliv pozadí může být zanedbán.

Tabulka

P. č.	1.	2.	3.	4.	5.	-
T_i [imp.]	5220	8870	13100	26600	39700	$\sum_{i=1}^5 T_i = 93490$
t_i [s]	360	600	900	1800	2700	$\sum_{i=1}^5 t_i = 6360$

a) empirická četnosti

Podle vztahu (8) máme

$$\hat{f} = \frac{\sum_{i=1}^5 T_i}{\sum_{i=1}^5 t_i} = \frac{93490}{6360} = 14,69969 \doteq 14,7 \text{ s}^{-1}.$$

b) variance empirické četnosti

V souladu se vztahem (10) dostaneme

$$\text{var}(\hat{f}) = \frac{\hat{f}}{\sum_{i=1}^5 T_i} = \frac{14,7}{93490} = 0,000157 \text{ s}^{-2}.$$

Směrodatná odchylka je potom rovna odmocnině předěšlého výrazu, tj. $\sqrt{\text{var}(\hat{f})} \doteq \sqrt{0,000157} = 0,012539 \text{ s}^{-1}$.

c) Rozšířená nejistota

Rozšířená nejistota je daná vztahem (14) a je rovna

$$U = 1,96 \cdot 0,012539 = 0,024577 \text{ s}^{-1}.$$

d) Relativní rozšířená nejistota

Konečně relativní rozšířená nejistota vyjádřená v % a vyjádřená vztahem (16) je

$$U_r = \frac{U}{\hat{f}} = \frac{0,024577}{14,7} \cdot 100 = 0,1672\% \doteq 0,17\%.$$

e) Pravděpodobnostní interval skutečné (teoretické) četnosti

Skutečná (teoretická) četnost f se s 95 % pravděpodobností nachází v intervalu /viz. (15)/

$$f = (14,7 \pm 0,17\%) \text{ s}^{-1}, P = 0,95.$$

Pro úplnost doplníme, že kdybychom vypočítali rozšířenou nejistotu z jednoho a to nejpresnějšího měření (pátý

sloupec tabulky), získali bychom hodnotu $U_r = 0,27\%$, tedy o 63 % hodnotu větší.

Jestliže by nebylo možné zanedbat pozadí, potom bychom postupovali pro výpočet nejistoty pozadí analogickým způsobem. Výsledná nejistota by byla součtem obou nejistot, tedy nejistoty vzorku změřeném s pozadím a nejistoty pouze samotného pozadí. Hodnota empirické četnosti by byla jejich rozdílem.

5. Závěr

Viděli jsme, jak pomocí funkce věrohodnosti „L“ lze elegantně odvodit parametry nestejně přesných měření a tedy i nejistotu výsledku měření. Využijeme-li k výpočtu charakteristik časově nejdelší měření, které je jednoznačně nejpresnější, nezískáme nejmenší nejistotu, jako když zohledníme k výpočtu všechna i méně přesná měření. Důvodem je ta skutečnost, že při zohlednění všech výsledků při různých časových intervalech, máme k dispozici daleko více informací, než při měření jediném, třebaže nejpresnějším. Toto vyplývá z Raovy-Cramerovy nerovnosti, kdy, jak již bylo řečeno, rozptyl nestranného odhadu nemůže principiálně klesnout pod minimální mez, v našem případě pod mez danou vztahem (8). Rozptyl vypočítaný jiným způsobem může být pouze větší.

6. Literatura

- [1] Anděl, J.: Matematické statistika. SNTL, Praha, 1978
- [2] Florek M.: Fyzikálne praktikum IV (Atomová fyzika a detekcia ionizujúceho žiarenia) MFF UK, Bratislava, 1983
- [3] Korbel, Z.: Praktikum jaderné fyziky. UP, Olomouc 1971
- [4] Kubáčková, L.: Metódy zpracovania experimentálnych údajov. Veda, Bratislava, 1990
- [5] Kubáček, L.: Ústní sdělení. UP Olomouc, leden 2006
- [6] Renyi, A.: Teorie pravděpodobnosti. ACADEMIA. Praha, 1972



NOVÉ STÁTNÍ ETALONY ČESKÉ REPUBLIKY

V 1. čtvrtletí roku 2015 byly schváleny a vyhlášeny tyto nové státní etalony:

Státní etalon teploty pro bezkontaktní měření

pro teplotní rozsah od -30 °C do 1800 °C. Uchováváním státního etalonu je pověřen Český metrologický institut, Oblastní inspektorát Praha.

Státní etalon síly ESZ 500 N

v rozsahu sil od 8 N do 500 N. Uchováváním státního etalonu je pověřen Český metrologický institut, Laboratoře primární metrologie Praha.

Státní etalon vlhkosti vzduchu za atmosférického tlaku

v rozsahu teplot rosných bodů od -50 °C do 20 °C. Uchováváním státního etalonu je pověřen Český metrologický institut, Oblastní inspektorát Brno.

Technické údaje včetně metrologických charakteristik jsou uvedeny ve schvalovacích protokolech, které jsou uloženy v odboru metrologie ÚNMZ a v úseku fundamentální metrologie Českého metrologického institutu v Praze

JAK JE TO S PŘESTUPNÝMI SEKUNDAMI

Ing. Petr Pánek, CSc., Ing. Alexander Kuna, Ph.D.

Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR, v.v.i.

Poslední minuta dne 30. června 2015 bude mít neobvyklých 61 sekund, protože na její konec bude vložena přestupná sekunda. K této malé události v metrologii času došlo naposledy před třemi lety. Pokusme se při této příležitosti stručně pojednat o tom, kde se pojem přestupná sekunda vzal, k čemu přestupné sekundy slouží, jaké problémy mohou způsobit a jak je to s jejich další budoucností.

Pojem přestupná sekunda byl zaveden zároveň s definicí světového koordinovaného času UTC (Universal Time Coordinated). To je časová stupnice, jejímž formálním posunutím do příslušného časového pásma se dnes po celém světě vytváří všeobecně užívaný občanský čas. Motivací k zavedení času UTC byla snaha vytvořit jednotnou časovou stupnici, která by vykazovala mimořádnou stabilitu atomového času a přitom sledovala rotaci Země, tak jak tomu přirozeně bylo u všech časových stupnic užívaných v dosavadní historii.

Úvahy o potřebě takové časové stupnice proběhly na počátku šedesátých let 20. století. Tehdy laboratoře času a frekvence již vytvářely atomové stupnice zcela nezávislé na rotaci Země a přesný čas šířily ve formě rádiových časových signálů. Nejčastější užití nacházel přesný čas v námořní navigaci, kde však byl atomový čas zvolna divergující od otáčení Země obtížně akceptovatelný. Proto byla zavedena praxe, že atomový čas se při generování rádiových časových signálů systematicky posouval, aby časové signály byly v souladu s astronomickým časem. Tak vznikaly nové časové stupnice, které sice byly navázané na atomový čas, ale byly posunuty o známou korekci, aby odpovídaly času vázanému na rotaci Země. Způsob provádění těchto korekcí atomového času ale nebyl jednotný. Snahy o celosvětovou koordinaci provádění úprav atomového času pro účely rádiového šíření vyústily v roce 1972 v doporučení TF.460-6 vydané předchůdcem dnešní ITU-R (International Communication Union - Radiocommunication Sector), který nesl označení CCIR (International Radio Consultative Committee). Toto doporučení stanoví, že všechny rádiové časové signály mají odpovídat světovému koordinovanému času UTC, který definuje takto: *UTC je časová stupnice spravovaná Mezinárodním úřadem pro míry a váhy (BIPM) ve spolupráci s Mezinárodní službou pro rotaci Země (IERS), jež vytváří základy pro koordinované šíření etalonových frekvencí a časových signálů. Frekvence UTC je shodná s frekvencí časové stupnice TAI, liší se ale celistvým počtem sekund. Časová stupnice UTC se upravuje vkládáním či odebráním sekund (kladných nebo záporných přestupných sekund) k zajištění přibližné shody s časovou stupnicí UT1.*

Doporučení dále předepisuje, že odchylka mezi časovou stupnicí UTC a rotačním časem UT1 nemá překročit $\pm 0,9$ s. Pokud se tato časová odchylka blíží předepsané mezi, Mezinárodní služba pro rotaci Země IERS (International Earth Rotation Service) rozhodne o vložení nebo odebrání přestup-

né sekundy. Toto rozhodnutí vždy probíhá v předstihu zhruba půl roku. Přestupná sekunda je vždy poslední sekundou v měsíci. Prioritně se jedná o konec prosince nebo června.

Kladná přestupná sekunda začíná v 23 h 59 m 60 s a končí v 0 h 0 m 0 s prvního dne následujícího měsíce. Na hodinách se tedy při jejím vložení postupně zobrazí časový údaj UTC:

23:59:58,
23:59:59,
23:59:60,
00:00:00,
00:00:01.

V případě záporné přestupné sekundy následuje jednu sekundu po 23 h 59 m 58 s časový údaj 0 h 0 m 0 s prvního dne následujícího měsíce. V tomto případě se na hodinách postupně zobrazí časový údaj UTC:

23:59:58,
00:00:00,
00:00:01.

Neobvyklý časový údaj na atomových hodinách během vložení přestupné sekundy je zachycen na **obr. 1**. V našem časovém pásmu aplikace přestupné sekundy proběhne buď 1. ledna jednu hodinu po půlnoci, nebo 1. července, vzhledem k letnímu času, dvě hodiny po půlnoci.

Dosud vždy docházelo k úpravě nejvýše o jednu přestupnou sekundu za půl roku a tato úprava se tedy prováděla na konci prosince nebo června. Přestupné sekundy přitom měly vždy kladné znaménko. To souvisí s tím, že definice sekundy SI byla odvozena od efemeridové sekundy svázané s délkou tropického roku a nikoli rotační sekundou, která je nepatrně delší. Rotace Země se navíc v důsledku působení slapových sil neustále mírně zpomaluje.

Bezprostředně po zavedení světového koordinovaného času UTC na začátku roku 1972, činila odchylka času UTC od atomového času TAI rovných 10 s. Od té doby bylo do časové stupnice UTC vloženo 25 přestupných sekund, takže rozdíl TAI - UTC nyní činí 35 s a od 1. července 2015 to bude celkem 36 s. Historii postupného vkládání přestupných sekund ilustruje **obr. 2**, který zachycuje vývoj časových odchylek TAI - UT1 a TAI - UTC od zavedení časové stupnice UTC do současnosti. Z průběhu je zřejmé, že rotační čas se za atomovým časem stále opožďuje a tento vývoj navíc není příliš rovnoměrný. Čas UTC díky vkládání přestupných sekund sleduje rotační čas UT1 s odchylkou do 0,9 s.

