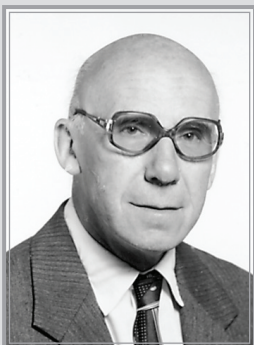


1/2017
ROČNÍK 26

METROLOGIE

**VĚDECKÁ
LEGÁLNÍ
PRAKTICKÁ**





Vzpomínka na pana Čeněka Nenáhla, dipl. tech.

Ve věku 91 let odešel z našeho středu pan Čeněk Nenáhlo, dipl. technik, nestor české metrologie a zakládající člen České metrologické společnosti. Ve své odborné i organizační činnosti čerpal ze svých bohatých zkušeností dlouholetého představitele metrologie plzeňské Škodovky, které věnoval podstatnou část svého života a vychoval tam řadu metrologů. Pan Nenáhlo nešetřil úsilím při předávání svých znalostí publikováním v časopise Metrologie i jinde. Byl také autorem několika rozsáhlých publikací v oboru délek a úhlů z pohledu praxe metrologa, které se staly vyhledávaným zdrojem poznání. V rámci aktivit České metrologické společnosti připravil řadu vzdělávacích akcí, mezi nimiž vyniká nejrozsáhlejší každoroční akce „Měřicí technika pro kontrolu jakosti“, spojená s výstavou měřicí techniky. Jeho přínosem zde bylo nejen odborné působení, ale i elán, s kterým se věnoval organizaci akce. Pan Nenáhlo působil také dlouhá léta ve funkci místopředsedy České metrologické společnosti a do poslední chvíle aktivně přispíval k její činnosti. Svoje dlouholeté působení zúročil ještě nedávno jako spoluautor publikace k 25. výročí ČMS. Pan Čeněk Nenáhlo byl ale také člověkem mnoha zájmů. Miloval umění, zejména vážnou hudbu, které byl opravdovým znalcem. V osobním styku byl přátelský, nikdy se nerozčiloval a rozpory řešil s nadhledem a se smyslem pro humor. Přesto měl vždy u svých spolupracovníků přirozenou autoritu.

Bude nám chybět jeho odborný přehled, přátelský a vstřícný přístup a ochota vždy pomoci a poradit. Na pana Čeněka Nenáhla, dipl. tech., bude metrologická komunita ještě dlouho s úctou vzpomínat a čerpat z jeho odkazu.

Redakční rada vyjadřuje rodině i přátelům hlubokou soustrast.



Prof. Ing. Jozef Skákala, CSc.

Závěrem minulého roku obdržela redakce našeho časopisu smutnou zprávu. V Bratislavě zemřel dne 12. 12. 2016 prof. Ing. Jozef Skákala, CSc., jeden z nejvýznamnějších odborníků v historii československé metrologie.

Profesor Skákala se narodil 28. 8. 1928 v Bratislavě. Studium na SVŠT ukončil v roce 1951, kandidátskou disertační práci obhájil v roce 1961. Profesorem pro obor měřicí technika byl jmenován v roce 1969.

Po studiích začal působit na úseku legální metrologie v rámci na Slovensku dislokovaných pracovišť tehdejšího Úřadu pro normalizaci a měření. Zde získal rozsáhlé praktické zkušenosti, které zužitkoval při svém dalším působení a to jak v Československém metrologickém ústavu (ČSMÚ), o jehož založení se významně zasloužil, tak i ve své alma mater, kterou byla Vysoká škola technická v Bratislavě. Od založení ČSMÚ v roce 1968 až do osmdesátých let vedl úsek výzkumu. V posledních letech působil prof. Skákala také v akreditaci, dva roky ve funkci ředitele Slovenské národní akreditační služby SNAS.

Za svůj plodný život vychoval přinejmenším dvě generace vysokoškolsky vzdělaných metrologů a současně zásadním způsobem ovlivňoval nasměrování vědecké činnosti ČSMÚ. Nezanedbatelnou aktivitou jmenovaného byla i mezinárodní metrologická spolupráce. Zde nutno připomenout jeho podíl na práci Mezinárodní organizace pro legální metrologii, kde řadu let zastával funkci člena výboru (CIML). Profesor Skákala byl také v letech 1980 až 1996 (jako třetí v řadě) představitelem Československa v Mezinárodním výboru pro váhy a míry (CIPM).

Všichni, kdo se setkávali, přímo či zprostředkovaně, s prof. Ing. J. Skákalou, CSc., vždy oceňovali jeho práci pro českou i slovenskou metrologii a věnují mu vzpomínku.



VĚDA A VÝZKUM**Ing. Tereza Hrušková**

Měření rosných bodů v zemním plynu2

METROLOGIE V PRAXI**Dr. Ing. Radek Strnad, Ing. Lenka Kňazovická,
Bc. Lenka Šindelářová, Ing. Michal Voldán**Nepodkročitelné hodnoty nejistot
aneb jaká je reálná nejistota
kalibrace teploměrů?8**ZKUŠEBNICTVÍ****Ing. Jaroslav Rajlich**Asociace akreditovaných a autorizovaných
organizací, z.s. inovuje své vzdělávací aktivity17**INFORMACE****Ing. Jan Tichý**Nová koncepce rozvoje metrologie
na léta 2017 až 202118**doc. Ing. Zbyněk Plzák, Ing. Jan Tichý**Příručka pro referenční materiály –
Kvalimetrie 2120**Ing. Jiří Beran**

Program rozvoje metrologie 201622

Ing. František Jelínek, CSc.

18. fórum metrologů, 201628

Doc. Ing. Jiří Horský, CSc.Informace o práci
Českého kalibračního sdružení (ČKS)34**Ing. Václav Bursa, Ing. Miroslav Hanák**26. Mezinárodní konference
„Měřicí technika pro kontrolu jakosti“36**SCIENCE AND RESEARCH****Ing. Tereza Hrušková**

Measuring Dew Points in Natural Gas2

METROLOGY IN PRACTICE**Dr. Ing. Radek Strnad, Ing. Lenka Kňazovická,
Bc. Lenka Šindelářová, Ing. Michal Voldán**Bottom Threshold Values of Uncertainty or
What is the Practicable Uncertainty
in Thermometer Calibration?8**TESTING****Ing. Jaroslav Rajlich**The Association of Accredited and Authorized
Organizations Innovates Its Educational Activities17**INFORMATION****Ing. Jan Tichý**The New Approach to the Development of Metrology
for 2017 to 202118**doc. Ing. Zbyněk Plzák, Ing. Jan Tichý**Handbook for Reference Materials -
Qualimetrics 2120**Ing. Jiří Beran**

Metrology Development Programme 201622

Ing. František Jelínek, CSc.The 18th Metrologist Forum 201628**Doc. Ing. Jiří Horský, CSc.**Information about the Activities of the Czech
Calibration Association (CCA)34**Ing. Václav Bursa, Ing. Miroslav Hanák**The 26th International Conference
“Measurement Techniques for Quality Control”36

MĚŘENÍ ROSNÝCH BODŮ V ZEMNÍM PLYNU

Ing. Tereza Hrušková

Český metrologický institut

1. Úvod

Zemní plyn je důležitým zdrojem energie, jež je využívána jak v průmyslové sféře, tak v domácnostech – a to především k vytápění, vaření, pohonu motorových vozidel či k výrobě elektrické energie. Základní složkou zemního plynu je metan, ale obsahuje také etan, propan, butan, pentan, hexan a další vyšší uhlovodíky, inertní látky jako oxid uhličitý nebo dusík a ostatní komponenty, např. vodu nebo sulfan. Složení zemního plynu závisí především na místě těžby. Pokud se plyn vyskytuje v ropných ložiscích, mluvíme o naftovém plynu, pokud se vyskytuje v uhlerných ložiscích, jedná se o plyn karbonský. Hlavními dodavateli zemního plynu do České republiky jsou Rusko a Norsko. Z dálkových plynovodů je zemní plyn distribuován přes předávací stanice do vnitrostátní soustavy, jež je tvořena především plynovody, kompresními a regulačními stanicemi a podzemními zásobníky. Z důvodu kolísání spotřeby zemního plynu v průběhu roku jsou podzemní zásobníky využívány k uskladnění plynu. Zatímco přes léto je zemní plyn do zásobníků ukládán, v zimě, kdy je jeho spotřeba daleko větší, se naopak ze zásobníků odčerpává. Druhým důvodem uskladňování zemního plynu je snaha o snížení závislosti na dodavateli plynu. V případě krize (politické vztahy) pokryjí podzemní zásobníky až jednu třetinu roční spotřeby zemního plynu v ČR.

Složení zemního plynu má vliv na jeho vlastnosti, mezi něž se řadí také rosný bod vody (teplota, nad kterou za určeného tlaku nedochází ke kondenzaci vody [1]) a rosný bod uhlovodíků (teplota, nad kterou za určeného tlaku nedochází ke kondenzaci uhlovodíků [1]). Jak kondenzace vody, tak kondenzace vyšších uhlovodíků může způsobit vážné problémy při přepravě plynu nebo při skladování a distribuci. Zejména hydráty, jež vznikají při kondenzaci vody a uhlovodíků při určitých tlacích a teplotách, způsobují zanášení potrubí a poškození dalších prvků v přepravní síti. Kapalná voda dále vyvolává korozi potrubí a s tím související poškození plynových spotřebičů a zařízení. Nezanedbatelným důvodem monitoringu vlastností zemního plynu jsou rovněž obchodní styky. Podle normy ČSN EN ISO 13686 se specifikace kvality zemního plynu opírá o platné právní předpisy, pravidla správné praxe a/nebo smluvní dohody vycházející z národních základů. V rámci Evropské unie musejí provozovatelé zveřejňovat parametry kvality zemního plynu [1].

Znalost rosného bodu uhlovodíků je klíčovým parametrem, který je dán složením zemního plynu a podle vyhlášky č. 108/2011 Sb. musí být jeho teplota maximálně 0 °C při provozním tlaku v přepravní soustavě a nejvýše 2 °C pod teplotou zeminy při provozním tlaku v distribuční soustavě. Pro rosný bod vody je maximální hodnota -7 °C při provozním tlaku 4 MPa v přepravní soustavě a nejvýše 2 °C pod teplotou zeminy při provozním tlaku v distribuční soustavě [2].

V Českém metrologickém institutu (ČMI) existuje v současné době laboratoř vlhkosti zaměřená na rosný bod vody v plynech za vysokých tlaků. Toho je dosaženo pomocí dvou generátorů vlhkosti. Prvním z nich je státní etalon vlhkosti plynů vyhlášený v roce 2013, druhým je zařízení založené na mísení vlhkého a suchého plynu. Vzhledem k výše uvedené potřebě znalosti vlastností zemního plynu je od konce roku 2015 kladen důraz na rozvoj laboratoře také tímto směrem; bylo zakoupeno měřidlo rosného bodu uhlovodíků a vytvořena sestava umožňující odpovídající měření a prototyp kondenzačního zařízení. Po další rozvoj je plánováno rozšíření možností měření gravimetrickou metodou (pomocí kondenzačního zařízení) a vybudování generátoru kondenzujících uhlovodíků.

Předkládaný článek je zaměřen na rosný bod vody a rosný bod uhlovodíků v zemním plynu. Zabývá se možnostmi jejich měření, a to jak z hlediska generátorů rosných bodů, tak z hlediska běžně používaných měřidel, u nichž je popsán jejich princip. Ačkoliv jsou některá měřidla jmenována, ČMI nepreferuje žádné z výrobců.

2. Rosný bod vody

Rosný bod vody je dán teplotou, při níž je vzorek plynu zcela nasycen vodní parou (relativní vlhkost dosáhne 100 %) a dochází ke kondenzaci vody. Rosný bod je vlhkostní veličina, která nezávisí na teplotě, pouze na tlaku. Z hlediska zemního plynu je velký obsah vodní páry zvlášť nebezpečný, neboť odpovídá vysokému rosnému bodu. Při přepravě zemního plynu není vyloučena teplota okolí nižší než teplota rosného bodu, což vede ke kondenzaci vody – ke korozi a k poškození potrubí. Jednou z možností, jak zabránit vysokému obsahu vody při přepravě, je úprava zemního plynu sušením, jež může být založeno např. na absorpci vlhkosti pomocí trietylenglykolu, adsorpci vlhkosti na vhodném adsorbentu nebo přímým chlazením vlhkého plynu expanzí [3].

V ČMI se v současnosti využívají dvě vysokotlaká zařízení, která slouží ke kalibracím uživatelských měřidel vlhkosti používaných pro měření rosného bodu vody v plynu v provozních podmínkách za zvýšeného tlaku.

2.1 Primární generátor vlhkosti

Primární generátor vlhkosti plynů (**obr. 1**) je státním etalonem a je založen na principu sycení plynu vodou. Měřený plyn prochází saturátorem uloženým v lihové lázni (Fluke). Teplota lázně určuje teplotu v saturátoru, a tudíž teplotu rosného bodu vody v plynu. Plyn vystupující ze saturátoru je veden do cely, v níž je umístěno měřidlo rosného bodu Optidew Vision (Michell Instruments). Dalším měřidlem zapojeným do plynové cesty je S8000 (Michell Instruments); obě měřidla slouží k ověření účinnosti saturátoru. Teplota v lihové lázni je měřena teploměry Pt100 (Ametek) připojenými na odporový most AΣL F300. Součástí sestavy generátoru je tlakový redukční ventil (Samson), převodník tlaku (Rosemount), průtokoměr (Brooks) a ruční ventily pro

regulaci průtoku [4]. Kvůli výbušným vlastnostem některých plynů, u nichž je rosný bod vody měřen, byl vybudován odtah z laboratoře, na který je připojen výstup plynu ze sestavy. Pro účinné odsátí plynů (především plynů, které jsou těžší než vzduch – např. propan) je použita vakuová pumpa. Primární generátor vlhkosti plynů je provozován pro teploty rosného bodu (-30 až 20 °C s minimální možnou nejistotou při tlacích do 10 MPa.



Obr. 1: Primární generátor vlhkosti plynů

2.2 Směšovací generátor vlhkosti

Směšovací generátor vlhkosti plynů (obr. 2) je založen na mísení suchého a vlhkého plynu. Plyn přiváděný do generátoru je rozdělen do dvou větví. Na jednu z větví je připojen saturátor, v němž probíhá syčení plynu za okolní teploty. Nasycený plyn je v mísiči smíchán se suchým plynem, čímž je dosaženo požadovaného rosného bodu. Teplota rosného bodu je detekována buď měřidlem Optidew Vision, nebo S8000 (Michell Instruments). Tlak na vstupu do generátoru je redukován tlakovým redukčním ventilem (Samson), pro určení tlaku v různých místech sestavy jsou použity převodníky tlaku (Rosemount), pro určení průtoku je použit průtokoměr (Brooks). Průtok je regulován ručními ventily.



Obr. 2: Směšovací generátor vlhkosti plynů

Plyn vystupující z generátoru je připojen na odtah plynů z laboratoře popsany v předchozím textu. Směšovací generátor vlhkosti plynů je provozován od teplot rosného bodu daného teplotou rosného bodu vody vstupujícího plynu (větve se saturátorem zcela uzavřena, větve bez saturátoru zcela otevřena) po teplotu okolí (větve bez saturátoru zcela uzavřena, větve se saturátorem zcela otevřena) při tlacích do 6 MPa.

2.3 Měřidla rosného bodu vody

V laboratoři ČMI jsou pro měření rosného bodu vody používána dvě etalonová měřidla – Optidew Vision a S8000 (Michell Instruments). Obě měřidla jsou založena na principu chlazeného zrcátka a rosný bod je měřen přímo. Měřený plyn proudí celou se zrcátkem, které je ochlazováno Peltierovými články až na teplotu, při které nastane kondenzace vody. Ta je v obou případech zajištěna automaticky optickým detekčním systémem, teplota rosného bodu je určena odporovým teploměrem Pt100 zabudovaným v zrcátku. Žádné ze zmíněných měřidel není určeno výhradně pro měření rosného bodu v zemním plynu, avšak měřidla jsou konstruována pro měření s nejrůznějšími plyny.

Rosný bod vody určený speciálně v zemním plynu není většinou měřen přímo, ale je přepočítáván z ostatních veličin vlhkosti, jimiž jsou např. obsah vody, koncentrace vodních par či parciální tlak plynu [5]. Nejčastěji užívaná měřidla jsou kapacitní senzory, křemenné krystaly (Quartz-Crystal-Microbalance), elektrolytické senzory a měřidla založená na principu laserové absorpční spektroskopie TDLAS (Tunable Diode Laser Absorption Spectroscopy).

Absorpční spektroskopie je využita pro měření koncentrace vodní páry v proudu plynu. Molekuly plynu projevují specifické rezonanční vibrace v infračerveném spektru, tzn. pokud jimi prochází energie o stejné rezonanční vlnové délce, část energie je absorbována. Matematicky lze tento děj vyjádřit pomocí Lambert-Beerova zákona pro koncentraci rozpuštěné látky c

$$c = \frac{A}{\epsilon l},$$

kde A představuje absorbanci, která se měří pomocí laseru, ϵ molární absorpční koeficient, který je pro danou látku (zde pro vodu) známý, l je délka cely, kterou vzorek prochází. Příkladem měřidla založeného na principu TDLAS je OptiPEAK TDL600 (Michell Instruments), jenž využívá laser jako zdroj úzkého paprsku blízké infračervené oblasti na přesné rezonanční vlnové délce molekul vodní páry. Na rozdíl od tradičních infračervených analyzátorů, které poskytují širokopásmový zdroj a na užší rozsah vlnové délky se dostávají pomocí optických filtrů, laser má šířku pásma menší než 0,0001 nm. Laser je tedy velice citlivý na detekci vodní páry a nedetekuje ostatní látky, které se v proudu plynu nalézají [6].

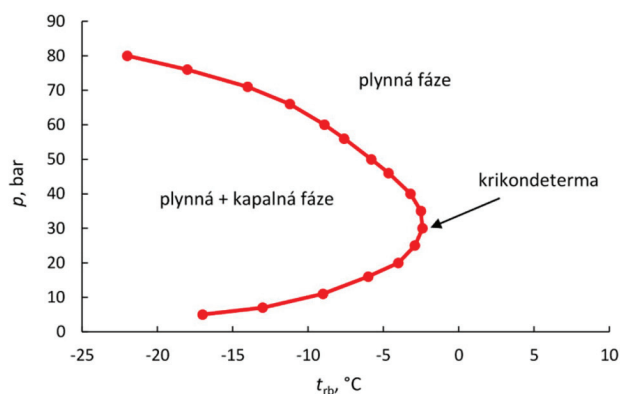
Kapacitní senzory jsou tvořeny kondenzátorem – dielektrikem, které je umístěno mezi dvěma elektrodami. Nejvyužívanější senzor v průmyslu se skládá z hliníkového substrátu, na kterém se oxidací vytvoří vrstvička oxidu hlinitého. Na ten je nanášena tenká vrstva zlata, která propouští molekuly vody a dochází ke změně kapacity senzoru.

Základem senzorů z křemenných krystalů je oscilátor, který je částečně pokrytý hygroskopickým materiálem. Hygroskopická vrstva má schopnost adsorbovat vodu obsaženou ve vzorku plynu, čímž vzroste hmotnost krystalu. Přírůstek hmotnosti má za následek snížení rezonanční frekvence oscilátoru a vlhkost vzorku je měřena jako funkce změny frekvence. Vzorkovací systém musí umožňovat měření jak s referenčním suchým plynem, tak se samotným vzorkem.

Elektrolytické senzory se skládají ze dvou spirálovitě vinutých platinových drátů, jež jsou umístěny v malé skleněné cele. Povrch senzoru je pokryt oxidem fosforečným. Pokud je senzor pod napětím, oxid fosforečný působí jako hygroskopický substrát pro adsorpci a elektrolyzu vody. Molekuly vody vstupující do cely jsou elektrolyzovány na vodík a kyslík, přičemž se měří elektrolytický proud potřebný pro elektrolytickou reakci. Aplikací Faradayova zákona je možné určit koncentraci vodní páry ve vzorku [7, 8].

3. Rosný bod uhlovodíků

Rosný bod uhlovodíků je dán teplotou, při které začínají kondenzovat uhlovodíky v zemním plynu, pokud je plyn při konstantním tlaku ochlazen. Křivka rosného bodu zemního plynu je popsána závislostí tlaku na teplotě (obr. 3). Určuje, zda se při daném tlaku a teplotě plyn vyskytuje ve formě jedné nebo dvou fází. Jako krikondeterma je definována maximální teplota, při které může nastat kondenzace.



Obr. 3: Typická křivka rosného bodu uhlovodíků

Kapalné uhlovodíky vytvářejí v kombinaci s vodou hydráty – bílé krystalické látky, které způsobují komplikace v přepravě zemního plynu – zanášení potrubí, poškození prvků v přepravní síti. Teplotu rosného bodu je tedy potřeba monitorovat a upravovat vytěžený zemní plyn tak, aby byla co nejnižší a uhlovodíky neměly možnost za běžných přepravních podmínek kondenzovat. Jednou z možností je výstavba chladicí jednotky, která pracuje na principu expanze proudícího plynu, při níž se projevuje Joule-Thomsonův jev. Čím nižší teplota, na kterou má být plyn ochlazen, tím nižší tlak, na který musí být plyn expandován. Aby se snížily náklady na zpětnou kompresi zemního plynu z nízkých tlaků, je nezbytné sledovat hodnotu rosného bodu (dohodnuté limity) zemního plynu při expanzním procesu a zabránit tak chlazení většímu než je nutné. Dalším hlediskem je také fakt,

že při odstranění většího podílu kondenzujících uhlovodíků se snižuje výhřevnost zemního plynu, což snižuje hodnotu zemního plynu při prodeji. Teplotu rosného bodu uhlovodíků je nezbytné sledovat také na předávacích místech přepravní soustavy [9-11].

3.1 Metody měření rosného bodu uhlovodíků

V současné době se pro určování rosného bodu uhlovodíků využívá několika metod. V následujícím textu je popsána metoda, která je založena na přímém určení rosného bodu detekcí kondenzátu na zrcátku přístroje, přičemž detekce probíhá buď manuálně, nebo automaticky. Druhou popsanou metodou je gravimetrická metoda stanovení obsahu kondenzujících uhlovodíků. Mezi další metody se řadí např. výpočet rosného bodu uhlovodíků pomocí stavových rovnic na základě známého složení zemního plynu [10-12].

3.1.1 Metoda chlazeného zrcátka

V laboratoři ČMI je pro měření rosného bodu uhlovodíků používáno měřidlo Condumax II (Michell Instruments), jež je založeno na principu chlazeného zrcátka. Toto zrcátko pracuje obdobně jako u výše popsaných zařízení (Optidew Vision a S8000), s ohledem na fyzikální vlastnosti uhlovodíků se však toto zrcátko liší. Zatímco voda má vysoké povrchové napětí (okolo 72 mN/m při 20 °C), povrchové napětí vyšších uhlovodíků je nízké (od přibližně 18 mN/m u hexanu po 25 mN/m u dodekanu při 20 °C). Zrcátko pro detekci rosného bodu vody je lesklá plocha (většinou ze zlata), na které díky vysokému povrchovému napětí kondenzuje voda ve formě kapek. Zrcátko pro detekci rosného bodu uhlovodíků je leptaná matná plocha s kónickou prohlubní (výrobcem nazývaná dark spot – tmavý bod) pro zachycení kondenzátu. Optická detekce je díky tomuto uspořádání zrcátka velmi citlivá na kondenzující uhlovodíky. Před kondenzací uhlovodíků je paprsek rozptýlen odrazem z matného povrchu zrcátka a poskytuje tak základní signál optickému detektoru. Kondenzující uhlovodíky způsobují pokrytí zrcátka tenkou vrstvou kondenzátu, která má za následek pokles intenzity rozptýleného světla.

Analýzátor pracuje periodicky s desetiminutovým základním měřicím cyklem, přičemž přibližně 2 minuty probíhá měření rosného bodu (vzorek plynu je uzavřen v cele se zrcátkem), 8 minut probíhá čištění zrcátka (odstranění kondenzátu a případných nečistot zahříváním). Periodické měření je zvoleno z důvodu dosažení maximální přesnosti měření. Při kontinuálním proudění plynu není zajištěna přesná detekce rosného bodu kondenzujících uhlovodíků kvůli rozdílné teplotě kondenzace různých uhlovodíků (vyšší uhlovodíky kondenzují dříve). Periodické měření umožňuje analyzovat vzorek plynu o neměnném složení a teplota rosného bodu je tedy určena velmi přesně [13].

Na principu chlazeného zrcátka pracuje rovněž přístroj Hygrovision BL (Vympel), optická detekce se však liší. Materiálem sklička je leštěné dielektrikum, zdrojem světla laser, jež umožňuje vertikální polarizaci. Analýzátor je díky dvěma detektorům schopen určit buď rosný bod vody, nebo uhlovodíků. Paprsek světla dopadá na zrcátko bez kondenzátů

pod Brewsterovým úhlem, při němž dochází k úplné refrakci světla. Paprsek se od povrchu zrcátka neodráží a detektory nezaznamenávají žádný signál. Naopak při kondenzaci vody (vytvářejí se kapky) je dopadající světlo odraženo a rozptýleno. Rozdíl intenzity odraženého světla je detekován, čímž je určena teplota rosného bodu vody (pomocí odporového teploměru zabudovaného v zrcátku). Při kondenzaci uhlovodíků se na povrchu zrcátka vytvoří tenký film, od něhož je část paprsku odražena a část prochází až na rozhraní kondenzátu se zrcátkem, kde dochází jednak k refrakci a jednak k odrazu. Na detektor (odlišný od detektoru pro rosný bod vody) tedy dopadají dva paprsky světla. Intenzita dopadajícího světla je závislá na množství kondenzátu [14].

Chlazeného zrcátka, resp. chlazeného optického krystalu využívá také přístroj HCD4000 Hydrocarbon dewpoint analyzer (Zegaz instruments); k detekci rosného bodu je využita infračervená spektroskopie – metoda CEIRS (Chilled-Evanescent Infra-Red Spectroscopy). Metoda je založena na infračervené spektroskopii, která využívá zeslabující se (evanescentní) vlny. Zeslabující se vlna vzniká na rozhraní dvou prostředí (krystal, kondenzát) s odlišnými indexy lomu. Paprsek IČ světla prochází keramickým optickým krystalem a na rozhraní se odráží – evanescentní vlna prochází a zeslabuje se v kondenzátu. Pokud se na krystalu nevytváří kondenzát, dochází k totálnímu odrazu paprsků. Při chlazení krystalu a tedy tvorbě kondenzátu lze pozorovat optickou absorpci jedné či více vlnových délek v závislosti na chemické podstatě kondenzátu. Touto metodou lze tedy určit také to, zda kondenzuje voda nebo uhlovodíky bez nutného přepínání optické detekce [15].

