

4/2016  
ROČNÍK 25

# METROLOGIE

VĚDECKÁ  
LEGÁLNÍ  
PRAKTICKÁ





**VĚDA A VÝZKUM**

<b>Ing. Štěpánka Dvořáčková, Ph.D., Ing. František Dvořáček a kol.</b> Bezkontaktní systém pro kalibrace koncových měřek .....	2
---	---

**METROLOGIE V PRAXI**

<b>Ing. Martin Šindelář, Dr. Ing. Radek Strnad</b> Zajištění metrologické návaznosti při měření teploty povrchu těles .....	7
<b>Ing. Josef Vošahlík a kol.</b> Metrologie radonu .....	14
<b>Ing. Ivo Lipovský</b> Problematika kalibrací v oblasti revizních přístrojů .....	17

**ZKUŠEBNICTVÍ**

<b>Mgr. Václava Holušová</b> Stavební výrobky a jejich značky / Povinné a dobrovolné značení stavebních výrobků .....	24
--	----

**LEGÁLNÍ METROLOGIE**

<b>Ing. Zdeňka Pohořelá, Ing. Štěpán Mašek</b> Historie státní metrologie v Českých zemích .....	26
---	----

**INFORMACE**

<b>Markéta Kořínková</b> Světový den technické normalizace a Cena Vladimíra Lista 2016 .....	28
<b>Ing. Václav Bursa</b> Nové vydání ČSN EN ISO 9001 .....	31
<b>Ing. Jan Tichý</b> Výroční zasedání výboru pro referenční materiály ISO/REMCO 2016 .....	33
<b>Ing. Gabriela Šimonová</b> Revize normy ČSN EN ISO/IEC 17025:2005 Posuzování shody .....	34
<b>Ing. Miroslav Hanák</b> Mezinárodní strojírenský veletrh Brno a měřicí technika pro strojírenství .....	35
 Nabídka akcí ČMS na II. pololetí 2016	

**SCIENCE AND RESEARCH**

<b>Ing. Štěpánka Dvořáčková, Ph.D., Ing. František Dvořáček a kol.</b> Contactless System for the Calibration of End Gauges .....	2
--	---

**METROLOGY IN PRACTICE**

<b>Ing. Martin Šindelář, Dr. Ing. Radek Strnad</b> Ensuring Metrological Traceability of Body Surface Temperature Measurement .....	7
<b>Ing. Josef Vošahlík a kol.</b> Radon Metrology .....	14
<b>Ing. Ivo Lipovský</b> The Problem of Calibration of Revision Instruments .....	17

**TESTING**

<b>Mgr. Václava Holušová</b> Construction Products and Their Brands/Mandatory and Voluntary Marking of Construction Products .....	24
---	----

**LEGAL METROLOGY**

<b>Ing. Zdeňka Pohořelá, Ing. Štěpán Mašek</b> History of State Metrology in the Czech Lands .....	26
---	----

**INFORMATION**

<b>Markéta Kořínková</b> World Standards Day and the Vladimír List Award 2016 .....	28
<b>Ing. Václav Bursa</b> A New Edition of ČSN EN ISO 9001 .....	31
<b>Ing. Jan Tichý</b> The Annual Meeting of the Committee on Reference Materials ISO/REMCO 2016 .....	33
<b>Ing. Gabriela Šimonová</b> Revision of ČSN EN ISO/IEC 17025:2005 Conformity Assessment .....	34
<b>Ing. Miroslav Hanák</b> International Engineering Fair in Brno and the Measuring Technology for Engineering .....	35
 Events Offered by ČMS for 1 <sup>st</sup> Half of 2017	

## BEZKONTAKTNÍ SYSTÉM PRO KALIBRACE KONCOVÝCH MĚREK

**Ing. Štěpánka Dvořáčková, Ph.D.**

*Technická univerzita v Liberci, Fakulta strojní*

**Ing. František Dvořáček**

*Český metrologický institut, Oblastní inspektorát Liberec*

**Ing. Pavel Konečný, Ing. Jan Kůr**

*Mesing spol. s r. o., Brno*

**Ing. Zdeněk Buchta, Ph.D., Ing. Martin Čížek, Ph.D., Mgr. Martin Šarbort, Ph.D., Mgr. Šimon Řeřucha, Ph.D., Ing. Václav Hucl, Ing. Tomáš Pikálek, prof. Ing. Josef Lazar, Dr. Ing. Ondřej Číp, Ph.D.**

*Ústav přístrojové techniky AV ČR, v. v. i., Brno*

### Abstrakt

Předkládaný článek navazuje na článek s názvem Kalibrace koncových měrek uveřejněný v čísle 3/2016, ročník 25, který byl zaměřen na popisy metod pro kalibraci (měření délky) koncových měrek (dále jen KM), které jsou využívány na pracovišti Českého metrologického institutu, Oblastním inspektorátu Liberec (dále jen ČMI OI Liberec).

Zcela novým způsobem, který dovoluje kombinaci výhod obou kalibračních metod měření délky KM v ČMI OI Liberec, je metoda uskutečňována na novém automatickém bezkontaktním systému. Popis metody měření a k ní příslušného zařízení je obsahem tohoto článku.

**Klíčová slova:** interferometr; koncová měrka; bezkontaktní systém, nejistota měření.

### 1 Úvod

Dle mezinárodní normy [1] jsou k měření délky krátkých (0,3 – 100 mm) KM v ČMI OI Liberec využívány dvě základní metody. Jedná se o metodu interferenční a metodu komparační. Interferenční metoda je uskutečňována na systému TESA NPL A.G.I. 300, který využívá k měření délky KM laserovou interferometrii. Komparační metoda je vykonávána na mechanickém komparátoru TESA-UPC.

Zcela novou metodou, která by mohla být využita k měření délky KM na národní i mezinárodní metrologické úrovni, je metoda založená na principu nízkokoherentní interferometrie. Daná metoda je prováděna na automatickém bezkontaktním systému, který byl vyvinut mezi výzkumnou organizací Ústavem přístrojové techniky AV ČR a firmou MESING během let 2006 – 2011, **obr. 1**. V rámci následné vzájemné spolupráce mezi organizacemi ČMI OI Liberec, Technickou univerzitou v Liberci, firmou MESING a Ústavem přístrojové techniky AV ČR a v letech 2013 – 2016 byl systém optimalizován a hodno-

cen v závislosti na přímé potřeby ČMI. Spolupráce vznikla v rámci vědeckovýzkumného projektu TA03010663 – Nové systémy pro kontrolu délky koncových měrek a vyhodnocení kvality jejich povrchů (2013–2016).



**Obr. 1:** Bezkontaktní systém pro měření délky KM [2]

### 2 Bezkontaktní metoda

Unikátnost tohoto systému spočívá ve způsobu optického odměřování délky KM, kdy je při využití kombinace laserové interferometrie a interferometrie nízké koherence získána absolutní hodnota délky KM jako výsledek jedнокrokového bezkontaktního měření, probíhajícího bez nutnosti jakékoli další manipulace s KM nebo nutnosti porovnání výsledku měření s hodnotou referenční [5].

#### 2.1 Bezkontaktní systém

Bezkontaktní systém je měřicí přístroj využívající obousměrný interferometr s bílým světlem, který svým uspořádáním umožňuje bezkontaktní absolutní měření délky KM bez nutnosti použití referenční desky (na kterou jsou KM

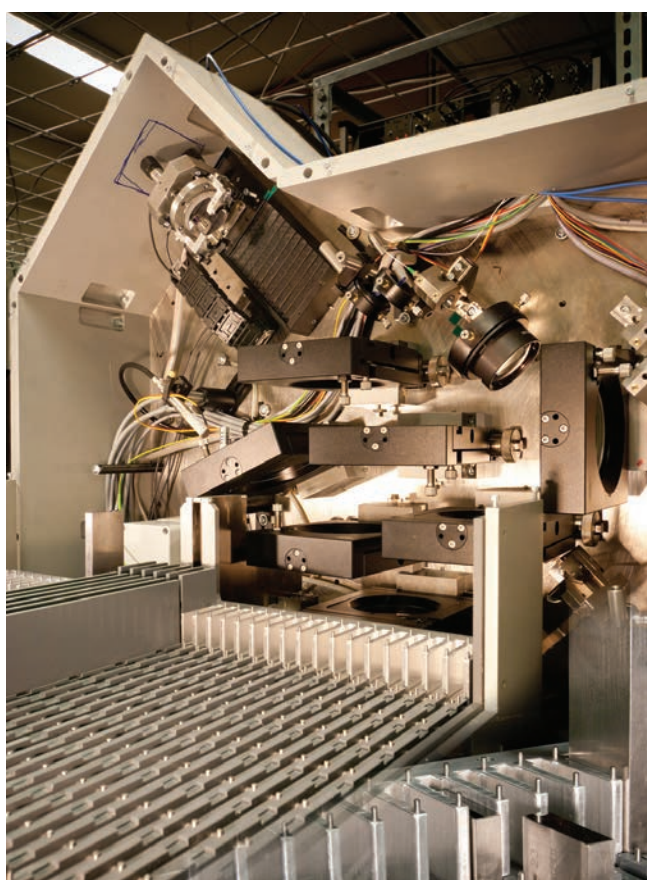


nasunuty), jak je tomu např. u systému NPL TESA, popsáném v článku [3]. U bezkontaktního systému je KM měřena opticky z obou stran, přičemž část svazku prochází i kolem KM a takto vzniklý interferenční signál pak tvoří referenční polohu měřicího systému.

Bezkontaktní systém je navázán na státní etalon délky prostřednictvím stabilizovaného He–Ne laseru. Lze pomocí něj tedy zajišťovat sekundární etalonáž délky.

Pro zajištění plně automatické kalibrace celých sad KM byl navržený optický měřicí systém doplněn o automatický podavač KM, který je schopen pojmout až 126 kusů KM. Celý měřicí proces je zbaven potenciálních negativních vlivů laboranta, jehož role je redukována na prosté založení KM do vyhrazených pozic v podavači a spuštění automatického měřicího cyklu.