Vkládání přestupných sekund nelze dlouhodobě predikovat, což poněkud komplikuje využití časové stupnice UTC v různých elektronických systémech. Nezbyvá, než čas od času zjišťovat, jestli se neschyluje k aplikaci přestupné sekundy, případně spoléhat na pravidelné aktualizace SW, v kterých může být tato informace zahrnuta. Aktuální informace o přestupných sekundách ve formátu vhodném k automatickému zpracování lze získat např. ze serveru NIST na adrese <ftp://time.nist.gov/pub/leap-seconds.list>. Dalším spolehlivým informačním kanálem jsou družicové navigační systémy GPS, GALILEO a GLONASS, které indikují vlože-

ní přestupné sekundy v dostatečném předstihu. Správně fungující hodiny navázané na družicové navigační systémy by tedy měly reprodukovat čas UTC bez jakýchkoli problémů.

Systémový čas počítačů se nejčastěji navazuje prostřednictvím internetu na nějaký server NTP (Network Time Protocol). Časový kód serveru NTP nese informaci i o tom, že se na konci daného dne chystá vložení přestupné sekundy. V principu by tedy neměl být se správnou reprodukcí času UTC v počítačích problém. Bohužel tomu tak úplně není. Např. široce užívaný UNIX Time udává časový údaj jako počet sekund od 0 h UTC 1. ledna 1970 a to bez přestupných sekund. Důvod je nasnadě. Díky uvedenému opatření má v UNIX Time každý den délku právě 86 400 s. Pokud by byly v časovém údaji přestupné sekundy zahrnuty, některé dny by byly o jednu sekundu delší či kratší a operační systém by musel mít pro každé převedení tohoto časového údaje na datum a čas daného dne k dispozici aktuální seznam všech přestupných sekund.

V lepším případě má operační systém informaci o chystané přestupné sekundě v předstihu k dispozici. Pak proběhne vložení přestupné sekundy v UNIX Time podle **tab. 1**. Z tabulky je vidět, že poslední sekunda dne se ještě jednou zopakuje během první sekundy následujícího dne. Aplikace, které využívají UNIX Time k určování času nějakých událostí, nejsou během uvedených dvou sekund schopné jednoznačně určit souslednost těchto událostí a také délka intervalu mezi dvěma po sobě jdoucími událostmi může během těchto dvou sekund vyjít záporná. To může v některých aplikacích způsobit vážné problémy. Situaci ještě komplikuje fakt, že k aplikaci přestupné sekundy dochází zřídka a tak není jednoduché správnost chování aplikací v dané situaci ověřit.

V horším případě operační systém informaci o chystané přestupné sekundě nemá. Pak po půlnoci pokračuje běh UNIX Time, jakoby k vložení přestupné sekundy nedošlo, a k opravě času dojde až při příštím navázání na NTP server. Nějakou dobu po vložení přestupné sekundy tedy může být čas na různých počítačích o jednu sekundu rozsynchronizovaný. Stejně se zachovávají i počítače s operačním systémem Windows.

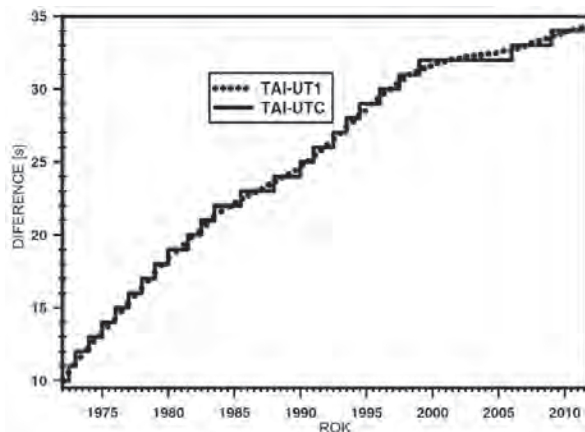
Vzhledem k výše zmíněným problémům s implementací v počítačových systémech je koncepce navázání světového času UTC na rotační čas zaváděním přestupných sekund v poslední době předmětem značné kritiky. Otázka zrušení přímé návaznosti času UTC na UT1 a ukončení vkládání přestupných sekund je horké téma, které má řadu zastánců i odpůrců. Původně se k tomuto tématu měla vyjádřit Mezinárodní radiokomunikační konference WRC (World Radio Conference), v roce 2012, ale hlasování k tomuto bodu bylo nakonec odloženo na jednání WRC v listopadu 2015. Pokud vyzní rozhodnutí tak, že vkládání přestupných sekund bude zastaveno bez jakéhokoli náhradního opatření, začne se čas UT1 za časem UTC stále více zpožďovat. Předpokládaný vývoj této odchylky je vyneseno na **obr. 3**. Zhruba za 500 let by tento rozdíl mohl dosáhnout hodnoty kolem 30 min. Nejspíš by se nejednalo o žádnou katastrofu. Naši současníci by patrně žádnou změnu nezpозorovali a naši potomci by si s narůstající diferencí jistě nějak poradili.

Datum	UTC	UNIX Time
1998-12-31	23:59:59.0	915 148 799.0
	23:59:59.5	915 148 799.5
	23:59:60.0	915 148 800.0
	23:59:60.5	915 148 800.5
1999-01-01	00:00:00.0	915 148 800.0
	00:00:00.5	915 148 800.5
	00:00:01.0	915 148 801.0

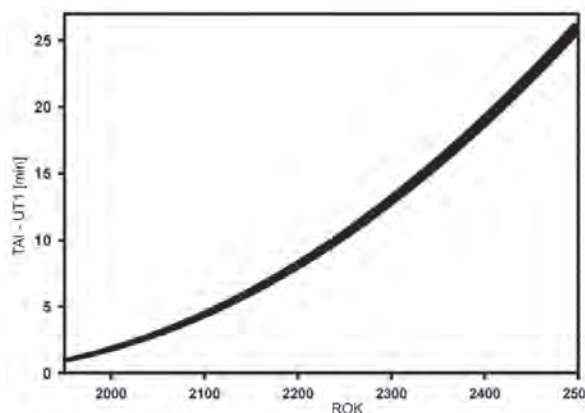
Tab. 1: Příklad běhu UNIX Time při vložení přestupné sekundy dne 31. prosince 1999. Poslední sekunda dne se ještě jednou zopakuje během první sekundy následujícího dne. Čas je zobrazen s krokem 0,5 s.



Obr. 1: Neobvyklý časový údaj na atomových hodinách při vložení přestupné sekundy.



Obr. 2: Vývoj časových odchylek TAI - UT1 a TAI - UTC. Rotační čas se za atomovým časem stále opožďuje a tento vývoj navíc není příliš rovnoměrný. UTC díky vkládání přestupných sekund sleduje rotační čas UT1 s odchylkou do 0,9 s.



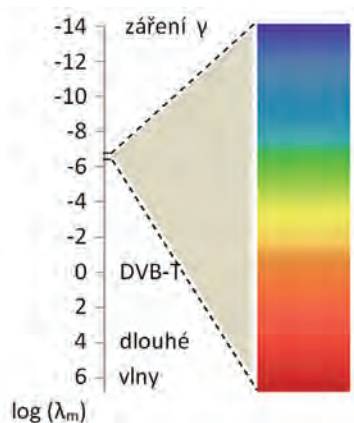
Obr. 3: Předpokládaný vývoj časové odchylky TAI - UT1 do roku 2500.

SVĚTOVÝ DEN METROLOGIE 2015

Je tu opět 20. květen a už 140. výročí podpisu Metrické konvence. Letošní Světový den metrologie není jen připomínkou výročí této významné události – souvisí také s **Mezinárodním rokem světla** a technologií založených na světle, vyhlášeným Organizací spojených národů a organizovaným UNESCO. Akce, probíhající při této příležitosti během roku 2015, budou připomínat klíčovou roli světla pro život, ať již jako zdroje energie, nebo jako základu spousty technologií. Cílem je nejen připomenout význam světla a vývoj vědeckých a technických oborů, které se jím zabývají, ale také inspirovat rozvoj „světelných“ technologií, podpořit rozvoj znalostí a zájem studentů, vědců, ale i podnikatelů a manažerů. V Česku je koordinátorem akcí **Roku světla** prof. Pavel Zemánek z Ústavu přístrojové techniky AV ČR (více o pořádaných akcích uvádí Akademický bulletin, viz http://data.abicko.avcr.cz/sd/novinky/hlavni-stranka/news_1469.html).

Sluneční světlo je podmínkou života na Zemi, počínaje rolí fotosyntézy jako základu potravního řetězce a spolutvářeče dýchatelné atmosféry. Viditelné světlo pokrývá sice jen zlomek spektra známého elektromagnetického záření, ale jeho význam pro živé bytosti nelze ani vypsát. Ostatně, lidé si to uvědomovali zřejmě odnepaměti. Kniha Genéze uvádí na samém začátku textu o stvoření světa: „*Na počátku stvořil Bůh nebe a zemi. Země pak byla nesličná a pustá, a tma byla nad propastí, a Duch Boží se vznášel nad vodami. I řekl Bůh: Buď světlo. A viděl Bůh světlo, že bylo dobré; i oddělil Bůh světlo od tmy.*“

Je zajímavé, jak malou část spektra elektromagnetického záření užívaného v praxi i ve vědě zaujímá viditelné světlo. I když přidáme ultrafialové a infračervené záření, stále to na stupnici vlnových délek nepředstavuje velkou část, ale ta je pro život na Zemi, pro spoustu technologií i pro vědu a metrologii velmi důležitá.



Věda o světle má tisícileté kořeny a zejména v posledních desítkách let se její rozvoj stále zrychluje v souvislosti s novými technologiemi, o kterých bude ještě řeč níže. Samozřejmě není stranou ani metrologie. OIML spolu s BIPM zvolily pro letošní Světový den metrologie téma Měření a světlo. Metrologie je svázána s využitím světla „dvojčetně“ – umožňuje kvantifikováním rozhodných veličin, stejně jako v jiných oborech, efektivní využití mnoha aplikací

a podmiňuje rozvoj jejich vědeckého základu, na druhé straně je světlo nástrojem řady metrologických postupů.



Martin Milton, ředitel BIPM, uvádí ve své úvaze k Světovému dni metrologie jako příklady aplikací využívajících světla a s uplatněním metrologie

- nové zdroje světla pro účinné osvětlování, pro které se vyvíjejí nové metody měření pro kvantifikování účinnosti a vlivů, které má osvětlení na vzhled a vnímání objektů,
- fotovoltaické technologie, u kterých jsou nezbytné přesné údaje o účinnosti a životnosti,
- měření slunečního záření, potřebná pro studium vlivu na klimatické změny na Zemi,
- měření znečištění atmosféry,
- optické komunikace a další.