3.1.2 Stanovení obsahu kondenzujících uhlovodíků

Rosný bod uhlovodíků indikuje teplotu, při které uhlovodíky začínají kondenzovat. V některých případech však pouze znalost rosného bodu nestačí. Určení teploty rosného bodu uhlovodíků neumožňuje přímé určení obsahu zkoncentrovaných uhlovodíků za daných operačních podmínek. Z tohoto důvodu je používána gravimetrická (vážková) metoda. Plyn, jehož rosný bod má být při daném tlaku měřen, je nejprve stlačen na požadovaný tlak, a poté je ochlazen na požadovanou teplotu. Před redukcí tlaku se plyn zahřeje na takovou teplotu, aby i po redukcí byla teplota plynu bezpečně nad rosným bodem. Chlazení na požadovanou teplotu se poté provádí izobaricky v lázni. Množství uhlovodíků naakumulovaných v kondenzační nádobě během měření se určuje buď manuálním vážením, nebo vážením kondenzačního cyklonového separátoru před měřením a po měření [16].

3.2 Studie měření rosného bodu uhlovodíků

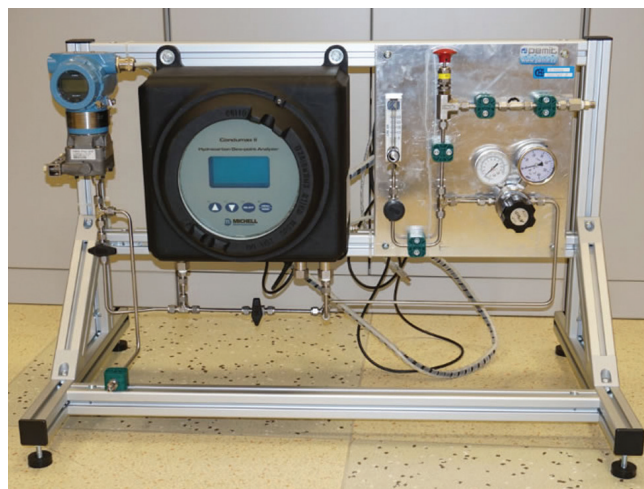
Porovnáním měřidel rosného bodu uhlovodíků různých výrobců se zabývá studie skupiny GERG (The European Gas Research Group) [12]. Tato studie uvádí porovnání šesti měřidel v základním a upraveném nastavení, což spočívá ve změně kondenzačních limitů pro detekci rosného bodu, jež má každý výrobce nastaveny na jinou hodnotu. Kondenzační limit je dle normy ČSN EN ISO 6570 [16] 5 mg/m^3 a určuje

je tak PHLC (potential hydrocarbon liquid content – možný obsah kapalných uhlovodíků). Hodnota 5 mg/m^3 je uvažována jako referenční. Teplota rosného bodu uhlovodíků a teplota měření podle vážkové metody se při HPLC shodují.

Studie GERG ukazuje velký nesoulad při měření rosného bodu uhlovodíků s různými měřidly a pro zemní plyn s rozdílným zastoupením jednotlivých složek. Z několikadenního pozorování vyplývá, že měřidla se mohou pro různé plyny při tlaku 27 bar lišit v teplotě rosného bodu průměrně až o 34°C . Při úpravě detekčních limitů (nastavení podle normy ISO/TR 12148 [17]) se pás hodnot z jednotlivých měřidel značně zúží a teploty se liší maximálně o 8°C .

3.3 Měření rosného bodu uhlovodíků v ČMI

V laboratoři vlhkosti ČMI bylo v průběhu roku 2016 testováno 7 ks měřidel rosného bodu uhlovodíků Condumax II (Michell Instruments). Vzhledem k hmotnosti jednoho měřidla (25 kg) a vzhledem k nutnosti regulace tlaku a průtoku při měření rosného bodu uhlovodíků byla vytvořena sestava, do níž může být měřidlo zabudováno (obr. 4). Sestava se skládá ze soustavy trubiček, z tlakoměru (Rosemount), plováčkového průtokoměru (Brooks) a redukčního ventilu (APTech). Výstup plynu ze sestavy je připojen na odtah plynů z laboratoře. Sestava umožňuje nastavení podmínek (žádaný tlak a průtok), při nichž plyn vstupuje do měřidla.

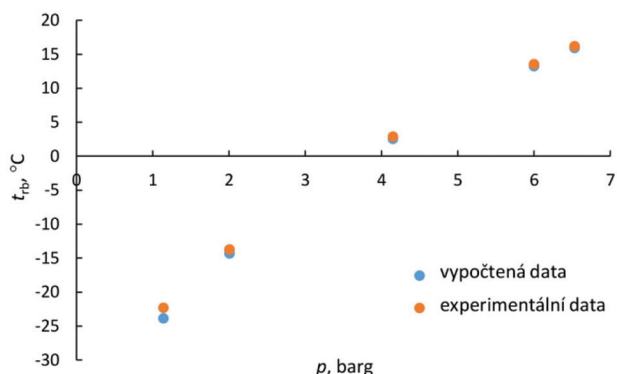


Obr. 4: Sestava pro měření rosného bodu uhlovodíků

Při testování měřidel byla pozornost věnována především přesnosti měření, opakovatelnosti a nastavení periody měření. Testy probíhaly jak s propanem (plynem, pro který je zařízení běžně kalibrováno), tak s referenční směsí zemního plynu (připraveného v laboratořích ČMI).

Pro úspěšné určení přesnosti je potřeba znát referenční hodnotu (rosný bod). Ta byla pro propan za daného tlaku získána výpočtem z rovnice tlaku nasycených par (pro propan). Jak výpočtem, tak experimentem bylo zjištěno, že i malý tlakový rozdíl může způsobit velký rozdíl v teplotě rosného bodu, proto byla náležitá pozornost věnována přesnému určení tlaku plynu vstupujícího do měřidla. Výpočtem pak byla určena závislost rosného bodu při tlakové diferenci 0,1 bar.

Bylo zjištěno, že při nižších tlacích je rosný bod na tlaku více závislý než při tlacích vyšších; zatímco pro diferenci 0,1 bar při tlacích (2,95 až 3,05) barg (přetlak oproti atmosférickému tlaku) je rozdíl v teplotě téměř 1 °C (0,98 °C), při tlacích (4,95 až 5,05) barg je rozdíl již jen 0,66 °C. Přesnost byla určena jako průměr porovnání vypočítaných a experimentálních dat. Z výsledků je patrná zvyšující se přesnost měření s rostoucím tlakem. Pro tlak 1 barg je rozdíl mezi naměřenou a vypočítanou hodnotou 1,6 °C, pro tlak 6,5 barg již jen 0,3 °C (**obr. 5**).



Obr. 5: Závislost vypočítaného a naměřeného rosného bodu propanu na tlaku

Opakovatelnost měření byla provedena jak pro rosný bod propanu, tak pro rosný bod zemního plynu při různých tlacích. Z experimentu plyne, že zatímco pro rosný bod propanu při tlacích (1,0 až 6,5) barg je opakovatelnost měření do 0,2 °C, pro rosný bod zemního plynu při tlacích (10,2 až 30,2) barg je opakovatelnost do 0,4 °C.

Posledním krokem testování byla perioda měření a její optimální nastavení. Ta může být určena až po několika proběhnutých periodách vzhledem k tomu, že v prvních několika měřicích cyklech probíhá chlazení standardní rychlostí s cílem najít rozsah, ve kterém se rosný bod uhlovodíků pohybuje. V následujících cyklech je na základě předchozích měření určena optimální rychlost chlazení; na počátku měřicího cyklu je zrcátko chlazeno zvýšenou rychlostí, která se postupně snižuje až na 0,05 °C/s, což vede k vysoce přesnému určení rosného bodu. Fáze chlazení se tedy v každém měřicím cyklu může měnit. Experimentem bylo zjištěno, že zvětšení časového intervalu chlazení ani zmenšení intervalu nemá zásadní vliv na rychlost měřicí fáze. Chlazení zrcátka probíhá ve všech případech po dobu 2 min 20 s až 2 min 50 s. Zvětšení celkové periody je v tomto případě rovněž bezvýznamné. Zrcátko je regenerováno při teplotě 50 °C. Ohřívání na tuto teplotu probíhá 3 min, zbývající čas do konce desetiminutové periody se jeví jako dostatečný. Zvětšení celkové měřicí periody současně s prodloužením doby nájedu na teplotu regenerace by mělo význam pouze u vysokých rosných bodů uhlovodíků. Teplota regenerace může být maximálně 70 °C.

V současné době je rovněž testován prototyp kondenzačního (gravimetrického) zařízení s možností připojení na generátor vlhkosti plynů. Kondenzační zařízení je tvořeno

chladicím hadem spojeným s kondenzační celou. Tato sestava je umístěna v dvouplášťové nádobě, která slouží k chlazení vstupujícího plynu; dochází tak ke kondenzaci uhlovodíků. Metoda je založena na ručním vážení kondenzátu, resp. kondenzační cely před experimentem a po kondenzaci. Na základě výsledků měření bude kondenzační zařízení dále zdokonalováno. To přispěje k možnosti porovnání této a výše zmíněné metody chlazeného zrcátka.

Cílem laboratoře vlhkosti je vybudování generátoru kondenzujících uhlovodíků. Tento krok rozšíří možnosti kalibrací měřidel rosného bodu uhlovodíků, tzn. při daném tlaku bude možné generovat daný rosný bod uhlovodíků. Princip generátoru bude stejný jako u primárního generátoru vlhkosti s tím rozdílem, že saturátor nebude naplněn vodou, ale kapalnými uhlovodíky. Rosný bod plynu určený kalibrovaným měřidlem bude možné porovnat dvěma způsoby. Jelikož generátor bude pracovat na principu 1p1T (jeden tlak, jedna teplota), rosný bod uhlovodíků bude určen na základě teploty v lázni. Druhou možností je analýza kapalných uhlovodíků, kterými je procházející plyn sycen. Na základě znalosti složení plynu bude možné rosný bod vypočítat.

4. Závěr

Měření rosných bodů v zemním plynu je velice komplexní úloha, které musí být věnována náležitá pozornost, a to nejen z hlediska výzkumu, ale také z hlediska praktického využití. Zemní plyn je jedním z nejdůležitějších zdrojů energie a znalost jeho vlastností přispívá jednak k jeho využití v energetice, ale také v obchodním styku, neboť při jeho těžbě, skladování, dopravě a distribuci by mohla vzniknout četná nedorozumění. Důležitou vlastností zemního plynu je rosný bod vody a uhlovodíků. Kondenzace jak vody, tak uhlovodíků způsobuje značné komplikace při dopravě, distribuci a spotřebě. Jedná se o poškození a korozi potrubí, tvorbu hydrátů, jež způsobují zanášení potrubí, a v neposlední řadě ovlivnění výhřevnosti zemního plynu.

Zatímco problematika měření rosného bodu vody a kalibrace měřidel se zkoumá již mnoho desítek let, problematika rosného bodu uhlovodíků je relativně nová, celkově náročnější a potřeba její znalosti pramení až z rozšíření zemního plynu v energetice. V současnosti existuje několik metod pro určení rosného bodu uhlovodíků. Jak se však ukazuje, metody nejsou zcela konzistentní. Totéž platí pro různé typy přístrojů, které jsou postaveny na stejné metodě. Ačkoliv se výsledky rosného bodu mezi jednotlivými typy měřidel liší, v praxi se tato měřidla běžně používají. Aby bylo dosaženo dalšího rozvoje měření rosného bodu uhlovodíků, měly by se této problematice věnovat jak výzkumné instituce, tak společnosti obchodující se zemním plynem.

Laboratoř vlhkosti ČMI byla dosud zaměřena na rosný bod vody a kalibrace měřidel při vysokých tlacích (ná vaznost měřidel rosného bodu vody se provádí prostřednictvím laboratoře vlhkosti ČMI). V loňském roce se laboratoř začala více věnovat také problematice rosného bodu uhlovodíků; bylo pořízeno měřidlo rosného bodu uhlovodíků, vytvořena sestava pro měření a navržen prototyp kondenzačního zařízení. Do budoucna je plánováno vybudování generátoru

kondenzujících uhlovodíků, který přispěje k možnosti kalibrace měřidel. Kromě evropských projektů týkajících se rosného bodu vody laboratoř usiluje také o zapojení do významnějších projektů zabývajících se problematikou zemního plynu (především v rámci EMPIR – European Metrology Programme for Innovation and Research).

- [1] ČSN EN ISO 13686. *Zemní plyn – Označování kvality*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014. 52 p.
- [2] Vyhláška č. 108/2011 Sb. o měření plynu a o způsobu stanovení náhrady škody při neoprávněném odběru, neoprávněné dodávce, neoprávněném uskladňování, neoprávněné přepravě nebo neoprávněné distribuci plynu.
- [3] MOKHATAB, S., POE, W. A., MAK, J. Y. *Handbook of Natural Gas Transmission and Processing*. 3rd ed. 2015. ISBN 978-0-12-801499-8.
- [4] STRNAD, R., RUDOLFOVÁ, M. Státní etalon vlhkosti plynů. *Metrologie*, 2014, vol. 23, no. 1, p. 2–4.
- [5] ČSN EN ISO 18453. *Zemní plyn – Vztah mezi obsahem vody a rosným bodem vody*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2006. 28 p.
- [6] *OptiPEAK TDL600 Process Moisture Analyzer User's Manual*; Michell Instruments, 2015.
- [7] McKEOGH, G., Soleyn, K. A comparison of moisture measurement technologies for natural gas. *6th international Gas Analysis Symposium & Exhibition*, 2011.
- [8] POTTER, D. R. Analytical Devices for the Measurement of Water Vapor and Hydrocarbon Dew-Point in Natural Gas, *Natural Gas Sampling Technology Conference*, 2011.
- [9] BENTON, A. Determination of hydrocarbon dew point in natural gas. *American School of Gas Measurement Technology*, 2007.
- [10] BROWN, A., et al. Comparison of methods for the measurement of hydrocarbon dew point of natural gas. NPL REPORT AS 3, 2007.
- [11] PANNEMAN, H. J. A traceable calibration procedure for hydrocarbon dew point meters. 23rd World Gas Conference, Amsterdam, 2006.
- [12] WOLF, M., et al. Installation, Calibration and Validation Guidelines for Online Hydrocarbon Dew Point Analyzers. GERG 1.64 PC1, 2014.
- [13] *Condumax II Hydrocarbon Dew-Point Analyzer User's Manual*, Michell Instruments, 2013.
- [14] *Hygrovision BL Dew point analyzer Operating Manual*, Vympel
- [15] Zarrabian, S., Moshfeghian, M. Accurate Measurement of Hydrocarbon Dewpoint in Natural Gas Streams. *American School of Gas Measurement Technology*, 2014.
- [16] ČSN EN ISO 6570. *Zemní plyn – Stanovení obsahu kondenzujících uhlovodíků – Vázková metoda*. Praha: Český normalizační institut, 2005. 36 p.
- [17] ISO/TR 12148. *Natural gas - Calibration of chilled mirror type instruments for hydrocarbon dewpoint (liquid formation)*. Switzerland, 2009. 31 p.

Co potřebujeme vědět o směrnici MID?

Od 20. 4. 2016 je platná evropská směrnice 2014/32/EU o dodávání měřidel na trh (MID), která nahradila původní směrnici o měřicích přístrojích 2004/22/EC.

Směrnice MID, přizpůsobená novému legislativnímu rámci (NLF), umožňuje výrobcí vybrat si mezi různými postupy posouzení shody měřidel, které uvádí na trh.

Úřední označení **CE M 07 1383**



Označení CE a doplňkové metrologické označení jsou připojovány výrobcem. Doplňkové metrologické označení se umísťuje za označení CE.

Postupy posuzování shody (Moduly)

- A2:** interní řízení výroby a kontroly měřidel pod dohledem v náhodně zvolených intervalech
- B:** EU přezkoušení typu
- D (D1):** zabezpečování kvality výrobního procesu
- E (E1):** zabezpečování kvality měřidla (zabezpečování kvality výstupní kontroly a zkoušek měřidel)
- F (F1):** ověřování výrobků
- G:** ověřování každého jednotlivého výrobku
- H (H1):** úplné zabezpečování kvality (úplné zabezpečování kvality a přezkoumání návrhu)

Kategorie měřidel a příslušně možné moduly posouzení shody

Kategorie měřidel / podkategorie	Moduly posouzení shody
vodoměry	B + F, B + D, H1
plynoměry a přepočítavače množství plynu	B + F, B + D, H1
měřidla tepelné energie	B + F, B + D, H1
elektroměry k měření činné energie	B + F, B + D, H1
měř. systémy pro měření množství kapalin jiných než voda	B + F, B + D, H1, G
taxametry	B + F, B + D, H1
analýzátory výfukových plynů	B + F, B + D, H1
ztělesněné míry / hmotné délkové měřky	D1, , F1, B + D, H, G
/ odměrné nádoby	A2, F1, D1, E1, B + E, B + D, H
/ elektronické přístroje pro měř. rozměrů	B + F, B + D, H1, G
/ mechanické přístroje pro měř. rozměrů	D1, E1, F1, B + F, B + D, B + E, H, H1, G
váhy s automatickou činností / elektromechanické	B + F, B + D, B + E, H1, G
/ mechanické	D1, F1, B + F B + D, B + E, H1, G
/ elektronické váhy	B + F, B + D, H1, G

Zdroj: <http://www.unmz.cz/urad/normy-a-technicke-predpisy-ke-smernicim-mid-a-nawi>

Ing. Jan Tichý, ÚNMZ

NEPODKROČITELNÉ HODNOTY NEJISTOT ANEB JAKÁ JE REÁLNÁ NEJISTOTA KALIBRACE TEPLOMĚRŮ?

Dr. Ing. Radek Strnad, PhD.,
Ing. Lenka Kňazovická,
Bc. Lenka Šindelářová, Ing. Michal Voldán

Český metrologický institut

1 Úvod

Jednou ze základních úloh kalibračních laboratoří je správné sestavení rozpočtu nejistoty kalibrace. V tomto příspěvku se budeme věnovat nejistotám kalibrací odporových snímačů teploty, termoelektrických článků a infračervených teploměrů. Jednotlivé úvahy jsou aplikovatelné i na ostatní typy teploměrů.

Akreditované kalibrační laboratoře (AKL) implementují požadavky dokumentu EA – 4/02 M:2013 [1] pro určování nejistot kalibrací. Poněkud obecnější požadavky jsou uvedeny v sérii dokumentů GUM JCGM 100 až 106 [2]. Je důležité si uvědomit, že oba přístupy jsou kompatibilní a neodporují si. V tomto příspěvku zůstaneme u dokumentu EA, podle něhož je prvním krokem vytvoření rozpisu (tabulky) jednotlivých složek nejistoty. Zde nastává problém – neexistuje ucelený přístup pro to, jaké položky do rozpočtu zahrnout a jaké již nejsou důležité. Jedná se o přístup závislý na zkušenostech odborného pracovníka laboratoře a odborného posuzovatele. Také pohled posuzovatelů na stejnou věc se různí a to může vést k nedorozuměním při procesu posuzování akreditovaných kalibračních laboratoří. Protože je situace podobná i v ostatních státech, vytvořili si jednotlivé akreditační orgány nezávislé postupy, jak postupovat při posuzování. Například v Německu existují postupy DKD [3], které suplují metodické postupy, a to včetně vyjádření nejistot. Kalibrační laboratoři se stačí pouze přihlásit k danému postupu a doložit jeho plnění. Ve Velké Británii je používán návodový dokument pro výpočet nejistoty [4] a pro kontrolu laboratoře [5].

Všechny tyto dokumenty obsahují velmi užitečné informace i pro české posuzovatele a kalibrační laboratoře. V minulých letech byl vytvořen dokument pro harmonizaci tabulek CMC (*calibration measurement capability*, měřicí schopnost kalibrace) v českých akreditovaných laboratořích. Vznikly také vzorové kalibrační postupy, které jsou dostupné na webových stránkách [6]. V České republice platí dohoda o vzájemném uznávání kalibračních listů s logem CIPM MRA (*International Committee for Weights and Measures Mutual Recognition Arrangement*). Pro získání tohoto loga je nutné splnit celou řadu požadavků, které jsou popsány v jednotlivých dokumentech BIPM. V České republice splňuje tyto požadavky laboratoř primární metrologie teploty ČMI a zde jsou navazovány jednotlivé etalony kalibračních laboratoří. Proto je zajímavé se podívat na tyto požadavky poněkud podrobněji.

Na webové adrese [7] je dostupný seznam tzv. *services*. Jedná se o kategorie, kam se řadí položky kalibračních schopností CMC jednotlivých laboratoří. Jsou tam obsaženy jak kategorie náležící primárním laboratořím, tak i části, které jsou

aplikovány na klasické kalibrační laboratoře. Jedná se zejména o odporové snímáče teploty, termoelektrické snímáče teploty, infračervené teploměry a skleněné teploměry. Informace lze nalézt i pro kalibraci blokových péciek a kapalinových termostátů. Pro každou kategorii existuje podpůrný dokument [8], který detailně popisuje tzv. *thresholds* (prahové hodnoty). Jedná se o limity nejistot, ke kterým když se laboratoř přiblíží (nebo je podkročí), tak je již nutné dokladovat celou řadu dalších informací. Posouzení se provádí dvěma nezávislými technickými posuzovateli v rámci organizace EURAMET. V případě velmi nízkých hodnot CMC je posouzení výrazně přísnější a je prováděno světovými odborníky z BIPM. Doba tohoto posouzení je často v řádech jednotek let. Pro potvrzení správnosti CMC hodnot je navíc žádoucí deklarované nejistoty doložit porovnáním s další laboratoří. Nejistota laboratoře a nejistota porovnání musí odpovídat deklarované hodnotě. V praxi to znamená, že hodnota CMC může být pouze tak malá, jako vyšší z výše uvedených hodnot.

Uvedené prahové hodnoty jsou stanoveny pro špičkové laboratoře, kde se předpokládá vysoce kvalitní laboratorní vybavení (např. teploměr-lázeň-můstek v pořizovacích hodnotách vyšších než milion korun) a dokonalá znalost jejich chování. Pro takto nízké hodnoty nejistot je již minimálně třetina pracovní doby věnována validaci zařízení a postupů (tedy činností negenerujícím ekonomický profit).

Prahové hodnoty byly stanoveny na základě výsledků dosažených předními odborníky z oblasti metrologie po celém světě. V případě, že se běžná akreditovaná kalibrační laboratoř těmto hodnotám přiblíží, je na místě se zamyslet, zda jsou do výpočtu nejistoty zahrnuty všechny důležité složky nejistot a zda je jejich vliv stanoven správně.

Při tvorbě jednotlivých položek tabulky nejistot je obecně platným pravidlem zahrnout pro každý použitý přístroj následující parametry:

- kalibrace,
- drift od poslední kalibrace,
- rozlišení,
- použití daného přístroje (zde jsou zahrnuty položky jako kabeláž, zdroje, chyba interpolace, atd.).

Při kalibracích teploměrů je nutné znát chování všech zařízení, které vstupují do procesu kalibrace (lázně, pícky, černá tělesa, prepínače, atd.), a to včetně zahrnutí rozdílných podmínek při kalibraci etalonů a pracovních měřidel (zejména ponor a podmínky provozu).

Protože se jedná o problematiku, kdy se potřebné informace jen velmi těžko získávají, rozhodli jsme se ve spolupráci s Českým institutem pro akreditaci připravit návodový dokument, který bude pomáhat technickým posuzovatelům jednotně přistupovat k evaluaci nejistot kalibračních laboratoří. Tento článek je první vlašťovka, která ukazuje směr vývoje posuzování CMC v laboratořích. Tím bude omezen rozdílný přístup k posuzování jednotlivých laboratoří a nastaven stejný přístup jako při posuzování pod logem CIPM MRA.

2 Opomíjené složky nejistot

V další části budou popsány nejčastěji opomíjené položky rozpočtu nejistot při kalibraci odporových snímačů teploty (OT), termoelektrických snímačů teploty (TC) a infračervených teploměrů (IČ). Přesto, že jsou tyto složky opomíjené nebo podhodnocené, může být jejich vliv na výslednou nejistotu měření zcela zásadní.

2.1 Odporové teploměry

Odporové teploměry mají své nezpochybnitelné místo prakticky ve všech odvětvích průmyslu pro svou přesnost, relativně nízkou cenu a možnost využití v nejrůznějších aplikacích (ať už pro měření teploty hořlavých tekutin, jako součást měřidel tepla v potrubích, či pro měření teploty vzduchu v meteorologických aplikacích). Existuje nepřeberné množství provedení, avšak nejsledovanějším druhem jsou tzv. IPRT (*Industrial Platinum Resistance Thermometer*). Od tzv. SPRT (*Standard Platinum Resistance Thermometer*) se liší čistotou platiny, a tudíž nesplňují podmínky pro vyhodnocování podle interpolačního aparátu mezinárodní teplotní stupnice (ITS-90 [9]). Na následujících řádcích jsou uvedeny nejvýznamnější zdroje nejistoty měření při kalibraci odporového teploměru (spojené s jeho vlastnostmi), které je třeba sledovat pro dosažení relevantních hodnot nejistoty kalibrace.

2.1.1 SPRT nebo IPRT?

Dělení odporových teploměrů na první a druhý řád (a dále pak na ostatní) již není v současné době preferováno. Uživatel si může zvolit za etalon i průmyslový teploměr s tím, že jej musí mít odpovídajícím způsobem metrologicky navázán včetně odpovídající nejistoty. Podmínky pro využití interpolačních nástrojů ITS-90 v rozsahu do 660 °C jsou

$$W_{Ga} \geq 1,11807$$

$$W_{Hg} \leq 0,844235$$

kde W_{Ga} je poměr odporu v pevném bodě tání galia (29,7646 °C) a odporu v trojném bodě vody (0,01 °C). W_{Hg} je poměr odporu v trojném bodě rtuti (-38,8344 °C) a odporu v trojném bodě vody (0,01 °C). Tím je garantována potřebná citlivost teploměru a tedy i čistota platiny. Pokud teploměr vyhovuje alespoň jedné z podmínek, lze jej oprávněně považovat za SPRT. Pokud podmínkám nevyhoví, jedná se o IPRT, tedy teploměr průmyslový a před využitím některého z matematických aparátů (ITS-90, ČSN EN 60751 [10], obecný polynom, apod.) k popisu jeho chování by měl být proveden průzkum vhodnosti dané interpolace.