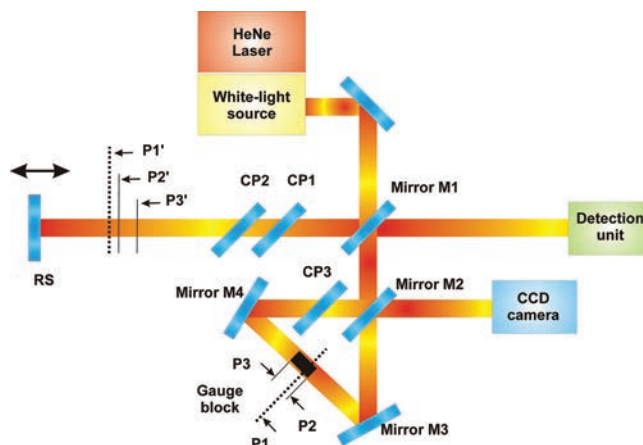
Sestava popisovaného systému je uvedena na **obr. 2**.



**Obr. 2:** Bezkontaktní systém pro měření délky KM – detail sestavy [2]

V popisovaném systému je jako širokospektrální zdroj světla použit pulzní pikosekundový laser generující širokospektrální záření zvané bílé kontinuum. Pikosekundový laser je především použit z důvodu lepších prostorových optických vlastností svazku vystupujícího z jednomodového optického vlákna, a tím lepšího kontrastu interferenčního signálu, ve srovnání s vysocecitlivou širokospektrální (bílou) LED diodou, která byla v měřicím systému rovněž testována.

Schematické znázornění měřicí sestavy je spolu s naznačením principu měření zachyceno na **obr. 3**.



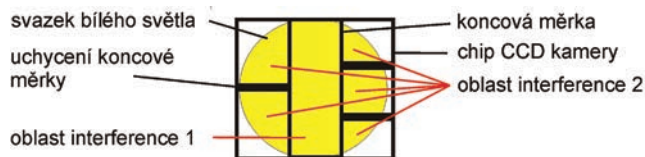
**Obr. 3:** Schematické znázornění měřicí sestavy pro měření KM. CP1, CP2 a CP3 jsou kompenzační desky, Mirror 1 a 2 jsou děliče svazku, Mirror 3 a 4 pak zrcadla, RS je referenční povrch [2]

## 2.2 Popis bezkontaktního systému

Měřicí systém kombinuje Michelsonův interferometr a Dowellův interferometr, přičemž Dowellův interferometr je umístěn v referenční větvi Michelsonova interferometru. Svazek bílého (širokospektrálního) světla ze zdroje je rozdělen polopropustným zrcadlem č. 1 na dvě části. Vzniklý referenční svazek Michelsonova interferometru prochází dvojicí kompenzačních desek a odráží se od referenční plochy RS. Měřicí svazek Michelsonova interferometru představuje primární svazek pro Dowellův interferometr. Na výstupu interferometru je celkem pět svazků, schopných vzájemně interferovat [8]. Podle principu interferometrie nízké koherence platí, že k interferenci měřicího a referenčního svazku dochází ve stavu vyvážení ramen interferometru. V případě popsané experimentální soustavy lze interferenci na výstupu interferometru pozorovat pro polohy referenční plochy RS, označené v **obr. 3** jako P1', P2' a P3'. V případě, kdy je referenční plocha RS nastavena do polohy P2', dochází k interferenci referenčního svazku a části měřicího svazku odražené od měřicích ploch KM P2. Pro polohu referenční plochy P3' dochází k interferenci referenčního svazku a části měřicího svazku odraženého od měřicí plochy KM P3. Poloze referenční plochy P1' odpovídá interference referenčního svazku s částí měřicího svazku procházející kolem KM. Tento stav je adekvátní konfiguraci sestavy se zrcadlem umístěným v poloze P1. Pro měření délky KM představuje poloha P1, resp. P1', referenční pozici danou konfigurací experimentální sestavy. Informaci o vzájemné vzdálenosti měřicích poloh P1', P2' a P3' dává měření pomocí interference záření jednofrekvenčního He–Ne laseru využívající principu klasické laserové interferometrie. Svazek z He–Ne laseru je s bílým světlem kombinován pomocí vláknové optiky na vstupu měřicí sestavy [8].

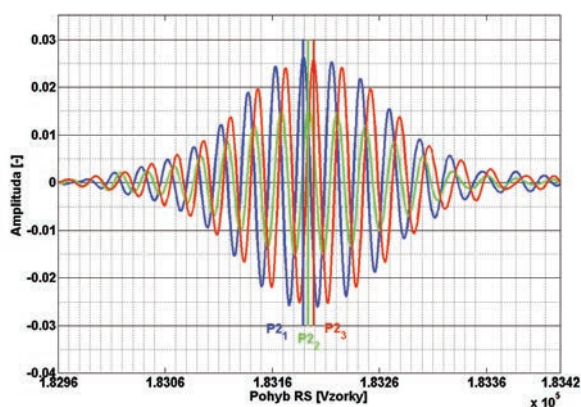
Na **obr. 4** je schematicky znázorněn obraz zaznamenaný kamerou na výstupu měřicí sestavy. Pro ilustraci principu měření je na **obr. 6** uveden příklad výsledku měření KM, zachycující výše zmíněné tři polohy s interferencí bílého světla. Délka KM je pak stanovena podle rovnice:

$$L = |P1' - P2| + |P1' - P3|.$$

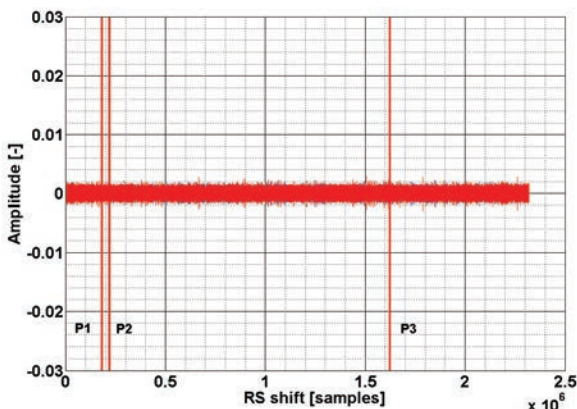


Obr. 4: Schematické znázornění obrazu, zaznamenaného na výstupu měřící sestavy. Oblast interference 1 je platná pro polohy P2' a P3', oblast interference 2 pak pro polohu P1' [2]

Stejný záznam při detailnější analýze dávající informaci o rozdílných pozicích centrálního bodu interferenčního signálu v rámci jedné hrany měřící plochy KM, obr. 5, potenciálně umožňuje i analýzu povrchu měřících ploch KM, vedoucí k odhalení případných defektů (škrábance, rýhy, atd.).



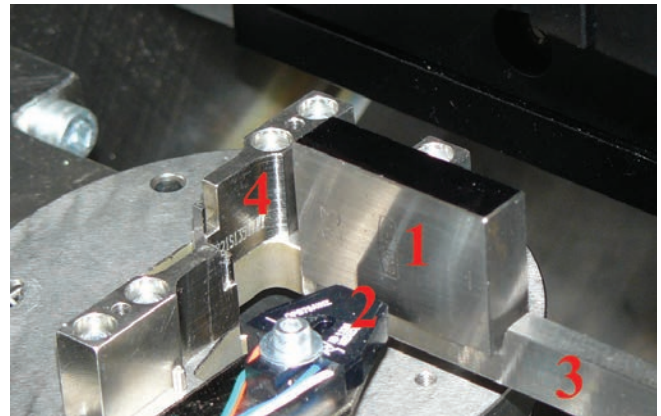
Obr. 5: Detailní náhled na signály zaznamenané v měřící pozici P2, umožňující analýzu povrchu KM [2]



Obr. 6: Příklad výsledku měření [2]

Optická sestava byla realizována pomocí třípalcové optiky (skleněné desky o průměru 3 palce, tj. 76,2 mm) s vysokou rovinností a kvalitou optických povrchů, umožňující použití svazku o průměru 35 mm, umožňujícího měření celé měřící plochy KM.

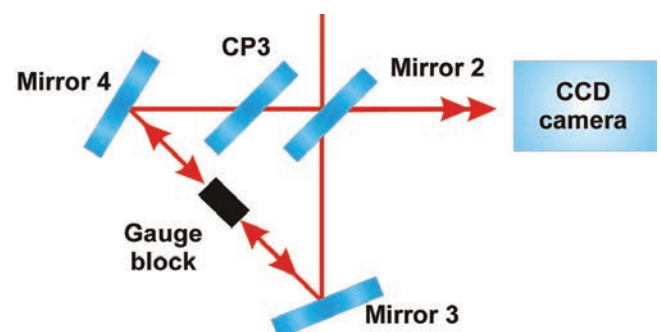
Samotná KM je v době měření umístěna na třibodovém držáku, obr. 7, jehož poloha je pomocí speciálních šroubů s piezoelektrickými akčními členy před každým měřením automaticky nastavena tak, aby bylo dosaženo maximálního kontrastu interferenčních proužků. Obdobně je tomu i v při-



Obr. 7: KM – 1, optická závora – 2, unašeč – 3, držák KM – 4

padě držáku referenční plochy RS, umístěném na motorizovaném posuvu. I zde se využívá další sestavy zabudovaných piezošroubů pro online korekci nežádoucích náklonů referenční plochy v průběhu měření. Optická sestava je doplněna snímači pro monitorování teplot různých částí systému za účelem korekce teplotních dilatací v průběhu měření a systémem pro měření indexu lomu vzduchu, nezbytným pro odměřování vzdáleností laserovým interferometrem s rozlišením v řádu jednotek nanometrů.

Významným prvkem systému je tzv. trojúhelník (Dowellův interferometr) na jehož vstupu je dělič svazku (označen jako M2), obr. 8. Ten rozdělí vstupní měřící svazek na dvě poloviny, z nichž každá projde trojúhelníkem v jednom z možných směrů. Na výstupu se obě poloviny světla z trojúhelníku zase sejdou a šíří se částečně mimo sestavu a částečně zpět do sestavy. Výstup trojúhelníku je opatřen CCD kamerou. CCD kamera monitoruje interferenční strukturu (proužky), které vzniknou interferencí odrazů od měřících ploch KM. Pokud je osa KM shodná s osou svazku, odrazy míří přesně tam, odkud světlo přišlo, a v místě, kde je CCD kamera, se svazky potkají pod vzájemným úhlem  $0^\circ$  = vznikne jednolitý signál, jen jeden interferenční proužek.