Pokud jde o druhou stránku souvislosti metrologie a světla, éuvádí Dr. Milton, že světlo je ústředním prvkem mnoha metod měření, jako jsou

- měření délky – nejpřesnější měření využívají vysoce stabilní lasery (poznamenejme, že využití světla pro měření délky, ale i rychlosti šíření světla bylo desítky let hnacím motivem pro rozvoj vědy),
- rychlost světla ve vakuu je univerzální fyzikální konstantou, důležitou v mnoha oborech fyziky a její definiční hodnota $299\,792\,458\text{ m s}^{-1}$ je základem definice jednotky délky atd.,

- mnohá chemická měření využívají laditelných laserů a reakcí s cílovými molekulami,
- lasery jsou nástrojem pro nejpřesnější optické hodiny,
- optometrie pomáhá řešit problémy očních vad,
- mnohé diagnostické metody jsou postaveny na světelném záření.

Prostě světlo a metrologie se prolínají při měření délky, vzdálenosti, rychlosti, teploty, složení látek, znečištění prostředí, osvětlení, účinnosti fotovoltaických panelů, v diagnostických metodách, v astronomickém výzkumu atd.

Stephen Patoray (OIML) konstatuje ve svém sdělení k Světovému dni metrologie 2015, že volba témat těchto akcí byla již v minulých letech nějakým způsobem vázána se světlem. Připomíná témata Světového dne metrologie:

- 2013 – světlo a každodenní život;
- 2006 a 2012 – osvětlení pracoviště a veřejného prostoru pro zdraví a bezpečnost;

- 2014 – měření a globální výzvy v energetice, vázané i na spotřebu energie pro osvětlování.

Jedním z aspektů, kde má své místo i legální metrologie, je problematika růstu spotřeby elektrické energie ve světovém měřítku; nezastupitelná je zde úloha správného a poctivého měření pro zlepšování účinnosti energetických zdrojů i spotřebičů a pro racionalizaci spotřeby.

Pan Patoray vyjadřuje v závěru naději, že oslava Světového dne metrologie 2015 iniciuje nové nápady a povzbudí vztahy mezi metrology a těmi, kteří vyvíjejí a využívají technologie založené na světle. Přípravované akce objasní, jak život, prostředí, výroba, dostatek energie a kvalita života vůbec závisí na měření.

Časopis Metrologie přeje akcím Světového dne metrologie 2015 úspěch. Redakční rada i čtenáři jistě uvítají každý tematicky zaměřený příspěvek.



INFORMACE ČESKÉHO KALIBRAČNÍHO SDRUŽENÍ

Doc. Ing. Jiří Horský, CSc.

za ČKS



JUBILEJNÍ 50. KONFERENCE ČKS

se konala 21. 4. a 22. 4. 2015 se zaměřením na změny předpisů, akreditaci a autorizaci metrologických pracovišť, kalibrace měřidel, systémy metrologického zabezpečení, tachografy.

25 let existence Českého kalibračního sdružení bylo příležitostí k ohlédnutí se do minulosti a zhodnocení dosavadní činnosti. Proto byla konference pojata jako hodnotící a současně se zamýšlela nad směřováním vývoje v jednotlivých oborech měření. Konference se zúčastnil rovněž vedoucí Německé kalibrační služby (DKD) pan Peter Ulbig, který účastníky seznámil s aktuálními informacemi o dění v DKD a možnostmi rozvoje spolupráce v rámci sdruže-

ní EUROCAL a s připravovanými novinkami a aktuálními změnami v DKD. Tradičně bylo zajištěno vystoupení zástupců ÚNMZ, ČIA a ČMI k aktuálním právním a technickým záležitostem v oblasti metrologie. Rovněž byl dán prostor pro prezentaci výrobců a dovozců měřicí techniky. Program se podrobně zabýval rekapitulací historie a činností, kterou ČKS prošla od svého vzniku.

Program byl zaměřen na podrobnější zhodnocení činnosti ČKS za dobu jeho existence v jednotlivých oborech měření a výhled do budoucích let. Jednotlivé příspěvky zpracovali členové výboru ČKS. *Všeobecné směry vývoje, změny norem a vliv elektronizace měření a Elektrické veličiny, čas*, rozebral doc. Ing. Jiří Horský, CSc., *Nejistoty měření*, Ing. Roman Honig, *Průtok, teplo a Teplota*, Ing. Jiří Kazda, *Tlak*, Ing. Jindřich Šabata, *Geometrické veličiny*, Bc. Helena Svobodová, *Hmotnost*, pan Střelec. *Informace z ÚNMZ* uvedl Ing. Zbyněk Veselák, ředitel odboru metrologie ÚNMZ, *aktuality z oblasti akreditace* Ing. Milan Badal náměstek ředitele ČIA. *Zhodnocení vývoje činnosti ČMI za uplynulých 25 roků* provedl



RNDr. Pavel Klenovský, generální ředitel ČMI Brno, 20 let zkušeností vedoucího AKL a odborného posuzovatele ČIA popsal Ing. Jindřich Šabata, vedoucí AKL, Jaderná elektrárna Dukovany.



Sekce tachografy na 50. Konferenci ČKS

(Václav Šenkyřík, ČMI)

Již deset roků působí při ČKS Sekce pro tachografy, která připravuje samostatný program rozložený do obou dnů jednání konferencí. Program sekce tachografy na jubilejní 50. Konferenci ČKS zahájil Ing. Jiří Kuba (ÚNMZ), který seznámil přítomné s dílčími změnami podmínek autorizace, které jsou hlavním řídicím dokumentem pro činnost AMS. Jedná se pouze o drobná upřesnění znění některých bodů, nejedná se o dodatečné požadavky na AMS. Ing. Vojtěch Máša (ČESMAD Bohemia) zhodnotil všechna pro a proti související se zavedením digitálních tachografů z pohledu dopravců. Konstatoval, že řada dopravců a jejich řidičů nezná dostatečně všechny možnosti, které digitální tachografy nabízejí a tím se dostávají do zbytečných problémů při silničních kontrolách. Jan Hlavatý (Mechanika Teplice, družstvo; závod Tachografy, Děčín) prezentoval historii družstva a také velmi bohatou historii firmy VDO - výrobce tachografů. Ing. Karel Jelínek (HALE spol. s r.o.) zmapoval vývoj tachografů Stoneridge a zhodnotil 10 let činnosti sekce pro tachografy ČKS z pohledu zástupce výrobce tachografů. Ing. Petr Maha, MAHA Consulting s.r.o.) informoval o změnách předpisů pro stanice měření emisí. Zaměstnanci ČMI



(Bc. Helena Svobodová a p. Václav Šenkyřík) seznámili účastníky s postupy kalibrace zkušební dráhy a měření účinného obvodu pneumatik, včetně nejistot měření. Ing. Jiří Novotný (Centrum dopravního výzkumu Brno) přispěl přednáškou na téma „Jubileum – a co dál?“. Závěrečnou přednáškou byla informace o dvojstranném mezilaboratorním porovnávání zkoušek tachografů přednesená Ing. Radimem Bočánkem (ČMI), který seznámil s upravenými dokumenty pro realizaci MPZ a s nedostatky při jejich vyplňování.

Všichni uvedení přednášející kladli důraz na potřebu vzdělávání jak pracovníků metrologických středisek, tak uživatelů tachografů.

Václav Šenkyřík (ČMI) zhodnotil historii, současnost a nastínil budoucnost působnosti ČMI v oblasti tachografů. Historie působení Českého metrologického institutu v systému metrologické kontroly tachografů je od samého počátku nerozlučně spojena s Českým kalibračním sdružením. Od roku 1993 měla tato spolupráce zásadní vliv na zvládnutí náročných úkolů, které pro Českou republiku plynou z Evropské dohody o práci posádek vozidel v mezinárodní silniční dopravě (AETR), jejíž Dodatek č. 2 stanovil závazný termín 24. dubna 1995 pro vybavení všech vozidel používaných v mezinárodní silniční dopravě kontrolním zařízením schváleného typu, namontovaným a kontrolovaným pracovníky k tomuto účelu pověřenými příslušnými orgány smluvních stran Dohody. V té době neexistoval v rezortu dopravy právní nástroj použitelný k prosazení všech pravidel Dohody AETR. Proto doslova „záchranným lanem“ byla nabídka orgánů státní metrologie na zařazení tachografů ve smyslu zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii, mezi měřidla podléhající státní metrologické kontrole. A právě v této fázi se na projektu metrologického zabezpečení tachografů významnou měrou podílelo České kalibrační sdružení. Oblast dopravy nebyla v devadesátých letech, kromě taxametru a silničních rychloměrů používaných při kontrole dodržování pravidel silničního provozu, předmětem zájmu státní metrologie. I z tohoto důvodu byl záměr zařadit tachografy mezi stanovená měřidla některými pracovníky Ministerstva dopravy dlouhodobě zpochybňován. Ovšem i mezi „skalními“ metrology byl názor na tachograf jako stanovené měřidlo rozporuplný až odmítavý. Počátkem devadesátých let totiž stále v regulované sféře metrologie přetrvával tradiční přístup, který stavěl na péči o měřidla používaná v tzv. závazkových vztazích – tedy v obchodním styku. Během následujících let, zejména po přistoupení ČR do EU, kdy u nás bylo nutné realizovat požadavky evropských směrnic a nařízení, se stala předmětem státní metrologické kontroly další měřidla související se silniční dopravou, jako jsou například tlakoměry pro zjišťování tlaku v pneumatikách, měřicí zařízení pro zjišťování zatížení na nápravu u silničních vozidel, váhy s automatickou činností pro vážení silničních vozidel za pohybu pro stanovení sankcí, poplatků, tarifů a daní, záznamové zařízení teploty při přepravě zmrazených potravin, analyzátoři alkoholu v dechu.

AKCE ČKS V 1. POLOLETÍ

Hlavní akcí (mimo konferenci) byl odborný seminář **kalibrace měřidel tlaku** pořádaný ČKS ve spolupráci s ČMI. Seminář se konal 31. března a 1. dubna 2015. Na semináři 7 přednášejících předneslo 9 odborných přednášek. Účastníci semináře si mohli procvičovat provádění kalibrací. Bylo zbudováno 6 předváděcích pracovišť. Na semináři byla přednesena následující témata. *Základní vyjadřování nejistot měření při kalibraci měřidel tlaku* (Ing. Tomáš Hajduk, ČMI Brno), *Kalibrace deformačních tlakoměrů* (Ing. František Staněk, ČMI Brno), *Konstrukce a provedení deformačních tlakoměrů, možnosti jejich seřizování při kalibracích* (Jiří Sadový, www.metrosys.cz), *Kalibrace číslicových tlakoměrů a převodníků tlaku* (Ing. Tomáš Hajduk, ČMI Brno), *Metody stanovení rozšířené nejistoty měření v praxi kalibrační laboratoře* (Ing. Zdeněk Faltus, BD SENSORS), *Praktické aspekty seřizování a kalibrace „SMART“ převodníků tlaku* (Petr Moravec, D-Ex Instruments), *Praktické aspekty zajišťování návaznosti měřidel tlaku* (Ing. Zdeněk Krajčůček, Ph.D., Ing. František Staněk, Ph.D., Mgr. Dominik Pražák, Ph.D., ČMI Brno), *Možné zdroje chyb při kalibraci pomocí pístových tlakoměrů* (Ing. Zdeněk Faltus, BD SENSORS), *Vliv statického tlaku na měřidla tlakové difference* (Ing. Jindřich Šabata, Bc. Ivan Ruprecht, Jiří Jelínek, ČEZ metrologie JE).