Často nemáme k dispozici kyvety trojného bodu vody nebo neměříme hodnoty W_{Ga} či W_{Hg} . Čistota platiny se však dá odhalit i podle koeficientu α . Platí následující vztah

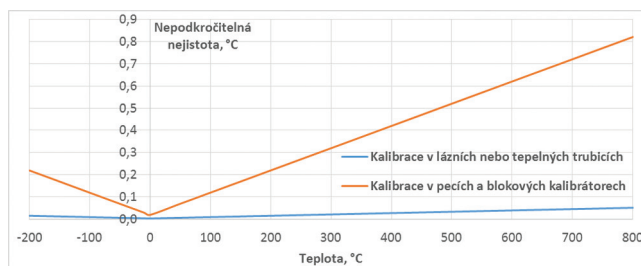
$$\alpha = \frac{R(100\text{ °C}) - R(0\text{ °C})}{100\text{ °C} \cdot R(0\text{ °C})},$$

tedy $\alpha_{SPRT} \geq 0,003920\text{ °C}^{-1}$, $\alpha_{IPRT} < 0,003920\text{ °C}^{-1}$ (většinou okolo hodnoty $0,00385\text{ °C}^{-1}$). „Průmyslovost“ teploměru se dá zjistit ještě jednodušeji: pro IPRT je $R(100\text{ °C})/R(0\text{ °C}) < 1,392$ (typicky okolo 1,385) a pro SPRT platí $R(100\text{ °C})/R(0\text{ °C}) \geq 1,392$.

2.1.2 Nejistoty kalibrace – CMC vs. realita

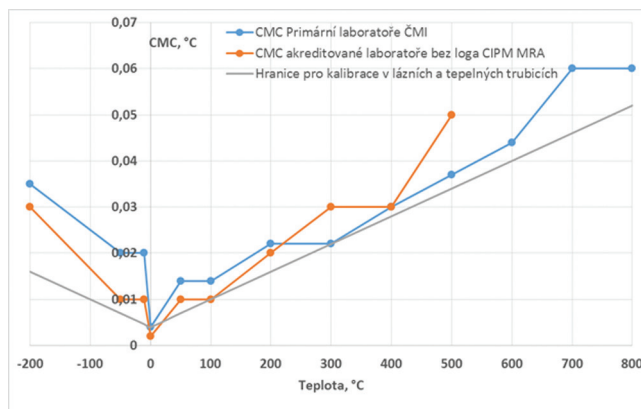
Přestože se nejistota kalibrace liší v závislosti na konkrétním měřidle, některé kalibrační laboratoře ke každému kalibračnímu listu přiřazují hodnoty nejistot schválené příslušným akreditačním orgánem jako CMC, tedy nejnižší dosažitelné. CMC by ve skutečnosti mělo sloužit jako kontrola toho, jestli se pracovník nedopustil chyby při výpočtu nejistoty a nevypočetl hodnotu nižší, než je ta nepodkročitelná. Rozpočet nejistoty se tedy optimálně počítá pro každou naměřenou teplotu a každý konkrétní teploměr (při každé kalibraci). V technické praxi se často připraví vzorové výpočty pro jednotlivé typy nejčastěji kalibrovaných teploměrů a ty se potom používají. Zde by ale měla být hodnota nejistoty kalibrace odpovídajícím způsobem navýšena oproti hodnotám CMC.

Na následujícím obrázku jsou znázorněny minimální hodnoty nejistot, uznatelné při posuzování v rámci CIPM MRA pro kalibraci IPRT. V případě podkročení některé hodnoty (nebo přiblížení se k ní) je nezbytná kontrola přiděleným posuzovatelem, který požaduje doložení informací o tom, jak se měří vliv hystereze kalibrovaného měřidla (pouhé měření v 0 °C není dostatečné pro malé hodnoty nejistot), jeho samoohřevu, apod. Na základě úspěšného posouzení pak lze danou vypočtenou hodnotu nejistoty uznat. Ta pak opět představuje CMC, tedy měřicí schopnost kalibrace laboratoře.



Obr. 1: Prahové hodnoty CMC pro kalibrace porovnáním dle CIPM MRA [8]

Prahové hodnoty jsou popsány následujícími vztahy: $(4\text{ mK} + 0,006\text{ ‰} \cdot |t|)$ pro kalibraci v lázních a tepelných trubcích a $(20\text{ mK} + 0,1\text{ ‰} \cdot |t|)$ pro kalibraci v pecích a blokových kalibrátorech. Na grafech níže je znázorněno porovnání těchto hranic s hodnotami CMC uznanými pro primární laboratoř a CMC jedné z nejlepších průmyslových laboratoří v ČR.



Obr. 2: Porovnání CMC primární laboratoře teploty ČMI a jedné z nejlepších průmyslových laboratoří v ČR [8]

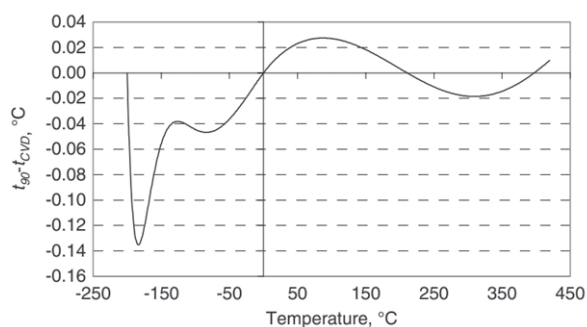
Z předchozího obrázku je patrná odlišnost tolerančních hranic a způsobů kontroly různých kontrolních orgánů. CIPM MRA vyžaduje mnohem důslednější zajištění kvality měření s realističtější přístupem k výpočtu nejistot. Na následujících řádcích jsou sepsány nejvýznamnější zdroje nejistot měření při kalibraci IPRT, které je třeba sledovat, pokud chce laboratoř dosáhnout relevantních hodnot nejistoty.

2.1.2.1 Nejistota interpolace

Používáme-li interpolační aparát ITS-90 v případě IPRT, můžeme se dopouštět chyby interpolace okolo $0,05\text{ °C}$ v rozsahu $(-180\text{ až }0)\text{ °C}$ a zhruba $0,01\text{ °C}$ v rozsahu $(0\text{ až }420)\text{ °C}$ [11, 12, 13, 14]. Pokud při kalibraci není provedena analýza vhodnosti použité interpolační funkce, je třeba tyto chyby vzít v úvahu jako příspěvek celkové nejistoty měření. To platí pro určení nejistoty měření etalonu v AKL.

Callendar-Van Dusenovy rovnice (dále jen CVD) [10] se do roku 1990 používaly k popisu jak IPRT, tak SPRT. Dnes se využívají pouze k popisu chování průmyslových odporových teploměrů.

Pro nadnulové teploty využívá aparát ITS-90 v některých podrozsazích odchylkovou funkci druhého řádu a CVD jsou druhého řádu samy o sobě. Mnoho studií také ukázalo, že míra vhodnosti využití aparátu ITS-90 je nezávislá na koeficientu α , a tudíž je možné jej využít k popisu IPRT. Na následujícím obrázku je znázorněn rozdíl CVD a rovnic využívaných k popisu teploměru podle ITS-90.



Obr. 3: Příklad rozdílu mezi teplotou vypočtenou dle CVD a podle ITS-90 v rozsahu $(-196\text{ až }420)\text{ °C}$ [11]

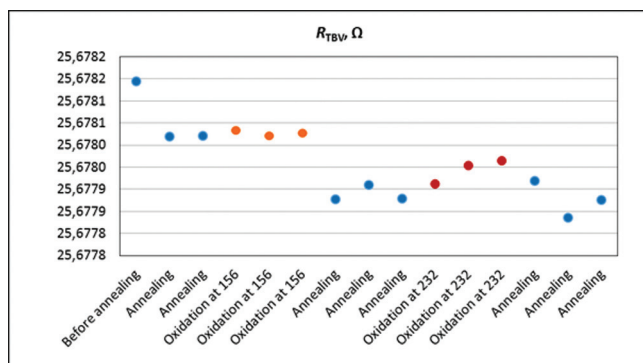
Ani dva teploměry stejného typu od stejného výrobce nemají stejnou charakteristiku, a tudíž ani vhodnost popisu danou funkcí nemusí být stejná. Po každé kalibraci je tedy žádoucí udělat analýzu vhodnosti daného aparátu.

Chyba interpolace v naměřených bodech se určí např. výpočtem teploty z odporu za použití interpolační funkce a konstant, které jsou uvedené v kalibračním listu. Nejistota interpolace je způsobena faktem, že interpolační aparát pouze aproximuje chování teploměru mezi body měření. V těchto oblastech ale nemusí teploměr vůbec odpovídat tomu, co je z okolních bodů vypočteno. Proto se nejistota interpolace odhaduje zpravidla jako násobek velikosti chyby interpolace v okolních bodech (hodnota 1,2 bývá adekvátní).

2.1.2.2 Stabilita IPRT

Průmyslové teploměry jsou vyráběny tak, aby na rozdíl od SPRT odolávaly mechanickým šokům. Odlišná konstrukce je činí velmi robustními, ale zároveň snižuje stabilitu hodnoty základního odporu. Při teplotním cyklování vedou rozdíly v teplotní roztažnosti platiny a ostatních materiálů k vyšší míře pnutí (resp. kontrakcí) odporového drátku a ke změnám odporu v důsledku rozměrových deformací. Žiháním lze odstranit důsledky pnutí, ale ne důsledky změn rozměrů. Dalším důvodem nestability je kontaminace platiny při vyšších teplotách kvůli difuzi částic z okolního materiálu. Přestože opakovatelnost měření s IPRT nedosahuje kvality SPRT, je stále lepší než u termoelektrických článků.

Před každým použitím etalonu by se měla změřit hodnota jeho základního odporu. Tato hodnota se s časem mění, a proto je její velikost uvedena v kalibračním listu platná pouze v době kalibrace. Tento drift je především způsoben oxidací platiny při teplotách v okolí $(100\text{ až }250)\text{ °C}$. Žiháním a vystavením teplotám nad 420 °C se pak oxidy rozkládají. Bez pravidelného měření základního odporu se můžeme dopouštět zásadních nepřesností v měření. Naopak sledováním vývoje se dá včas odhalit např. mechanický defekt. S časem se nemění jen základní odpor, ale také celá charakteristika teploměru. Proto by se měl pravidelně kalibrovat v závislosti na četnosti a teplotě používání (etalon nejméně jednou za pět let, pracovní etalon pak ideálně jednou za rok).



Obr. 4: Příklad vývoje hodnoty základního odporu SPRT v závislosti na předchozím vystavení teplotám 156 °C , 232 °C a žihání při teplotě vyšší než 420 °C

Složka nejistoty je kvůli nestabilitě pro každý teploměr odlišná a pohybuje se od desetin mK pro špičkové teploměry přes mK pro etalony SPRT až po setiny stupně pro IPRT.

2.1.2.3 Vliv kabeláže

Vliv vodičů lze zanedbat při čtyřvodičovém zapojení teploměru, v ostatních případech není prakticky možné dosáhnout přesnosti měření lepší než $0,2\text{ °C}$, pokud není provedena příslušná korekce. Parazitní termoelektrické napětí bývá způsobeno velkými teplotními gradienty v měřicím obvodu a růzností použitých materiálů. Může být až v řádu mikrovoltů a v případě stejnosměrného měření běžně limituje přesnost měření na $0,02\text{ °C}$. Řešením je měření střídavé, ať už s využitím střídavých odporových mostů, nebo stejnosměrných multimetrů (mostů) s komutací měřicího proudu.

2.1.2.4 Vliv samoohřevu

Stejně jako vliv parazitního termoelektrického napětí a odporu vodičů je nutné sledovat i vliv samoohřevu odporového elementu. Eliminace samoohřevu prakticky znamená měřit při nulovém proudu, tedy měřit minimálně při dvou hodnotách proudu a provést příslušnou korekci. Měřicí proud procházející odporovým elementem má za následek vznik Jouleova tepla. Element má pak většinou vyšší teplotu než jeho okolí a teploměr tak měří odlišnou teplotu než jakou okolní prostředí má. Vliv samoohřevu způsobuje chyby typicky (0,002 až 0,02) °C pro teploměry se základním odporem okolo 100 Ω při měření v kapalinových lázních. Při měření na vzduchu se pak může jednat i o desetiny stupně Celsia. Míra samoohřevu je funkcí teploty a je úměrná druhé mocnině měřicího proudu.

Následující postup pro zjištění velikosti samoohřevu teploměru pro daný měřicí proud se zakládá na předpokladu, že závislost odporu na čtverci měřicího proudu je v malém rozsahu lineární. Pokud tento předpoklad přijmeme, pak pro odpor teploměru při nulovém proudu platí

$$R_0 = R_1 - I_1^2 \left(\frac{R_2 - R_1}{I_2^2 - I_1^2} \right),$$

kde R_1 je odpor při proudu I_1 (zpravidla nižším), R_2 je odpor při proudu I_2 . Pokud je $I_1 = 1 \text{ mA}$, a $I_2 = \sqrt{2} \text{ mA}$ pak $R_0 = R_1 - (R_2 - R_1)$, tedy rozdíl $R_1 - R_0$ udává hodnotu samoohřevu pro měřicí proud 1 mA.

Mnoho zařízení však změnu hodnoty měřicího proudu neumožňuje a nelze je tak použít pro měření vlivu samoohřevu. Pokud je teploměr používán ve stejných prostředích (lázně, pece, malé průmyslové pevné body) a při stejném proudu jako při kalibraci, lze považovat vliv samoohřevu na přesnost měření za zanedbatelný. V ostatních případech je nezbytné velikost vlivu zjistit, nebo počítat se složkou nejistoty, která značně zvýší její výslednou hodnotu. Počítat s hodnotami deklarovanými výrobcem teploměru by nebylo vůbec moudré, neboť se v drtivé většině případů jedná pouze o hodnoty pro rozsah (0 až 30) °C. V tomto rozsahu se totiž vliv samoohřevu zjišťuje při typových zkouškách před uvedením daného měřidla na trh.

Tab. 1: Výsledek měření vlivu samoohřevem v rozsahu (0 až 30) °C

Teploměr	Prostředí	Samoohřev pro 1 mA, °C
IPRT	vzduch	0,029 až 0,786
IPRT	lázeň	0,007 až 0,025
IPRT	měděný blok	0,006 až 0,018
IPRT vyšší čistoty platiny	lázeň	0,007 až 0,010

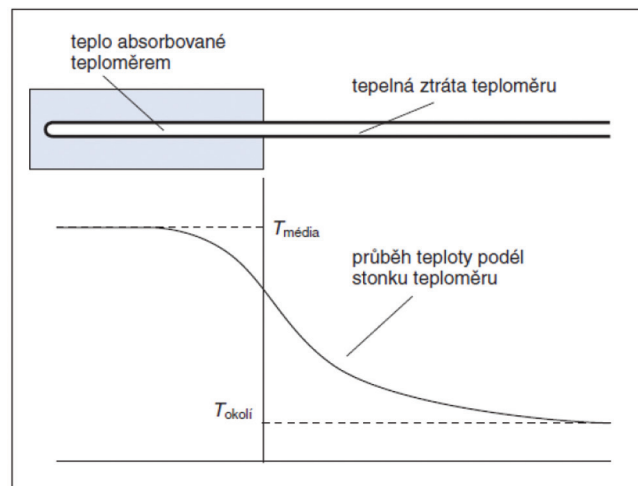
Je zřejmé, že vliv samoohřevu se liší pro každý konkrétní teploměr, druh a teplotu prostředí.

2.1.2.5 Odvod tepla a vliv ponoru teploměru

Odporový element ideálního teploměru má stejnou teplotu jako médium, ve kterém je ponořen. Vodiče a plášť

typického IPRT však bohužel umožňují tepelnou výměnu mezi médiem a okolním prostředím. Odvod (resp. přívod) tepla se nejvíce projevuje u teploměrů s kovovým pláštěm.

Průmyslové teploměry mohou mít a etalony mají odporový element o velikosti až jednotek cm. Nedostatečný ponor teploměru se může projevit rozdílem teploty naměřené při daném ponoru a při ponoření plném. Většinou se velikost případné nedostatečnosti ponoru odhaduje jako rozdíl hodnot naměřených při ponoru plném a při takovém, který je o 10 % menší než plný.



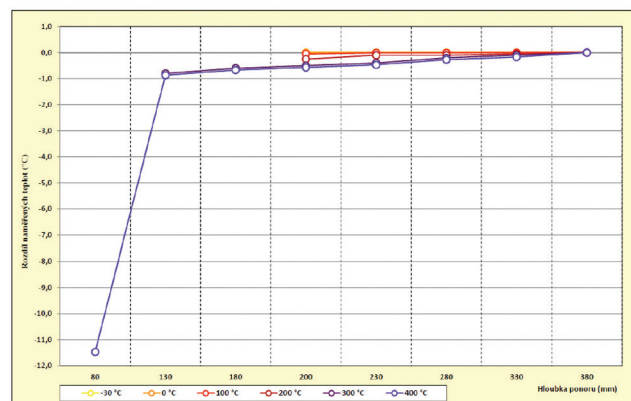
Obr. 5: Závislost naměřené hodnoty na hloubce ponoru [15]

Pro případ dokonale promíchávané kapalinové lázně lze rozdíl měřené a skutečné teploty vyjádřit jako

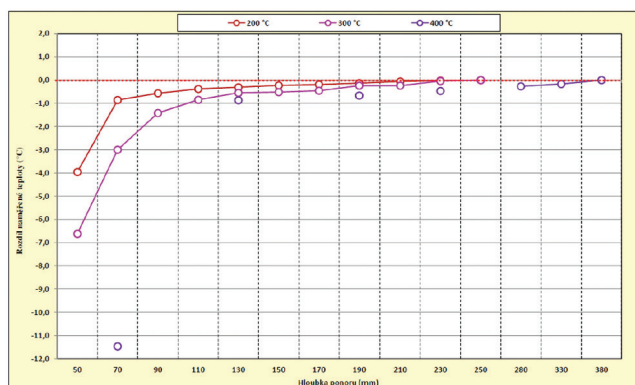
$$\Delta T = (T_{\text{okolí}} - T_{\text{média}}) k e^{-\frac{L}{D_{\text{ef}}}},$$

kde L je ponor teploměru, D_{ef} je efektivní průměr teploměru (závislý na velikosti odporového elementu) a k je konstanta blízká 1.

V následujících grafech je ukázán vliv ponoru v různých prostředích. Tyto údaje jsou velmi důležité zejména pro laboratoře, které používají termostaty (ať už kapalinové nebo blokové kalibrátory) s malým ponorem nebo s jiným ponorem než při kalibraci etalonu.



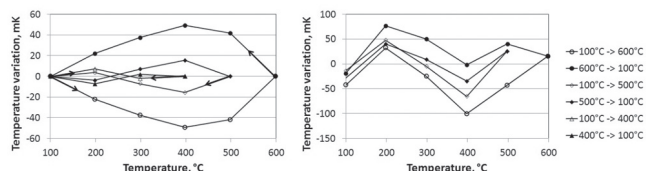
Obr. 6: Typická chyba ponoru IPRT v kapalinové lázni [15]



Obr. 7: Typická chyba ponoru IPRT v blokovém kalibrátoru [15]

2.1.2.6 Hystereze

IPRT při teplotním cyklování vykazují hysterezi, což znamená, že mohou mít rozdílnou (ale opakovatelnou) závislost odporu na teplotě podle toho, jestli bylo dané teploty dosaženo ohřátím, nebo ochlazením teploměru.



Obr. 8: Typický příklad hystereze IPRT [16]

U IPRT je hystereze způsobena třemi hlavními jevy: mechanickým pnutím, vlhkostí a oxidací. U robustnějších provedení lze předpokládat výraznější rozdíly v hodnotách tepelné roztažnosti materiálů, a tudíž vyšší následky mechanického pnutí ve stonku teploměru. Na druhou stranu teploměry s velmi nízkou hysterezí bývají velmi citlivé na mechanické šoky a vibrace (typicky SPRT). Nejvyšší hodnoty hystereze IPRT vypočítané v praxi se pohybují okolo 0,1 % z teplotního rozsahu. Rozdíl mezi nestabilitou teploměru a hysterezí je jemný, avšak hystereze je jev oboustranný a oxidace způsobuje jednosměrnou změnu hodnoty základního odporu. Zjednodušeně lze říci, že hystereze pro danou teplotu (většinou uprostřed teplotního rozsahu kalibrace) je vyhodnocována jako rozdíl mezi naměřenou hodnotou (při stejné teplotě) dosaženou ohřátím a ochlazením teploměru. Měření vývoje hodnoty základního odporu v průběhu kalibrace a vyhodnocení rozdílu maximální a minimální naměřené hodnoty nelze považovat za měření vlivu hystereze.

Při měření hystereze v lázni je nutné vyloučit hysterezi regulace lázně a teploměr, který monitoruje její teplotu, musí mít hysterezi prakticky nulovou. To byly důvody, proč se měření hystereze v teplotě (na rozdíl např. od tlaku) považovalo vždy za problematické.

Vliv výše uvedených faktorů bývá v technické praxi obtížné přesně stanovit. Pokud nejsou k dispozici přímá experimentální data, je možné pro odhad příslušných složek nejistoty použít typické hodnoty uvedené výše (rovnoměrné rozdělení).

2.2 Termoelektrické snímače teploty

Termoelektrický snímač teploty je jednoduchý, cenově výhodný a robustní senzor. V průmyslu a laboratořích je velmi oblíbený díky své univerzálnosti, širokému teplotnímu pásmu a možnosti použití. Existuje mnoho typů a provedení. Některé odolávají tepelnému zatížení, jiné jsou vhodné do prostředí s chemickým nebo mechanickým namáháním. I přes tyto výhody přináší měření s termoelektrickými snímači teploty úskalí, nad kterými je nutno se zamyslet. Průmyslově používané TC jsou standardizovány normou ČSN EN 60584 [17].

Interval kalibrace etalonu v případě TC by nikdy neměl přesáhnout 4 roky nebo více než 200 provozních hodin (v teplotách nad 80 % maximální používané teploty). Je doporučeno provádět alespoň každoroční kontrolu etalonu porovnáním s jiným kalibrovaným teploměrem se stejnou specifikovanou tolerancí [5]. Do rozpočtu nejistoty by měly vstupovat složky, jako je kalibrace etalonu, jeho drift a rozlišení. Dále srovnávací spoj (směs ledu a vody v Dewarově nádobě) a prodlužovací/kompenzační vedení (včetně všech napojení, svorek, apod.). Pokud se chce uživatel či kalibrační laboratoř přiblížit k co nejnižším nejistotám, nesmí zapomenout ve svém rozpočtu nejistoty na homogenitu TC. Ve standardních podmínkách (AKL) se tato hodnota neurčuje jednoduchým způsobem, je často opomíjená a přitom tvoří významnou část nejistoty. Samotná nehomogenita TC je způsobena nekonzistencí mezi slitinami kovů vlivem teplotních šoků, mechanického namáhání a velkého počtu provozních hodin. Těmito vlivy mohou vznikat paralelní TC, které vytváří další napětí. Samotné změření homogenity se provádí povytažením TC z izotermního prostředí (pevné body Mezinárodní teplotní stupnice ITS-90 nebo kapalinové lázně). Délka povytažení je závislá na ponoru TC a parametrech izotermního prostředí. Pokud se při kalibraci TC toto měření neprovádí nebo nemůže být z nějakého důvodu provedeno, tak se v takových případech použije hodnota 20 % maximální dovolené chyby pro toleranční třídu 2 [17]. Jestliže se měření homogenity provádí, je nutné vhodně zvolit izotermní prostředí (co nejmenší teplotní gradient a použit etalon s velmi nízkou hodnotou nejistoty měření). V případě, kdy je měření provedeno chybně, či v nevhodně zvoleném prostředí, může chyba dosahovat (0,2 – 2) °C, jelikož se sčítá chyba senzoru i prostředí. Obr. 9 ukazuje prahovou hodnotu (*threshold*) pro TC z drahých kovů (šedá křivka). Tyto hodnoty jsou určeny na základě velmi homogenního etalonového TC, který je kalibrován v pevných bodech podle ITS-90. Prahovou hodnotu lze vypočítat podle následujícího vztahu pro drahé kovy

$$k1_{TC} = 0,0005 \cdot |t| + 0,2$$

a pro obecné kovy

$$k2_{TC} = 0,001 \cdot |t| + 0,1.$$

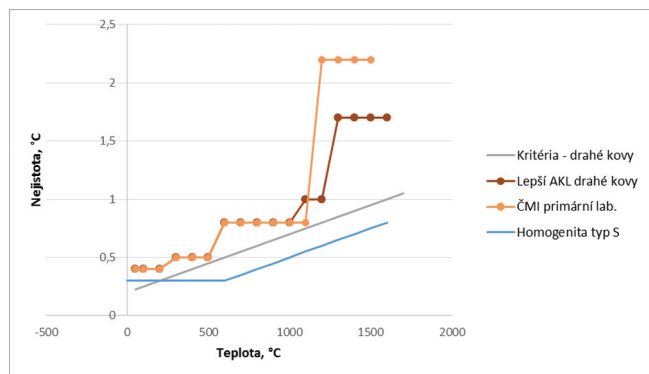
Pokud se tyto hodnoty podkročí, je nutná kontrola posuzovatelem, který zhodnotí měřicí proces, výpočty a vyhodnocení. Obr. 9 ukazuje také hodnoty nejistot primární laboratoře ČMI (oranžová křivka) a jedné z lepších kalib-

račních laboratoří v ČR (hnědá křivka). Z grafu je patrné, že ani jedna z laboratoří nepodkročuje prahové hodnoty pro TC z drahých kovů. Dále jsou z grafu patrné hodnoty homogenity pro TC typ S (modrá křivka), která by měla být použita do rozpočtu nejistot, pokud se neurčuje měřením. Hodnoty CMC primární laboratoře byly vypočteny za předpokladu velmi homogenního TC a je nutné tuto hodnotu k nejistotě připočíst. U AKL je, naproti tomu tato hodnota velmi pravděpodobně podhodnocena.