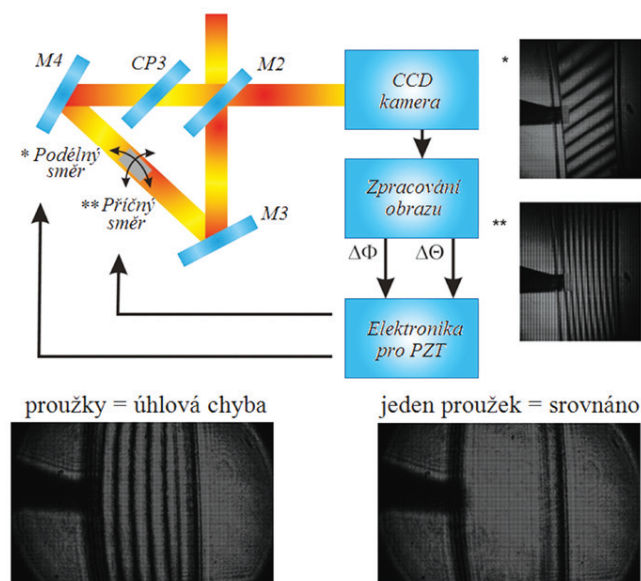


Obr. 8: Zjednodušené schéma s odrazy od KM – pro korekci úhlové odchylky mezi osou KM a osou měřícího svazku; zavedení CCD kamery [2]

Úhlová odchylka mezi osou KM a osou měřícího svazku pak znamená nenulový úhel mezi svazky v místě, kde jsou vidět interferenční proužky. Perioda proužků je funkcí úhlu, pod kterým se svazky potkávají. Z počtu a tvaru interferenčních proužků lze určit, jak je potřeba pohybovat



s KM (změnit napětí na piezoelektrických akčních členech v držáku KM), aby se úhlová chyba odstranila, **obr. 9**.



**Obr. 9:** Monitoring interferenční struktury (proužků), které vzniknou interferencí odrazů od měřicích ploch KM [2]

### 3 Mezisystémové porovnání stávajících systémů k měření délky KM s bezkontaktním systémem

Stávající systémy TESA NPL A.G.I. 300 a TESA–UPC a jejich metody měření délky KM byly porovnávány s novým bezkontaktním systémem. Z hlediska porovnání systémů byla pozornost věnována především: návaznosti na státní etalon, podmínek realizace a časové náročnosti měření, poškození KM při měření, přesnosti a nejistotě měření.

#### 3.1 Návaznost na státní etalony

Systém TESA NPL A.G.I. 300 je přímo navázán na státní etalon délky prostřednictvím femtosekundového generátoru hřebene optických frekvencí a jodem stabilizovaného He–Ne laseru – 633 nm.

Bezkontaktní systém je přímo navázán na státní etalon délky prostřednictvím stabilizovaného He–Ne laseru – 633 nm.

Systém TESA–UPC je navázán na státní etalon délky prostřednictvím etalonových KM – 1. řádu měřených na interferenčním komparátoru TESA NPL A.G.I. 300 a porovnávaných s etalonem, kterým je délka světelné vlny jodem stabilizovaného He–Ne laseru – 633 nm interferenčního komparátoru TESA NPL A.G.I. 300.

#### 3.2 Podmínky realizace a časová náročnost měření

Na TESA NPL A.G.I. 300 lze měřit pouze KM s vysokou kvalitou měřicích ploch. Jedná se o KM třídy přesnosti K – 0, spadající do 1. sekundárního řádu. Není možné měřit jen jednu samotnou KM, ale vždy musí být měřeny více než 2 ks KM. Systém vyžaduje velmi vysokou náročnost z hlediska přípravné fáze a vlastního měření. Naměřené hodnoty je nutné ověřovat kompletním opakovaným měřením.

Změření celé sady KM (122 ks) trvá 1 až 3 měsíce. Vysoce kvalifikovaný laborant je požadovanou nutností při obsluze daného systému.

Na bezkontaktním systému lze měřit KM třídy přesnosti K až 2 s vysokou i nižší kvalitou povrchu, spadající do 1. – 5. sekundárního řádu. Lze měřit jednu samostatnou KM bez nutnosti měření celé sady KM. Systém vyžaduje náročnost z hlediska přípravné fáze. Měřicí proces probíhá plně automaticky. Doba procesu měření závisí na délce měřených KM a kvalitě povrchu měřicích ploch. Změření celé sady KM (122 ks) trvá 1 až 4 dny. Kvalifikovaný laborant není nutností při obsluze daného systému.

Systémem TESA–UPC lze měřit KM třídy přesnosti 1 – 2 s nízkou kvalitou povrchu KM, spadající do 2. – 5. sekundárního řádu. Lze měřit jen jednu samotnou KM, ke které je požadovanou nutností etalonová KM s vyšší přesností. Systém vyžaduje náročnost z hlediska přípravné fáze a vlastního měření. Naměřené hodnoty je nutné kontrolovat opakovaným měřením. Změření celé sady KM (122 ks) trvá 1 až 2 týdny. Kvalifikovaný laborant je nutností při obsluze daného systému.

#### 3.3 Poškození KM při měření

Při měření na systému TESA NPL A.G.I. 300 dochází díky kontaktnímu nasunutí na referenční plochu k poškození měřicího povrchu KM ve formě nevratných rýh, škrábanců, tj. plastické deformaci [5].

V rámci měření na bezkontaktním systému nebylo prokázáno žádné poškození povrchu KM.

Při měření na systému TESA–UPC byla zjištěna pouze minimální pružná deformace u KM (kontakt KM a snímače – horní a spodní dotyk). Dané konstatování vyplývá z provedené numerické simulace, v rámci které byl zjišťován vliv zatěžujících sil na deformaci a napětí v povrchu KM během jejího měření na daném systému [5].

#### 3.4 Přesnost a nejistota měření

##### TESA NPL A.G.I. 300

Systém je používán k měření délky KM v rámci mezinárodních porovnání organizovaných jak v rámci EURAMETu, tak i celosvětově. Velikost nejistoty měření  $U$ , která je pro ČMI uznána jako CMC (kalibrační a měřicí schopnost) v BIPM databázi KCDB, je:

$$U = \sqrt{20^2 + (0,2 \times l_n)^2} \text{ nm},$$

kde je  $l_n$  jmenovitá délka KM udaná v milimetrech. Rozlišení přístroje je 1 nm.

##### Bezkontaktní systém

Velikost nejistoty měření  $U$  byla stanovena [5]:

$$U = \sqrt{51^2 + (0,5 \times l_n)^2} \text{ nm},$$

kde  $l_n$  je jmenovitá délka KM dosazena v milimetrech. Rozlišení přístroje je 1 nm.

Daná hodnota byla určena jako CMC (kalibrační a měřicí schopnost) pro měřicí systém.

**TESA–UPC**

Velikost nejistoty měření  $U$ , která je pro ČMI uznána jako CMC (kalibrační a měřicí schopnost) v databázi KCDB je:

$$U = \sqrt{50^2 + (0,5 \times l_n)^2} \text{ nm},$$

kde  $l_n$  je jmenovitá délka KM udaná v milimetrech. Rozlišení přístroje je 10 nm.

Při obecném porovnání systému TESA NPL A.G.I. 300, bezkontaktního systému a systému TESA–UPC bylo zjištěno, že je průměrná naměřená hodnota délky KM (pro vybrané KM) a nejistota měření u bezkontaktního systému a systému TESA–UPC ve shodě [5]. Systém TESA NPL A.G.I. 300 vykazoval mnohem nižší naměřené hodnoty délky KM a nižší nejistotu měření (cca o polovinu).

V rámci mezisystémového porovnání bylo vycházeno z dokumentu [6, 7]. Při porovnání systémů vycházejícím z normy [7] byla prokázána nejvyšší shoda mezi bezkontaktním systémem a TESA–UPC. Nižší shoda byla prokázána mezi bezkontaktním systémem a TESA NPL A.G.I. 300 [5].

**4 Závěr**

Článek popisuje a následně porovnává bezkontaktní systém pro kalibraci krátkých KM s mezinárodními metodami k měření délky KM v ČMI OI Liberec.

Z celkového porovnání lze poukázat u bezkontaktního systému jak na jeho přednosti, tak i na menší omezení. Nevýhodou systému je sice nižší přesnost, a tedy i vyšší nejistota měření, ale velkou výhodou je **rychlé automatizované měření** – měření celé sady KM (122 ks) trvá 1 až 4 dny, **které činní systém unikátním**. Na systému lze měřit KM třídy přesnosti K až 2, 1. – 5. sekundárního řádu. Při měření KM na systému nedochází k poškození měřicí plochy KM. Systém je navázán na státní etalon ČR. Systémem lze měřit jednu samostatnou KM.

**Literatura**

- [1] ČSN EN ISO 3650. *Geometrické požadavky na výrobky (GPS) – Etalony délek – Koncové měřky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2000. 24 s. Třídící znak 25 3308.
- [2] ÚSTAV PŘÍSTROJOVÉ TECHNIKY AV ČR, V.V.I., BRNO. *Firemní podklady. Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i., Brno, © 2015.*
- [3] DVOŘÁČKOVÁ, Š.; DVOŘÁČEK, F. *Kalibrace koncových měrek*. Metrologie. 2016, roč. 25, s. 6 – 10. ISSN 1210–3543.
- [4] ČESKÝ METROLOGICKÝ INSTITUT, OI LIBEREC. *Firemní podklady. Český metrologický institut, OI Liberec, © 2015.*
- [5] DVOŘÁČKOVÁ, Š. *Bezkontaktní systém pro měření délky koncových měrek*. Liberec, 2016. Habilitační práce. Technická univerzita v Liberci, Fakulta strojní, Katedra obrábění a montáže. ČESKÝ INSTITUT PRO AKREDITACI. ILAC–G8:03/2009: Pokyny k uvádění shody se specifikací [online]. ČIA, © 2009 [cit. 2015–12–12]. Dostupné na: <http://www.cia.cz/Download.ashx?Type=Document&Id=16827>.
- [6] ČSN EN ISO/IEC 17043. *Posuzování shody – Všeobecné požadavky na zkoušení způsobilosti*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010. 47 s. Třídící znak 01 5264.
- [7] BUCHTA, Z.; RERUCHA, S.; MIKEL, B.; CIZEK, M.; LAZAR, J.; CIP, O. *Novel principle of contactless gauge block calibration*. Sensors. 2012, roč. 12, s. 3350–3358.
- [8] PIKALEK, T; FORT, T; BUCHTA, Z. *Detection techniques in lowcoherence interferometry and their impact on overall measurement accuracy*. Applied Optics. 2014, vol. 53, pp. 8463–8470.
- [9] BUCHTA, Z.; RERUCHA, S.; HUCL, V.; CIZEK, M.; SARBORT, M.; LAZAR, J.; CIP, O. *Active angular alignment of gauge blocks in double-ended interferometers*. Sensors. 2013, roč. 13, s. 13090–13098.