Semináře se zúčastnilo 51 účastníků. Zájemci mohli absolvovat zkoušky pořádané ČMI a získat tím osvědčení od ČMI. Zkoušek se zúčastnilo 15 osob a bylo provedeno 34 zkoušek.

PLÁN NA 2. POLOLETÍ

29. 9. 2015	Seminář Elektrické veličiny a metrologie, společná akce ČKS a ČMI.
20. 10. 2015	Seminář teplot – Výpočty v oboru teplota pomocí tabulkového procesoru Excel.
10. - 11. 11. 2015	Odborná konference (hlavní témata revize GUM, revize normy ISO/IEC 17025).

Seminář měření elektrických veličin

bude pořádaný ČKS a ČMI 29. září 2015. Seminář bude v ČMI Brno. Program bude následující. RNDr. Pavel Klenovský, generální ředitel ČMI probere *Praktické obecné informace z metrologie*, Doc. Ing. Ladislav Pospichal, CSc., MEG A - Měřicí Energetické Aparáty, a.s. seznámí účastníky s problematikou *Elektrická síť její parametry a měření*, dále následuje RNDr. Karel Šefčík, ČMI, *Měření elektrické energie*, Ing. Ivo Lipovský, Illko Blansko, *Problematika měření v oblasti revize elektrických předmětů a sítí*, Ing. Petr Kessner, Meatest Brno, *Kalibrátory měřidel elektrických sítí*, Doc. Ing. Jiří Horský, CSc., ČKS, *Vybrané otázky praxe a přehled aktuálních problémů*, Ing. Jana Horská Ph.D., ČMI, *Metrologie elektrických signálů a její zajištění v ČMI OI BRNO*, Ing. Jiří Streit, ČMI, *Návaznost elektrických veličin a její zajištění v ČR*.

Po skončení oficiální části semináře nabízíme účastníkům možnost praktické konzultace a ukázek kalibrací a mě-

ření v praxi se zástupci laboratoří a firem z oboru elektrických měření a možnost exkurze v akreditované kalibrační laboratoři ČMI OI BRNO.

Zájemci z kalibračních laboratoří si mohou domluvit na následující den, 30. 9. 2015 přezkoušení odborné způsobilosti pro získání osvědčení způsobilosti ČMI pro kalibrace v oblasti elektrických veličin.

Rozvoj elektrotechniky a elektroniky podnítl v minulém století celý rozvoj lidské společnosti. Vývoj a sjednocování měření probíhají souběžně s rozvojem techniky. S rozvodem elektrické energie a přístroji založenými na jejím užití se dnes setkává každý. Ještě v metrické konvenci, podepsané v roce 1875 nebyly zastoupeny žádné elektrické jednotky. Zpočátku se váhalo a několikrát měnilo, jaké by měly mít elektrické veličiny jednotky. Například jeden z prvních návrhů pana Bregueta z Francie definoval jednotku odporu jako odpor 10 000 m dlouhého telegrafního vedení. Výroba a rozvod elektrické energie jsou základem dnešní společnosti. S tím souvisí i řada potřebných měření. Proto budou v plánovaném metrologickém semináři ČKS s ČMI podrobněji probírány otázky elektrické rozvodné sítě, její vlastnosti a měření, elektrický výkon a práce a problematika zajištění metrologické návaznosti.

Není na světě ani nikde v historii jiná oblast, která by se rozvíjela tak rychle jako elektronika. Již 40 let platí experimentální Moorův zákon. Je o empirické pravidlo, které říká, že „počet tranzistorů, které mohou být umístěny na integrovaný obvod, se při zachování stejné ceny zhruba každých 18 až 24 měsíců zdvojnásobí.“ Znamená to také, že dnešní integrované obvody jsou několiktisíckrát výkonnější, než byly dříve. Každý, kdo potřebuje měřit elektrické veličiny i každá kalibrační laboratoř se mohou proto setkat se starými i velmi moderními přístroji a tedy s širokým spektrem vlastností měřidel a s mnoha novými vlastnostmi umožněnými využitím zvyšujících a zlevňujících se integrace. Proto pracovníci pracující v oblasti elektrických veličin musí stále sledovat, co se mění a kam jde vývoj a proto také ČKS organizuje semináře z oblasti elektrických veličin každoročně.

Výpočty v oboru teplota pomocí tabulkového procesoru EXCEL

Seminář bude probíhat v počítačové učebně v ČEZ JE Dukovany 20. 10. 2015. Bude zaměřen na využití tabulkového procesoru Excel při výpočtech snímačů teploty a to odporových snímačů teploty dle ČSN EN 60751 a dle mezinárodní teplotní stupnice ITS 1990, pro termoelektrické snímače dle ČSN EN 60584-1 a pro ostatní průmyslové odporové snímače teploty (Ni, Cu...). Účastníci obdrží soubor s již nadefinovanými funkcemi. Jsou předpokládány základní znalosti práce s tabulkovým procesorem EXCEL. Výpočty budou prováděny jak zadáním vzorců do jednotlivých buněk, tak pomocí vlastních (uživatelských) funkcí.

Podrobnější informace o práci a akcích ČKS najdete na <http://www.cks-brno.cz> a informace o sdružení Eurocal, kterého je ČKS členem který má nyní nového člena v Srbsku najdete na webu www.eurocal.eu.

DEN ÚNMZ – 2015

Mgr. Markéta Brabcová*Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví*

Dne 12. března 2015 se uskutečnilo společenské setkání odborné veřejnosti a partnerů Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví „Den ÚNMZ – 2015“. Akce se jako již tradičně konala v prostorách kongresového hotelu Clarion v pražských Vysočanech.

Počet účastníků se letos pohyboval okolo 220 přihlášených osob.

ÚNMZ měl opět k dispozici dva sály. V sále Nadir se konal odborný seminář a v prostorách sálu Zenit byl pak umístěn stánek ÚNMZ s propagačními materiály Úřadu včetně prezentačních materiálů spolupracujících organizací Úřadu; tyto materiály byly volně k dispozici.

V první části semináře pronesl rozsáhlé úvodní slovo pan předseda Mgr. Viktor Pokorný společně s prvním náměstkem Ing. Miroslavem Chloupkem. Zhodnotili uplynulý rok 2014. Připomněli například, že byl spuštěn systém pro veřejné připomínkování návrhů technických norem e-Comments, do něhož se doposud zapojilo 368 uživatelů. Z významných událostí uplynulého



roku vyzdvihl Mgr. Viktor Pokorný především zvolení ČR (ÚNMZ) do poradního orgánu ISO pro období let 2015–2017. Mezi prioritami pro rok 2015 pak hovořil o podpoře činnosti českých expertů v technických komisích ENO a MNO a prohloubení spolupráce s jednotlivými resorty a jejich zapojení do finančního zajištění tvorby technických norem. Významnou agendu v minulém roce představovalo, vedle návrhu nových vyhlášek, především zpracování technické novely zákona o metrologii, která mimo jiné umožní konstrukční změny stanovených měřidel, jež již nejsou nově uváděna na trh, ale podléhají metrologické kontrole během provozování. V minulém roce byla zároveň rozšířena technická základna několika nových státních etalonů a byl realizován program rozvoje metrologie o 32 bodech.

V oblasti státního zkušebnictví byla rekapitulována rozsáhlá agenda týkající se stavebních výrobků, současný stav celého systému státního zkušebnictví s celkovým počtem 85 úkolů. Shrnuty byly také autorizace a oprávnění udělená v minulém roce a počátkem roku letošního a související

kontroly. Významným počinem v minulém roce byly práce odvedené v legislativní oblasti – zejména harmonizace právních předpisů týkajících se tlakových zařízení, novely nařízení o technických požadavcích na hračky – především pokud jde o jejich bezpečnost a limity obsažených chemických látek.



Mezinárodní spolupráce v minulém roce zahrnovala zasedání PS G7 při Radě EU, týkající se technické harmonizace a agendu notifikací technických předpisů (v roce 2014 bylo zpracováno celkem 2 243 notifikací), ale také rozvojové projekty v Bosně a Hercegovině, Libanonu či Mongolsku. Dalším projektem, na němž se bude ÚNMZ podílet, je „Posílení kapacit národní infrastruktury kvality a služeb posuzování shody v Srbské republice“.

Letošní seminář na Dni ÚNMZ byl zaměřen na problematiku legislativních změn v oblasti posuzování shody stanovených výrobků – návrh zákona o posuzování shody stanovených výrobků při jejich uvádění na trh.

Seminář připravil náměstek předsedy Sekce odborných působností Mgr. Zdeněk Veselý společně s Ing. Květuší Včelovou, ředitelkou odboru státního zkušebnictví. Mgr. Zdeněk Veselý ve své přednášce zdůraznil, že cílem je především vytvořit moderní a kvalitní právní předpis, který umožní zjednodušit správní řízení. Mgr. Veselý představil navrhované legislativní změny, jež vycházejí z legislativního procesu, který zahájilo vedení ÚNMZ v součinnosti s MPO v říjnu 2013. V současné době probíhá vyhodnocení připomínek k paragrafovému znění zákona.

Tématu nové právní úpravy v oblasti posuzování shody ve vybraných výrobních sektorech se věnovala ředitelka odboru státního zkušebnictví Ing. Květuše Včelová. Ve své přednášce shrnula nový legislativní rámec – především nařízení a rozhodnutí Evropského parlamentu a Rady včetně oblastí, které upravují (definice, kritéria, pravidla a postupy pro posuzování shody) a povinných subjektů. Uvedla také evropské směrnice s termíny transpozice a účinnosti v letošním či příštím roce (např. pyrotechnické výrobky, tlakové nádoby, elektromagnetická kompatibilita, neautomatické váhy a další) a účinné předpisy, které nový legislativní rámec respektují (hračky, stavební výrobky aj.).



Problematicke nové legislativy týkající se posuzování shody budou v budoucnu věnovány další, konkrétněji zaměřené vzdělávací akce. Ty ale budou podle Mgr. Zdeňka Veselého připravovány až v době, kdy bude vysoká pravděpodobnost neměnnosti zákona v navazujícím legislativním procesu. Na závěr semináře proběhla odborná diskuse k tématu.

Poté již následovalo závěrečné slovo předsedy ÚNMZ Mgr. Viktora Pokorného, který poděkoval účastníkům a vystupujícím. Všechny pak pozval na společenskou část akce spojenou s neformální diskusí. O příjemný hudební doprovod se postarala swingová hudební skupina.