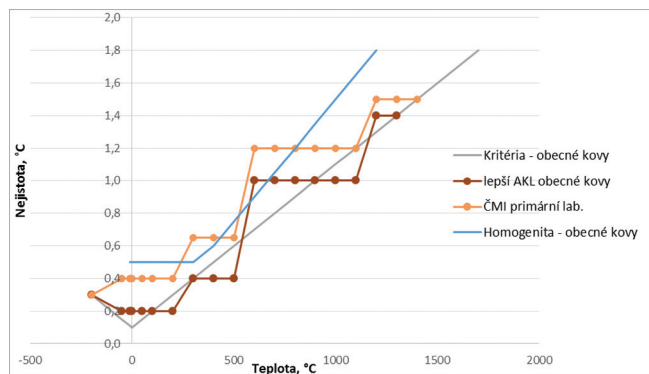
U obecných kovů (**obr. 10**) je situace ještě markantnější a AKL má CMC i pod prahovou hodnotou. To by znamenalo, že laboratoř by správně měla dokladovat následující parametry:

- způsob určení homogenity TC,
- nejistota a způsob měření studeného konce,
- určení parazitních termoelektrických jevů kabeláže a přepínače a
- způsob určení chyby interpolace a extrapolace u etalonu.

Při výpočtu nejistoty je také nutné si uvědomit, že byla vypočtena za předpokladu použití velmi homogenních zařízení (lázně, pece) a etalonů, které jsou kalibrovány v pevných bodech teplotní stupnice. Není-li hodnota homogenity kalibrovaného TC měřena, je doporučeno připočíst hodnotu 20 % z maximální dovolené chyby pro třídu 2 s rovnoměrným rozdělením. Pokud je použitý etalon kalibrován porovnáním, je jen velmi obtížné se k prahovým nejistotám přiblížit.



Obr. 9: Porovnání CMC primární laboratoře ČMI a AKL pro drahé kovy



Obr. 10: Porovnání CMC primární laboratoře ČMI a AKL pro obecné kovy

2.3 Infračervené teploměry

Bezkontaktní způsob měření teploty je díky své rychlosti a širokému rozpětí aplikací stále oblíbenější. Tento způsob měření má ale i svá úskalí, která se nutně musí projevit na nejistotě celého měření. Proto, když se bavíme o přesnosti a nejistotě měření teploty tímto způsobem, pohybujeme se v rozmezí několika desetin až jednotek °C.

Kalibrace měřidel probíhá ve většině případů za jiných podmínek, než při kterých je uživatel pak dále používá. Nejvýraznější vliv na výsledek měření a i celkovou nejistotu mají skutečnosti, které není jednoduché kvantifikovat. Jejich význam je více než zásadní a i přesto bývají tyto složky v kalibračních laboratořích opomíjeny, případně podhodnocovány. Patří sem optika teploměru, emisivita měřeného povrchu a vlnová délka měření.

2.3.1 Optika teploměru

Při bezkontaktním způsobu měření teploty hraje zásadní roli vzdálenost, z jaké provádíme měření, a geometrie/velikost objektu, který je měřen. To je velmi úzce spojeno s konstrukcí IČ teploměru, zejména jeho optiky. Bohužel, není dost dobře možné od sebe oddělit všechny faktory vstupující do této chyby, proto je nutné na tuto složku nahlížet jako na kombinaci způsobenou vzdáleností měření, velikostí objektu, který je měřen, a také jeho geometrií a teplotní homogenitou.

Výrobci optické chování teploměru většinou popisují pomocí tzv. parametru D:S (*distance to spot ratio*), který udává vztah mezi měřicí vzdáleností a velikostí měřícího bodu. Např. parametr 50:1 znamená, že ze vzdálenosti 50 cm bude mít měřicí oblast průměr 1 cm. Tato charakteristika bývá velmi často platná pouze v úzkém pásmu vzdáleností a při jiných se tento údaj může značně lišit.

Výrobce jednoho z „opticky lepších“ ručních IČ teploměrů udává, že přístroj má optiku s parametry 75:1. V praxi by to mělo znamenat, že ve vzdálenosti 75 cm bude průměr měřicí oblasti 1 cm, při poloviční vzdálenosti bude 5 mm. Při pohledu do technické dokumentace je však vidět, že tento údaj je platný pouze pro jedinou vzdálenost a tou je 120 cm (velikost oblasti 16 mm). Při kratší vzdálenosti se průměr velikosti oblasti pohybuje mezi (16 a 20) mm a při vzdálenostech větších než 120 cm má optika teploměru charakter 36:1. To znamená, že při měření ze vzdálenosti např. 130 cm by měl být průměr měřicí oblasti 3,6 cm.

Skutečnost, že vliv vzdálenosti má dopad na výsledek měření, se prokázala při posledním velkém mezilaboratorním porovnání pro kalibraci IČ teploměrů, které proběhlo v letech 2013/2014. Nevhodně zvolená vzdálenost měření a nezahrnutí tohoto vlivu do výpočtu nejistot v dostatečné míře se projevily tím, že AKL při porovnání nevyhověla.

Na základě výsledků porovnání byla v laboratoři ČMI provedena série měření s několika typy ručních teploměrů, kdy byl zkoumán způsob, jakým je výsledná hodnota měření závislá na vzdálenosti měření a velikosti a geometrii měřeného objektu.

Pro ilustraci je uveden výsledek měření pomocí výše popsaného IČ teploměru. Při teplotě 500 °C byla provede-

na kalibrace teploměru pomocí tří černých těles s různou geometrií:

- válcová dutina s průměrem 50 mm a hloubkou 370 mm,
- sférická dutina s průměrem vstupního otvoru 50 mm, průměr sférické části 260 mm a celková hloubka dutiny 360 mm a
- deskové černé těleso s průměrem 156 mm.

Popsaná měření byla prováděna při využití celého průměru plochy/vstupních otvorů černých těles. V tabulce jsou uvedeny hodnoty rozdílů naměřených hodnot při změně vzdálenosti. Jako referenční je brána hodnota změřená z nejkratší možné vzdálenosti.

Tab. 2: Vliv vzdálenosti na výsledek měření teploty objektů s různou geometrií

500 °C	Naměřené hodnoty rozdílů, °C		
Vzdálenost měření, mm	Válcová dutina	Sférická dutina	Deskové černé těleso
200	-	-	0,0
300	-	-	-0,6
400	0,0	0,0	-1,2
500	-1,9	-2,5	-1,7
600	-3,6	-4,2	-2,4
700	-4,9	-5,6	-3,3
800	-5,9	-6,7	-

Z tabulky je vidět, že výsledná měřená hodnota je značně závislá jak na typu objektu, na kterém je měření prováděno, tak na vzdálenosti měření. Už relativně malý posun o 10 cm vnáší do měření chybu o velikosti cca 1 °C. Při kalibracích je proto nutné tento jev kvantifikovat a započítat ho v plné míře do výsledné nejistoty kalibrace.

2.3.2 Vliv emisivity a vlnové délky

Do druhé skupiny ovlivňujících veličin patří ve velké míře emisivita a vlnová délka. Vliv těchto dvou veličin spolu v praxi úzce souvisí, a proto se jimi budeme zabývat najednou.

Emisivita je bezrozměrná veličina popisující schopnost vyzařování objektu. Je závislá na materiálu a opracování objektu, jeho geometrii a také na teplotě objektu. Nesmí se také zapomínat na to, že emisivita je u plochých objektů také výrazněji závislá na vlnové délce měření než emisivita dutinových objektů.

IČ teploměry se vyrábí v širokém spektru pracovních vlnových délek. Vysvětlení nalezneme ve Wienově vyzařovacím zákoně, pomocí kterého je možné vysvětlit citlivosti detektorů pracujících při různých vlnových délkách v různých teplotních intervalech. Pro měření nízkých teplot (do cca 500 °C) jsou vhodné pásmové detektory pracující v rozmezí vlnových délek cca (8 až 14) μm. Je-

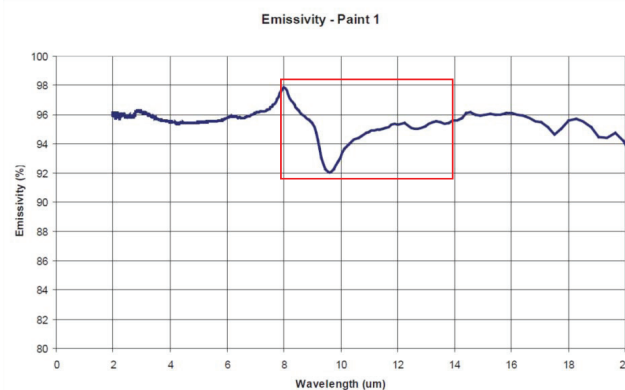
jich citlivost se výrazně zhoršuje při teplotách vyšších a je proto vhodné přejít na detektory pracující při kratších vlnových délkách. Zhoršená citlivost má za následek i horší přesnost měření.

Příklad popisující vliv vlnové délky na výsledek měření zobrazuje následující tabulka. Prezentovány jsou výsledky měření, kdy deskové a dutinové černé těleso byly změřeny několika teploměry pracujícími při různých vlnových délkách. Z výsledků je vidět, že chyba, které se můžeme dopustit v případě, že na deskovém černém tělese budeme kalibrovat teploměr pracující při jiné vlnové délce (se stejně nastavenou emisivitou jako při (8 až 14) μm), se pohybuje v řádu jednotek °C. V případě, že kalibraci provádíme pomocí dutinových černých těles, případně provádíme měření v dutinách objektů, závislost měřené hodnoty na vlnové délce výrazně klesá. To však neznamená, že bychom ji mohli zanedbat.

Tab. 3: Vliv vlnové délky na výsledek měření

Deskové černé těleso			
Teplota etalonu, °C	(8 až 14) μm	3,9 μm	
200,0	199,8 °C	200,9 °C	
300,0	299,9 °C	302,1 °C	
Dutinové černé těleso			
Teplota etalonu, °C	(8 až 14) μm	3,9 μm	1,569 μm
300,0 °C	299,0 °C	299,5 °C	299,5 °C

Pro korektnost měření je nezbytné znát spektrální charakteristiku detektoru a optiky IČ teploměru. Z té je možné stanovit, s jakou efektivní vlnovou délkou teploměr pracuje. Důležitost této znalosti si vysvětlíme na následujícím obrázku. Ten znázorňuje závislost emisivity běžně dostupného deskového černého tělesa na vlnové délce. Za povšimnutí stojí oblast zvýrazněná červeným obdélníkem. Jedná se o vymezení pásma vlnových délek (8 až 14) μm, tj. pásma, ve kterém pracují nejběžnější ruční IČ teploměry.



Obr. 11: Závislost emisivity černého tělesa Fluke 4181/4180 na vlnové délce měření [18]

Zde je možné pozorovat, že v této oblasti se emisivita pohybuje v rozmezí 0,92 až 0,98, přičemž výrobce udává,

že emisivita černého tělesa je pro toto pásmo vlnových délek 0,95. Z grafu je jasné vidět, že to není tak úplně pravda a jedná se o průměrnou hodnotu emisivity v této oblasti. Proto může docházet k rozdílným výsledkům měření s různými typy teploměrů, i když výrobci deklarují, že všechny pracují ve stejném pásmu vlnových délek. Důvodem je, že každý z těchto teploměrů pracuje s jinou vlnovou délkou, nazývanou efektivní. Podle té bychom pak měli emisivitu měření upravit na základě znalosti závislosti emisivity na vlnové délce pro každý měřený objekt. Zde se však objevují dva problémy. První je, že u běžných ručních IČ teploměrů je efektivní vlnová délka neznámá, a získat tuto informaci od výrobce je téměř nemožné. Druhou komplikací je, že pro každý povrch či nátěr na měřeném objektu bychom potřebovali znát závislost emisivity na vlnové délce a tyto informace také nejsou ve většině případů známy. Proto je důležité tento vliv nepodceňovat a nezanedbávat při výpočtu nejistot. Pro ilustraci chyby, které je možné se dopustit na základě nesprávně stanovené nebo neznámé emisivity, je dále uvedena **tab 4**. Ta prezentuje možné teplotní odchylky, které vzniknou v důsledku chybně nastavené emisivity o 0,01. Z pohledu na uvedené hodnoty je patrné, že se opravdu jedná o významný vliv na konečný výsledek měření.

Tab. 4: Velikost chyb, kterých je možné se dopustit v případně špatně nastavené emisivity

Skutečná teplota, °C ($\varepsilon = 0,95$)	Chyba při nesprávně nastavené emisivitě ($\varepsilon = 0,96$) při různých λ_{eff} , °C		
	14 μm	8 μm	3,9 μm
100,0	1,4	0,8	0,4
500,0	6,1	3,5	1,7
1000,0	16,7	9,5	4,6

2.3.3 Prahové hodnoty CMC pro IČ teploměry

I pro oblast bezkontaktního způsobu měření teploty sestavila mezinárodní skupina odborníků dokument, který popisuje, jakým způsobem se řídí posuzování hodnot CMC pro kalibrační laboratoře. Dokument předpokládá, že nejistoty a jejich složky jsou stanovovány na základě dostupných údajů z literatury [19, 20]. V revizním dokumentu pro posuzování hodnot CMC od jednotlivých laboratoří jsou uvedeny tabulky, které prezentují prahové hodnoty pro jednotlivé služby v této oblasti měření. První tabulka ukazuje prahové hodnoty CMC pro teploměry pracující do teploty cca 1100 °C.

Za povšimnutí stojí fakt, že hodnoty CMC nepočítají s tím, že by se IČ teploměry pracující ve vlnovém pásmu (8 až 12/14) μm používaly pro měření teplot vyšších než 500 °C.

V případě, že se hodnota CMC, o kterou laboratoř žádá, zahraničním posuzovatelům nelíbí, začínají se ptát na různé otázky, např. jaký etalon je použitý pro návaznost (OT, TC nebo IČ), případně pro teploměry, s jakou vlnovou délkou je platné toto CMC.

Tab. 5: Prahové nejistoty stanovené pro akceptaci CMC hodnot do KCDB [CMC Review protocol: Radiation thermometry, 8]

t , °C	U ($k=2$), mK			
	0,9 μm	1,6 μm	3,9 μm	(8 až 12) μm
-40	-	-	-	395
0	-	-	-	322
20	-	-	156	304
100	-	-	141	305
200	-	91	166	303
300	-	129	192	286
400	-	166	204	400
500	143	184	204	751
600	196	186	209	-
700	207	181	239	-
800	186	193	308	-
962	272	311	500	-
1000	339	-	-	-

Hodnoty CMC v běžných kalibračních laboratořích v ČR by se na základě jejich vybavení měly pohybovat na úrovních minimálně 2x až 3x vyšších než prahové hodnoty [8].

Vyjma složek, které byly popsány v předchozích částech, je dobré se zamyslet i nad kalibrační lhůtou používaných etalonů. Nejčastěji se v AKL v ČR jako etalon používá černé těleso.

Další možností je použití referenčního teploměru; zde je však nutné mít na paměti, že se musí jednat o teploměr, který je kvalitativně lepší, než jsou teploměry, které budou dále kalibrovány. Měl by umožňovat propojení s počítačem, vykazovat nízkou úroveň driftu, malý měřicí bod, možnost fixace do držáku a záznam i jiných parametrů než je pouze měřená teplota (cena takového měřidla se pohybuje v řádech cca 50 až 100 tisíc Kč). Ať už se laboratoř rozhodne pro jakýkoliv způsob návaznosti, určitě by neměla podceňovat pravidelné kalibrace a mezikalibrační kontroly. Kalibrační lhůta by neměla přesáhnout dobu dvou let a mezikalibrační kontroly by měly probíhat nejméně jednou za půl roku.

Poslední tabulka představuje shrnutí vlivu zásadních složek nejistoty na její celkovou hodnotu. Je zde vidět, že už pouze započtením tří složek (kalibrace etalonu, homogenita deskového černého tělesa a vliv optiky kalibrovaného teploměru) vznikne nejistota, která se ani zdaleka nepřibližuje prahovým hodnotám. V případě, že se laboratoř, která kalibruje běžné ruční IČ teploměry, po započtení všech složek nejistot přiblíží k uvedeným hodnotám, měla by se zamyslet, zda zahrnuje do výpočtu všechny potřebné složky a zda správně stanovila jejich vliv.

Tab. 6: Vliv zásadních složek na celkovou hodnotu výsledné nejistoty měření

	Teplota, °C		
	-20	200	500
Kalibrace etalonu	0,5	0,5	0,9
Homogenita černého tělesa	1,5	0,9	1,5
Vliv optiky	0,5	0,5	1,7
Kombinovaná standardní nejistota	1,0	0,6	1,4
Rozšířená standardní nejistota ($k=2$)	2,0	1,2	2,8

3 Závěr

Příspěvek je věnovaný často opomíjeným složkám nejistot při kalibracích odporových snímačů teploty, termoelektrických článků a infračervených teploměrů. Ukazuje jejich typické hodnoty, které mohou být použity při každodenní práci AKL. Na základě postupů, které jsou zde zmíněny, je připravován návodový dokument pro posuzovatele akreditovaných laboratorů, který bude, po příslušné diskuzi, veřejně dostupný. Autoři jsou si vědomi změny ve velikosti CMC, kterou tento přístup bude pro některé AKL znamenat, a jsou přístupni diskuzím na toto téma. Implementace důsledného používání výše uvedených složek nejistot bude sloužit ke sjednocení postupů při uznávání CMC na úrovni CIPM MRA i EA.

4 Literatura

- [1] EA 4/02, Vyjádření nejistoty měření při kalibraci (Evaluation of the Uncertainty of Measurement In Calibration), 2013, <http://www.cia.cz/Download.ashx?Type=Document&Id=16811>
- [2] Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, 2008 – 2012, <http://www.bipm.org/en/publications/guides/gum.html>
- [3] seznam dostupných DKD předpisů, <https://www.ptb.de/cms/en/metrological-services/dkd/technical-committees-within-the-dkd/temperature-and-humidity.html>
- [4] https://www.ukas.com/download/publications/publications-relating-to-laboratory-accreditation/M3003_Ed3_final.pdf
- [5] <http://www.ukas.com/download/publications/publications-relating-to-laboratory-accreditation/LAB11%20Edition%204%20Nov%202012.pdf>
- [6] <http://www.csvts.cz/spolky/cms/content/kalibracni-postupy-neprodejne-ke-stazeni>
- [7] http://kcdb.bipm.org/AppendixC/T/T_services.pdf
- [8] záložka CIPM MRA – CMCs and KCs na adrese <http://www.bipm.org/en/committees/cc/cct/publications-cc.html>
- [9] The International Temperature Scale of 1990 (ITS-90), H. Preston-Thomas, <http://www.its-90.com/its-90.html>
- [10] ČSN EN 60751, Průmyslové platinové odporové teploměry a platinové teplotní senzory, 2014
- [11] V. C. Farnicola, L. Iacomini, Approximating the ITS-90 Temperature Scale with Industrial Platinum Resistance Thermometers, Int J Thermophys (2008) 29:1817–1827m, DOI 10.1007/s10765-008-0463-4, 2008, URL: <http://link.springer.com/article/10.1007/s10765-008-0463-4>
- [12] Guideline DKD-R 5-1, Calibration of Resistance Thermometers, Edition 10/2003, English translation 02/2009, URL: <https://www.scribd.com/document/282998245/Dkd-r-5-1-e-Resistance-Thermometers>
- [13] TECHNIQUES FOR APPROXIMATING THE INTERNATIONAL TEMPERATURE SCALE OF 1990, BIPM, 1997, URL: <http://www.bipm.org/en/committees/cc/cct/publications-cc.html>
- [14] OIML R 84, Platinum, copper, and nickel resistance thermometers (for industrial and commercial use), INTERNATIONAL RECOMMENDATION, 2003, URL: http://www.fundmetrology.ru/depositary/04_IntDoc_all/R_E_84.pdf
- [15] Dokument „ZPRÁVA o mezilaboratorním porovnávání zkoušek: INDIKAČNÍ TEPLoměRY“, MPZ32-500-12, ČMI, 2012
- [16] D. Zvizdić, D. Šestan, Hysteresis of thin film IPRTs in the range from 100°C to 600°C, Laboratory for Process Measurements, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, Zagreb, Croatia, 2013, URL: https://bib.irb.hr/datoteka/649216.Histereza_IPRT-a_APC000445_objavljena_verzija.pdf
- [17] ČSN EN 60584-1 ed. 2, Termoelektrické články - Část 1: Údaje napětí a tolerance.
- [18] Fluke, návod k 4180 a 4181, http://us.flukecal.com/products/temperature-calibration/industrial-calibrators/infrared-calibrators/4180-4181-precision-inf?quicktabs_product_details=4
- [19] Dokument „CCT-WG5 on radiation thermometry, Uncertainty budgets for realization of scales by radiation thermometry“, CCT/03-03 (2003)
- [20] Dokument „CCT-WG5 on radiation thermometry, Uncertainty budgets for calibration of radiation thermometers below the silver point“, ver. 1.71, CCT-WG5/docs-03 (2008)



ASOCIACE AKREDITOVANÝCH A AUTORIZOVANÝCH ORGANIZACÍ, Z.S. INOVOUJE SVÉ VZDĚLÁVACÍ AKTIVITY

Ing. Jaroslav Rajlich

Asociace akreditovaných a autorizovaných organizací



Asociace akreditovaných a autorizovaných organizací, z.s. (AAAO) přikládá zásadní význam vzdělávání odborných pracovníků svých členských organizací. Od roku 2001, kdy bylo pravidelné školení odborných pracovníků zahájeno, se jej zúčastnilo na 800 zájemců. Postupně byly připraveny a realizovány prezenční kurzy ve třech úrovních:

- pro začínající odborné pracovníky autorizovaných/notifikovaných osob a pracovníky s kratší praxí, popř. pro zájemce z řad širší technické veřejnosti (jednodenní kurz)
- pro odborné pracovníky se středně dlouhou praxí ve zkušebnictví a vedoucí pracovníky na základní úrovni (jeden a půldenní kurz)
- pro vedoucí pracovníky na střední úrovni a top management zkušeben (dvoudenní kurz).

V roce 2010 byl připraven a zahájen korespondenční kurz, kterého se dosud zúčastnilo několik desítek odborných pracovníků. Pro klesající zájem je ukončen.

Absolventi všech druhů kurzů jsou v jejich závěru písemně přezkoušeni a v případě pozitivního výsledku zkoušky je jim vydán certifikát; jsou-li výsledky zkoušky nepostačující, dostanou frekventanti osvědčení o absolvování kurzu. AAAO velmi záleží na názorech účastníků kurzů. Všichni vyplňují zpětnovazební dotazník, v němž hodnotí skladbu kurzu, úroveň poskytnutých studijních materiálů, odbornou úroveň a rétorické schopnosti lektorů, starostlivost o účastníky kurzů a zodpovídají další otázky. Dotazníky jsou následně vyhodnocovány stálou komisí pro vzdělávání AAAO a v případě opakujících se připomínek je na jejich základě operativně upravována náplň kurzů.

Činnosti v oblasti posuzování shody (zkoušení, inspekce, certifikace atd.) mají multidisciplinární charakter. Odborný pracovník autorizované/notifikované osoby, oznámeného subjektu, uznané nezávislé organizace musí zvládat základy komunitárního práva (tj. legislativy Evropské unie), orientovat se v nařízeních, rozhodnutích a doporučeních Evropského parlamentu a Rady a zejména ve směrniciích pro jednotlivé výrobkové komodity a tzv. průřezových směrniciích. Samozřejmostí jsou odborné znalosti v oboru/oborech, jimiž se zabývá. Řada parametrů výrobků, jejichž shoda se posuzuje, je zjišťována zkoušením a měřením. Je tedy třeba znát používané zkušební a měřicí metody a mít praxi v užívání měřidel a zkušebních zařízení. Výsledky zkoušek, měření a posuzování

jsou obvykle zpracovávány formou protokolů. Hodí se tedy i základní stylistické dovednosti.

Tomu všemu je přizpůsobena skladba a náplň vzdělávacích aktivit. Posluchači získají základní znalosti o tzv. ochraně oprávněného zájmu, kam patří volný pohyb výrobků a posuzování shody, odpovědnost za škody, způsobené vadami výrobků a ochrana spotřebitele. Dále jsou poučeni o základech komunitárního práva a obdrží detailní informace o skladbě a struktuře směrnic Evropského parlamentu a Rady a pojetí a postupech/modulech posuzování shody. Jsou probírány zásady návrhu, konstrukce, výroby a zkoušení bezpečného výrobku. Další informace se týkají dozoru nad trhem, akreditace, podmínek dovozu a vývozu výrobků.

V roce 2016 rozhodnulo prezidium AAAO v návaznosti na změny v legislativě Evropské unie a České republiky skladbu a náplň kurzů podstatným způsobem aktualizovat. V Evropské unii platí již několik let tzv. Nový legislativní rámec (NLF), tvořený zásadními rozhodnutími a nařízeními Evropského parlamentu a Rady, v České republice nabyt účinnosti zákon o posuzování shody. Pro přípravu inovovaných kurzů byl ve spolupráci s Úřadem pro normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ) otevřen úkol PS PRZ (Plánu standardizace – Programu rozvoje zkušebnictví). Předmětem byla zatím aktualizace nejžádanějšího – jednodenního základního kurzu, určeného pro začínající odborné pracovníky a pracovníky s kratší praxí. V rámci úkolu byly zpracovány studijní materiály pro posluchače, Power – Pointové prezentace pro lektory, zpětnovazební dotazník a závěrečný písemný test pro frekventanty kurzu. Úkol byl úspěšně ukončen, oponován a Úřadem přijat. AAAO má již několik závazných objednávek pro uspořádání kurzu. V této souvislosti je třeba poznamenat, že kurz si mohou objednat (i v částečně modifikované podobě) další, zejména podnikatelské subjekty a přihlásit se mohou i jednotliví zájemci z řad širší technické veřejnosti. Probíhají jednání s Hospodářskou komorou ČR, které byl kurz (rovněž v poněkud modifikované podobě) nabídnut.