### Mimořádné porovnání hmotnosti mezinárodního prototypu kilogramu

V roce 2014 proběhlo mimořádné porovnání hmotnosti mezinárodního prototypu kilogramu, oficiálních kopií a vybraných státních etalonů. Ukázalo se, že hmotnost, jak ji BIPM využívá pro kalibraci, je odchylena přibližně o 35  $\mu\text{g}$  od mezinárodního prototypu, ačkoliv by odchylka měla být nulová. Analýzou všech měření z let 1992 – 2014 bylo prokázáno, že jeden z komparátorů, který byl využíván pro kalibrace státních etalonů, v letech 2003 – 2010 nepracoval správně. Na základě další analýzy a modelování bylo možné opravit hodnoty hmotnosti všech kalibrovaných závaží ve sledovaném období. Toto se týká i státního etalonu hmotnosti České republiky, jehož opravená hodnota hmotnosti je  $1 \text{ kg} + 0,152 \text{ mg} \pm 0,003 \text{ mg}$  ( $k=1$ ). Vzhledem k nejistotám, které je možné předávat zákazníkům primární laboratoře hmotnosti, nebylo nutné provádět speciální kroky k nápravě situace na území ČR.

Mgr. J. Zůda, ČMI

Viz též <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/0026-1394/53/5/1204>



## ZAJIŠTĚNÍ METROLOGICKÉ NÁVAZNOSTI PŘI MĚŘENÍ TEPLoty POVRCHU TĚLES

**Ing. Martin Šindelář, Dr. Ing. Radek Strnad**

*Český metrologický institut*

### 1 Úvod

Měření teploty povrchů různých těles je velmi rozšířené v různých oborech lidské činnosti. Setkáváme se například s úlohou určení teploty povrchu vyzdívkou průmyslových zařízení, teploty média proudícího v potrubí, apod. Podle typu aplikace jsou požadavky kladené na měření teploty povrchu rozdílné a nejistota výsledného měření je požadována v řádu desetin, popřípadě celých stupňů. Jednou ze základních podmínek správného měření je dostatečný ponor čidla teploměru (což není možné při měření dotykem dodržet). K měření teploty povrchu je třeba přistoupit s požadavkem nejen na správnost měření, ale i na jeho opakovatelnost a reprodukovatelnost.

#### Zdroje chyb při měření teploty povrchu:

1. Energetické zatížení měřeného povrchu snímačem. Toto je nutné vnímat jako odvod tepla přiložením chladnějšího snímače na „horký“ měřený objekt. Energie tekoucí do snímače slouží ponejprv k jeho ohřátí, dále bude odváděna ztrátovou energií, jež odchází stonkem snímače, nebo je vyzářena do okolí. Tento tepelný tok naruší homogenní teplotní pole povrchu objektu. V důsledku tento jev povede ke snížení teploty povrchu v místě měření. Zde je nutné brát v úvahu velikosti a tepelné kapacity jak čidla, tak i měřené plochy
2. Vlastní kontakt snímače s měřeným povrchem – tepelný odpor, jež zhoršuje přenos energie a vytváří teplotní gradient.
3. Nenulové rozměry vlastního senzoru a jeho vzdálenost od měřeného povrchu způsobují rovněž teplotní diferenci. Důležitým faktorem je i způsob instalace senzoru do sestavy snímače – sondy.

**Z hlediska způsobu použití** lze teploměry rozdělit na přístroje:

1. Stablně umístěné. Snímač – senzor teploměru je umístěn v drážce povrchu tělesa, nebo ve vývrtu těsně pod povrchem. Takto bývají uzpůsobena tělesa sloužící pro kalibraci dotykových teploměru
2. Přístroje mobilní – tzv. přenosné „dotykové teploměry“ (jinak nazývané „povrchové“). Sestávají se většinou z indikační jednotky kabelem spojené se sondou.

U většiny teploměru je jako senzor použit termoelektrický článek, popřípadě termistor. Méně obvyklé je použití klasického odporového senzoru (Pt).

**Měřený povrch** – může být velice různorodý, co se týká materiálů i co se týká jeho:

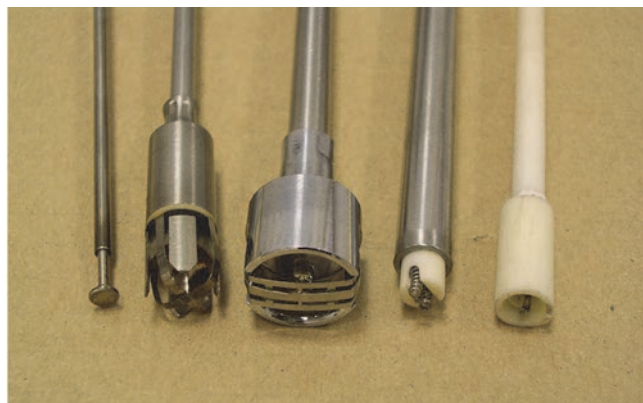
- drsnosti (povrch lesklý, zoxidovaný, drsný, okuje),
- nerovnosti povrchu (rovný, zaoblený, vydutý),
- úpravy povrchu (lakování, eloxování, plátování).

Důležitými vlastnostmi je tepelná vodivost materiálu, měrná tepelná kapacita a energetická tepelná kapacita objektu. Svou roli hraje i prostorová dispozice, zda sondu přikládáme vodorovně, či svisle atd.

Materiálově se může jednat o kovy (ocel, litinu, slitiny barevných kovů) i jiné materiály jako např. sklo, plasty, zdivo, atd.

Vlastní snímač se podílí maximální mírou na kvalitě výsledku měření. Základní vlastnosti jsou:

- minimální hmotnost,
- malé rozměry,
- konstrukční řešení vedoucí k maximálnímu přiblížení teploty povrchu k měřicímu senzoru,
- minimalizace narušení teplotního pole měřeného povrchu,
- minimalizace mechanického účinku (poškození) měřeného povrchu.



**Obr. 1:** Provedení zakončení snímačů dotykových teploměru

Malá hmotnost umožňuje rychlé prohřátí snímače a tím generuje malou časovou konstantu měření. Malé rozměry jsou důležité nejen z hlediska příspěvku k malé hmotnosti, ale zejména pro použití při aplikování snímače v zástavbě např. mikroelektronických aplikací.

Rozměr snímače a jeho geometrické uspořádání přímo ovlivňují jeho hmotnost a jsou důležitými konstrukčními prvky z hlediska jeho přizpůsobení měřenému povrchu. U běžně provedených snímačů s pevným dotykem ve tvaru kruhové plošky může odchylka v kolmosti polohy stonku způsobit značné přídavné chyby i kolísání hodnoty výsledku měření. Kvalitně provedené snímače tohoto druhu mají kloubový závěs, či pružné uložení citlivé části se senzorem.

Zlepšení přestupu tepla různými teplovodivými pastami je možné do teploty cca 250 °C. Efekt zlepšení spočívá ve vyplnění nerovností povrchu jak na straně objektu, tak

u snímače. Vyplněný prostor přispívá k vedení tepla výrazně více, než pouhý vzduch. U materiálu past je samozřejmý požadavek na vynikající tepelnou vodivost.

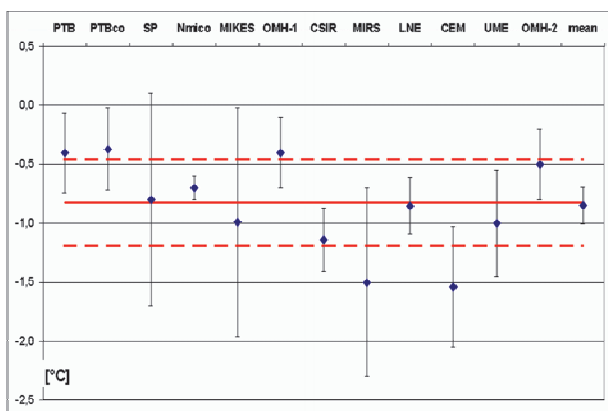
Přestup tepla je realizován vždy vedením, se zvyšující teplotou narůstá podíl radiční složky a to značně nelineárně. Pak je možné konstatovat, že paradoxní situaci vyvolává (izolující) vrstva okují na povrchu objektu, která má díky své emisivitě (při teplotách řádově nad 300 °C) na výsledek větší vliv, než čistě kovový povrch.

Konstantní přítlačná síla pro maximální opakovatelnost výsledku bývá vyvolávána pružinovým uspořádáním senzoru, nebo pružinami ve stonku snímače.

Zakončení snímače bývá provedeno jako malá rovinná ploška, z hlediska omezení nedokonalého přilnutí k povrchu může být použit pružný kloubový závěs (popřípadě páskový snímač). Vlastní senzor je ve většině případů opláštěný krytem a na jeho hmotnosti a provedení záleží odvod tepla. Existují i sondy s magnetickým přidržením, použitelné pro nižší teploty (pod Curieovou teplotou feritového magnetu, kdy dochází ke ztrátě magnetických vlastností).

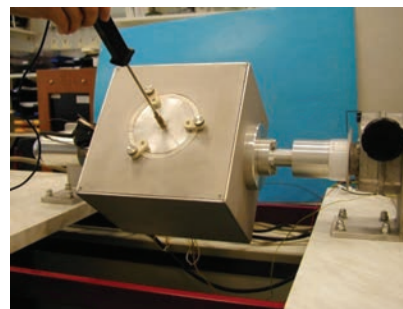
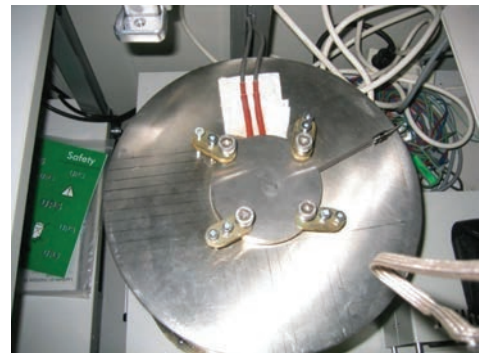
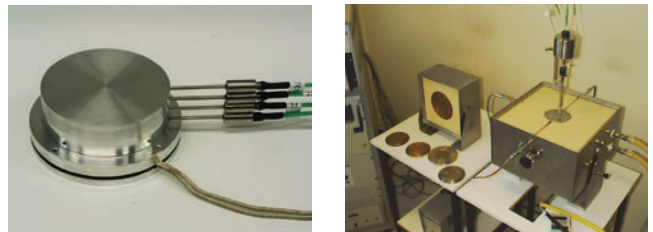
Méně častou variantou snímače je hrotový termoelektrický senzor založený na principu přiložení dvou hrotů z různých materiálů (tvoří termoelektrický pár) k třetímu kovu – povrchu. Zde předpokládáme natolik materiálově homogenní prostředí, že kov objektu neovlivní výsledné měření. Problematické je možné otupení hrotů i poškození měřeného povrchu vrypy. Tato varianta je použitelná pouze pro kovové materiály.