MODERNÍ MĚŘICÍ TECHNIKA SE PŘEDSTAVILA V PLZNI

Ing. Václav Bursa

Česká metrologická společnost

Ve dnech 10. a 11. března 2015 se konal v Plzni již 24. ročník mezinárodní konference Měřicí technika pro kontrolu jakosti. Tato tradiční akce proběhla, stejně jako v roce 2014, v příjemném prostředí kongresového centra Primavera, které splňuje všechny požadavky na kvalitní technické zajištění akce podobného významu a poskytuje komfortní ubytovací a stravovací služby.

Na letošní konferenci se prezentovalo 34 firem a v roli posluchačů přednášek a návštěvníků výstavy se zúčastnilo 105 odborníků. Převahu měli opět pracovníci ze strojírenství, ale významný podíl tvořili také pracovníci z automobilového průmyslu a zastoupení měla i elektrotechnika.

Z hlediska profesního měli významnou převahu metrologové a techničtí kontroloři, za nimi následovali zkušební technici, pracovníci útvarů systémů managementu, konstruktéři a technologové.

Jako každým rokem, tak i letos, doprovázela konferenci rozsáhlá výstava měřicí techniky. Dochází tak k těsnému spojení výstavy a přednášek, což umožňuje velmi efektivní poznávání moderní měřicí techniky. Informace, získané na přednáškách, si účastníci ihned prakticky ověřují na exponátech výstavy. Program konference byl proto stanoven tak,



aby účastníci měli dostatek času na prohlídku výstavy a konzultace s jednotlivými vystavovateli.

Záštitu nad letošní konferencí, jejíž motto znělo „**Bez přesného měření není přesné výroby**“, převzal předseda Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví Mgr. Viktor Pokorný. Konferenci zahájil úvodním slovem předseda České metrologické společnosti Ing. Miroslav Hanák.

Mgr. Zdeněk Veselý, náměstek předsedy ÚNMZ, seznámil přítomné s návrhem zákona o posuzování shody výrobku a Ing. Veselák, rovněž z ÚNMZ, promluvil na téma Změny v metrologické legislativě v roce 2015.

Poté následovaly jednotlivé přednášky a informace představitelů vystavujících firem, kterým byl věnován celý program prvního a dopoledne druhého dne. Celkem bylo předneseno 18 referátů. Přednášky se orientovaly převážně na pokroky v měřicí technice a navazovaly na vystavované exponáty, ale pozornost byla věnována i obecnějším problémům metrologie. Na závěr konference byly zařazeny dva workshopy, jeden byl zaměřen na návaznost etalonů délky a jejich kalibraci, druhý byl věnován problematice legální metrologie v praxi.

Přednášky jsou publikovány ve sborníku, který obdrželi všichni posluchači. Součástí sborníku je i výstavní katalog, který obsahuje důležité informace o vystavujících firmách a mediálních partnerech konference. Sborník je k dispozici v sekretariátu ČMS.

Na přednáškovou část konference navazoval odpoledne druhého dne fakultativní program v podobě exkurzí. Zájem účastníků konference byl rozdělen mezi tři akreditovaná laboratorní pracoviště:

- ČMI, pobočka Plzeň, akreditovaná kalibrační laboratoř pro obory hmotnost, tlak, objem a průtok,
- VZÚ Plzeň s.r.o., zkušební laboratoře akreditované ke zkouškám v oblasti chemického, metalografického a mechanického zkoušení materiálů,
- VZÚ Plzeň s.r.o., akreditovaná kalibrační laboratoř pro kalibraci měřidel pro měření geometrických veličin a drsnosti povrchu.

INFORMACE

Jak již bylo řečeno, důležitou složkou konference je vždy výstava měřicí techniky. Letos se jí svými exponáty zúčastnilo 29 vystavovatelů, kteří představili výrobky více než sto deseti firem z 22 zemí. Nejvíce byly zastoupeny firmy z Německa, Velké Británie, USA a Švýcarska.

Mezi exponáty převažovaly měřicí a kontrolní prostředky pro strojírenství, zejména v oblasti délek a úhlů, přístroje pro měření geometrických parametrů a textury, resp. drsnosti povrchu, tvrdoměry, videomikroskopy a skenery, multisenzorové souřadnicové přístroje, automatické měřicí stanice, přístroje pro měření a monitorování teploty, zkušební přístroje a přístroje pro nedestruktivní testování (NDT), zařízení pro kalibraci měřidel a informační systémy řízení kvality a metrologie.



VZDĚLÁVACÍ AKTIVITY ASOCIACE AKREDITOVANÝCH A AUTORIZOVANÝCH ORGANIZACÍ (AAAO) PRO ODBORNÉ PRACOVNÍKY AO/NO/OO A ŠIRŠÍ TECHNICKOU VEŘEJNOST

Ing. Jaroslav Rajlich

Asociace akreditovaných a autorizovaných organizací

Od listopadu 2013 nabízí AAAO svým členským organizacím i širší technické veřejnosti několik typů podstatně inovovaných prezenčních kurzů pro odborné pracovníky, zabývající se posuzováním shody. Jedná se o následující kurzy:

- jednodenní základní prezenční kurz pro začínající odborné pracovníky AO/NO
 - jeden a půldenní prezenční pokračovací kurz pro odborné pracovníky AO/NO s delší praxí
 - dvoudenní prezenční zdokonalovací kurz pro nejzkušenejší odborné pracovníky a management AO/NO/OO.
- Vedle toho Asociace nadále pokračuje v pořádání dvou typů distančních e-learningových kurzů (obecného a pro

pracovníky, posuzující shodu v oblasti stavebních výrobků), s nimiž bylo započato již v roce 2012.

Dvoudenní prezenční zdokonalovací kurz je ve stadiu přípravy, ale dosud se neuskutečnil. Prezenčních kurzů první a druhé úrovně se až doposud zúčastnilo 166 posluchačů.

V současné době byla účast v kurzech nabídnuta prostřednictvím Hospodářské komory ČR odborníkům z řad podnikatelské veřejnosti.

K náplni jednotlivých prezenčních kurzů uvádíme:

1. Jednodenní základní prezenční kurz:

Téma 1 : Ochrana oprávněného zájmu a volný pohyb výrobků v EU a v ČR

Téma 2: Právní úprava posuzování shody, normalizace, metrologie, akreditace a dozoru nad trhem v EU a v ČR

Téma 3: Principy vývoje a výroby bezpečného výrobku a posouzení jeho shody

Téma 4: Pracovní techniky při posuzování shody

2. Jeden a půldenní pokračovací prezenční kurz

Téma 1: Ochrana oprávněného zájmu a volný pohyb výrobků v EU a v ČR

Téma 2: Systémová úprava posuzování shody, normalizace, metrologie, a dozoru nad trhem v EU a v ČR

Téma 3: Vývoj a výroba bezpečného výrobku, posouzení jeho shody

Téma 4: Subjekty posuzování shody stanovených výrobků

Téma 5: Předepsané způsoby posuzování shody stanovených výrobků

Téma 6: Vybrané techniky při posuzování shody

Téma 7: Akreditace z pohledu AO/NO po NLF

Téma 8: Způsobilost pracovníků AO/NO

Dvoudenní zdokonalovací prezenční kurz – návrh programu

Téma 1: Systém posuzování shody v ČR

Téma 2: Povinnosti a postupy hospodářských subjektů při uvádění stanovených výrobků na trh

Téma 3: Povinnosti subjektů posuzování shody při posuzování stanovených výrobků

Téma 4: Postupy/moduly posuzování shody

Téma 5: Požadavky na způsobilost pracovníků AO/NO

Téma 6: Základy metrologie pro AO/NO/OS

Téma 7: Stanovení nejistot měření

Téma 8: Vybrané techniky posuzování shody

*Bližší informace o kurzech podá Ing. Jaroslav Rajlich, předseda stálé komise pro vzdělávání AAAO, e-mail: rajlich.jk@seznam.cz nebo rajlich@szutest.cz, tel. 602 766 491
nebo sekretariát AAAO, Ing. Šenk, CSc., asociální rada AAAO, e-mail: senk@aaao.cz, tel. 604 925 669.*

Celoživotní vzdělávání odborných pracovníků AO/NO/OO

Asociace akreditovaných a autorizovaných organizací koncem minulého roku úspěšně ukončila úkol PS PRZ s názvem „Projekt celoživotního vzdělávání odborných pracovníků AO/NO posuzujících shodu“. Úkol byl opo- nován a přijat Úřadem pro normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.

Předmětem řešení úkolu bylo vytvoření funkčního systému celoživotního vzdělávání odborných pracovníků AO/NO/OS, posuzujících shodu. Řešení zahrnuje identifikaci, získávání, rozšiřování a udržování požadovaných znalostí pracovníků a dokladování nabytých znalostí a způsobilosti pro potřeby autorizace/notifikace/oznamování. Výstup systému (s možnými dílčími modifikacemi v závislosti na potřebách adresátů) byl v lednu letošního roku na vyžádání - v souladu se zadáním úkolu - postoupen členským organizacím AAAO jako inspirační zdroj k případnému využití.

Systém vychází ze základního předpokladu, že potřebné znalosti si odborný pracovník AO/NO/OS osvojuje zejména studiem a participací na vzdělávacích akcích. Praxí si rozšiřuje ne tolik vědomosti, jako spíše dovednosti a zkušenosti. Proto systém přiznává každému odbornému pracovníkovi „startovní“ přiděl kreditů v závislosti na dosaženém stupni vzdělání. To se jeví důležitým pro posuzování jeho odborné způsobilosti pro vykonávanou funkci.

Pro udržování úrovně znalostí a vědomostí je potřeba každoročně dosáhnout určitého (předem stanoveného) počtu kreditů, pro případný služební postup je počet kreditů rovněž stanoven. Příslušné penzum kreditů stanovuje pro odborné pracovníky jejich vedoucí, obvykle ve spolupráci s personalistou. Vyhodnocení probíhá zpravidla jednou za rok. Systém je transparentní, pracovníci vědí, kolik kreditů obdrží za tu kterou vzdělávací akci a kolik je potřeba k udržení zastávané pozice, resp. pro kariérní postup.

Vzdělávací akce jsou rozděleny na „pasivní“, tj. účast na školeních, seminářích, symposiích, konferencích, atd. a na „aktivní“, tj. zejména přednáškovou a publikační činnost, účast v odborných komisích, apod. Každé akci je přidělen určitý počet kreditů.

Pokud se členská organizace rozhodne systém zavést, bude po ní Asociace požadovat zpětnou vazbu, která bude využita pro průběžné precizování a zlepšování systému. O podrobné informace o systému požádaly až dosud tři členské organizace AAAO – Silniční vývoj – ZDZ Brno, QUALIFORM Brno a Strojírenský zkušební ústav v Brně.