Pro informaci je v dalším uvedena skladba základního kurzu. Ten je rozčleněn do čtyř tematických celků:

- Blok 1: Úvod, právní prostředí
 - ochrana oprávněného zájmu
 - volný pohyb výrobků v EU/EHP
 - sankce – motivace podnikatelů v ČR
- Blok 2: Vstup výrobků na trh
 - základní pravidla vstupu výrobku na trh
 - technické požadavky na výrobky
 - doporučený postup výrobce
- Blok 3: Pracovní postupy/techniky
 - identifikace předpisů, které se na výrobek vztahují
 - identifikace požadavků z předpisů

- identifikace technických specifikací navazujících na předpisy
- identifikace postupů posuzování shody před uvedením výrobku na trh
- výběr vhodného PSPS
- Blok 4: Posuzování shody
 - realizace postupů posuzování shody
 - povinné označení výrobku, průvodní dokumentace.

Bližší informace o vzdělávacích aktivitách Asociace lze nalézt na webových stránkách www.aaao.cz.

Institute/organizace mohou objednat uspořádání kurzu a jednotlivci se do některého z kurzů přihlásit u vedoucí stálé komise pro vzdělávání AAAO paní Heleny Votavové (CIMTO Praha), mail: helena.votavova@seznam.cz, telefon 608 779 775 nebo na sekretariátu Asociace u asociálního rady Ing. Josefa Šenka, CSc., mail: senk@aaao.cz, telefon 604 925 669.

Předpokládá se, že v dalším bude aktualizována i náplň ostatních dvou prezenčních kurzů. Čtenáři čtvrtletníku „Metrologie“ o tom budou pochopitelně informováni.



NOVÁ KONCEPCE ROZVOJE METROLOGIE NA LÉTA 2017 AŽ 2021

Ing. Jan Tichý

Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví

Úvod

Vláda svým usnesením č. 1129 ze dne 14. 12. 2016 schválila materiál „Koncepte rozvoje národního metrologického systému České republiky pro období let 2017-2021“.

Dalo by se říci, že to je už třetí „pětiletka“, protože jde o třetí koncepční materiál předkládaný MPO Vládě ČR, vytvořený ÚNMZ a ČMI s přispěním dalších institucí národního metrologického systému (dále NMS), předkládaný na následující pětileté období. Koncepční materiál je něco jako cestovní mapa nebo strategický plán. Analyzuje (mapuje) současný stav a pokouší se odhadnout vývoj blízké budoucnosti.

V současné informační a technologické době je to velmi složité. Vyvíjí se nové obory, nastupuje tzv. 4. průmyslová revoluce, čím dál více se rozšiřují chytré (smart) měřicí systémy, více aplikací získává nanotechnologie.

Na tento dynamický rozvoj musí reagovat i příslušné instituce národního metrologického systému, jednak technickým rozvojem v daných oblastech, investicemi do nových zařízení, vývojem metod, a jednak úpravou legislativy, norem. Vyžadována je užší spolupráce mezi subjekty, ať již v oblasti výzkumu a vývoje, nebo v oblasti související legislativy, kde mají svoji odpovědnost různé rezorty.

1. Obsahová struktura koncepce

V úvodních částech je zmíněn význam a potřeba metrologie, dále uplatnění metrologie a měření v jiných rezortech a oborech než je obor průmyslu a obchodu, tj. v životním prostředí, zdravotnictví, zemědělství, dopravě, apod.

Další část koncepce se věnuje obecným směrům vývoje v metrologii a hodnotí současný stav z hlediska národního a mezinárodního rámce.

Obsáhlá kapitola je věnována jednotlivým dílčím oblastem. V legislativě se v tomto období předpokládá schválení nového zákona o metrologii, vč. prováděcí vyhlášky a vyhlášky o stanovených měřidlech.

Koncepce se zabývá také podporou podnikání, konkurenceschopnosti a rozvojem inovací, upozorňuje na nové směry vývoje. Z hlediska úkolů státu nemůže zůstat stranou ani ochrana oprávněných zájmů, tj. ochrana zdraví a bezpečnosti občanů, ochrana spotřebitele včetně dozoru nad trhem.

Důležitými kapitolami v koncepčním materiálu jsou: výzkum a vývoj v metrologii, rozvoj technické základny NMS, koordinace a spolupráce zainteresovaných subjektů na národní a mezinárodní úrovni.

Tyto kapitoly souvisí s konkrétními technickými opatřeními, investicemi a zajištěním financování rozvoje NMS. Blíže jsou tématu věnovány kapitoly 4. a 5. tohoto článku.

2. Vyhodnocení dotazníku ke koncepci

V rámci zpracování koncepce byl obelán dotazník s otázkami týkajícími se legislativy, potřeb, informovanosti o NMS, jeho technické základny a služeb.

3.1 Statistika

Zasláno bylo celkem 57 dotazníků datovými schránkami (státní správa, instituce) a 13 emailem (především hospodářské asociace).

Celkem osloveno: 57 subjektů přímo a další prostřednictvím zastřešujících organizací (např.: HK), AV ČR - předseda akademie byl osloven prostřednictvím datových schránek, navíc jednotlivé ústavy AV ČR emailem (36x), veřejnost byla informována prostřednictvím webu ÚNMZ (vyvěšení, avízo).

Došlo celkem 40 odpovědí ze státní správy, z veřejných institucí či sdružení (22), z průmyslu a hospodářských asociací (9), z VŠ, AV ČR a vědeckovýzkumných ústavů (9). Celková účast dosáhla 70,2 % (40 z 57).

3.2 Zpracované odpovědi

Odpovědi respondentů většinou odpovídaly jejich odbornému zaměření, upozorňovaly především na problémy a nedostatky ve svém zájmovém oboru. Nejvíce vyjádření přišlo především k problematice legislativy a legální metrologie, největší spokojenost byla s technickou podporou ČMI a informovaností o NMS. Celkově z analýzy odpovědí vyplývá

převažující spokojenost s nastaveným a fungujícím NMS.

Nedostatky a případná nedorozumění plynou především z legislativních kompetencí jednotlivých rezortů, kde se vzájemně prolínají potřeby legislativně uchopit měření, na základě jejichž výsledků se dále interpretuje a rozhoduje. To se týká především oblastí zemědělství, životního prostředí a zdravotnictví.

3.3 Zhodnocení dotazníkové akce

Dotazníková akce k plánované nové koncepci rozvoje metrologie na léta 2017 až 2021 splnila svůj účel. Celkově reagovala velká většina oslovených subjektů, jak z řad státní správy, odborných sdružení, průmyslu, vysokých škol a vědeckých ústavů.

Z odpovědí též vyplynulo, že současný stav NMS je plně funkční a nemá smysl jej radikálně měnit. Informovanost o NMS, technická a personální základna je zejména v oblasti měření fyzikálních a technických veličin na vysoké úrovni, srovnatelné s vyspělými zeměmi.

Určitý problém je v oblasti měření chemických a biologických veličin, jejichž výsledky se uplatňují zejména v oblasti životního prostředí, zemědělství, zdravotnictví a dopravy. Tam by měla směřovat především koordinační činnost ČMI a prohloubení spolupráce a rozvoje přidružených laboratoří.

Za technickou základnou zaostává ta legislativní a normalizační. Celkem je úspěšná otázka harmonizace technických norem a zavádění Evropských směrnic z oblasti měření a ochrany spotřebitele do národní legislativy. Větším problémem je především zastaralost zákona č. 505/1990 Sb., který byl několikrát novelizován.

Práce na novém zákoně a souvisejících vyhláškách MPO je v plném proudu a má svůj harmonogram od vypracování a schválení věcného záměru po přípravu a následný legislativní proces paragrafového znění zákona. Předpokládá se, že přijetím nového zákona a vyhlášek se vyřeší řada problémů, námětů a připomínek, které zaslaly oslovené subjekty.

V legislativě a obecně předpisové základně se též projeví mezinárodní spolupráce a činnost národní reprezentace v organizacích jako OIML a WELMEC.

4. Úkoly plynoucí z koncepce

V každé kapitole jsou navrženy úkoly, které se mají provést a jsou kontrolovatelné. Koncepce se každým rokem vyhodnocuje a v dílčích částech samozřejmě aktualizuje.

V oblasti legislativy bude prioritou přijetí nového zákona o metrologii a navazujících předpisů. Předpisy EU byly v minulém období implementovány do národního právního řádu a předpokládá se, že v daném období nebudou měněny. Předpisy EU v předmětné oblasti budou sledovány a v případě potřeby budou implementovány tak, aby byla zachována kompatibilita právních předpisů ČR s předpisy EU.

V oblasti podpory podnikání, konkurenceschopnosti a rozvoje inovací se předpokládá prudký rozvoj v následujících oblastech:

- komunikační technologie,
- informační a výpočetní technologie,
- metody a techniky kybernetiky a umělé inteligence,
- nové materiály a biotechnologie

Cílem je udržovat a rozvíjet základní metrologickou infrastrukturu v oblastech prioritních pro hospodářství a inovace v průmyslu.

Jednou z hlavních náplní činnosti legální metrologie je ochrana zdraví a bezpečnosti občanů, ochrana spotřebitelů a ochrana oprávněných zájmů stran dotčených měřením obecně zůstávají. Jedním z center zájmů budou dálkové odpočty a zde je třeba:

- ✓ zajistit kontrolu plnění metrologických požadavků při dálkových odečtech a přenosech měřených údajů při zavádění inteligentního měření a inteligentních sítí. K tomu:
- ✓ v rámci mezinárodní spolupráce v metrologických organizacích se podílet na tvorbě metrologických požadavků na systémy dálkového odečtu dat v oblastech měření dodávek vody, plynu, elektrické energie, tepla, případně dalších médií a zajistit implementaci výstupů z těchto činností v předpisové základně pro metrologii,
- ✓ zajišťovat činnost specializovaného pracoviště provádějícího expertízy softwaru v metrologických aplikacích s využitím mezinárodních porovnání zkoušek,
- ✓ s využitím mezinárodní kooperace analyzovat rizika a odhalovat mechanismus ovlivňování měřidel prostřednictvím elektronických prvků a softwarových funkcí,
- ✓ technicky a personálně zajistit praktickou realizaci kontroly měřidel a měřících sestav s dálkovým odečtem a zpracováním dat v případě zavedení dálkových odečtů.

Předpokládá se zajištění efektivní kontroly nad trhem při uvádění stanovených měřidel na trh a kontrolu v době jejich používání. K tomu udržovat systém státního metrologického dozoru a spolupracovat s jinými státními dozorovými orgány při výměně informací.

Výzkum a vývoj v metrologii jako horizontálním vědním oborů svými výstupy významně přispívají k technickému rozvoji, růstu efektivity a konkurenceschopnosti. Má klíčový vliv na zavádění nových technologií a inovací a dodržování jakosti a kvality a významně se podílí na dosahování národních strategických cílů. Výzkum a vývoj v metrologii bude realizován zejména prostřednictvím samostatných nebo společných programů a projektů financovaných z národních nebo mezinárodních, především evropských zdrojů. Ve vhodných oblastech bude využívána přímá kooperace s průmyslovými firmami.

5. Technická příloha

Technická příloha je zpracována podle dílčích oborů a představuje cíle a plán prací, které bude v příštím období řešit především ČMI a další složky NMS v rámci programu rozvoje metrologie. Na základě této přílohy Koncepce se řídí i hlavní směřování investic do rozvoje technické základny NMS.

Závěr

Koncepce je materiál živý, který dle momentálního vývoje podléhá aktualizaci. Každoročně probíhá vyhodnocení koncepce, které kontroluje plnění dílčích úkolů, analyzuje současný stav a příp. předkládá návrhy k úpravě a změnám v dílčích částech.

Článek čerpá z dokumentů, které jsou veřejně přístupné a byly zveřejněny na internetové stránce ÚNMZ v rubrice metrologie: v odrážce „rozvoj v metrologii“ / „koncepte rozvoje metrologie 2017 až 2021“. Zde již jsou příslušné dokumenty přístupné.

Zdroje a literatura

[1] Usnesení vlády ČR ze dne 14.12.2016 č.1129, Úřad vlády ČR, 2016

[2] Koncepte rozvoje národního metrologického systému ČR pro období let 2017 – 2021, materiál Ministerstva průmyslu a obchodu, část III materiálu 1526/16, MPO Praha, 2016

[3] Rozvoj technické základny NMS podle jednotlivých oborů metrologie, Příloha č. 1 Koncepte, zpracovatelé MPO, ÚNMZ, ČMI, Praha 2016

[4] J. Tichý, Hodnocení dotazníkové akce, zpracovaná analýza, 2016



PŘÍRUČKA PRO REFERENČNÍ MATERIÁLY – KVALIMETRIE 21

doc. Ing. Zbyněk Plzák

Ústav anorganické chemie AV ČR, v.v.i.

Ing. Jan Tichý

Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví

Úvod

Příručky pro laboratoře pod označením KVALIMETRIE jsou v evropském kontextu ojedinělé. Doposud bylo vydáno 21 dílů.

KVALIMETRIE - Řada příruček pro laboratoře



- Právě posledně vydaný 21. díl obsahuje dvě části:
- 1) Autorskou metodickou příručku *Referenční materiály v chemické analýze*
 - 2) Překlad dokumentu Eurachem/CITAC *Setting and Using Target Uncertainty in Chemical Measurements*

Autorská část revidovala a doplnila původní text z Kvalimetrie 14 (z roku 2004). Během 12 let se zcela změnil přístup v požadavcích na kvalitu referenčních materiálů (RM) a všechny zásadní dokumenty o referenčních materiálech (vytváří je výbor ISO pro referenční materiály - ISO/REMCO jako Pokyny ISO) byly revidovány a prošly významnými změnami.

Do jednoho ISO Pokynu se sloučily původní ISO Pokyny 32 a 33. Nově zůstal ISO Pokyn 33, ISO Pokyn 32 byl zrušen. Novým předpisem (doporučením) je i ISO Pokyn 80 a změněny byly všechny další ISO Pokyny: 30, 31 a 35. ISO Pokyn 34 byl úspěšně revidován v roce 2009 a v současné době je již schválena norma ISO 17034 *Obecné požadav-*

ky na způsobilost výrobců referenčních materiálů, která ho nahrazuje a bude v budoucnu sloužit jako základ pro akreditaci výrobců RM.

Na tento vývoj reaguje nová metodická příručka a přináší čtenářům z laboratoří v jediné souhrnné stati ucelený pohled na to, jak kvalifikovaně vybírat a používat RM pro řešení svých analytických úloh.

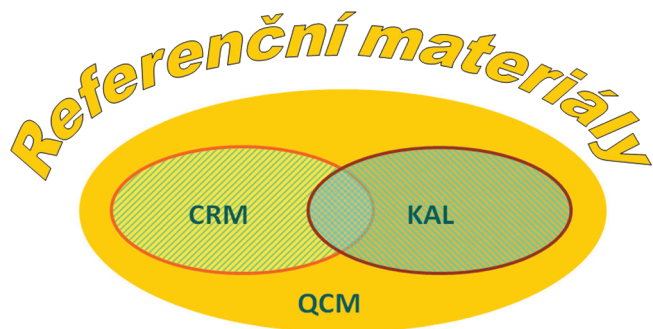
Druhou částí Kvalimetrie 21 je standardní práce Eurachem-ČR a to překlad mezinárodní příručky vydané Eurachem (*Setting and Using Target Uncertainty in Chemical Measurements*) přeložené do češtiny jako: *Nastavení a používání cílové nejistoty v chemických měřeních*.

Eurachem-ČR při této činnosti spolupracuje s ČIA, má autorské i odborné překladatelské zázemí, které je zárukou udržení kontinuity především v použité přeložené české terminologii. Dokumenty ISO/REMCO, které jsou v českém překladu vydávány jako Technické normalizační informace (TNI), hrají významnou roli při akreditaci výrobců referenčních materiálů.

V další části článku se autoři věnují právě oblasti referenčních materiálů, jak o ní pojednává v deseti kapitolách Kvalimetrie 21 kolektiv osmi předních českých odborníků.

V úvodní kapitole jsou shrnuty nejen změny v oblasti terminologie, ale kapitola zdůrazňuje zásadní změnu přístupu k referenčním materiálům. Zatímco dříve při pojednání o referenčních materiálech byla takřka celá pozornost věnována certifikovaným referenčním materiálům (CRM) a necertifikované referenční materiály představovaly okrajovou problematiku, současný přístup považuje referenční materiál za generický pojem, který zastřešuje všechny kategorie referenčních materiálů, které jsou do množiny referenčních materiálů začleněny (**obr. 1**).

Mezi ně patří certifikované referenční materiály, kalibrátory a materiály pro kontrolu kvality. V souladu s tímto přístupem jsou ve všech pokynech ISO REMCO formulovány požadavky na referenční materiály obecně a pro další kategorie jsou jen uvedeny další specifické požadavky, které například u certifikovaných referenčních materiálů požadavky na tyto materiály dále zpřísňují. Ilustrací tohoto přístupu je fakt, že donedávna neexist-



Obr. 1: Mezi referenční materiály patří: Certifikované referenční materiály (CRM), kalibrátory (kalibrační standardy, KAL) a materiály pro řízení kvality - (QCM – Quality Control Material)

toval název pro dokumentaci připojenou k referenčnímu materiálu jinému než certifikovanému. Jako nedílnou součástí certifikovaného referenčního materiálu je jeho certifikát, obsahující základní údaje potřebné pro jeho použití, u referenčního materiálu obecně se pro takový dokument nově zavádí název informační list produktu (product information sheet).

Kromě certifikovaných referenčních materiálů se v laboratorních setkáváme v poslední době stále častěji jak v literatuře, tak i v analytické praxi s dalšími dvěma kategoriemi referenčních materiálů. Jsou to:

- Materiály pro řízení kvality (QCM), (quality control material – QCM, in-house RM, pracovní standardy, aj.) představují dostatečně homogenní materiál, který se používá při řízení kvality – zjišťování a kontrolu stavu statistické regulace analytického systému kontrolními vzorky. Zásady pro vlastní přípravu těchto materiálů jsou předmětem příručky publikované jako nový Pokyn ISO 80 [1]. Podrobně se těmito zásadami zabývá kapitola 7 Kvalimetrie 21 jak uvedeme dále.
- Kalibrátor je referenční materiál použitý pro kalibraci zařízení nebo měřicího postupu.

Další kapitola je pomocí pro laboratoře při výběru referenčních materiálů. Zatímco u fyzikálních měření je péče o etalony úlohou státních institucí a státem i financována, analoga etalonů pro oblast chemických měření - referenční materiály jsou speciálním zbožím, jehož výběr je plně v odpovědnosti laboratoře. Ta v poslední době může při výběru RM využívat i prověrku kvality výrobců referenčních materiálů – jejich akreditaci, probíhající obdobně jako akreditace laboratoří. Vývoj akreditace výrobců RM ve světě a v ČR shrnuje kapitola 2.5.

Hodnocení kvality výsledků je pro laboratoře stěžejní záležitostí a představuje základní činnost při validaci měřicího postupu. Může se provádět jako součást zajišťování kvality výsledků měření, validace metod nebo obojího, jak o tom pojednává další kapitola. Pro kontrolu vychýlení je podstatné, aby reference, vůči které je vychýlení kontrolováno, byla spolehlivá a metrologicky návazná a hodnocení vychýlení se nyní provádí výhradně nejistotovým přístupem podle Pokynu ISO 33:2015 [2]. Test vychýlení (bias) analýzou CRM je založen na porovnání rozdílu experimen-

talně stanovené hodnoty x_{meas} s certifikovanou hodnotou x_{CRM} a rozšířenou nejistotou tohoto rozdílu.

Vychýlení je nevýznamné, jestliže platí vztah (1)

$$|x_{meas} - x_{CRM}| \leq k \sqrt{u_{meas}^2 + u_{CRM}^2} \quad (1)$$

ve kterém k je koeficient rozšíření a u_{meas} a u_{CRM} jsou kombinované standardní nejistoty experimentálně stanovené a certifikované hodnoty.

Další dvě kapitoly Kvalimetrie 21 se zabývají úlohou RM při přenosu hodnot, tedy kalibrací a jejími modely, metrologickou návazností výsledků měření a přidělením hodnot dalším materiálům, pátá pak zacházením s RM.

Informace o dostupnosti referenčních materiálů si též musí zajišťovat laboratoře převážně sami a věnuje se tomu šestá kapitola Kvalimetrie 21. Kromě běžných nástrojů je vydatnou pomocí databáze COMAR, vytvářená pod záštitou ISO/REMCO od konce sedmdesátých let minulého tisíciletí a obsahující informace o více než 10 tisících převážně CRM. Významnou předností databáze COMAR jsou hypertextové odkazy u mnoha RM, které vedou až k certifikátům či certifikačním zprávám, jež je možno ve formě pdf souborů stáhnout a vytisknout.

V roce 2014 komise ISO/REMCO vytvořila, po dlouhé diskusi, pokyn pro vlastní přípravu vnitrolaboratorních materiálů pro řízení kvality (QCM). Pokyn byl vydán pod označením ISO GUIDE 80 [1] a jeho hlavní zásady představuje, protože se jedná o nový přístup, poměrně obsírně sedmá kapitola Kvalimetrie 21. RM pro řízení kvality se používají k sledování výkonnosti metod, které již byly validovány s cílem zjistit, zda metoda se nevymyká statistické kontrole. Obecně však požadavky na takový RM jsou méně náročné než u CRM.

V principu platí při použití referenčních materiálů (RM) stejné zásady, jako při použití jiných referenčních materiálů chemického složení. Určité zvláštnosti a specifické normy a názvosloví oboru laboratorní medicíny byly ale důvodem pro popsání zvláštností použití RM v klinických laboratořích ve zvláštní kapitole Kvalimetrie 21.

Jednotlivé postupy hodnocení a přenosu hodnot prostřednictvím referenčních materiálů doprovází v Kvalimetrii 21 tři příklady praktických řešení. Stěžejní zásady práce s referenčními materiály – zlatá pravidla – jsou opět uvedena v rámečcích na konci textu jednotlivých kapitol.

Literatura

- [1] ISO Guide 80:2014 Guidance for the in-house preparation of quality control materials (QCMs). zaveden jako TNI POKYN ISO 80:2015 Příručka pro vlastní přípravu materiálů pro řízení kvality (QCM). ÚNMZ Praha 2015.
- [2] ISO Guide 33:2015. Reference materials — Good practice in using reference materials. ISO, Geneva, 2015 zaveden jako TNI POKYN ISO 33 Referenční materiály - Správná praxe při jejich používání. ÚNMZ Praha 2016.

PROGRAM ROZVOJE METROLOGIE 2016

Ing. Jiří Beran

Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví

V Programu rozvoje metrologie 2016 bylo zařazeno celkem 34 úkolů. Z tohoto počtu řešil Český metrologický institut (ČMI) 12 úkolů, ostatní subjekty zbývajících 22 úkolů. Z nich přidružené laboratoře ČMI Výzkumný ústav geografický, topografický a kartografický, Zdičky a Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR 4 úkoly.

Všechny úkoly byly v souladu s pravidly pro ukončování úkolů PRM a jejich zadáním ukončeny závěrečnými oponenturami, při nichž bylo konstatováno jejich splnění.

Tato informace je pro lepší přehlednost rozdělena na dvě části.

První informuje o úkolech, které řešil Český metrologický institut, v druhé části jsou popsány výstupy úkolů ostatních řešitelů.

Výsledky a výstupy řešení jednotlivých úkolů:

A) Úkoly ČMI

č. II/1/16 Uchovávání státních etalonů

Základním cílem úkolu byly práce spojené s uchováváním a pravidelným udržováním požadovaných metrologických vlastností 52 státních etalonů ČR provozovaných v ČMI s cílem zajištění jejich požadované funkčnosti a využitelnosti pro navazování měřidel nižších řádů. Seznam příslušných etalonů je uveden na webových stránkách ÚNMZ v části metrologie v rubrice metrologický systém.

č. V/1/16 Státní metrologický dozor

Na základě výsledků realizovaného státního metrologického dozoru lze konstatovat, že věcné plnění bylo v souladu se zadáním úkolu a stanovenými cíli.

Jednotlivé kontroly byly zaměřeny na dodržování povinností stanovených výrobcům, opravcům a uživatelům stanovených měřidel a autorizovaným subjektům zákonnými předpisy a podmínkami registrace resp. autorizace.

V období leden až říjen 2016 byly u jednotlivých prověřovaných skupin subjektů realizovány následující počty dozorových akcí:

Druh SMD	Počet dozorů	Z toho zjištěny závady
Autorizovaní metrologická střediska	32	2
Silniční cisterny	11	0
Registrované subjekty	7	1
Distribuce	55	8
Čerpací stanice PHM	70	9
Zdravotnictví (vč. nemocnic)	33	1
Neplánované dozory	23	4

č. VI/1/16 Zabezpečení mezinárodní spolupráce v oblasti metrologie

Jednalo se o komplexní úkol zabezpečující nezbytně nutnou mezinárodní spolupráci v metrologii v zájmu ČR, v rámci působnosti ČMI. Řešení se zúčastnilo podle potřeby dílčích úkolů zhruba 50 zaměstnanců ČMI. Rozhodující část úkolů byla zabezpečena zejména formou zahraničních služebních cest. Týkaly se především prací v rámci sdružení EURAMET, Metrické konvence, OIML (člena výboru CIML), WELMEC, DUNAMET, NCSLI (National Conference of Standards Laboratories), EA a ISO CASCO a zastoupení v mezinárodních komisích (CIE – Mezinárodní komise pro osvětlování). Dále byla zabezpečována koordinace účasti laboratorí ČMI na projektech vyplývajících ze spolupráce s národními metrologickými instituty v rámci mezivládních dohod. Dále reprezentace ČR na jednáních, konferencích a odborných seminářích.

Český metrologický institut splnil v roce 2016 všechny úkoly vyplývající ze zabezpečení mezinárodní metrologické spolupráce.

č. VII/8/16 Metrologický předpis – metody zkoušení pro měřidla proteklého množství vody

V oblasti měření proteklého množství vody došlo v poslední době k výrazným změnám mezi starým a novým přístupem, čemuž byly přizpůsobeny i technické normy a doporučení. Používána jsou však měřidla proteklého množství vody schvalovaná za různých období. Přístup k těmto měřidlům z hlediska metrologie proto vyžaduje znalosti jak z oblasti legislativy, tak i po technické stránce a ve vztahu k příslušnému období.

Uvedený metrologický předpis by měl být jednotným návodem pro práci autorizovaných metrologických středisek a zabezpečit práci v souladu s platnými mezinárodními normami a doporučeními. Zároveň má také přispět ke snížení rizika uvádění případných chybných výsledků.

Tento předpis podrobně rozpracovává metody zkoušení měřidel proteklého množství vody (vodoměrů na studenou a teplou vodu) uvedené v platných Opatřeních obecné povahy a doplňuje informace, nacházející se v platných národních a mezinárodních normách a doporučeních, které je potřebné využívat.