V únoru letošního roku proběhl v rámci výročního zasedání evropské komise pro měření teploty TC-T EURAMET seminář věnovaný problematice povrchového měření teploty. Vystoupila zde celá řada odborníků z více než osmi zemí. První mezinárodní porovnání probíhalo v rámci projektu EUROMET Pr 635 (2005). Na obr. 2 je vidět výsledek pro teplotu 75 °C. Je zde patrný rozdílný přístup k velikostem nejistot. Po publikování tohoto výsledku došlo k rozvoji přístrojového vybavení, včetně metodik pro lepší odhad hodnoty nejistoty měření a kalibrace.



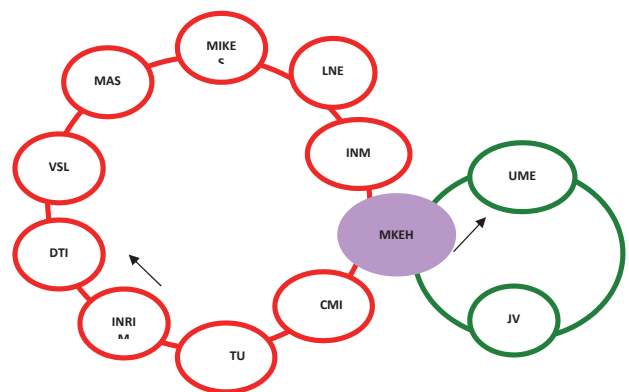
Obr. 2: Výsledek mezinárodního porovnání v oblasti měření povrchové teploty pro hliníkový blok při teplotě 75 °C

Na obr. 3 jsou znázorněny příklady různých přístupů k tvorbě referenčního zařízení v různých státech.



Obr. 3: Vyvinutá zařízení pro realizaci referenční teploty povrchu v různých státech

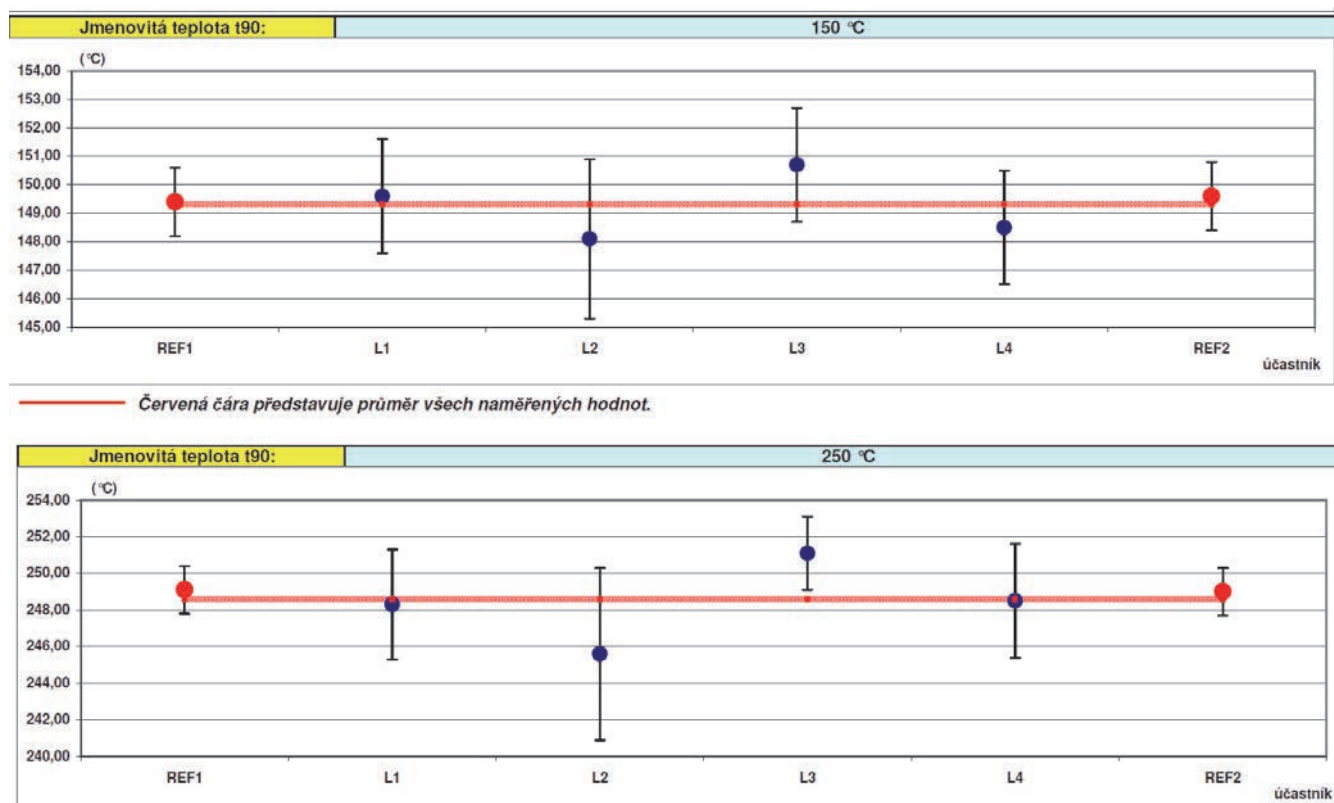
V roce 2014 začalo další mezinárodní porovnání, které je organizované ve dvou smyčkách – viz obr. 4.



Obr. 4: Schéma organizace mezinárodního porovnání v rámci projektu EURAMET

Měření probíhalo se třemi různými senzory, v rozsahu od -20 °C do 500 °C za použití pěti různých materiálů povrchu. Poslední měření proběhnou v září tohoto roku.

V České republice probíhalo národní porovnání, které bylo organizované ČMI v roce 2011. Rozsah porovnání byl (50 až 350) °C a výsledky prokázaly dobrou úroveň tuzemských kalibračních laboratoří. Na obr. 5 je vidět výsledek pro teploty 150 °C a 250 °C.



Obr. 5: Výsledek porovnání organizovaného ČMI v roce 2011

V následujícím textu bude ukázán vývoj zařízení v primární laboratoři teploty.

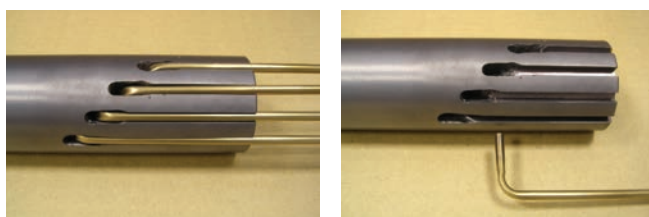
## 2 Vybavení primární laboratoře ČMI

### 2.1 Rozvoj laboratoře

Dlouhodobě byla na pracovišti ČMI OI Praha k dispozici dvě zařízení pro kalibraci povrchových teplot. Blok s elementem termoelektrického článku malé velikosti a zkušební těleso společně s rozdílovým termoelektrickým článkem od firmy ISOTECH.

Nejistoty v bloku se pohybují v rozsahu (2 – 4) °C (k = 2) pro rozsah teplot -30 °C až 600 °C.

V ostatních primárních laboratořích v Evropě mají k dispozici různé typy kalibračních těles s měřením teplotního profilu ve vertikálním směru a s extrapolací naměřených hodnot na teplotu povrchu. Kalibrační blok, provozovaný v ČMI, je osazen čtyřmi odporovými teploměry uzpůsobenými pro měření vertikálního (axiálního) teplotního gradientu. Nově byl blok osazen 1 mm vývrtem blízko povrchu pro vložení referenčního termoelektrického článku typu N.



Obr. 6: Provedení kalibračního bloku společně se sadou platinových odporových teploměrů

### 2.1.1 Referenční zdroj povrchové teploty

#### Nízkoteplotní verze do 350 °C

Vlastní design zařízení vycházel z koncepce vytvoření zkušební tělesa, jehož povrch by byl z hlediska teplotního profilu dostatečně homogenní, tepelně vodivý a jehož teplota by byla stanovena zabudovaným měřidlem. Zařízení obsahuje:

- zkušební povrch – těleso,
- topný element zabudovaný do tělesa,
- měřidlo teploty – regulační a měřicí termočlánek zabudovaný pod měřicí povrch,
- regulátor teploty – zobrazovací jednotku,
- zdrojovou – napájecí část celého zařízení.

Návrh designu byl motivován především nutností přiblížit se realizaci skutečnému povrchu, tedy aby zkušební povrch byl minimálně zahloben v horní desce zkušebního zařízení a o dostatečné ploše s ohledem na rozmístění testovaných teploměrů. Proto následovaly další kroky v návrhu:

- návrh rozměrové konfigurace testovacího povrchu,
- výběr z dostupných topných elementů,
- návrh tělesa jako celku – s přihlédnutím k technologickým možnostem,
- návrh způsobu měření teploty povrchu,
- návrh regulačního obvodu,
- návrh zdrojové části a skříně,
- návrh vnějšího designu zařízení.

Hlavními body zadání bylo vytvořit těleso o průměru 70 mm, hloubka zapuštění pod okolní povrch cca 15 mm, rozsah provozovaných teplot 35 °C až 550 °C. Předpokládaná



homogenita povrchu v celém rozsahu teplot do 1 °C. Prvním úkolem bylo vybrat materiál pro zkušební těleso. Byl zvolen hliník, s ohledem na velmi dobrou tepelnou vodivost a obrábělnost. Dále po zjištění rozměrů topného elementu (topná tyč) byl zvolen tvar zahloubení topení do spodní části tělesa.