Kreditový systém, pokud jej organizace zavede, lze s výhodou využít při prokazování, že AO/NO/OS má přiměřený počet všestranně způsobilých odborných pracovníků, o jejichž další vzdělávání systematicky pečuje.



JAK PSÁT (A NEPSAT) TECHNICKÁ SDĚLENÍ, 3. ČÁST

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

0 Úvod

V minulých dvou částech miniseriálu jsme se zabývali obecnějšími problémy technických sdělení, jejich vhodnou formou, citacemi, uspořádáním obsahu, zvláštnostmi stylu technického vyjadřování a používanými jazykovými prostředky. Upozornili jsme na časté chyby.

V této části se zaměříme na záležitosti formální úpravy dokumentů a na některá pravopisná pravidla, která jsou pro technická sdělení specifická a bývají porušována. Předmětem zájmu bude číslování oddílů práce, číslování a označování obrázků a tabulek, psaní výčtů – věci v technickém sdělení zpravidla obsažené. Z pravopisu se podíváme na psaní číselných údajů. Další potom v následujícím čísle časopisu.

Oporu najdeme v relevantních technických normách [1], [2] a v jazykových příručkách. V současnosti jsou k dispozici vynikající nástroje pro editování a revidování textů, pro zpracování tabulek, grafů a fotografií nebo pro generování citací v doporučené formě, nelze na ně ale bezvýhradně spoléhat. Textový editor nemůže při revizi pravopisu a gramatiky postihnout košatost českého jazyka s jeho skloňováním, časováním, shodou větných členů a podobně. Proto je péče a zběhlost autorů nezastupitelná.

1 Číslování oddílů a pododdílů

Podle povahy sdělení a způsobu jeho publikování máme sice více možností formální úpravy díla, je ale výhodné zvolit jeden styl a s tím pracovat. Způsob číslování podle [3] je vhodný (téměř vždy) pro psané dokumenty, ať již jsou to články v časopisu, návody k zařízení, popisy pracovních postupů, nebo knihy. Hodí se ale i pro prezentace doprovázené promítáním snímků v některém prezentačním programu.

Dobrý technický dokument je logicky členěn do kapitol a podkapitol. Nadpisy mají vystihovat obsah příslušné části. Podstatné je, aby číslování vycházelo z významu oddílů a z jejich vzájemných vazeb. Je-li dobře uspořádáno, usnadní čtenáři přehled v díle a porozumění. Samozřejmě se v něm odráží členění práce podle významových celků.

Doporučený způsob číslování je nejlépe objasnit příkladem, který je uveden na **obr. 1**:

3	Metrologie – věda o měření
3.1	Členění metrologie
	...
3.3	Legislativní a technické dokumenty
3.3.1	Zákony
3.3.2	Vyhlášky
	...

Obr. 1: Příklad členění oddílů publikace

Z příkladu je zřejmé uspořádání názvů a čísel oddílů do tří úrovní. Dobrou zásadou je používat členění jen do tolika úrovní, kolik je nezbytně nutné. Čtvrtá úroveň bude použita spíše jen výjimečně. Uvnitř oddílu je k dispozici členění významových celků na odstavce, je možné i zvýraznění souvislostí grafickými prostředky.

K číslování oddílů se používají arabské číslice. Samozřejmě je číslování průběžné. U čísla oddílu první úrovně se nedělá tečka, u nižších úrovní se tečka vkládá mezi čísla jednotlivých úrovní, na konci řetězce ale není. Číslice nula je vyhrazena (může být použita, ale není to zcela běžné) pro úvod nebo předmluvu.

Nadpisy různých úrovní se obvykle rozlišují i velikostí a řezem písma. Grafická úprava bývá ovlivněna vydavatelem práce a autor se s ní někdy musí smířit. Není vhodné v jednom dokumentu používat více druhů písma, určitě ne více než tři; k odlišení lze přece využít prostředků, jako je tučné písmo nebo kurzíva. Tučné písmo je hodně výrazné, proto se v textu použije jen pro nejdůležitější místa. Textové editory nabízejí i odlišení barvou písma, to však nelze u většiny publikací určených k tisku využít. I když časopis Metrologie tuto možnost od letošních čísel nabízí, není vhodné nadužívat jí, je určena zejména pro složitější grafy a fotografie. Tam má plné oprávnění.

Kromě hypertextových odkazů se nedoporučuje podtržení písma, také tučná kurzíva není žádoucí.

2 Obrázky a tabulky

Technické sdělení se obvykle neobejde bez ilustrací a tabulek. U tištěných publikací je první věcí, na kterou musí autor myslet při předkládání rukopisu, proveditelnost jeho záměru. To znamená, že obrázek včetně popisu v něm umístěných musí být zřetelný i při reprodukci. Zejména velikost písma v obrázku musí být ve vhodném poměru k velikosti písma zbylého textu. Ve složitých grafech je třeba respektovat možnosti tisku a nahradit barevné čáry různými pomlčkami, tečkami a podobně, není-li k dispozici barevný tisk. U tabulek musí autor posoudit možnost jejich umístění v tiskové podobě – hlavně u těch rozsáhlejších. Například reprodukce tabulky CMC pro celý obor měření bude v časopise nevhodná nebo nemožná. V takovém případě je lepší ilustrovat text výňatkem z tabulky, který se k textu bezprostředně vztahuje.

Ilustrace a tabulky by se měly umístit co nejbližší za textem, který se na ně odkazuje. U tabulek je lépe omezit tvůrčí rozlet a upravit je pro celou publikaci pokud možno jednotně, pokud jde o tabulky stejného typu nebo obsahu. Každý obrázek a tabulka se opatří popisným textem (co v prvku je) a očísluje se. Obrázky i tabulky se číslovají průběžně, arabskými číslicemi, zvlášť obrázky a zvlášť tabulky. Popis prvku začíná velkým písmenem, bez tečky na konci. Zarovnání je obvykle na střed prvku nebo vlevo, v šířce odpovídající šířce obrázku nebo tabulky. Popis se umístí pod obrázkem, ale nad tabulkou.

V záhlaví sloupců a řádků tabulky bývají chyby. Záhlaví se píše s velkým počátečním písmenem, v případě členění na

dílčí údaje se začíná malým písmenem. Na konci není tečka. Záhloví má být stručné a výstižné. Příklady jsou uvedeny u obr. 1 a tabulky 1.

Odkaz v textu musí obsahovat slovo obrázek nebo tabulka (nebo zkratky těchto slov obr. a tab.) a číslo prvku.

Tab. 1: Základní jednotky SI

Veličina	Základní jednotka	Značka
délka	metr	m
hmotnost	kilogram	kg
čas	sekunda	s
elektrický proud	ampér	A
termodyn. teplota	kelvin	K
látkové množství	mol	mol
svítivost	kandela	cd

3 Psaní výčtů

Opět se jedná o častý prvek technických sdělení. K zápisu výčtů je k dispozici řada rozmanitých forem, ale vždy je důležité volit v celém dokumentu jednotné uspořádání. V tomto příspěvku se přidržíme pravidel, popsanych v [4].

Jednotlivé položky výčtu se graficky rozlišují; velký počet možných způsobů svádí k porušení pravidla jednotnosti v celém dokumentu. Textové editory nabízejí výběr odrážek označených různými symboly a výběr způsobů číslování od arabských číslic přes malá nebo velká písmena až po římské číslice, to vše ve víceméně libovolném počtu úrovní. Jako jinde platí i zde pravidlo střídání, jednotného a účelu podřízeného využití. Výhodou bude, použijeme-li automatického číslování položek, protože snadno dodržíme posloupnost číslování a snadno můžeme měnit i úroveň dílčích položek. Příkladem takového výčtu s více úrovněmi může být třeba část stanov nějaké korporace:

- 1) Členství je spojeno s vlastnictvím jednotky.
- 2) Společní členové jsou povinni určit zástupce vůči společenství.
- 3) Členství ve společenství zaniká:
 - a) úmrtím člena společenství – fyzické osoby,
 - b) zánikem člena společenství – právnické osoby,
 - c) převodem nebo přechodem vlastnictví jednotky.
- 4) Seznam členů je veden v neveřejné databázi.

Výčet je obvykle uvozen větou nebo její částí, zakončenou dvojtečkou, ta ale není povinná. Chceme-li výčet zdůraznit, je použití dvojtečky vhodné:

Přístroj může být poškozen:

- kapající vodou,
- mechanickým namáháním,
- vystavením vysoké teplotě,
- chybným zásahem obsluhy.

Výčet lze chápat i jako plynulou část věty a jednotlivé položky členit pouze pro přehlednost; potom dvojtečku ne napíšeme:

Přístroj může být poškozen

- kapající vodou,
- mechanickým namáháním,
- vystavením vysoké teplotě,
- chybným zásahem obsluhy.

Mnoho variant má i přípustný způsob psaní velkých písmen a interpunkčních znamének ve výčtech. Následuje-li po dvojtečce celek, který je větou, je možné jej začít jak malým, tak velkým počátečním písmenem. Následuje-li v první poloze celek netvořící větu, píšeme zpravidla písmeno malé. Jestliže jsou další položky ve výčtu nevětného charakteru, začínáme každý bod obvykle malým písmenem, na konci každého bodu výčtu píšeme čárku, popř. středník a výčet ukončíme tečkou.

Jsou tedy tyto možnosti (zde je záměrně porušena jednotnost, každá položka představuje jeden model):

- a) Větný celek začínat velkým (nebo malým) písmenem a ukončit tečkou.
- b) u nevětného celku první písmeno malé, ukončit tečkou nebo středníkem;
- c) i věty v položkách můžeme psát s malým písmenem na začátku a ukončit je tečkou nebo středníkem;
- d) položku je možné zapsat i bez interpunkčního znaménka na konci
- e) u poslední položky končíme tečkou.

Jsou-li jednotlivé body výčtu graficky odlišeny (začínají na novém řádku, jsou označeny číslicemi nebo písmeny nebo odrážkami), interpunkční znaménko (včetně tečky na konci) se na koncích řádků podle ČSN 01 6910 psát nemusí; to je položka d) v předchozím výčtu.

Pro přehlednost, pokud nemusí být všechny položky výčtu vypsány, můžeme je nahradit třemi tečkami.

4 Zápis čísel

4.1 Obecně o psaní čísel

Soustava SI se hlavně zabývá jednotkami, ale méně již čísla (kromě konstatování, že je podle místních zvyklostí povolena jak desetinná čárka, tak i desetinná tečka). V češtině se **desetinná místa oddělují čárkou**, což je způsob v kontinentální Evropě zcela převládající. V našich podmínkách se lze často setkat s nesprávným mícháním desetinné čárky a tečky v jednom dokumentu.