Tyto metody mohou být použity pro ověření stanoveného měřidla ve smyslu zákona o metrologii č. 505/1990 Sb. ve znění pozdějších předpisů nebo posouzení shody v souladu s nařízením vlády č. 120/2016 Sb, které provádí Český metrologický institut, autorizované metrologické středisko (AMS) na základě požadavků subjektů nebo výrobce měřidel proteklého množství vody.

Tyto metodiky mohou být dále implementovány do interních pracovních postupů autorizovaných metrologických středisek.

č. VII/9/16 Zajištění překladu doporučení OIML D 11 pro zkoušení vlivů okolního prostředí u měřicích přístrojů

Předmětem úkolu byl překlad mezinárodního dokumentu pro legální metrologii OIML D 11 specifikujícího základní požadavky na měřicí přístroje – vlivy okolního prostředí: OIML D 11 General requirements for measuring instruments - Environmental conditions.

Překlad je využitelný pro ČMI (zkoušky schvalování typu, činnosti posuzování shody) a výrobce měřidel.

č. VII/10/16 Vypracování metrologického předpisu pro ověřování stanovených měřidel – tachografů s registrací pracovní činnosti řidičů motorových vozidel

Zpracovaný metrologický předpis (MP) navazuje jako prováděcí technický dokument na opatření obecné povahy, které vydal ČMI ke stanovení metrologických a technických požadavků na stanovená měřidla a metod jejich zkoušení při schvalování typu a ověřování ve smyslu svého zmocnění v § 24c a 24d zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon“). MP stanovuje postup zkoušení tachografů s registrací pracovní činnosti řidičů motorových vozidel, která jsou jimi povinně vybavena, při jejich ověřování a doplňuje detailní informace potřebné ke správné a jednotné interpretaci příslušného opatření obecné povahy při provádění a vyhodnocování zkoušek prováděných při ověřování tachografů.

č. VII/11/16 Vypracování metrologického předpisu pro ověřování stanovených měřidel – přístrojů na měření tlaku krve

Cílem úkolu bylo vypracování metrologického předpisu (dále jen „MP“) pro stanovená měřidla – přístroje na měření tlaku krve. MP navazuje jako prováděcí technický dokument na revidované Opatření obecné povahy č. 0111-OOP-C004-09, které ČMI vydal ke stanovení metrologických a technických požadavků na stanovená měřidla a metod jejich zkoušení při schvalování typu a ověřování ve smyslu zmocnění zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii, ve znění pozdějších předpisů.

MP stanoví postup zkoušení přístrojů na měření tlaku krve („tonometrů“) při jejich ověřování a doplní detailní informace potřebné ke správné a jednotné interpretaci příslušného opatření obecné povahy při realizaci a vyhodnocování zkoušek prováděných při ověřování předmětných stanovených měřidel.

č. VII/14/16 Vypracování metrologického předpisu pro ověřování stanovených měřidel – vah pro vysokorychlostní kontrolní vážení silničních vozidel za pohybu

Opatření obecné povahy (OOP) stanovují základní požadavky na měřidla, z principu však ne vždy mohou plnit funkci metrologického postupu při ověřování. Při ověřování vah pro vysokorychlostní kontrolní vážení silničních vozidel za pohybu vznikla objektivní potřeba obsah příslušného OOP vhodnou formou detailněji specifikovat a doplnit, a to za účelem vytvoření příslušného metrologického

předpisu (MP) majícího povahu pracovního postupu pro ověřování uvedeného druhu stanovených měřidel. Tento MP byl vypracován v rámci tohoto úkolu. Jejich technické a metrologické požadavky včetně metod zkoušení při schvalování typu a při ověřování jsou stanoveny Opatřením obecné povahy č. 0111-OOP-C010.

č. VIII/4/16 Návrh zkušebního zařízení a metodiky pro kontrolu měřidel na cisternách v provozu

Hlavním cílem úkolu byl návrh etalonového zkušebního zařízení a metodiky pro provádění kontroly měřidel na silničních cisternách v provozu při závozu čerpacích stanic pohonných hmot z důvodu doposud nedostatečné kontroly z hlediska přesnosti měření.

Vyvinuté mobilní zařízení, které bude navázáno na etalony ČMI bude využíváno i při funkčních zkouškách v AMS.

Součástí řešení byly předběžné zkoušky měřidel (průtokoměrů) různých principů vzhledem k jejich vhodnosti pro zamýšlený účel použití. Jednalo se o objemová průtočná měřidla nebo hmotnostní průtokoměry různých světlostí.

Na základě získaných podkladů vyšlo jako vhodnější použití objemového průtočného měřicího principu. Výběr tohoto měřidla neomezuje i použití zařízení při funkčních zkouškách v AMS na technické kapaliny.

Uvedení etalonového zkušebního zařízení do provozu by mělo zabezpečit možnost kontroly měřidel na silničních cisternách, které v řetězci distribuce pohonných hmot rafinérie – dopravce – čerpací stanice tvoří z hlediska metrologické kontroly v provozu nejslabší článek. Je to z toho důvodu, že v současné době není reálná možnost provádět na těchto měřidlech výkon státního metrologického dozoru z hlediska správnosti měření.

Důležitým přínosem řešení je možnost provádět kontrolu z hlediska správnosti měření měřidel na silničních cisternách v rámci distribučního řetězce pohonných hmot.

č. VIII/5/16 Specifikace vybraných funkcionalit měřidel tepla a jejich metrologická kontrola pro oprávněné legislativní využití v rámci stanovených pracovních měřidel

V rámci řešení úkolu bylo provedeno:

- Specifikace vybraných funkcionalit MT (měřidel tepla) a jejich fyzikální formulace v návaznosti na hlavní veličinu – měřenou tepelnou energii.
- Návrh metod jejich metrologické kontroly, potřebného přístrojového vybavení, hranice dovolených chyb měření, atd.
- Výběr několika charakteristických typů měřidel tepla a na nich vykonána příslušná měření v návaznosti na výše uvedený bod b) ve spolupráci s vybranými kompetentními laboratořemi – AMS.
- Zpracován návrh dokumentu, který bude následně využíván pro metrologické zkoušky MT při jejich uvádění na trh, resp. při jejich typovém schvalování. Dokument může být využit i na mezinárodní úrovni (např. v rámci WELMEC).

Na základě získaných podkladů bude možno v následném období zpracovat finální dokument (MP).

č. VIII/7/16 Adekvátní ochrana softwaru v měřicích přístrojích v souvislosti s posouzením rizika dle nově schválených směrnic 2014/31/EU a 2014/32/EU

Cíle úkolu byly následující:

Vypracování objektivní analýzy postupů pro posuzování rizik software a ICT produktů (dále jen „SW“) v měřicích přístrojích podléhajících zákonné kontrole pro podporu notifikovaných osob (dále jen „NO“), úřadů pro dohled nad trhem a výrobců.

Zavedení a uplatnění znalostí, které obsahují posouzení rizik a příslušné scénáře útoku na SW s cílem ulehčit přijetí nového postupu.

Využití synergického přístupu pro spojení patřičných zaměření na posouzení rizika od úřadu pro dohled nad trhem a NO.

Vyhodnocení dosavadních národních a mezinárodních znalostí, které monitorovaly nedostatky měřicích přístrojů na trhu s cílem rozšířit databázi pro IT útoky a použít je pro analýzu rizik.

Aplikovat a testovat postupy na reálných případech.

Harmonizace na evropské a mezinárodní úrovni (WELMEC a OIML).

Přenos výsledků a postupů pro ETSI nebo CEN/CENELEC, realizace adekvátních opatření, návrhy řešení IT bezpečnosti měření pro inovativní přístupy. Např. Industry 4.0, IoT, Cloud Computing.

č. VIII/8/16 Informační servis pro veřejnost

Hlavní cíle úkolu:

- poskytovat informace a konzultace odborné a laické veřejnosti z regulované oblasti metrologie,
- zlepšit povědomí občanů o rozsahu působnosti zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii, ve znění pozdějších předpisů, a jeho prováděcích vyhlášek,
- napomáhat občanům v orientaci v právní úpravě metrologie platné v ČR,
- sdělovat podpůrné informace za účelem řešení životních situací občanů souvisejících s působností zákona o metrologii,
- minimalizovat náročnost a složitost přístupu k informacím pro občany,
- vytvořit přístupy pro veřejnost k tzv. informačnímu portálu, prostřednictvím něhož bude možné o informace žádat,
- vytvořit, zprovoznit a zpřístupnit informativní databázi národních certifikátů o schválení typu včetně možnosti přístupu k obsahu těchto dokumentů,
- poskytnout podporu hospodářským subjektům, montážním organizacím či opravcům.

B) Úkoly řešené ostatními subjekty

Řešitel

č. II/2/16 Uchovávání státního etalonu času a frekvence
ÚFE AV ČR

Součástí řešení úkolu byla:

Nepřetržitá fyzická aproximace sekundy TAI a s ní koherentních signálů:

Sekunda TAI byla v popisovaném období aproximována trváním sekundy UTC(TP) generované z hodin 5071A/001 v.č. 1227. Rozšířená nejistota v průměrovacím intervalu 1 den měla ve sledovaném období hodnotu $1,89 \times 10^{-14}$.

Realizace národní časové stupnice UTC(TP) jako fyzické predikce času UTC:

Národní časová stupnice UTC(TP) byla odvozována z realizace sekundy UTC(TP). Světový čas UTC byl predikován s rozšířenou nejistotou 32 ns v predikčním intervalu 20 dnů. Pomocí frekvenčních korekcí byl udržován rozdíl mezi UTC a UTC(TP) s rezervou v doporučeném intervalu < 100 ns.

Navazování atomových hodin ČR pro vytváření TAI:

Prostřednictvím UTC(TP) byly ve sledovaném období navazovány čtyři volně běžící atomové stupnice cesiových hodin operujících v ČR tak, aby mohly vstupovat do váženého průměru pro výpočet stupnice TAI.

Účast na klíčových porovnáních BIPM:

Navázání UTC(TP) na UTC se dělo prostřednictvím klíčových porovnání CCTF-K001.UTC opírajících se o průběžné měření časové difference UTC(TP) – T(GPS). V rámci experimentu TAIPPP byla do BIPM zasílána též data ve formátu RINEX.

Analýza časového transferu z/do laboratoře:

Stupnice UTC(TP) byla průběžně porovnávána proti systémovému času T(GPS). Byla prováděna týdenní statistická analýza průběhů časových diferencí pro USNO a PTB získaných metodou společných pozorování GPS s důrazem na diferenci UTC(TP) – UTC(PTB).

Realizace krátkodobě stabilní frekvence:

Zdrojem krátkodobě stabilních signálů byly dva kystalové oscilátory BVA 5 MHz Oscilloquartz 8600-BC5GE v.č. 291 a 315. Byla změřena krátkodobá stabilita cesiových hodin.

Rekalibrace etalonů a základních měřicích systémů laboratoře:

Laboratoř provedla opakovanou kalibraci analyzátoru časových odchylek TSC-5110A a čítače časových intervalů SR-620.

Uchovávání databáze:

V počítačové formě jsou dostupná všechna data i analýzy týkající se metrologických parametrů etalonu a jeho interního i externího navazování.

Spolupráce v oblasti TF:

Laboratoř se podílí na řešení projektů EURAMET č. 1146 a 1152.

č. II/3/16 Uchovávání státního etalonu velkých délek
ECM 110-13/08-041 **VÚGTK**

Základním cílem úkolu bylo uchovávání státního etalonu (SE) délek 24 m až 1450 m – kompletu složeného z délkové geodetické základny Košice a elektronického dálkoměru Leica TCA 2003.

Úkolem řešení v roce 2016 bylo zajištění další funkce SE a provedení:

- metrologické návaznosti SE dle podmínek Rozhodnutí ÚNMZ č.j. 922/08/05 z 28.05.2008 o pověření VÚGTK uchováváním SE,

- z hlediska stability svých parametrů nepatří tento etalon v souvislosti s podložím v místě lokalizace k nejstabilnějším a je proto nutné systematickým měřením provádět sledování vývoje stability jeho délkových parametrů. V této souvislosti došlo i k doplnění kompletu státního etalonu o laserový tracker Leica AT401 a v roce 2015 i o totální stanici Leica MS 50.

č. II/4/16 Uchovávání státního etalonu tíhového zrychlení ECM 120-3/08-040 **VÚGTK**

Základním cílem úkolu bylo uchovávání metrologických vlastností státního etalonu tíhového zrychlení, kterým je absolutní balistický gravimetr FG5 č. 215.

Úkol se skládal ze tří dílčích cílů, částečně zaměřených i k rozvoji státního etalonu:

V rámci prvního dílčího úkolu (Kalibrace vybraných zařízení etalonu) byla provedena kalibrace rubidiového oscilátoru, multimetru a ocelového měřítka.

Druhý dílčí úkol (Vyhodnocení EURAMET.M.G-K2 klíčového porovnání) je ve fázi schvalování Draftu A. Byla vypracována čtvrtá verze draftu a rozeslána účastníkům k připomínkám. Většina účastníků již dokument schválila a nebyly připomínkovány žádné závažné nedostatky. Lze předpokládat, že poslední pátá verze dokumentu (malé opravy a doplnění verze 4) bude CCM-WGG ke schválení.

Třetí dílčí úkol (Vypracování technického postupu a vzoru kalibračního listu ke kalibraci absolutních gravimetrů) směřoval ke schválení CMC, týkající se kalibrace absolutních gravimetrů,

č. III/13/16 Rozvoj etalonáže času a frekvence **ÚFE AV ČR**

Hlavní cíle byly:

1. rozšíření teoretické analýzy využití vybraných signálů (konkrétně E1, E5a, E5b a E5 AltBOC) navigačního systému GALILEO
2. vypracování metodiky pro porovnávání časových stupnic s využitím signálů systému GALILEO
3. experimentální ověření vlastností časového transferu

V první etapě byla vypracována teoretická analýza a proběhlo měření spektrální výkonové hustoty vybraných signálů systému GALILEO. Signály GALILEO v porovnání se signály GPS a dalších GNSS vykazují vyšší efektivní šířku spektra, což je základní předpoklad pro dosažení lepší přesnosti časového transferu.

Ve druhé etapě řešení úkolu byla instalována měřicí aparatura umožňující příjem všech signálů systému GALILEO. Potom bylo provedeno (v souladu s metodikou navrženou během první etapy řešení úkolu) experimentální ověření časového transferu s využitím signálů GALILEO.

Porovnání s časovým transferem pomocí GPS ukazuje, že systém GALILEO dosahuje srovnatelných výsledků a je možné předpokládat, že přesnost časového transferu bude v budoucnu (po umístění všech 30 družic GALILEO) i mírně lepší než při použití signálů GPS.

č. III/14/16 Primární návaznost hmotnostních a objemových měřidel mikroprůtoku **MFF UK**

Předmětem řešeného úkolu bylo navázání sekundárního etalonu mikroprůtoku molbloc™/molbox™ na primární etalon založený na objemovém principu pro hodnoty proudu plynu pod 1 ml/min. Primární návaznost v oboru mikroprůtoku plynů přímým měřením hmotnosti (hmotnostní princip) se blíží hranici fyzikálních možností. V SMVL MFF UK a ČMI byly v rámci vývoje primární etalonáže vakua vyvinuty vysoce kvalitní etalony (objemový princip) a pomocná zařízení, umožňující zajistit tuto primární návaznost. Tyto přístroje však byly optimalizovány pro obor vakua.

V rámci řešení úkolu byl proveden podrobný rozbor možností primárního měření průtoků plynu na objemovém principu včetně analýzy jednotlivých uspořádání. Analýza možnosti využití primárního průtokoměru konstantního tlaku skupinového etalonu UHV včetně provedených ověřovacích testů potvrdila schopnost tohoto průtokoměru pracovat i v tomto režimu, ovšem za cenu rizika destrukce systému vyšším používaným tlakem plynu.

Jako perspektivní řešení se v rámci řešení úkolu ukázalo (a to i s přihlédnutím k vedlejším cílům v maximální míře využít stávajících zařízení) uspořádání pro měření přírůstku množství plynu na výstupu za konstantního tlaku. Jedná se o využití původně pomocného zařízení skupinového etalonu UHV – malého oběhového měřicího zařízení (OMZ). Byla proto provedena analýza této možnosti kalibrace včetně vytvoření matematického modelu a jeho rozboru na konkrétním příkladu užití s prvkem molbloc™.

Potřeba použití systému jako primárního standardu vyžadovala podrobný rozbor jednotlivých příspěvků k celkové nejistotě metody, včetně provedení navázání klíčových komponent na odpovídající etalony (průřez pístu, délka posuvu, pracovní tlaku plynu, čas, teplota). Celková nejistota je tak pro průtoky 1 a 0,1 ml/min 0,11 %, pro 0,01 ml/min je 0,27 %, pro 0,001 ml/min je 2,5 %. V porovnání s možnostmi gravimetrické kalibrace jsou tyto hodnoty velmi příznivé, systém je schopen generovat průtoky v rámci tří řádů.

Součástí řešení je popis obsluhy kalibračního systému OMZ shrnující uspořádání celkové sestavy a obsahující doporučený postup kalibrace.

Konečným výsledkem úkolu je vytvoření primární návaznosti měřidel mikroprůtoků pod 1 ml/min pro ČMI na objemovém principu.

č. VII/1/16 Zpracování nových kalibračních postupů **ČMS**

Výsledkem řešení úkolu jsou kalibrační postupy pro následující druhy měřidel:

- Etalony kapacity
- Etalony indukčnosti
- Etalony odporu pro střídavý proud
- Dotykové přístroje na měření drsnosti povrchu
- Speciální nastavovací etalony pro 3D měření
- Defektoskopické etalony (měrky K1 a K2)
- Penetrační jehly
- Ultrazvukové tloušťkoměry

č. VII/2/16 Revize vydaných kalibračních postupů**ČMS**

V rámci řešení úkolu jsou kalibrační postupy uvedeny do souladu s platnými normami a doplněny o postupy stanovení nejistot se vzorovými příklady. Dále byl sjednocen jejich obsah i forma.

Jedná se o postupy pro následující skupiny měřidel:

- Vzorové drsnosti povrchu
- Měřidla pro revizní techniky
- Analogové a číslicové osciloskopy
- Nízkofrekvenční generátor.

VII/3/16 Metodika provozního měření**ČMS**

V rámci řešení úkolu byly zpracovány:

- Metodika provozního měření pomocí mikrometrů
- Metodika provozního měření teploty bezkontaktními (IR) teploměry ve zdravotnictví

Vypracované metodiky provozního měření jsou postupy, které dosud nebyly takto zpracovávány. Mají přímý vliv na kvalitu výrobních a kontrolních procesů v průmyslových a zdravotnických provozech. Vhodně doplňují a kompletují předpisové základny pro mikrometry a bezdotyková měřidla teploty lidského těla.

č. VII/5/16 Referenční materiály – Návod pro charakterizaci a posuzování homogeneity a stability materiálu**ČIA**

Výstupem řešení úkolu je překlad dokumentu ISO G 35 „Reference Materials - Guidance for the characterization and the assessment of the homogeneity and stability of the material“, který byl dále zpracován s grafickou úpravou jako podklad pro vydání TNI.

č. VII/6/16 Referenční materiály v chemické analýze a cílová nejistota chemických měření**EURACHEM-ČR**

Výsledkem řešení úkolu je vydaný 21. díl KVALIMETRIE, který je složen z metodické příručky zaměřené na používání referenčních materiálů v chemické analýze. Zde byla provedena revize a doplnění příručky, která byla vydána v roce 2004 jako část KVALIMETRIE 14.

Za posledních 10 let došlo k publikování několika zásadních dokumentů v oblasti RM a názvosloví (pokyny ISO či VIM 3) a bylo třeba laboratoře vybavit novou podobou této metodické příručky.

Záměrem bylo vytvořit text, který poskytne nejen pracovníkům laboratoří komplexní návod pro rozhodování o konkrétních úlohách a jejich provedení v oblasti základního nástroje pro zajištění kvality a porovnatelnosti měření – referenčních materiálů.

Druhá část příručky obsahuje překlad nejnovějšího pokynu Eurachem/CITAC Setting and Using Target Uncertainty in Chemical Measurement, který se po teoretické stránce a formou příkladů věnuje problematice použití a stanovení cílové nejistoty měření, což je důležitá problematika nejen pro akreditované laboratoře.

č. VII/7/16 Nejistoty měření ukazatelů čistírenského kalu včetně vzorkování**CSlab Praha**

Tento úkol se pomocí cíleného mezilaboratorního experimentu zabýval stanovením a přezkoumáním reálně dosažovaných nejistot měření a odhadem cílových nejistot u ukazatelů čistírenských kalů, a to včetně vzorkování. Cíle úkolu bylo dosaženo porovnáním výsledků pro vzorky odebrané účastníky mezilaboratorního experimentu, distribucí kontrolního homogenního vzorku reálného kalu a certifikovaného referenčního materiálu.

Výsledkem úkolu je doplnění souboru experimentálních stanovení prováděných v posledních letech a stanovení reálně celkové nejistoty včetně nejistoty vzorkování a analytického stanovení. Tím, že se každého experimentu (PT) účastnilo více laboratoří, byla zajištěna robustnost stanovení celkové nejistoty.

V souladu s plánem byly vybrány ukazatele:

- a) rizikové prvky: olovo, kadmium, rtuť, měď, zinek, arzen, chrom, nikl
- b) polychlorované bifenylly (PCB), absorbovatelné organické vázané halogeny (AOX).

Agrochemické parametry: pH, sušina, organické látky (ztráty žiháním), celkový dusík, fosfor, draslík, vápník, hořčík.

č. VII/12/16 Zpracování metodiky pro určení cílové hodnoty při výrobě hotově balených výrobků**ČKS**

Jednotlivé části úkolu zahrnovaly:

- Analýzu českých právních předpisů, platných pro HBZ neoznačených symbolem „e“
- Porovnání právních předpisů některých států EU pro oblast HBZ neoznačených symbolem „e“
- Specifikování různých druhů hotově balených výrobků pro provedení měření
- Návrh praktických měření na výše uvedených druzích výrobků
- Provedení měření
- Vyhodnocení měření a analýz nejistot při použití NAWI a AWI a dalších kalibrovaných měřidel při interní kontrole
- Zpracování metodiky/postupu pro vyjádření cílové hodnoty obsahu hotově balených výrobků

Praktická měření byla navržena a provedena na 9 druzích potravin, celkem bylo provedeno 530 vážení těchto vzorků a provedeno statistické vyhodnocení těchto měření dle postupů uvedených v „Metodice pro vyjádření cílové hodnoty obsahu hotově balených výrobků“.

Provedená měření potvrdila vhodnost navržených postupů pro stanovení cílové hodnoty HBZ.

č. VII/15/16 Překlad aktuální verze dokumentu WELMEC 6.4 Průvodce dozorem nad trhem (NAWI a MID)**J. Rajlich, Brno**

Cílem úkolu byl překlad dokumentu WELMEC 5.2 2015 Market Surveillance Guide (NAWI and MID) – Příručka pro dozor nad trhem (pro váhy s neautomatickou činností a stanovená měřidla).

**č. VII/16/16 Překlad aktuální verze dokumentu WELMEC 5.2
Příručka pro balírny a dovozce hotově baleného
zboží označovaného symbolem e** **UVV**

Problematika HBZ je významnou oblastí metrologie s přímým dopadem na spotřebitele. Z tohoto důvodu je vhodné, aby v ČR byly k dispozici dokumenty, které tuto problematiku vykládají a upřesňují v českém jazyce.

Přeložený návodný dokument pro balírny a importéry HBZ jim bude sloužit k zavádění systémů kontrol HBZ označovaného symbolem „e“, k usnadnění postupů kontrol výše uvedených subjektů a lepší orientaci v dané problematice.

**č. VIII/1/16 Přenos přesného času a kmitočtu po
optických vláknech**

FEL ČVUT

V rámci řešení úkolu bylo provedeno:

- rozbor dvoucestné metody přenosu času po optické síti;
- návrh systému pro porovnání časových stupnic a transfer času po optických vláknech;
- realizace tohoto systému a spuštění dlouhodobých měření mezi laboratořemi FEL ČVUT a CESNET s využitím optické sítě v areálu ČVUT v Dejvicích;
- výsledky měření v období od 22. dubna do 4. listopadu 2016;
- programové vybavení pro vyhodnocení měřených dat;
- rozbor přesnosti měření;
- funkční vzorek zpožďovací linky řízené napětím.

**č. VIII/2/16 Zjištění skutečných provozních tlaků
a průtoků teplé a studené vody
ve vícepodlažním bytovém objektu při
běžném používání bytů**

Václav Edr, Benešov

Úkol vyžadoval jako hlavní výsledek data o průběhu průtoků a tlaků vody při běžném používání bytů ve standardním vícepodlažním panelovém domě.

Navíc proti základnímu požadavku byla měřena i teplota vody při běžném používání bytů, ve standardním vícepodlažním panelovém domě. Měření teploty bylo doplněno do řešení úkolu jako podpůrná hodnota. Pro měření teploty byly použity přímoponorné snímače teploty shodně namontované do kulových kohoutů. Naměřená teplota byla archivována po 1s. Tím původně zamýšlená podpůrná hodnota získala vysokou vypovídající schopnost.

Získaná data jsou využitelná ke zpřesnění zkušebních podmínek bytových vodoměrů ve zkušebních laboratořích a jsou využitelná k řešení sporných případů při měření dodávek teplé a studené vody v jednotlivých bytech.

**č. VIII/3/16 Zkoušení nových psycho – aktivních látek (NPS)
Axys Varilab, Vrané n. Vltavou**

Cílem úkolu bylo určení metrologických charakteristik nových syntetických látek, zneužívaných jako psychoaktivní drogy a validace pracovních standardů těchto látek pro praktické využití ve forenzních a toxikologických laboratořích, zejména v Celní správě a Policii České republiky.