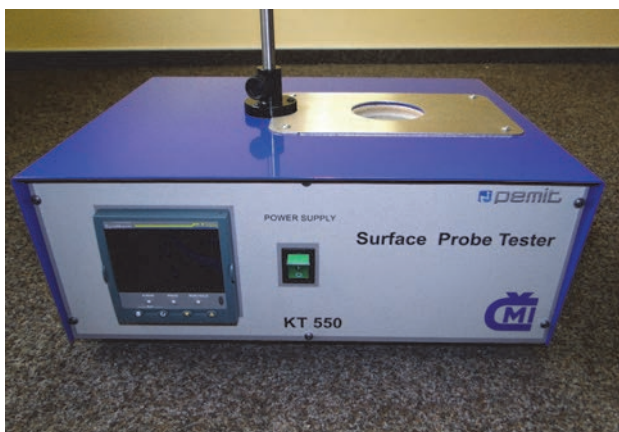


Obr. 7a: Zkušební těleso s topným elementem

Výroba drážky pro topnou tyč (flexibilní) byla technologicky náročná jak z hlediska volby obráběcího stroje, který dokáže vyrobit požadovaný tvar symetrického obrazce, tak z hlediska tepelného toku, aby bylo dosaženo teoreticky homogenní teploty na povrchu tělesa. Těleso na svém povrchu odvádí teplo vedením a vyzařováním (radiací). Tím je problém řešení značně netriviální. Z původního návrhu tvaru spirály byl nakonec zvolen tvar dvojité spirály, což s ohledem na výrobní možnosti číslicově řízeného obráběcího stroje bylo optimální řešení. Topná tyč je do tělesa umístěna s přesahem a zespodu zatlačována do tělesa přítlačnou deskou, jež je k vlastnímu tělesu fixována šrouby.



Obr. 7b: Spodní část zkušebního tělesa s topným elementem



Obr. 7c: Hotové zkušební zařízení pro povrchové teploměry

Dalším hlavním úkolem bylo zvolit možnost opracování tak, aby byl vytvořen otvor o průměru 1 mm těsně pod povrchem – tedy co nejbližší testovacímu povrchu v závislosti na technologických možnostech výroby.

Jednou z možností bylo vytvořit otvor tak těsně pod povrchem, jak jen to lze technologicky provést. Zvolena však byla varianta opačná, tj. vytvoření otvoru a následné obrábění povrchu tělesa co nejbližší k vytvořenému otvoru.

Nově dodané zařízení bylo testováno tepelně kompenzovanou sondou povrchového teploměru TTI 944 fy Isotech. Údaj o homogenitě je stanoven s nízkou nejistotou, jelikož se jedná o diferenční měření (hlavním zdrojem nejistoty je opakovatelnost měřeného údaje jednotlivých odměrů). Údaj o skutečné teplotě je zatížen nejistotou 0,8 °C – 1,5 °C (zde je již nutné brát v úvahu i nejistotu kalibrace celého měřicího řetězce). Výsledky testování přístroje jsou znázorněny v následující tabulce 1:

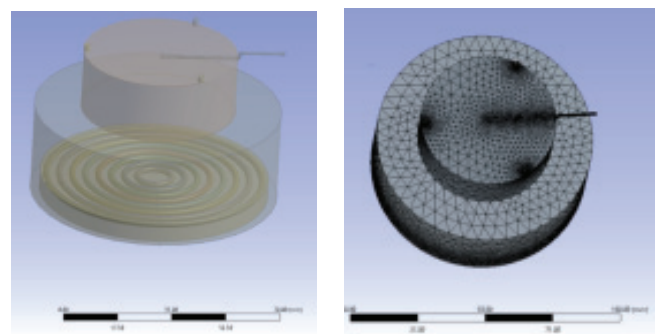
Tabulka 1: Vlastnosti zařízení pro realizaci teploty povrchu.

Nastavená teplota (°C)	Skutečná teplota (°C)	Homogenita povrchu (°C)
100,0	104,2	0,3
217,0	219,3	0,7
348,0	348,4	0,3

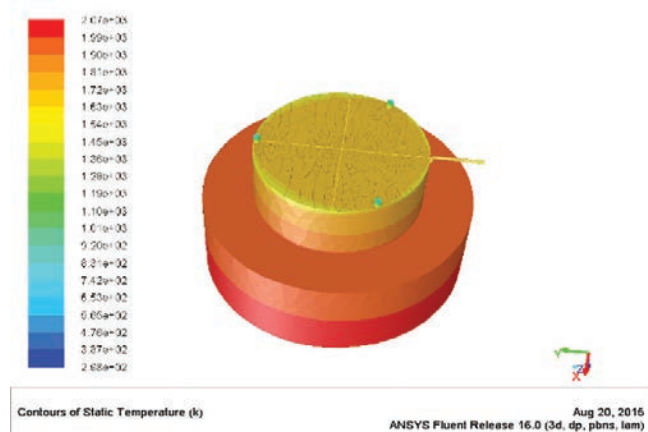
### Realizace zařízení do 800 °C

#### Numerická simulace

Pro vývoj nového topného tělesa byl použit výpočetní software Ansys Fluent, který je založen na metodě konečných objemů. Na obr. 8 jsou uvedeny tři důležité kroky simulace. V první fázi je nakreslena příslušná geometrie systému (a), ve druhé fázi je geometrie vysítována (b), aby mohla být použita metoda konečných objemů, třetí fázi je specifikace daného problému. V použitém softwaru jsou z nabídky modulů vybrány takové, které popisují daný problém. Dále jsou specifikovány použité materiály, nastaveny okrajové a počáteční podmínky. Po proběhnutí výpočtu (časová náročnost dle zadané geometrie – 2D, 3D, dle zvolené metody výpočtu, dle požadavku stacionárního/dynamického výpočtu), proběhne závěrečná vyhodnocovací fáze (c).



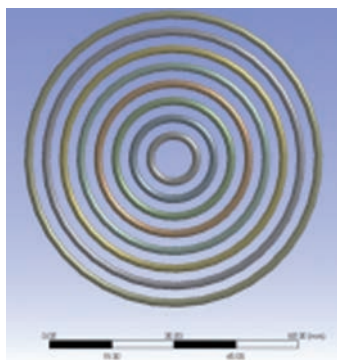
Obr. 8: a) Geometrie systému, b) výpočetní síť



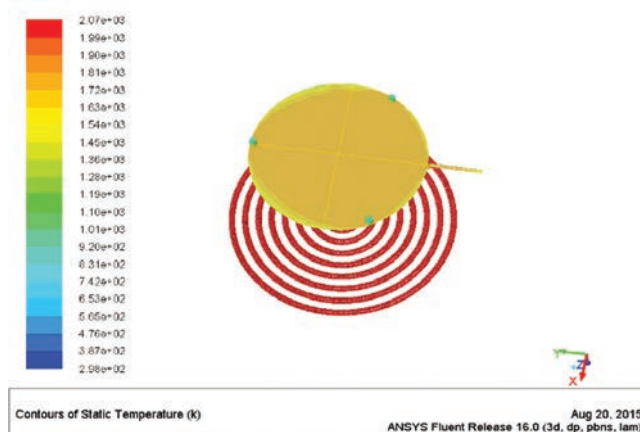
Obr. 8: c) teplotní pole po výpočtu

Vzhledem k předchozím zkušenostem s topným tělesem byla vždy nejprve testována homogenita a průměrná dosažená teplota na povrchu topného tělesa. Postup simulací byl následující:

- 2D modelování: počet a rozložení topných elementů  
tloušťka izolace velikost topného tělesa
- 3D modelování: doladění rozložení topných elementů  
Výsledek návrhu topného elementu je patrný na **obr. 9**.



Obr. 9a: Konečné schéma rozložení topných elementů



Obr. 9b: Teplotní pole na povrchu přístroje

Simulace probíhaly ve stacionárním uspořádání (časově nezávislém) při zapojení modulů energetické bilance (zahrnuje konvekci a kondukcí) a sdílení tepla radiací (model discrete ordinates). Geometrie topného tělesa byla rozšířena o obálku s rozměry 200 x 200 mm vyplněnou vzduchem pro simulaci volné konvekce. Toto opatření bylo použito ve všech následujících simulacích. Vlastnosti použitých materiálů zadaných tak, aby co nejvíce reflektovaly skutečnost, jsou shrnuty v následující **tabulce 2**.

Tabulka 2: Tepelná vodivost použitých materiálů

Část systému	Koeficient tepelné vodivosti $\lambda$ ( $\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ )
Topná deska	21 při 700 °C
Odporový element	11 při 50 °C
	35 při 1400 °C
Tmel	0,7
Izolace	0,09 při 600 °C
	0,17 při 1000°C

Tabulka 3: Homogenita povrchu materiálu v závislosti na geometrii a výkonu topení.

Typ výpočtu	Vertikálně		Horizontálně		Teploměr	
	min (K)	max (K)	min (K)	max (K)	min (K)	max (K)
1000 W, ve směru osy x	1406,71	1712,22	1595,43	1713,4	1711,35	1725,11
1000 W, ve směru osy z	1426,54	1717,34	1601,73	1719,12	1715,96	1729,18
300 W, ve směru osy x	1009,66	1203	1137,14	1203,33	1180,85	1206,27
1000 W, ve směru osy x poloviční vodivost	1396,06	1699,09	1560,4	1701,29	1651,33	1722,83
1000 W, ve směru osy x, Incoloy	1405,81	1714,53	1585,77	1715,84	1674,91	1727,79
1000 W, ve směru osy z, Incoloy	1414,85	1717,19	1589,93	1718,66	1678,36	1730,74
300 W, ve směru osy x, Incoloy	1008,45	1200,91	1130,46	1200,95	1173,71	1206,07

Výsledky získané ze simulací jsou znázorněny v **tabulce 3**. Pro porovnání byly vybrány dva výkony topení (1000 W a 300 W) při horizontální i vertikální orientaci vzorku. Teplo měř, který je zasunutý těsně pod povrch ovlivní vlastní rozložení teploty.

2D simulace se ukázaly jako vhodné pro počáteční otestování, ale nedostačující pro konečné vyhodnocení, proto byly simulace dále počítány jako 3D.

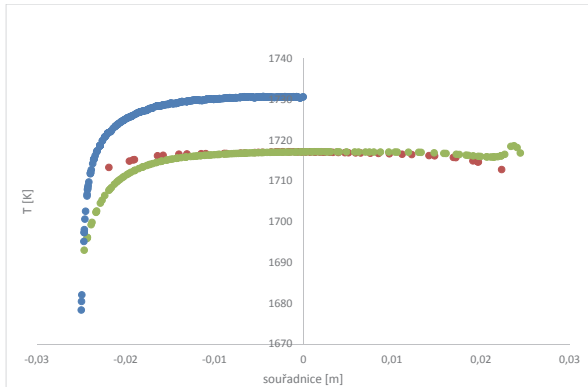
Výpočet teplotního pole uvnitř zařízení pro kalibraci povrchových teploměrů je zaměřen především na sdílení tepla radiací. Zde je teplota na povrchu tělesa ( $T_s$ ), radiční tepelný tok  $q_r$  odpovídající výpočtu v softwaru Ansys Fluent a radiční tepelný tok  $q_r$  odpovídající výpočtu podle rovnice

$$q_r = \varepsilon \sigma (T_s^4 - T_c^4), \quad (1)$$

kde  $\sigma$  představuje Stefan-Boltzmannovu konstantu ( $5,67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$ ) a  $T_c$  teplotu okolí.