Složitější je situace ohledně zápisu dlouhých čísel. Obecně platí, že mohou stát nejvýše čtyři číslice vedle sebe; pět a více se člení do skupin po třech číslicích (před i za desetinnou čárkou).

správně:	3,14	12 345,6	0,123 45
chybně:	3.14	12345,6	0.12345

Před desetinnou čárkou ani za ní se mezeza nedělá. V textovém editoru se doporučuje vkládat pevné, tj. nerozdělitelné mezery. Při psaní peněžních částek lze ale z bezpečnostních důvodů skupiny tří čísel oddělit nikoli mezerou, ale tečkou: „4.351,50 Kč“. Výjimku též tvoří atypické formáty čísel (například čísla norem apod.). U čtyřciferných čísel je situace komplikovaná. Letopočty se nedělí nikdy, ostatní čtyřciferná čísla mají podle mnoha typografických příruček mezeru mít (např. „7 530“), v publicistických či beletristických textech se píšou často bez mezery („7530“). Pokud se ale čtyřciferná čísla objevují v tabulce spolu s čísly vyšších řádů, je potřeba je kvůli přehlednosti dělit mezerou.

Dále platí, že číslem nemá začínat věta a že číslo nerozdělujeme na dva řádky. Mezeza (ani spojovník, ale po-

zor na angličtinu a slovenštinu) se nedělá tam, kde se spojuje číslice s písmeny v jedno slovo, např.: 25krát, 50násobek nebo 16bitový.

4.2 Psaní záporných čísel

Neužívá se spojovník (-), lépe pomlčka (–), nejlépe však speciální znak minus (⊖). Např. ve fontu Times New Roman není pomlčka ve stejné úrovni jako plus, viz příklad pomlčky, znaménka minus a plus: – – +). Problém je, že tento znak nelze zadat přes numerickou klávesnici. Mezi znaménkem minus a číslem se nedělá mezera.

správně: –12,5 –1 234,56

chybně: – 12,5 – 1 234,56 –12,5

4.3 Exponenciální zápis

Exponent je vždy celé číslo, přičemž nula to bývá jen výjimečně (v souborech čísel s různě velkými exponenty). Podobně jsou na tom exponenty –1 a 1. Mantisa bývá desetinné číslo (ale nemusí). Mantisa nikdy nezačíná nulou a před desetinnou čárkou má právě jednu číslici.

správně: $-2,1 \times 10^{-12}$ $-2,1 \cdot 10^{-12}$

chybně: $-2,1. 10^{-12}$ $-2,1 \times 10^{-12}$

Ve výpisu programů se můžeme setkat s pohodlným formátem zápisu čísel ve tvaru zobrazujícím číslo v exponenciálním zápisu tak, že část čísla nahradí textem E+n, kde E (exponent) násobí předchozí číslo deseti na ntu. Například číslo 12 345 678 901 se při použití tohoto formátu (Excel) s vyjádřením na dvě desetinná místa zobrazí jako 1,23E+10. V běžných textech není tento formát obvyklý.

4.4 Psaní číslovek

Vypisujeme-li číslovky slovy, píšeme je zvlášť, např. *je-den milion tři sta tisíc sedm set šedesát osm, dva tisíce dvě stě třicet jedna*. Psaní dohromady je povoleno jen z bezpečnostních důvodů (např. v bankovníctví). „Krátká“ čísla (zhruba do deseti) vypisujeme přednostně slovy.

Situaci komplikuje existence krátké a dlouhé škály pojmenovávání vysokých čísel, viz [5] a **tab. 2** (možná by místo výrazu „škála“ více slušel odbornému textu termín „systém“). Oba systémy vychází z čísla milion a od něj odvozují další čísla pomocí latinských předpon (bi-, tri-, atd.). Liší se však v násobku.

Dlouhá škála: Každé číslo nad jeden milion se samostatným názvem tvořeným pomocí předpony odvozené z latinských číslovek je milionkrát větší, než předešlé. Tudíž – bilion je milion milionů (10^{12}) atd. Pro násobky tisícem je pak nutné vkládat další názvy.

Krátká škála: Každé číslo nad jeden milion se samostatným názvem tvořeným pomocí předpony odvozené z latinských číslovek je tisíckrát větší, než předešlé. Tudíž – bilion je tisíc milionů (10^9) atd.

Dlouhá škála se užívá ve většině evropských zemí, krátká např. ve Velké Británii, Spojených státech, Rusku, Brazílii, Řecku. Generální konference pro váhy a míry doporučila roku 1948 přijetí dlouhého systému. Dnes pouze varuje před používáním bezrozměrných jednotek ppb (parts per billion) a ppt (parts per trillion) jakožto závislých na konkrétním jazyce. **Proto pozor při překladech!**

Zmatky v pojmenování velkých čísel se naštěstí objevují spíše v ekonomické publicistice a ve statistických údajích. Není divu, když krátkého systému používají zrovna nejsilnější světové ekonomiky. Technická sdělení jsou k chybám tohoto typu méně náchylná, díky zavedeným předponám SI a zápisu velkých čísel v exponenciální podobě. Přesto se takové problémy mohou vyskytnout (a vyskytly se), protože někdy se i metrologové zabývají ekonomickými předpoklady a dopady své práce.

Tab. 2: Názvy velkých čísel

Prefix SI	n ve vztahu 10^n	Název	
		v dlouhé škále	v krátké škále
	0	jedna	one
kilo (k)	3	tisíc	thousand
mega (M)	6	milión	million
giga (G)	9	miliarda	billion
tera (T)	12	bilion	trillion
peta (P)	15	biliarda	quadrillion
exa (E)	18	trilion	quintillion
zetta (Z)	21	triliarda	sextillion
yotta (Y)	24	kvadrilion	septillion
	27	kvadriliarda	octillion

Stínovaná pole odpovídají názvům, tvořeným pomocí předpon bi-, tri, ...

Tolik v této části seriálu k psaní čísel. Psaní jednotek a údajů s jednotkami bude věnován odstavce v příštím dílu.

5 Závěr této části

Dobrá úprava písemnosti při dodržování určitých pravidel je stejně výhodná, jako dodržování pravidel silničního provozu. Autor i čtenář se v publikaci dobře vyznají, mohou se zabývat podstatnými věcmi a ne luštit nesrozumitelnosti.

Příští díl bude pokračovat vybranými problémy pravopisu a typografických zásad, vztahujícími se hlavně k metrologickým sdělením.

6 Prameny

- [1] ČSN 01 6910. *Úprava dokumentů zpracovaných textovými editory*: Praha: Český úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014, 73 s.
- [2] ČSN ISO 7144. *Dokumentace - Formální úprava disertací a podobných dokumentů*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 21 s.
- [3] ČSN ISO 2145. *Dokumentace.- číslování oddílů a pododdílů psaných dokumentů*. Praha: Český normalizační institut, 1997.
- [4] Psaní výčtů. Ústav pro jazyk český AV ČR v.v.i. Internetová jazyková příručka [online]. [cit. 2015-05-01]. Dostupné z: <http://prirucka.ujc.cas.cz/?id=870>
- [5] Krátká a dlouhá škála. *Wikipedia: Otevřená encyklopedie* [online]. [cit. 2015-05-03]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Kr%C3%A1tk%C3%A1_a_dlouh%C3%A1_šk%C3%A1la

ROZHODČÍ ŘÍZENÍ: MŮŽETE SI VYBRAT I ODBORNÍKA



ROZHODČÍ SOUD

při Hospodářské komoře České republiky
a Agrární komoře České republiky

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

K tomu, aby spor mohl být řešen rozhodčím řízením, je třeba splnit dvě základní podmínky: musí se jednat o spor majetkové povahy a dobrovolný souhlas obou smluvních stran řešit případné spory tímto způsobem musí mít písemnou podobu, což je formou rozhodčí doložky ke smlouvě.

Ve sporech řešených Rozhodčím soudem při HK ČR a AK ČR, které rozhoduje tříčlenný senát, navrhuje strany sporu dva rozhodce ze seznamu rozhodců (každá strana jednoho) vedeného Rozhodčím soudem. Pokud tyto rozhodci navržené stranami funkcí rozhodce přijmou, pak sami nominují tzv. předsedu senátu. Členem rozhodčího senátu však nemusí být vždy pouze rozhodce vedený na tomto seznamu. V případě, kdy spor rozhoduje tříčlenný senát a předmětu sporu by to vyhovovalo, je možné jmenovat rozhodcem odborníka, který není na seznamu rozhodců Rozhodčího soudu a kterého navrhl jedna ze stran sporu. Strana sporu má takto jistotu, že členem rozhodčího senátu je erudovaný a nestranný odborník v daném oboru. Jmenování tohoto odborníka rozhodcem ale není automatické, musí ho nezbytně schválit předsednictvo Rozhodčího soudu.

Výběr a jmenování konkrétního odborníka mimo seznam rozhodců má svá pravidla. Především strana, která ho navrhuje, by ho neměla oslovovat sama předem, zda chce funkci rozhodce pro tento spor přijmout, a to ani jen tímto strohým dotazem. Kontaktem s ním by totiž byl narušen princip nestrannosti, případně by vzniklo riziko, že ho z porušení nestrannosti obviní protistrana. Proto návrh na jmenování konkrétního odborníka rozhodcem pro daný spor podává strana Rozhodčímu soudu. Ten pak dále zajistí vše potřebné – oslovení odborníka, zda jmenování rozhodcem přijme, vyžádá si od něj informace o jeho dosavadní činnosti atd. Poté předsednictvo získané informace posoudí a následně schválí (nebo také neschválí). Takto jmenovaný odborník se stane rozhodcem pouze pro daný konkrétní případ, není ale zapsán do seznamu rozhodců vedeného Rozhodčím soudem. Pokud navrhovaný odborník jmenování rozhodcem nepřijme, nebo předsednictvo Rozhodčího soudu s ním nebude souhlasit,

může dotyčná strana navrhnout jiného odborníka. Celý postup oslovení a schvalování se pak opakuje.

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

Jak jsme již zmínili, základním kamenem rozhodčího řízení je rozhodčí doložka, což je písemná dohoda, kterou se strany zavazují spor projednat v rozhodčím řízení, respektovat rozhodčí nález a podrobit se mu. Rozhodčí doložku nelze jednostranně vypovědět. V praxi je možné setkat se s dvěma formami rozhodčího řízení – buď s řízením ad hoc, nebo řízením před stálým rozhodčím soudem. V České republice je jediný stálý rozhodčí soud s obecnou působností, a to Rozhodčí soud při Hospodářské komoře České republiky a Agrární komoře České republiky. Na webových stránkách tohoto soudu (www.soud.cz) jsou, kromě dalších informací, i vzorové texty rozhodčích doložek a vzory smluv s rozhodčí doložkou.