Jednalo se o následující chemické substance:

- 1) (Methylamino)-1-(3-chlorophenyl)-1-propanone
- 2) (RS)-1-(4-bromophenyl)-2-methylaminopropan-1-one
- 3) 2-(3-fluorophenyl)-3-methylmorpholine
- 4) 1-(4-fluorophenyl)-2-(pyrrolidin-1-yl)heptan-1-one
- 5) Methyl 2-([1-(cyclohexylmethyl)-1H-indol-3-yl]formamido)-3-methylbutanoate
- 6) 1-phenyl-2-(pyrrolidin-1-yl)octan-1-one
- 7) 2-(dimethylamino)-1-(4-methylphenyl)propan-1-one
- 8) Methyl (2R)-2-(3,4-dichlorophenyl)-2-[(2R)-piperidin-2-yl]acetate
- 9) Methyl 2-(4-fluorophenyl)-2-(piperidin-2-yl)acetate
- 10) 2-(ethylamino)-1-phenylhexan-1-one

**č. VIII/6/16 Využití přesných klešťových transformátorů
proudu pro neinvazivní kalibraci
proudových transformátorů**

FEL ČVUT

Hlavní pozornost při řešení úkolu byla věnovaná návrhu a realizaci klešťového transformátoru pro měření sekundárních proudů v rozsahu do 10 A. K tomuto účelu byl realizován transformátor s děleným magnetickým obvodem z materiálu Mumetal. Vzhledem k malé hodnotě měřeného proudu a poklesu permeability jádra v důsledku jeho rozdělení, byly chyby tohoto transformátoru neúměrně velké (chyba proudu až 0,7 % a chyba úhlu 150'). Z toho důvodu byl k měření sekundárního proudu použit sériově vyráběný klešťový transformátor Chauvin Arnoux C173, který má pro daný rozsah proudu chyby menší než 0,5 %. Základním předpokladem použití stávajících klešťových transformátorů je korekce jejich chyb při využití etalonového transformátoru (např. Tettex 4764) se zanedbatelnými chybami. Tím lze chyby použitých klešťových transformátorů korigovat a minimalizovat jejich vliv na výsledky měření.

Dále byl navržen systém pro vyhodnocování chyb kontrolovaných MTP neinvazivním postupem. Zde byl uplatněn výše popsáný postup měření sekundárního proudu kontrolovaného MTP. Funkce systému pro kontrolu MTP byla ověřena testováním proudového transformátoru Metra TL10/3 pro převod 1 kA/5 A při reálné zátěži 5 VA. Pro snímání primárního proudu byl použit klešťový transformátor francouzské výroby Universal Technik s převodem 1 kA/5 A. Sekundární proud byl snímán shora popsaným systémem měření sekundárního proudu s klešťovým transformátorem C173. Z výsledků je patrné, že difference mezi standardní metodou měření chyb a navrženou neinvazivní metodou nepřesáhne hodnotu 0,06 % pro chybu proudu a 1' pro chybu úhlu.

**č. VIII/9/16 Nové metody úředního měření použitelné pro
oblast měření průtoků v profilech s volnou
hladinou** **LVV UVS FAST VUT**

Řešení úkolu bylo zaměřeno na celkem čtyři metody úředního měření aplikovatelné pro oblast měření v profilech s volnou hladinou. Jedná se o:

- objemovou metodu (metoda jímání kapaliny do odměrné nádoby);

- vážicí metodu (metoda jímání kapaliny do vážicího vaku);
- metodu využívající měrné přelivy a žlaby a
- metodu využívající přenosnou sestavu s průtokoměrem.

První a druhá etapa řešení úkolu se zabývaly experimentálním měřením, analýzou a rozбором pracovních postupů u příslušných metod a prezentací získaných výsledků. Ty jsou v souladu s plánem úkolu implementovány do návrhu revize textu stávajícího Metrologického předpisu MP 010 Českého metrologického institutu.

č. VIII/16/16 Proudové ekvalizéry pro koaxiální měřicí systémy **FEL ČVUT**

V rámci první etapy úkolu byl otestován základní princip činnosti navržené aktivní koaxiální tlumivky. V rámci druhé etapy byl proveden jak návrh elektronických obvodů tlumivky, tak návrh pomocných elektronických obvodů včetně celkové mechanické konstrukce. Bylo realizováno celkem 5 kusů aktivních tlumivek. Tlumivky byly úspěšně odzkoušeny v oddělení primární metrologie elektrického odporu ČMI, kde byly použity v čtyřpárovém koaxiálním můstku pro navazování etalonů odporu na státní etalon na bázi kvantového Hallova jevu.

Výsledky řešení tohoto úkolu bude možno využít na pracovištích (např. v akreditovaných laboratořích), které při kalibracích etalonů elektrických veličin používají koaxiálních měřicích systémů (např. čtyřpárových transformátorových můstků). Na řešitelském pracovišti budou aktivní ekvalizéry používány v můstcích určených pro navazování etalonů elektrické impedance s nejistotami menšími než $1 \cdot 10^{-4} \%$.

VIII/18/16 Zajištění časové stability OAR

SÚJCHBO, Kamenná

Větší část experimentů při testování cirkulačního zařízení byla provedena s použitím průtočného typu Pylon. Důvodem byla snaha o vypouštění jen nižších objemových hodnot radonu do ovzduší. Následné experimenty s použitím radiového emanátoru potvrdily, že cirkulační zařízení je možné

použít i pro jiné průtočné zdroje, např. pro zdroje vyráběné ČMI OI Praha.

Výsledky experimentů dostatečně dokazují, že navržené a realizované cirkulační zařízení je schopno zajistit neměnnost koncentrace radonu v radon-aerosolové komoře na různých hladinách v rozmezí několika dnů. Navržený cíl, udržet konstantní koncentraci v rámci $\pm 10\%$ byl u všech experimentů splněn.

č. VIII/20/16 Můstek pro kalibraci čtyřsvorkových etalonů malých impedancí **FEL ČVUT**

Hlavním cílem úkolu byla realizace nízkofrekvenčního transformátorového můstku pro kalibraci čtyřsvorkových etalonů elektrického odporu, elektrické kapacity a vlastní i vzájemné indukčnosti. Zapojení tohoto můstku využívá dvoustupňového imitátoru malých odporů $0,1 \Omega$ a $0,01 \Omega$ jako referenčního etalonu. Imitátor je tvořen dvoujádrovým proudovým transformátorem dvěma odporovými etalony se stejnými jmenovitými odpory 1Ω .

První etapa úkolu byla zaměřena na vyhodnocení metrologických charakteristik modulů připravených pro realizaci transformátorového můstku pro kalibraci etalonů elektrické impedance malých hodnot, využívajícího jako referenční etalon imitátor odporů $0,1 \Omega$ a $0,01 \Omega$.

V rámci druhé etapy byl proveden jak návrh elektronických obvodů tlumivky, tak návrh pomocných elektronických obvodů včetně celkové mechanické konstrukce. Bylo realizováno celkem 5 kusů aktivních tlumivek. Tlumivky byly úspěšně odzkoušeny v oddělení primární metrologie elektrického odporu ČMI, kde byly použity v čtyřpárovém koaxiálním můstku pro navazování etalonů odporu na státní etalon na bázi kvantového Hallova jevu.

Výše uvedené vyhodnocení je pouze stručnou informací o základních výstupech řešení jednotlivých úkolů, zařazených do Programu rozvoje metrologie 2016.

Kompletní zprávy, případně další písemné dokumenty, popisující výsledky řešení výše uvedených úkolů, jsou k dispozici u zadavatele (ÚNMZ) těchto úkolů a jejich řešitelů.



18. FÓRUM METROLOGŮ, 2016

Ing. František Jelínek, CSc.

Česká metrologická společnost, z. s. uspořádala ve spolupráci s Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví již osmnácté fórum metrologů. Konference se uskutečnila 15. listopadu 2016 v Praze, na Novotného lávce. Konference je tradičně určena metrologům podniků, kalibračním laboratořím, pracovníkům v legální metrologii i učitelům odborných škol s odpovídající specializací. Cílem fóra je výměna informací o novinkách a sdílení zkušeností z praxe. Následuje informace o projednávaných tématech.

Konferenci zahájil předseda ČMS Ing. Hanák. Zdůraznil zaměření programu na aktuální změny v metrologické legislativě a v technických normách, které se metrologie dotýkají, dále pak na aplikovanou průmyslovou metrologii. Zabýval se také postavením metrologie ve společnosti a přínosem metrologických orgánů státní správy a ČMS k soustavnému šíření informací a zvyšování kvalifikace pracovníků v oboru. V té souvislosti zmínil nezbytnost rychlé reakce na požadavky průmyslu i státní správy. Krátce se zabýval problematikou vlivu informačních technologií a rozvoje programového vybavení. Uvedl, že praktickým příspěvkem pro průmysl a hlavně pro menší podniky a laboratoře je publiko-

vání validovaných kalibračních postupů a metodik měření. To přispívá ke správnosti a jednotnosti měření i ke správnému vyhodnocení výsledků. Ocenil přínos činnosti ÚNMZ a to, že metrologická veřejnost má v relativně krátkých časech k dispozici autorizované překlady metrologických dokumentů a technických předpisů. Uvítal možnost seznámení s metrologickým systémem Slovenské republiky, které je předmětem jedné z přednášek.

Přednáška ředitele odboru metrologie ÚNMZ Ing. Veseláka **Změny právních předpisů v roce 2016** byla věnována problematice legální metrologie, především změnám v roce 2016. Jde o záležitosti, dotýkající se výrobců měřidel, distributorů i všech uživatelů měřidel. Vzhledem k povaze a významu příspěvku je zde uveden se souhlasem autora podstatný výťah předneseného textu:

V návaznosti na přijetí *nového legislativního rámce (NLF)* pro **uvádění výrobků na trh** bylo v EU tomuto rámci přizpůsobeno nejprve osm evropských směrnic, mezi kterými byly i dvě „metrologické“ směrnice. V důsledku následné potřeby transponovat do právního řádu ČR tyto evropské směrnice byl předložen návrh zákona o posuzování shody stanovených výrobků při jejich uvádění na trh. Zákon má část obecnou, aby bylo možné postihnout obecné pojmy společně pro všechny směrnice a dále část, postihující pojmy odlišné, specifické pro různé druhy výrobků.

Bylo také nutné zohlednit požadavky na stanovené výrobky, které budou v rámci evropské harmonizace uplatňovány formou přímo účinného právního předpisu EU, tzn. nařízením EU (namísto směrnice). Na začátku března 2016 byl zákon schválen Senátem a 10. března podepsán prezidentem České republiky. Nabytí účinnosti zákona je 15. dubna 2016. Jedná se o zákon č. 90/2016 Sb.

Následně byly zpracovány prováděcí právní předpisy (Nařízení vlády) pro jednotlivé výrobní sektory a 30. března 2016 byly projednány a schváleny na zasedání vlády ČR jako NV č. 120/2016 Sb., o posuzování shody měřidel při jejich dodávání na trh a NV č. 121/2016 Sb., o posuzování shody vah s neautomatickou činností při jejich dodávání na trh. S účinností od 20. dubna 2016 nahradily dosavadní NV č. 464/2005 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na měřidla a NV č. 326/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na váhy s neautomatickou činností. Stanovení zón tíhového zrychlení bude doplněno v následné novele.

Nový zákon o posuzování shody je horizontální právní předpis, který umožní transpozici směrnic EU dle NLF a též adaptaci na přímo použitelné předpisy EU z oblasti posuzování výrobků před uvedením na trh (očekávané jsou k osobním ochranným prostředkům, plynovým spotřebičům, tlakovým zařízením atd.). Adaptace na přímo použitelné předpisy EU bude patrně silným trendem do budoucnosti a na to se návrh nového zákona o posuzování shody snaží reagovat a mimo jiné zejména z tohoto důvodu bylo zvoleno legislativně technické řešení - rozdělit zákon na tři ucelené části: uvádění výrobků na trh, zvláštní ustanovení o některých výrobcích a dozor nad trhem.

Uvádění výrobků na trh – obecná ustanovení

- Základní povinnosti hospodářských subjektů v podstatě zůstávají, jen jsou novými směrnici unifikovány, odlišovat se (i v nových nařízeních vlády) budou jen výjimečně a v drobnostech.
- Oznamované subjekty – pojem *notified bodies*, dosud používaný pouze u CPR, bude nově použit pro transpozici směrnic EU přizpůsobených NLF.
- Proces oznamování bude jednostupňový, bez autorizace, bude proveden ke všem novým nařízením vlády.

Řízení o oznámení bude probíhat podle správního řádu na základě žádosti. O provedeném oznámení bude žadatel vyrozuměn. Řízení bude přerušeno na dobu vyhrazenou Evropské komisi a členskými státy k námitkám. Oprávnění provádět činnosti oznamovaného subjektu vznikne ze zákona uplynutím této doby. V případě námitek EK či členských států bude žadateli poskytnuta lhůta k odstranění nedostatků. Odstranění nedostatků povede k opakování oznámení, neodstranění nedostatků či nedodržení lhůty odstranění nedostatků povede k zamítnutí žádosti.

Zvláštní ustanovení o některých výrobcích

Zákon v části druhé obsahuje adaptační ustanovení k přímo použitelným předpisům EU a ustanovení upravující specifika, která půjdou nad rámec horizontálního obsahu první části zákona. Např. v případě směrnice o rekreačních plavidlech, kde navíc oproti obecným ustanovením bude upraven pojem „soukromý dovozce“. Adaptační ustanovení pak mohou v podstatě pouze upravovat procesní věci jako otázky výkonu státní správy, dozoru nad trhem apod. Z hmotněprávních ustanovení pak zpravidla jazyk, ve kterém budou přikládány návody k výrobkům.

Zákon upravuje i **dozor nad trhem**, pokud se týká uvádění na trh výrobků pokrytých nařízením vlády, vydanými k tomuto zákonu a též pravomoci orgánů dozoru nad trhem v případě přímo použitelných předpisů EU – zatím v případě stavebních výrobků (CPR).

Stávající zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky, byl novelizován zákonem č. 91/2016. Zákon č. 22/1997 Sb. bude nadále platit vedle nového zákona o posuzování shody a bude sloužit transpozici původních směrnic, tj. těch, které dosud nejsou přepracovány dle NLF. Zákon nadto upravuje též oblast technické normalizace a akreditace. Ukončení platnosti tak nelze předpokládat, ani kdyby veškeré výrobní sektory v EU byly přepracovány dle NLF.

Kromě výše zmíněného nového zákona č. 90/2016 Sb., na který má vazbu zákon o metrologii v ustanoveních o schvalování typu a ověřování, má na zákon o metrologii dopad nový atomový zákon (č. 263/2016 Sb.) a navazující zákon č. 264/2016 Sb., kterým se mění některé zákony v souvislosti s přijetím atomového zákona. Změna zákona o metrologii spočívá v úpravě procesu určování zařazení měřidel do kategorie dle § 3 odst. 1 zákona v případě měřidel určených nebo používaných pro měření ionizujícího záření a radioaktivních látek (podmínkou bude dohoda se Státním úřadem pro jadernou bezpečnost, SÚJB) a dále ve zrušení ustanovení týkajících se SÚJB.

Návrhy změn právních předpisů

V roce 2015 byl dokončen a do legislativního procesu postoupen návrh věcného záměru zákona o metrologii, který byl v závěru roku 2015 projednáván v legislativní radě vlády a dne 24. 2. 2016 byl Usnesením vlády ČR č. 153 schválen. Podle tohoto usnesení bylo ministru průmyslu a obchodu uloženo zpracovat na základě věcného záměru návrh zákona o metrologii a předložit jej vládě **do 1. června 2018**. Práce spojené s návrhem zákona o metrologii byly zahájeny již počátkem roku 2016.

Níže jsou popsány některé aspekty, které se ve věcném záměru objevily. Účelem nového zákona o metrologii je komplexně upravit problematiku metrologie v ČR a vymezit základní rozsah regulace, přitom zohlednit nezbytnou míru podpory podnikání, mezinárodní spolupráce a ochrany spotřebitele a také zpracovat evropské předpisy vztahující se k metrologii. Účelem zákona nadále zůstane zajištění jednotnosti a správnosti měřidel a měření v regulované oblasti včetně vymezení působnosti orgánů veřejné správy a subjektů, které se na tom podílejí. Nový zákon se bude vztahovat na právnické osoby, fyzické osoby, které jsou podnikateli, orgány veřejné správy, případně (což bude věcí dalšího projednávání) další fyzické osoby, pokud jim povinnost měření s významem odpovídajícím účelu použití stanovených měřidel ukládá zvláštní právní předpis. V nové úpravě by již nebyly uvedeny definice základních jednotek SI, navrhne se zpřesnění povinností spojených s používáním měřicích jednotek v souladu s povinnými subjekty a osobami. Dále se navrhne připuštění doplňkové indikace výsledků měření v souladu s harmonizačním předpisem EU. Část zákona o měřicích jednotkách a jejich používání pak bude doprovázena prováděcí vyhláškou (obdobně jako je tomu dnes). Nadále zůstanou vymezeny čtyři základní (obecné) kategorie měřidel. U kategorie stanovených měřidel bude upravena jejich definice. Nově se navrhuje zcela upustit od centralizované certifikace referenčních materiálů. Nově se navrhuje pouze schvalování/přezkoušení typu stanoveného měřidla (nikoliv pracovního, jak je možné dosud). Schvalování typu bude v ČR nadále provádět pouze ČMI na žádost výrobce stanoveného měřidla nebo zplnomocněného zástupce výrobce. V oblasti ověřování stanovených měřidel de facto zůstane zachován současný přístup. Nadále zůstanou dva základní druhy ověření – prvotní (při uvádění na trh) a následné (včetně ověření po opravě). Prvotní ověřování bude možné i nadále provádět pouze u stanovených měřidel po dobu platnosti certifikátu o schválení typu, pokud je schválení typu stanoveného měřidla požadováno. Při prvotním ověřování hromadně vyráběných stanovených měřidel bude možné využít statistických metod, pokud tak stanoví vyhláška ministerstva. Funkci úřední/ověřovací značky bude moci ve zvláštních případech také plnit značka registrovaného opravce/montážníka stanoveného měřidla, a to po vymezenou dobu (stanovenou opatřením obecné povahy vydaným ÚNMZ). Nově bude zákon uvádět důvody zániku platnosti ověření (dosud jsou tyto důvody uvedeny ve vyhlášce). V části zákona o dodávání stanovených měřidel na tuzemský trh bude mj. explicitní požada-

vek, že stanovené měřidlo uváděné na tuzemský trh má být opatřeno nápisy a průvodní dokumentací v českém jazyce. Vzhledem k tomu, že současná právní úprava pregnantně nestanovuje povinnost používat na měření pro účely stanovené zákonem vždy stanovené měřidlo, je navrhováno tuto povinnost transparentně v zákoně zakotvit. Uživatel bude povinen použít stanovené měřidlo, pokud je druhu měřidel, který je vyhlášen, a pokud je pro předmětné měření vhodné. Upravena by měla být také část týkající se přezkoušení měřidla v době užívání.

Kromě zachování současné regulace u HBZ označeného symbolem „e“ a lahví označených symbolem „3“ se navrhuje rozšíření regulace na HBZ symbolem „e“ neoznačované. U provozovatelů balíren HBZ neoznačovaného symbolem „e“ by však nebyla prováděna metrologická kontrola HBZ, ale standardní státní metrologický dozor, přičemž budou posuzovány soubory/šarže hotových balení u balíren a dovozců. V oblasti autorizace pro autorizované činnosti (metrologické výkony) bude rozsah autorizace obsahovat i pověření k provádění zkrácených zkoušek. Kromě zachování právní nenárokovosti na udělení autorizace se navrhuje zavést platnost autorizace na dobu 5 let (s možností opakovaného udělení). Obdobně se i pro oblast registrace subjektů (pro opravy a montáže stanovených měřidel) navrhuje zavést platnost na dobu 5 let (s možností přeregistrace). Celá oblast správní delikty a přestupky bude nově koncipována v souladu s novými právními předpisy k přestupkům (zákon č. 250/2016, o odpovědnosti za přestupky a řízení o nich).

Ing. Veselák se dále zabýval mezinárodní spoluprací v legální metrologii, činností v rámci sdružení WELMEC a Mezinárodní organizace pro legální metrologii OIML. Hlavním výsledkem technických aktivit WELMEC i OIML jsou návodové dokumenty, doporučení popř. další typy dokumentů využívané jednotlivými členskými státy, jejichž části jsou často přijaty jako závazné v rámci regulace oblasti metrologie. Uvedl výčet dokumentů OIML a WELMEC, které jsou revidovány.

Návodové dokumenty WELMEC (Guide) jako dokumenty „správné praxe“ v oblasti legální metrologie se zaměřením na harmonizovanou oblast (vymezenou právními předpisy EU), jsou, podobně jako návodové dokumenty OIML, veřejně dostupné na internetových stránkách (v tomto případě na: <http://www.welmec.org/latest/guides.html>). Jeden z průřezových a důležitých návodových dokumentů – Guide 7.2 (SW) byl již z prostředků ÚNMZ přeložen a je veřejně dostupný na webových stránkách ÚNMZ.

Praktické informace z oblasti akreditace pod názvem **Informace z ČIA** přinesl Ing. Milan Badal. Jeho přednáška měla tři části. Nejprve se zabýval pravidelným hodnocením činnosti Českého institutu pro akreditaci ze strany EA (Evropská akreditace) a konstatoval jeho úspěšný průběh. Po standardních procedurách byly výsledky hodnocení schváleny v říjnu 2016 orgánem MAC (*Multilateral Agreement Council*).

Ve druhé části uvedl Ing. Badal přehled výsledků hlavní činnosti ČIA, počty akreditovaných subjektů a postupy zvyšování efektivity procesů, včetně prací na návodových dokumentech a seminářů pro akreditované subjekty.

Třetí část přednášky byla věnována přípravě revize normy ISO 17025 a popisu její nové struktury. Zdá se, že z hlediska požadavků nebude obtížné adaptovat stávající stav na novou verzi normy, jistě se ale poněkud změní její filozofie, terminologie a zdůrazní se procesní přístup. Významné bude také zaměření na identifikaci rizik a příležitostí a bude se vyžadovat zvyšování efektivnosti provozovaného systému managementu. Po vydání ISO/IEC 17025 bude zřejmě tříleté přechodové období k posouzení zkušebních a kalibračních laboratoří na splnění požadavků novelizované normy.

Za omluveného Ing. Bursu přednesla text jeho přednášky **Nové vydání ČSN EN ISO 9001** paní doc. Tůmová. Příspěvek se zabýval dokumentem, který byl v České republice vydán jako ČSN EN ISO 9001 v únoru 2016.

Revize normy ISO 9001 byla součástí běžné praxe, kdy jsou standardy ISO každých pět let prověřovány z hlediska aktuálních potřeb a souvislostí s ostatními normami zaměřenými na oblast managementu.

Rozdíly proti předešlému vydání spočívají v úpravě struktury normy, v jejím členění na deset kapitol místo dosavadních osmi, ve zdůraznění požadavku procesního přístupu (stává se prověřovaným požadavkem normy, doporučuje se používat při řešení problémů cyklu *Plánuj-dělej-kontroluj-jednej*) a v novém požadavku, kterým je řízení rizik (a příležitostí).

Kapitoly normy:

0. Úvod
 1. Předmět normy
 2. Citované dokumenty
 3. Termíny a definice
 4. Kontext organizace
 5. Vedení (leadership)
 6. Plánování
 7. Podpora
 8. Provoz
 9. Hodnocení výkonnosti
 10. Zlepšování
- a dvě informativní přílohy.

Požadavky normy jsou všeobecně použitelné a mají být vhodné v jakékoli organizaci bez ohledu na její typ nebo na produkty a služby, které poskytuje.

Pokud jde o dokumenty v normě citované a na terminologii, odvolávají se příslušné kapitoly na normu ISO 9000:2015 – Systémy managementu kvality – Základní principy a slovník.

Auror přednášky dále objasňuje obsah nově zařazené kapitoly Kontext organizace (kontext – souvislosti, vztahy). Požadavkem je stanovit vnější i vnitřní skutečnosti které

jsou významné pro záměry organizace a její strategii a které ovlivňují její schopnost dosahovat zamýšlených výsledků managementu kvality. Podstatné je porozumění potřebám zainteresovaných stran (např. zákazníků, kontrolních orgánů a dalších).

V novém vydání normy se dále zdůrazňuje rozdíl mezi pojmem *vedení a řízení*. Vedení představuje z hlediska organizace vyšší formu, protože podle požadavků normy zajišťuje integritu požadavků v podnikatelských procesech organizace, podporuje užívání procesního přístupu a zvažování rizik a podporuje vedoucí funkce všech úrovní v tom, aby uplatňovaly svou roli.

Z hlediska metrologie samozřejmě zůstávají požadavky na určování a zabezpečování zdrojů, potřebných pro zajištění platných a spolehlivých výsledků, včetně metrologické návaznosti měření.

V závěru přednášky konstatuje autor, že tato mezinárodní norma nepožaduje použití její struktury a terminologie v dokumentovaných informacích systému managementu kvality organizace. To významně usnadňuje přechod na novou normu v organizacích, které již mají systém managementu kvality vybudován a zaveden podle ISO 9001:2008.

Příspěvek **Legislativa pro řízení kvality měřicích procesů** (Doc. Ing. O. Tůmová a Ing. Eva Vejvodová, Ph.D.) byl věnován řešení kvality procesů podle norem řady ČSN EN ISO 9000, ČSN EN ISO 10012, ČSN EN ISO/IEC 17025 a podle metodik MSA a VDA. Byl uveden přehled relevantních dokumentů a u každé normy nebo metodiky byla uvedena stručná charakteristika.

První část přednášky se týkala řízení kvality a tvořil ji v podstatě výčet používaných nástrojů. Aplikace byly popsány v odstavcích

- Zlepšování kvality
- Způsobilost měřicího systému
- Způsobilost měřidla
- Způsobilost procesu měření.

Ve druhé části byly uvedeny nejdůležitější normy a předpisy pro oblast řízení kvality měřicích procesů, které zde byly citovány výše.

Třetí část byla věnována výkladu cílů a využití metodiky hodnocení způsobilosti měřicího systému MSA (Measurement System Analysis). Jádrem této části přednášky byly odstavce *Využití MSA v praxi* a *Metodika... VDA*. Čas věnovaný přednášce bohužel nedovolil uvedení praktických příkladů a poněkud matoucí byla velká spousta zkratk. Naštěstí jsou k dispozici kromě citovaných norem i publikace České společnosti pro jakost (*Analýza systému měření MSA a VDA 5 – Management kvality v automobilovém průmyslu*).

Přednáška panů Macouna a Kopřivy (Škoda Auto, a.s.), **Průmyslová metrologie v podniku ŠKODA AUTO a.s.**, přednesená Ing. Kopřivou, byla svým způsobem vrcholem konference. Ukázala velmi názorně to, jak firma v praxi jedná podle všeho, o čem se v předchozích sděleních mluvilo. Autoři na začátku uvedli přehled oblastí působnosti metrologie ve firmě a strukturu té části vedení, která se metrologií zabývá.