Rozdíl vyjadřuje odchylku hodnoty tepelného toku určeného simulací a výpočtem. Odchylky mohou být dány několika faktory jak na straně výpočtu, tak na straně simulace. Zatímco ve vztahu (1) je zanedbána geometrie systému, v simulaci hraje roli např. kvalita výpočetní sítě, zvolený výpočetní modul, počet iterací pro stacionární případ, časový krok pro dynamický případ, nastavení počátečních a okrajových podmínek.

Na **obr. 10** jsou znázorněny teplotní profily pro vertikální i horizontální provedení přístroje.



**Obr. 10:** Rozložení teplot v horizontální (zelená) a vertikální (červená) orientaci měřené plochy. Modrá křivka určuje teplotu termo-elektrického článku

### Praktická realizace

Design zařízení byl dán koncepcí vytvoření zkušební tělesa, kde nutnou prioritou byla možnost výměny testovacího povrchu z různých materiálů (kovových). Předpokladem funkce zařízení byl požadavek na teplotně homogenní povrch s dostatečnou stabilitou teploty v čase. Teplota vyměnitelného tělesa měla být určována měřidlem (termoelektrickým článkem), zabudovaným bezprostředně pod zkušebním povrchem. Zařízení se skládá z:

- zkušební povrchu – vyměnitelného tělesa z různých materiálů,
- topného elementu,
- regulačního termočlánku zabudovaného do topné soustavy,

- regulátoru teploty – zobrazovací jednotky,
- zdrojové – napájecí části celého zařízení,
- měřicího termočlánku, umístěného ve výměnném tělese.

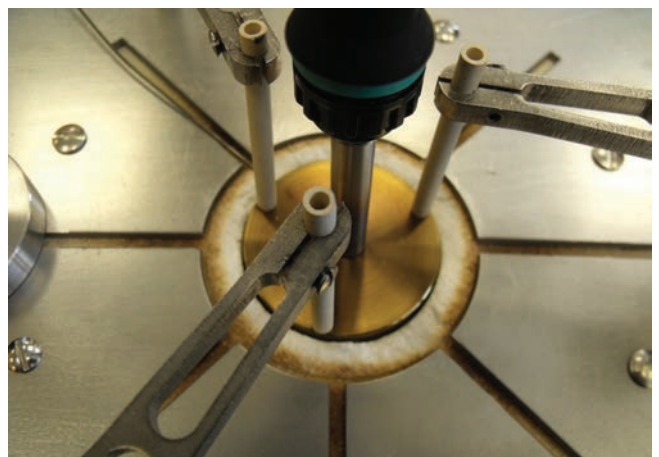
Prostorově je povrch výměnného zkušební tělesa v jedné rovině s vrchním krytem zařízení. Protože cílová teplota pro provozování topné soustavy je  $800 \text{ }^\circ\text{C}$ , bylo nutné zvolit příslušný topný element, což je tzv. „topný drát“ – flexibilní topná tyč, umístěná v drážkách topné desky. Na tuto topnou desku je přiloženo válcové zkušební těleso s vývrtem v horní části těsně pod povrchem pro měřicí termočlánek. Aby byl zajištěn rovnoměrný přítlak zkušební tělesa na topnou soustavu, byla zvolena trojice fixačních příložek, jež jsou keramické z důvodu zamezení odvodu tepla a jejichž přítlak je regulován pružinami se stejnou charakteristikou a regulačními maticemi.



**Obr. 11:** Celá sestava zkušebního zařízení

Zařízení bylo navrženo v sestavě dvou funkčních jednotek. První jednotka obsahuje topnou část a fixační zařízení pro přitlačení vzorku zkoušeného materiálu. Ve druhé řídicí jednotce je zabudován zdroj spolu s regulátorem a výkonovým členem.

Zařízení bylo podle návrhu zhotoveno a vyzkoušeno. V současnosti se podařilo zajistit zkušební dotkový teploměr s rozsahem do  $900 \text{ }^\circ\text{C}$ , kterým bude proměřen teplotní profil zkušební plochy.



**Obr. 12:** Detail výměnného tělesa s přítlačným mechanismem



### 2.1.2 Referenční povrchový teploměr

Referenční dotykový teploměr je měřidlo určené k měření teploty povrchu materiálu dotykem, tedy kontaktem měřicí sondy s měřeným tělesem. Nedochází zde tedy k žádnému ponoru snímače do měřeného tělesa. Rozsah měření teploty je od 50 °C do 550 °C, s rozlišením po 0,1 °C. Princip měření spočívá v kompenzaci tepelného toku při odvodu tepla z měřeného povrchu kontaktní sondou. Sonda přístroje je opatřena dvěma termoelektrickými články (typ N), řazenými prostorově za sebou. První termočlánek se dotýká měřeného povrchu, druhý vzdálený o několik milimetrů od měřeného povrchu umožňuje sledovat teplotní diferenci, která by měla být v případě nulového tepelného toku též nulová. Za druhým termočlánkem je umístěn topný element, jenž umožňuje eliminovat ztráty tepelného toku. Velikost výkonu topení je odvozena od teplotní diference obou měřicích termočlánků.



Obr. 13: Sestava dotykového kompenzovaného teploměru



Obr. 14: Detail měřicí sondy dotykového teploměru

Vlastní provedení přístroje je patrné z obr. 13 a obr. 14 jedná se o sondu výše popsanou a řídicí jednotku s elektronickým regulátorem – zobrazovací jednotkou. V řídicí jednotce je též umístěn napájecí zdroj. Oproti komerčně dostupnému zařízení, kde jsou osazeny dva regulátory a je

určována diference mezi jejich údaji, je u nově vytvořeného teploměru použito regulátoru jednoho, ale se dvěma nezávislými vstupy.

Tento teploměr byl porovnáván s kompenzovaným teploměrem Isotech v rozsahu teplot do 350 °C, jejich vzájemná odchylka se pohybuje do 1 °C. Zároveň tento teploměr slouží k testování zkušebních těles pro generování teploty povrchu materiálu.

### 3 Plány do budoucna

V současné době probíhá příprava na kruhové porovnání referenčního kompenzovaného teploměru pro různé materiály povrchu tak, aby došlo k přiblížení reálným podmínkám použití v průmyslu. Právě z tohoto důvodu bylo zařízení popsané v předešlém textu koncipováno s možností výměnných puků z různých materiálů s definovaným přitlakem.

Druhou oblastí měření bude kvantifikování vlivu přechodového odporu různých materiálů a instalačních efektů aplikace vlastní sondy v reálných průmyslových podmínkách.

Tato práce je součástí evropského metrologického programu pro inovaci a výzkum (EMPIR) „14IND04 - EMPRESS“, který je financován společně pomocí zúčastněných zemí v rámci organizace EURAMET a Evropské unie.

### 4 Literatura

- [1] Klenovská S.: *Zpráva o mezilaboratorním porovnávání zkoušek – Dotykové teploměry*, MPZ 32-800-09, 2009
- [2] Strnad R., Šindelář M.: *Závěrečná zpráva č. 1012-TR-Z004-08 k úkolu TR 810122-3-4*, Interní materiál ČMI Praha.
- [3] Strnad R., Šindelář M.: *Možnosti kalibrace povrchových teplot ČMI OI Praha, Sborník přednášek konference Měření a regulace teplot v teorii a praxi*, 9.-10.4.2009, VŠB – TU Ostrava, pp. 29-37.
- [4] Strnad R.: *Měření teploty – porozumění vlastnostem měřicího přístroje*, Automa ročník: 2009, číslo: 06 strana: 31-35.
- [5] Strnad R., Šindelář M.: *The laboratory setup for calibrating of the surface temperature sensors*, Published in Tempmeko 2010, Portorož, Slovenia
- [6] Strnad R.: *Možnosti kalibrace dotykových sond pro měření teploty povrchu*, Automa /8-9/2011.
- [7] Šindelář M., Strnad R.: *Závěrečná zpráva úkolu TR 2009, 2010*, Interní materiál ČMI Praha.
- [8] Šindelář M., Strnad R.: *Závěrečná zpráva č. 1012-TR-Z0018-15 k úkolu TR 13101218, Zkušební těleso pro povrchové teploměry*, Interní materiál ČMI Praha.
- [9] Šindelář M., Jelínek M., Strnad R.: *Závěrečná zpráva č. 1012-TR-Z0006-13 k úkolu TR 13101206, Kompletní vytvoření zkušebního tělesa pro teploměry měřící teplotu povrchu materiálu do 550 °C*, Interní materiál ČMI Praha.

## METROLOGIE RADONU

**Ing. Josef Vošahlík, Ing. Ivo Burian, CSc.,  
Mgr. Petr Otáhal, Ph.D., Mgr. Jan Merta,  
Ing. Hana Sýbková**

*Autorizované metrologické středisko K 113 při SÚJCHBO, v.v.i.*

Autorizované metrologické středisko (AMS) K 113 při Státním ústavu jaderné, chemické a biologické ochrany, veřejné výzkumné instituci (SÚJCHBO, v.v.i.) v Kamenné zajišťuje od roku 1993 ověřování měřidel objemové aktivity  $^{222}\text{Rn}$  ve vzduchu (OAR) a ekvivalentní objemové aktivity  $^{222}\text{Rn}$  (EOAR). Kromě autorizace od Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví je AMS akreditované Českým institutem pro akreditaci podle normy ČSN EN / IEC 17025: 2005 a certifikované Lloyd's Register Quality Assurance podle norem 9001 ČSN EN ISO – systém řízení jakosti, dle ČSN EN ISO 14001 – systém environmentálního managementu, ČSN OHSAS 18001 – systém managementu pro bezpečnost práce a ochranu zdraví při práci.