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

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

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

Pokud se tedy chcete ujistit, že postupujete správně, můžete se se svými dotazy, týkajícími se nejen znění rozhodčí doložky, ale také dalších záležitostí spojených s rozhodováním sporu tímto způsobem, obrátit na Konzultační centrum Rozhodčího soudu při HK ČR a AK ČR – jeho e-mail je: konzultacni.centrum@soud.cz

Sídlo Rozhodčího soudu:

Dlouhá 13, 110 00 Praha 1

Tel +420 222 333 340, Fax: +420 222 333 341

Úřední hodiny:

Po - Čt 9:00 - 15:30 hod. | Pá 9:00 - 14:00 hod.

MULTISENZOROVÉ SOUŘADNICOVÉ MĚŘICÍ STROJE

Multisenzorové souřadnicové měřicí stroje a moderní SW vybavení CMM

Firma Mitutoyo patří mezi světové výrobce přesné měřicí techniky a je jedním z hlavních výrobců tříosouřadnicových měřicích strojů. Od 70-tých let 20. století, kdy se tato měřicí technologie počala intenzivněji rozvíjet, je firma Mitutoyo vždy na čele vývoje v této oblasti.

Současné trendy ve snímacích systémech

U ručních souřadnicových měřicích strojů a u menší části CNC souřadnicových měřicích strojů se neustále využívá systém dotykový – spínací systém. Tento systém je sice méně přesný, ale velmi odolný proti poškození.

Přesnějším systémem spínacím je pak systém založený na tenzometrickém snímači, který je zabudován do tělesa snímací sondy. Tento systém již zaručuje jak vyšší přesnost, tak i možnost využít delších snímacích doteků a doteků menšího průměru. Vzhledem k velké citlivosti je vhodný pro CNC provedení souřadnicových měřicích strojů, které mají vždy přesně definovanou rychlost najíždění při samotném měření a tím i přítlačnou sílu.

Dalším způsobem snímání měřených bodů na dílci je kontinuální skenování. Zde se jedná o velice sofistikovaný snímací systém využívající laserovou techniku uvnitř tělesa snímací sondy. Umožňuje relativně velice rychle nasnímat velké množství bodů, a to i s vysokou přesností. Takto je možno samotné měřené elementy nasnímat v takové podobě, že lze na nich vyhodnocovat nejen např. odchylky tvaru a polohy, ale lze je s úspěchem využívat pro kontrolu vůči 3D CAD modelu.

Tam, kde není možno se vůbec dotýkat měřeného kusu, přichází na řadu bezkontaktní měření. I na tuto variantu jsou CNC tříosouřadnicové měřicí stroje Mitutoyo připraveny a mají vhodnou výbavu. Zde se nabízejí dva systémy. Jeden, laserový, umožňuje velice rychle nasnímat „mrak“ bodů, který se následně pomocí vhodného SW filtruje a umožňuje opět porovnání těchto bodů s 3D modelem. Druhý způsob měření je pak pomocí optické sondy, která umožňuje tzv. aktivní zpracování obrazu. Toto je způsob, že si systém sám nalezne měřenou hranu měřeného objektu a na ní zaměří požadované body.

Současným TOP trendem je zajistit během měřicího cyklu maximum měřicích operací, které jsou v podobě geometrických veličin zadány na výkrese. Jedním z požadavků je např. i měření kvality povrchu, což nám zajišťuje měření drsnosti. Zde je firma Mitutoyo opět na čele s vývojem a nabízí svým zákazníkům integraci snímače drsnosti do výbavy běžného CNC souřadnicového měřicího stroje.

Jak je uvedeno výše, může si nyní uživatel relativně lehce vytvořit multisenzorový souřadnicový CNC měřicí stroj, kde v úložném prostoru, který je během měřicího cyklu automaticky obsluhován samotným strojem, má své zvolené snímací systémy a výsledkem celého procesu měření je takřka stoprocentně změřený dílec s výstupním protokolem.

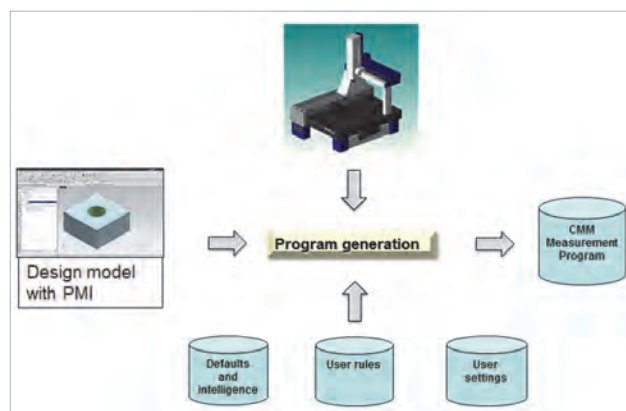
Automatické generování měřicích programů pro vysoce produktivní zajišťování kvality

Současným trendem je, provádět kontrolu přesnosti oproti 3D modelu měřeného dílce. Konstruktor již při návrhu dílce vlastně nyní určuje nejen jeho konečný tvar, ale hlavně jeho parametry přesnosti, a to tak, aby splňoval všechny jeho budoucí požadované funkce. Samotná kontrola měřením na souřadnicovém měřicím stroji pak takového modelu využívá např. při tvorbě měřicího programu. Tato samotná příprava měřicího programu je však vždy časově náročná. Operátor musí volit měřicí strategie pro jednotlivé prvky, dráhy najíždění, vhodné doteky, automatickou výměnu mnohdy i snímacích systémů. Firma Mitutoyo proto přichází se zcela výjimečnou novinkou v této oblasti.

MiCAT Planner – nový pohled na tvorbu měřicích programů

Rozvoj CAD systémů stále častěji umožňuje generování CAD souboru, který obsahuje pro navržený díl informace o prvcích a tolerancích, které mají být měřeny, nazývané jako “PMI data”. Chybějící prvky pak mohou být jednoduše a rychle přidány operátorem.

Pro každý měřicí program operátor jedním kliknutím myši vybere znaky, které je třeba shromáždit a následně vygeneruje kontrolní plán. Jakékoliv změny v plánu, jsou okamžitě zaneseny do měřicího programu. MiCAT Planner zobrazuje měřicí body a současně simuluje měřicí proces kliknutím myši.



Závěr

Současné náročné požadavky našich zákazníků již nelze vůbec plnit bez neustálého rychlého vývoje hlavně v oblasti tříosouřadnicových měřicích strojů. Zde je nutno mít vždy na paměti, pro jakou aplikaci chce zákazník takovýto prostředek použít. Firma Mitutoyo Česko s.r.o. proto nabízí ve svých M³ Solution Center vždy plnohodnotné poradenství a doporučí vždy to neoptimálnější řešení.

Mitutoyo

www.mitutoyo.cz

VLADIMÍR MIČKA – SERVIS MĚŘIDEL, MĚŘICÍCH STROJŮ A PŘÍSTROJŮ

Od roku 1996 **provádíme servis, opravy, repase a modernizace** (digitalizace) měřicích strojů a přístrojů pro metrologii délky a úhlu, jak po stránce mechanické, optické, tak i elektronické, včetně následné kalibrace (rekalibrace), a to jak u zákazníka, tak v servisním středisku.



Vykupujeme měřidla (i poškozená) a **nabízíme k prodeji** použitá měřidla, měřicí stroje a přístroje a to jak repasované, tak i modernizované, či jejich příslušenství.



Jedná se o stroje a přístroje značek ZEISS, SIP, Leitz, SOMET, Wenzel, DEA, Brigel, Nikon, Mitutoyo, Henri Hauser, Werth, Meopta a PZO, jakož i o stroje dalších i méně známých značek, případně o speciální zakázkové přístroje, a to zejména:

- měřicí dílenské (nástrojové) a laboratorní mikroskopy
- délkoměry
- profilprojektory
- výškoměry
- přístroje pro kalibraci koncových měřek
- děličky
- 3D měřicí stroje

jakož i jiné vybavení měrových středisek a kalibračních laboratoří.

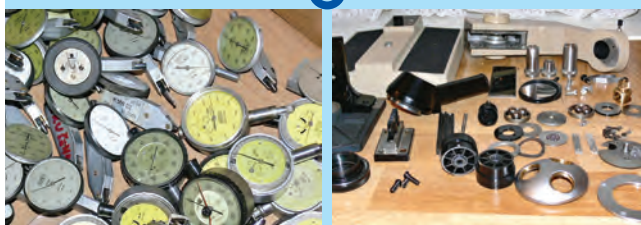


Montujeme a opravujeme odměřovací systémy na obráběcí stroje:

- soustruhy
- frézky
- brusky
- vyvrtávačky a další.



Provádíme údržbu a opravy komunálních měřidel, jejich konfirmaci, justáž a kalibraci. Provádíme údržbu, opravy a repase biologických školních i laboratorních mikroskopů.



Dodáváme a instalujeme:

- otevřené i zapouzdřené lineární a rotační snímače
- dotyková měřidla, číslíkové indikace polohy
- interpolační a čítačové karty do PC
- měřicí software
- sondy pro souřadnicové stroje od firem Renishaw, Heidenhain, ESSA a dalších.



Zaškolujeme obsluhu měřicích strojů a přístrojů.

Vladimír Mička
Na Samotě 720
793 76 Zlaté Hory

e-mail: vl.micka@seznam.cz
mobil: 603 916 912
www.servis-opravy.com



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 II. POLOLETÍ 2015 – kurzy, semináře, konference

7. říjen 2015 ČSVTS Praha, 318	K 499-15	Metrologie v interních auditech
14. říjen 2015 ČSVTS Praha, 318	K 500-15	Řízení metrologie v organizaci
21. říjen 2015 ČSVTS Praha, 318	S 501-15	Osvětlení - metody měření a kalibrace měřidel
4. listopad 2015 ČSVTS Praha, 418	Ko 502-15	17. fórum metrologů
11. listopad 2015 ČSVTS Praha, 318	K 503-15	14. kurz pro technické kontrolory
30. 11. – 3. 12. 2015 ČSVTS Praha, 219	K 504-15	43. základní kurz metrologie



Česká metrologická společnost

Novotného lávka 5

116 68 Praha 1

tel./fax: 221 082 254

e-mail: cms-zk@csvts.cz

www.csvts.cz/cms

ČMS DÁLE NABÍZÍ:

Korespondenční kurz metrologie K – 90:

cms-zk@csvts.cz

Kalibrační postupy na měřidla:

cms-zk@csvts.cz

Certifikaci způsobilosti pracovníků pro metrologickou nebo zkušební činnost ve všech oborech této činnosti:

cert-cms@csvts.cz



Více informací na www.csvts.cz/cms.



ZMĚNA ADRESY SÍDLA ÚNMZ

K datu 1. června 2015 dochází ke změně adresy sídla ÚNMZ. Nová adresa:

**Biskupský dvůr 1148/5
110 00 Praha 1**

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: červen 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:

Sestava státního etalonu teploty pro bezkontaktní měření

Photo on the front page:

Radiation thermometry national standard