Zajímavý je už přehled počtu obhospodařovaných měřidel podle jejich klasifikace:

- 34 462 pracovní měřidla
- 1378 měřidel s dokumentační povinností (monitorování bezpečnosti, rizik)
- 1219 etalonů
- 196 stanovených měřidel
- 39 referenčních materiálů
- 30 hlavních etalonů (hlavně pro obor délka)

Velikosti firmy a rozsahu měřicího parku odpovídá i třináct interních kalibračních míst a stovky externích partnerů včetně zahraničních. Přitom je většinou cestou zajišťování metrologické návaznosti až na Český metrologický institut.

Autoři poukázali na trend využívání špičkové techniky, na systematické plánování investic a také na soustavu zvyšování kvalifikace zaměstnanců. Za vše alespoň citace trendů podle přednášky:

- in-line měření ve výrobě
- optické metody měření, topografie povrchu a počítačová tomografie
- bezdotykový in-line měřicí systém parametrů ozubení.

Hlavním přínosem přednášky bylo to, že přehledně ilustrovala plnění požadavků na management kvality v praxi.

Další (firemní) sdělení **Měření a vyhodnocování v PALSTAT CAQ** bylo věnováno popisu využití systému řízení kvality PALSTAT CAQ a digitálních měřidel k automatizovanému měření a efektivnímu sběru, zpracování a vyhodnocení naměřených hodnot.

Jde o informační systém naplňující požadavky norem ISO 9001 a požadavky automobilového průmyslu ISO/TS 16949, VDA, IATF a další. Součástí systému je kompletní řešení pro monitorování a správu měřicích zařízení. Systému lze využít ke sběru měřených hodnot a k jejich vyhodnocení podle zvolené metodiky.

V souboru popisovaných prostředků byly uvedeny bloky:

- | | |
|----------------|---------------|
| • Plánování | • Události |
| • Monitorování | • Audity |
| • Neshody | • Dokumentace |
| • Metrologie | • Procesy |
| • Údržba | • Propojení |

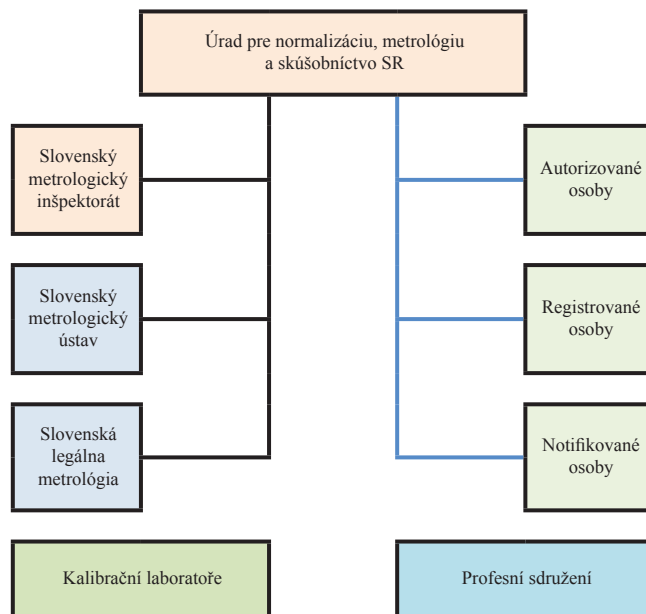
Palstat disponuje souborem prostředků pro připojení řady měřidel od jednoduchých komunálních až po složité měřicí stroje. Cílem je automatizace výkonů na různých úrovních provozu.

V příspěvku byly uvedeny příklady zpracování dat od zdroje údajů přes driver a zpracování dat v systému PALSTAT CAQ až po výstupy ve formě protokolů, regulačních diagramů, vizualizace a přenosu výsledků po sítích.

Přehled organizace metrologie v SR pod názvem **Národní metrologický systém Slovenskej republiky a jeho implementácia v praxi** byl obsahem přednášky páni

Ing. Tomáše Švantnera (Slovenská metrologická spoločnosť) a Ing. Jaromíra Markoviče, PhD. (Slovenská legálna metrologia, n.o.).

Autoři nejprve a popsali právní rámec a uvedli přehled subjektů, které v systému působí.



Organizace metrologie, postavení v systému orgánů státní správy a způsob financování jsou poněkud odlišné od situace v ČR, ale zjevně se příliš neliší praktické zabezpečení služby.

Subjekty podle způsobu financování (*převzato z originálních podkladů k přednášce, většinou ponecháno slovenské znění*):

Verejné zdroje:

1. Úrad pre normalizáciu, metrologiu a skúšobníctvo SR (rozpočtová, ústredný orgán štátnej správy)
2. Slovenský metrologický inšpektorát (rozpočtová)
3. Slovenský metrologický ústav (príspevková organizácia)

Samofinancovanie:

1. Určená organizácia (Slovenská legálna metrologia, nezisková organizácia)
2. Autorizované osoby (SZČO, s.r.o., a. s.)
3. Registrované osoby (SZČO, s.r.o., a. s.)
4. Kalibračné laboratóriá (SZČO, s.r.o., a. s.)

Dále byla popsána působnost jednotlivých orgánů. Čtenář najde dostatek informací na příslušných webových stránkách, zde jen zkrácená verze.

Úrad pre normalizáciu, metrologiu a skúšobníctvo SR, UNMS (<http://www.unms.sk>)

Ústřední orgán státní správy, podřízený vládě SR.

- zastupuje Slovenskú republiku v medzinárodných vládnych metrologických organizáciách, vypracúva koncepcie a rozvojové programy v oblasti metrologie,
- určuje druhy meradiel podliehajúce povinnej metrologickej kontrole alebo posúdeniu zhody,

- určuje technické a metrologické požiadavky na jednotlivé druhy určených meradiel, spôsob a metódy ich metrologickej kontroly,
- autorizuje podnikateľov alebo iné právnické osoby na výkon overovania určených meradiel a na výkon úradného merania, vedie register autorizovaných osôb,
- registruje podnikateľov a vedie ich register,
- vyhlasuje národné etalóny a certifikované referenčné materiály,
- rozhoduje ako odvolací orgán proti rozhodnutiam Slovenského metrologického ústavu a Slovenského metrologického inšpektorátu.

Slovenský metrologický ústav, SMU

(<http://www.smu.gov.sk>)

Zriadený Úradom pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky, príspevková organizácia, národná metrologická inštitúcia, notifikovaná osoba.

Metrologický ústav plní nasledovné úlohy:

- zabezpečuje uchovávanie a medzinárodné porovnávanie národných etalónov jednotiek a ich stupníc a v súčinnosti s určenou organizáciou a akreditovanými kalibračnými laboratóriami odovzdávanie ich hodnôt na etalóny a iné meradlá používané v hospodárstve,
- koordinuje postup schvaľovania národných etalónov a certifikuje referenčné materiály,
- schvaľuje typy určených meradiel, overuje určené meradlá a vykonáva úradné merania,
- vydáva doklady o spôsobilosti v oblasti metrológie,
- posudzuje splnenie odborných predpokladov žiadateľa o autorizáciu podľa tohto zákona,
- zabezpečuje tvorbu slovenských technických noriem a predpisov pre oblasť metrológie.

Slovenský metrologický inšpektorát, SMI

(<http://www.smi.sk>)

Zriadený Úradom pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky, rozpočtová organizácia, orgán metrologického dozoru; plní funkciu orgánu dohľadu v oblasti meradiel (uvádzaní na trh). Metrologický inšpektorát kontroluje najmä dodržiavanie:

- používania jednotiek a ich symbolov,
- povinností používateľmi určených meradiel,
- povinností výrobcami a dovozcami určených meradiel pred ich uvedením na trh,
- podmienok, rozsahu a úrovne metrologických činností vykonávaných ústavom, určenou organizáciou alebo autorizovanými osobami,
- technických, priestorových a personálnych podmienok, ako aj rozsahu a úrovne činností vykonávaných registrovanými osobami v rámci predmetu ich registrácie,
- parametrov vyrábaných určených meradiel v súlade so schváleným typom,
- povinností prevádzkovateľmi baliarní a dovozcami označených spotrebiteľských balení,
- zhody skutočného obsahu s menovitým množstvom v spotrebiteľskom balení.

Slovenská legálna metrológia, n.o., SLM

(<http://www.slm.sk>)

Nezisková organizácia, zriadená Úradom pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky, transformovaná z štátnej príspevkovej organizácie na neziskovú organizáciu. Rozsah služieb:

- Overovanie určených meradiel
- Kalibrácia etalónov a meradiel
- Skúšanie určených meradiel
- Certifikácia výrobkov
- Dozimetria
- Kontrola SBV
- Medzilaboratórne porovnávacie merania
- OIML certifikácia
- Výskum a vývoj

SLM je akreditované SNAS na kalibráciu meradiel, skúšanie meradiel a úradné meranie, organizáciu MLPM (jediný subjekt na Slovensku), certifikáciu produktov. SLM je certifikačný orgán, notifikovaná osoba 1432.

V prednáške byly uvedeny i ostatní subjekty NMS, tedy autorizované osoby, registrované osoby, kalibrační laboratoře, profesní sdružení. Mezi posledně jmenované patří:

- Slovenská metrologická spoločnosť (SMS)
- Kalibračné združenie SR – združenie zastupujúce záujmy vybraných kalibračných laboratórií.
- Únia váharov SR - združenie registrovaných osôb
- Asociácia tachografárov SR - združenie autorizovaných osôb



Závěrem - organizaci konference, prostředí, technickým prostředkům nelze nic vytknout. Přínosem bylo zařazení přednášky o metrologickém systému Slovenské republiky, které odpovídá potřebám obchodní výměny mezi oběma zeměmi. Účastníci obdrželi podařený sborník přednášek.

Zcela ovšem chybělo zastoupení Českého metrologického institutu, jak mezi posluchači, tak mezi referujícími. Vzhledem k jeho úloze v českém metrologickém systému by se tato situace příště neměla opakovat.

18. fórum metrologů bylo jistě užitečným setkáním a přispělo k informovanosti hlavně v oblasti řízení kvality, předpisů a norem. Ilustrace využití poznatků v praxi průmyslového podniku byla cenným přínosem a osvěžením v jinak poněkud suchém tématu. Bylo by možná lepší spoletnout v deklarativních částech přednášek na sborník, ve kterém jsou uvedeny přesné formulace a odkazy na literaturu, a věnovat více pozornosti praxi.

INFORMACE O PRÁCI ČESKÉHO KALIBRAČNÍHO SDRUŽENÍ (ČKS)

Doc. Ing. Jiří Horský, CSc.

za ČKS

**Zaměření spolku**

České kalibrační sdružení je zájmovým sdružením všech zájemců o metrologii.

Hlavním cílem sdružení je dvakrát ročně, na jaře a na podzim na odborných konferencích informovat zájemce o problematiku měření, podnikové metrologie, pracovníky kalibračních laboratoří a všechny další zájemce o novinkách a nových požadavcích vyplývajících z právních a technických předpisů v referátech, které přednášejí vedoucí pracovníci UNMZ, ČMI a ČIA a umožnit pracovníkům z praxe i osobní a neformální setkání s těmito pracovníky.

Program konferencí je vždy doplněn referáty se zaměřením na problematiku metrologie pro rozšiřování přehledu a informací pro pracovníky, kteří se s měřením setkávají. Na konferenci jsou zváni i hosté ze zahraničí a cílem jejich vystoupení umožní porovnávání úrovně zajišťování metrologie v jednotlivých oblastech v ČR a zahraničí.

ČKS pořádá podle potřeby a podle zájmu metrologů z praxe i další odborné semináře zaměřené na jednotlivá odvětví či obory měření. Tyto semináře bývají doprovázeny výstavkami a prezentacemi firem vyrábějících a dodávajících metrologický hardware a software a v případech, kdy je to možné, praktickým ukázkami kalibrací.

Sdružení má dlouhou tradici činnosti delší než čtvrt století a počet členů sdružení přesahuje 100.

Sdružení je členem Evropské organizace kalibračních laboratoří Eurocal a má uzavřenu dohodu o spolupráci s Kalibračním sdružením SR v Bratislavě (KZSR) pro koordinaci činnosti, výměnu zkušeností a osvědčených přednášek a společné pořádání akcí v oblasti metrologie.

V rámci Sdružení působí sekce pro tachografy. Jejím členy jsou převážně autorizovaná metrologická střediska pro ověřování tachografů, autorizovaní prodejci tachografů a dalších subjekty zabývající se problematikou autodopravy. Rozsahem své činnosti tato sekce poskytuje informace nejen k problematice ověřování tachografů, ale i k bezpečnosti dopravy obecně. V této sekci působí rovněž lektori se znalostí problematiky silniční dopravy v EU.

ČKS uspořádalo ve druhém pololetí roku 2016:

Odborný seminář Kalibrace a měření v oboru teplota dne 11. října 2016, který se uskutečnil v penzionu s půvabným názvem „Lihovar“ v Rouchovanech. Seminář byl orientován především na praktické problémy při měřeních a kalibracích. Obsah byl následující. Úvod do metrologie teplot, definice teplotní stupnice ITS1990, základní normy a předpisy, schéma návaznosti pro obor měření teplot, probíral Ing. Jiří Kazda (ČKS z.s.). Dále byli účastníci seznámeni se základy stanovení nejistot měření teplot (Ing. Jiří Kazda). Problematice odporových teploměrů a odporových snímačů teploty se věnoval Milan Beneš (ČEZ, a.s.).

Informoval přítomné o typech snímačů, potřebném vybavení pro kalibrace a jejím provedení včetně vyhodnocení nejistot měření. Podobně s problematikou pro termoelektrické snímače seznámil účastníky Ing. Jiří Kazda. Kalibrace indikátorů teploty simulací signálů odporových teploměrů a termoelektrických článků probíral Milan Beneš a následně prošel i principy a vlastnosti číslíkových a elektronických teploměrů, přímoukazujících teploměrů (bimetalové, tlakové, skleněné) a převodníků teploty a také způsob jejich kalibrace. Principům a problémům při měření a kalibraci bezkontaktních teploměrů se věnoval Ing. Jan Otych (ČMI Brno). Na závěr seznámil Jan Střelec, (SZPI Brno) přítomné s problematikou měření teplot v potravinářství podle Nařízení komise (ES) č. 37/2005, Mezinárodní dohoda ATP.

53. odbornou konferenci Českého kalibračního sdružení, z.s. se zaměřením na změny předpisů, akreditaci a autorizaci metrologických pracovišť, harmonizaci v oblasti teploty, metrologii v oblasti geometrických veličin, tlaku a tachografů se konala ve dnech 22. 11. a 23. 11. 2016 s v hotelu Skalský Dvůr, Lisek u Bystřice nad Pernštejnem. Jednání konference bylo rozděleno do několika částí. Tradičně jsme zajistili vystoupení zástupců ÚNMZ, ČIA a ČMI k novinkám a obecným záležitostem týkajících se odborné i právní problematiky metrologie, akreditace a autorizace metrologických pracovišť a vzdělávání pracovníků. Jednání bylo příležitostí, aby na této konferenci zástupci UNMZ, ČIA a ČMI zodpověděli případné dotazy, nebo aby byli neformálně upozorněni na problémy, týkající se metrologie a akreditace v praxi.

Po úvodním jednání členské schůze spolku následoval odborný program. První vystoupil Ing. Milan Badal (ČIA) na téma Aktuality z oblasti akreditace. Důležitou informací byl popis stavu revize normy EN 17025 a přepokládanými termíny jejího zavádění. Následovalo vystoupení Ing. Zbyňka Veseláka, ředitele odboru metrologie ÚNMZ na téma Informace z ÚNMZ. Dopolední program byl zakončen přednáškou Výklad aktuálních předpisů pro AMS, přednášející Ing. Erich Ludwig, (ČMI). Program obecné části odborné konference pokračoval přednáškou na téma Informace z jednání mezinárodní konference TEMPMEKO – Ing. Jan Otych, (ČMI Brno) a Ověřování a kalibrace vah s automatickou činností přednesl Lukáš Běhal (ČMI Jihlava). Následovaly příspěvky Použití přístrojů v prostředí s nebezpečím výbuchu od Ing. Jaromíra Uhra, (D-Ex Instruments, s.r.o.) a Kalibrátory do prostředí s nebezpečím výbuchu od Petra Moravce, (D-Ex Instruments, s.r.o.). První den jednání byl zakončen Doc. Ing. Jiřím Horským, CSc., ČKS Brno přehledovým příspěvkem Pokračování prací na revizi normy ISO/IEC 17025.

Program druhého dne zahájil Doc. Ing. Jiří Horský, CSc. s tématem Elektrostatika, její význam v běžném životě a v praxi laboratoří. Další přednášku Konference CPEM 2016 a novinky v oblasti elektrických veličin na

ČMI přednesl Ing. Stanislav Mašláň, (ČMI Brno). Následovalo vystoupení Ing. Jiřího Borovského, (ČMI Praha) na téma Měření tvrdosti, kalibrace měřidel tvrdosti. Poslední přednáškou byl příspěvek na téma Automatický systém pro bezkontaktní kalibraci koncových měrek, autor Ing. Zdeněk Buchta, Ph.D. (Ústav přístrojové techniky AV ČR).

Odbornou část sekce Tachografie zahájil Ing. Jiří Novotný (Centrum dopravního výzkumu Brno) Tachografie v předpisech EU. Následoval příspěvek p. Lukáše Rutara (ČMI Brno) MP 018 – tachografie s registrací pracovní činnosti řidičů-postup zkoušení a provázanost s 0111OOP-C042 a 0111OOP-C062. Zástupce výrobců tachografů a souvisejících zařízení p. Jan Hlavatý (Mechanika Teplice, družstvo, závod Tachografie, Děčín) uzavřel první den jednání příspěvkem Nové SDS (Service Diagnostic System) pro AMS (včetně praktické ukázky) a AMT – Anti-Manipulatin Tester for control authority - made in Mechanika. Druhý den zahájil p. Patrik Mück (AMS Martin Mück, Praha), který přispěl svým mimořádným příspěvkem na téma Digitální tachograf EFAS. Následovala přednáška Požadavky AMS k řešení a diskuzi, zástupce výrobce tachografů Stoneridge Ing. Karla Jelínka (HALE spol. s r.o.), jejímž obsahem bylo zamyšlení nad cílem konferencí ČKS, Vývoj a novinky v SE 5000; Zkušební zařízení OPTIMO; Často kladené otázky, Diskuze a závěr. Předposledním příspěvkem byla možnost rozšíření činnosti AMS, a to o Kalibrace záznamníků teplot při přepravách zmrazených potravin – Nařízení Komise (ES) č. 37/2005 a Mezinárodní dohoda ATP, přednášející Jan Střelec (Státní zemědělská a potravinářská inspekce). Druhý den jednání sekce tachografie ukončil příspěvek (Ne)daleká budoucnost technologie tachografů, přednášející p. Jan Hlavatý.

Řada přednesených příspěvků jednání sekce tachografů opětovně zdůraznila nutnost udržování a zvyšování odbornosti zaměstnanců AMS, vyvolanou neustálými změnami prepisů pro tachografie a inovacemi konstrukce tachografů a postupů jejich kontroly, rozvíjející se spolupráci s kontrolními orgány v oblasti dopravy, prohloubení vzájemné spolupráce při odhalování podvodů s digitálními tachografy.

EUROCAL

ČKS při jednání Eurocalu zastupuje ing. Roman Honig, který se zúčastnil i prvního zasedání výkonného výboru EUROCAL 9. a 10. března 2016 v Bělehradě a na konferenci CROLABu, Chorvatského člena Eurocalu. Finišují přístupová jednání Eurocalu s Bulharskem, otevřena byla jednání s technickými skupinami kalibračních laboratoří v Holandsku.

Společné zasedání výborů ČKS a KZSR – 12. a 13. 10. 2016

České kalibrační sdružení (ČKS) se snaží zajistit spolupráci a výměnu informací s partnerskou organizací „Kalibrační zdužení SR (KZSR)“, podrobnosti viz <http://www.kzsr.sk>. Jedná se o vzájemnou výměnu informací o pořádaných odborných akcích i o problémech kalibračních laboratoří obou zemí. Letos proběhlo jednání na společném zasedání výborů v České republice. Byla zajištěna podrobná vzájemná informovanost o akcích, které byly i které se připravují

v jednotlivých oborech metrologie, informace o záměrech na příští období, vzájemné propojení informačních stránek ČKS a KZSR na internetu, zajištění přenosu informací pro členskou základnu ČKS a KZSR z jednání odborných skupin EA, EURAMETU a jejich využívání na obou stranách. Probíhá vzájemná výměna informací z oblasti odborné literatury, relevantních norem a překladů norem, přednášek, řešení technických problémů, publikování zajímavých článků a sborníků pro členskou základnu ČKS a KZSR a výměna přednášejících pro akce, které se osvědčily v ČR nebo v SR.

ČKS plánuje v roce 2017

54. odborná konference a členská schůze

Bude 17. 5. a 18. 5. 2017, místo konání tradičně Skalský Dvůr, bližší program odborné konference bude zveřejněn v dostatečném časovém předstihu. V rámci programu členské schůze budou volby nového výboru ČKS, protože v roce 2017 končí volební období členů stávajícího výboru ČKS. Volby nového výboru se uskuteční na členské schůzi ČKS, která se bude konat 17. 5. 2017.

55. odborná konference

Bude tradičně na podzim, program bude ještě upřesněn.

Seminář o nejistotách měření

Datum konání 28. až 29. března 2017, místo konání Skalský Dvůr, Lísek u Bystřice nad Pernštejnem. Je plánován jako dvoudenní. Seminář si klade za cíl navázat na předchozí tři semináře, které pořádalo ČKS a věnovat se problematice nejistot z pohledu co nejvíce se blížícímu potřebám běžné praxe jak v podmínkách podnikové metrologie, tak v kalibračních a zkušebních laboratořích.

Seminář o kalibraci elektrických veličin

ČKS pořádá ve spolupráci s ČMI v ČMI Brno koncem září nebo v říjnu 2017 již třináctý seminář z oblasti elektrických veličin se zaměřením na vybrané aktuální problémy, kalibrační postupy a stanovení nejistoty. Cílem semináře je zopakování základů z minulých seminářů a rozšíření a prohloubení znalostí a praktických dovedností ve zvolené oblasti, potřebných k provádění kalibrací a k výpočtu nejistot v oblasti měření elektrických veličin v souladu s obecnými požadavky kritérii revidované normy ČSN EN ISO/IEC 17025:2017 – Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří – a dále v souladu s platnými právními a technickými předpisy, které se vztahují ke kalibraci měřidel elektrických veličin. Propojení digitální části měřidel s vnějším analogovým světem je hlavně přes D/A a A/D konvertory, kterým je proto věnován jeden příspěvek. Kalibrační schopnosti laboratoře (CMC) a jejich vyjádření, které pro laboratoře elektrických veličin přerostlo rozumný rozsah a u jedné elektro laboratoře obsahuje stovky až několik tisíc údajů. Bude ukázán obsah doporučení ČKS pro správné udávání CMC podle požadavků ILAC a v souladu se stanovením nejistot. Nejistoty při mezilaboratorním porovnání nejsou u nás dostatečně využívány z pohledu účastníka, proto se k nim musíme vracet i v tomto semináři. Moderní

směry měření kvality energie definují nové měřené veličiny a podstatně zvyšují požadavky na problematiku metrologického zajištění, proto bude na semináři podána přehledová informace. V minulém období byla řešena řada nových nebo revidovaných vzorových kalibračních postupů (osciloskopy, revizní přístroje, rozvaděčové analogové panelové přístroje, analogové multimetry, etalony AC R, etalony DC R nad 100 Mohm, etalony DC R pod 0,1 ohm, etalony C, etalony L,

kalibrace dvosvorkových měřičů RLC, kalibrace čtyřsvorkových a čtyřpárových měřičů RLC, stopky, generátory), včetně příkladů výpočtu nejistoty.

Podrobná nabídka všech akcí ČKS je trvale k dispozici na webové stránce ČKS, www.cks-brno.cz, e-mail: cks-brno@volny.cz. Na těchto stránkách naleznete rovněž další informace a odkazy.



26. MEZINÁRODNÍ KONFERENCE „MĚŘICÍ TECHNIKA PRO KONTROLU JAKOSTI“

Ing. Václav Bursa, Ing. Miroslav Hanák

Česká metrologická společnost

Konferenci pořádá Česká metrologická společnost ve dnech 7. a 8. března 2017 v Plzni

Cílem konference je seznámit její účastníky s moderními měřicími přístroji a měřicími metodami, používanými ve strojírenství, automobilovém průmyslu, elektrotechnice, metalurgii, v opravárenských a dalších průmyslových organizacích při kontrole kvality výrobků a výrobních procesů. Konference je spojena s rozsáhlou výstavou měřicí, kontrolní a zkušební techniky pro měření délek a navazujících veličin, negeometrických veličin, pro zkoušky materiálu, systémy pro řízení a kontrolu technologických procesů, informační systémy metrologie a řízení kvality, pro kalibraci měřidel.

Motto konference a výstavy:

MODERNÍ MĚŘICÍ TECHNIKA – CESTA K VYŠŠÍ KVALITĚ

Konference je určena pro pracovníky útvarů managementu kvality, technické kontroly, metrology, zkušební techniky, technology, konstruktéry měřicích přípravků a vývojové pracovníky a dále pro učitele vysokých a středních škol příslušného zaměření.

26. ročník mezinárodní konference „Měřicí technika pro kontrolu jakosti“ chce pokračovat v cestě neustálého zlepšování nastoupené posledními ročníky. Proto bylo pro konání konference a výstavy opět zajištěno moderní kongresové centrum Primavera v Plzni, Nepomucká 1058/128 a do programu bude zařazen workshop na aktuální téma. V rámci fakultativního programu je možné navštívit některou ze čtyř akreditovaných laboratoří.



Redakční rada:

Ing. Jan Tichý (předseda), Ing. František Jelínek, CSc. (místopředseda), Ing. Emil Grajciar, Doc. 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., 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, MČ 46 676, ISSN 1210-3543.

Místo vydávání: Praha. Datum vydání: únor 2017. 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 pro měření rosného bodu uhlovodíků

Photo on the front page:

Equipment for the hydrocarbon dew point measurement