## Úvod

Radon ( $^{222}\text{Rn}$ ) je plyn, který vzniká radioaktivní přeměnou z  $^{238}\text{U}$ , který je v různém množství obsažen v zemské kůře, přes řadu nuklidů, z nichž poslední je  $^{226}\text{Ra}$ . Následným transportem se může radon dostat jak do volného ovzduší, tak do ovzduší budov. Rozpadem radonu, který má poločas rozpadu 3,82 dne, vznikají další radionuklidy (produkty přeměny) již pevného skupenství, z nichž nejdůležitější jsou  $^{218}\text{Po}$  a  $^{214}\text{Po}$  (polonium). Tyto nuklidy emitují částice alfa, které mají energii na úrovni několika MeV a tedy doletí ve vzduchu několik cm, v tkáni daleko méně. Po vdechnutí směsi produktů přeměny se tyto nuklidy usadí v plicích a ozařují jejich výstelku. Poškodí plíce tak, že pak může dojít k nekontrolovatelnému množení buněk (k rakovině). Již v roce 1991 vyšla Vyhláška ministerstva zdravotnictví České republiky č. 76 o požadavcích na omezování ozáření z radonu a dalších přírodních radionuklidů. Tato vyhláška stanovila požadavky na ochranu zdraví před vnitřním ozářením způsobeným vdechováním radonu a jeho dceřiných produktů z vnitřního ovzduší budov. Ve skutečnosti jsou pro poškození plic významnější produkty přeměny radonu a toxicitu charakterizuje kombinace jejich objemových aktivit – nazvaná ekvivalentní objemová aktivita radonu (EOAR).

## Radon–aerosolová komora

Základním prostředkem pro činnost Autorizovaného metrologického střediska je radon-aerosolová komora (RAK). Tato komora vybudovaná v roce 2011 (obr. 1) je zdokonalenou replikou starší komory s obdobnými parametry. Je tvořena ocelovou hermeticky uzavřenou nádobou o objemu 10 m<sup>3</sup>, plnicím zařízením s 36,8 mg  $^{226}\text{Ra}$  (suchým zdrojem vně budovy) a doplňkovými zařízeními (odběrovými otvory, větracím zařízením, vysunovatelnou schránkou atp.). V komoře je možno docílit objemo-

vé aktivity radonu  $^{222}\text{Rn}$  až 2 MBq·m<sup>-3</sup>. Vzorky je možno z komory odebírat odběrovými kohouty, případně je do komory možno zcela umístit kalibrované měřidlo. Klimatické poměry jsou registrovány - relativní vlhkost vzduchu a teplota vzduchu v komoře. Vlhkost vzduchu je možno zvyšovat pomocí zvlhčovače a snižovat pomocí speciálního vysoušedla. Pomocí generátoru aerosolů (stejně jako je v řadě renomovaných laboratoří ve světě) je vytvářen aerosol carnauba wax (částice okolo 200 nm). Koncentraci aerosolů obdobného rozměru lze zvyšovat i aplikací cigaretového kouře. Měření velikostní distribuce aerosolu a koncentrace se provádí pomocí elektrostatického klasifikátoru TSI 3071 a počítače kondenzačních jader TSI 3025. Parametry radon-aerosolové komory jsou uvedeny v následující tabulce 1.



Obr. 1: Radon-aerosolová komora (RAK)

Tabulka 1: Parametry radon-aerosolové komory

	Minimum	Maximum
<b>Objemová aktivita radonu</b>	100 Bq·m <sup>-3</sup>	2 MBq·m <sup>-3</sup>
<b>Faktor nerovnováhy F</b>	0,1	0,9
<b>Nevázaná frakce f<sub>p</sub></b>	0,02	0,3
<b>Nevázaná frakce f<sub>A</sub></b>	0,05	0,9
<b>Koncentrace aerosolu</b>	300 částic·cm <sup>-3</sup>	80000 částic·cm <sup>-3</sup>
<b>Teplota</b>	15 °C	25 °C
<b>Relativní vlhkost</b>	20%	90%

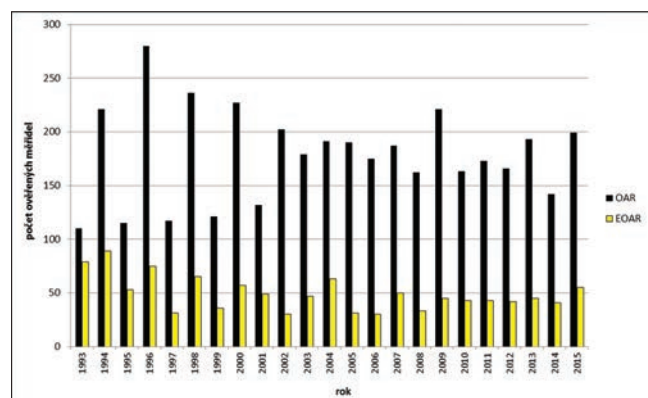
Faktor nerovnováhy F charakterizuje podíl ekvivalentní objemové aktivity radonu (EOAR) a objemové aktivity radonu. Nevázaná frakce ukazuje na podíl nanometrové frakce k celkové hodnotě (u f<sub>p</sub> pro EOAR, u f<sub>A</sub> pro objemovou aktivitu prvního přeměnového produktu  $^{218}\text{Po}$  – klasické označení RaA).

## Ověřování měřidel objemové aktivity radonu

Od začátku své činnosti AMS provedlo více než 5000 ověření. Z tohoto počtu bylo 22 % měřidel ekvivalentní ob-



jemové aktivity radonu a 78 % měřidel objemové aktivity radonu (těchto se týká toto sdělení). Přehled ověřených měřidel obou druhů v jednotlivých letech je zobrazen na **obr. 2**.



Obr. 2: Přehled počtu ověřených měřidel

Mezi nejčastěji užívaná měřidla objemové aktivity radonu patří:

- měřidla okamžitých hodnot objemové aktivity radonu
- měřidla krátkodobých integrálů objemové aktivity radonu
- kontinuální měřidla objemové aktivity radonu

## 1. Měřidla okamžitých hodnot objemové aktivity radonu

Měřidla okamžitých hodnot objemové aktivity radonu (např. typu LUK, RM2, RDA) využívají k měření ve většině případů scintilační nebo ionizační komory. Ověřování a kalibrace přístrojů spočívá v předání standardizované vzdušiny jednotlivým uchazečům o ověření a srovnání výsledků jejich měření s referenční hodnotou stanovenou etalonem.

Pro přípravu standardizované vzdušiny jsou používány gumové vzorkovnice s objemem kolem 40 litrů. Jejich používání je zdůvodněno potřebou nutnosti vytvoření stálého přetlaku plynu ze vzorkovnice ven, což je dosaženo zatížením vzorkovnice zátežkami. Pokud by jako vzorkovnice byl použit předmět s pevným objemem, hrozilo by při odběru standardizované vzdušiny snížení vnitřního tlaku plynu v pevném nosiči a nasátí vnější atmosféry do vzorkovnice s následným zředěním původní vzdušiny a v důsledku toho snížení původní objemové aktivity radonu.

Pro vlastní ověřování se připravují čtyři hodnoty realizované v rozsahu:

- první rozsah je 2 - 5 kBq·m<sup>-3</sup>,
- druhý rozsah je 50 - 70 kBq·m<sup>-3</sup>,
- třetí rozsah je 90 - 120 kBq·m<sup>-3</sup>,
- čtvrtý rozsah je 25 - 45 kBq·m<sup>-3</sup>.

Nejvyšší hodnota objemové aktivity radonu vzorku kolem 100 kBq·m<sup>-3</sup> je zvolena proto, že při stanovení radonového indexu pozemku, pokud je třetí kvartil ze všech zjištěných hodnot objemové aktivity radonu v odebraných vzorcích  $\geq 100$  kBq·m<sup>-3</sup>, je radonový index „vysoký“ bez ohledu na výsledky měření propustnosti podloží (Doporučení SÚJB – Stanovení radonového indexu pozemku přímým měřením z června 2012).

AMS k měření objemové aktivity radonu používá jednolitrové komory NY typu Lucas, jejich odezva je měřena jednokanálovým analyzátozem NP 420L (**obr. 3**), popř. analyzátozem FASA (**obr. 4**).

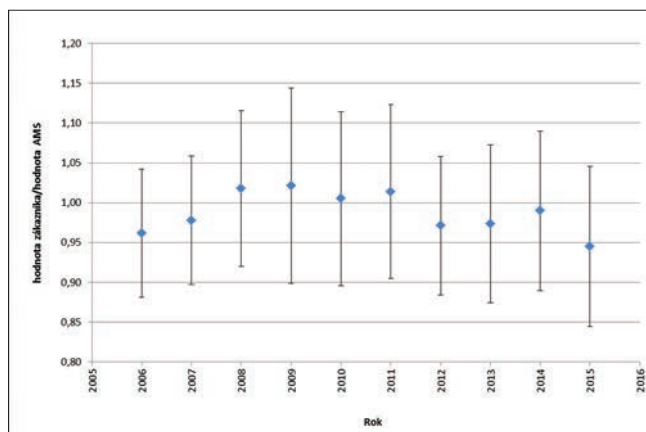


Obr. 3: Analyzátor NP 420L



Obr. 4: Analyzátor FASA

Výsledky měření u ověřovaných měřidel okamžitých hodnot objemové aktivity jsou vcelku uspokojivé. Jen v ojedinělých případech se výsledky měření liší o více než 20 % od výsledku měření AMS a tehdy je provedeno opakované ověření (po opravě měřidla atp.). V následujícím **obr. 5** jsou statisticky zpracovány podíly výsledků měření zákazníka a AMS (pro úspěšná ověření) za období od roku 2006 do roku 2015.



Obr. 5: Statistické zpracování výsledků měření zákazník/AMS pro 2 - 5 kBq·m<sup>-3</sup>



Jednotlivé body v grafu jsou získány jako průměr a směrodatná odchylka souboru podílů výsledků měření zákazníka a výsledků měření AMS. V případě následujícího grafu se jedná o průměrnou hodnotu z řádově 60 podílů (za rok).

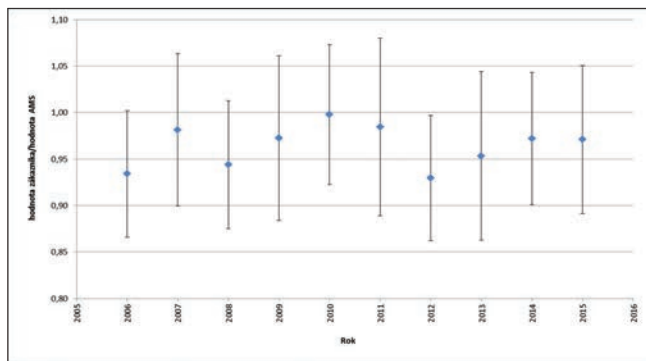
## 2. Měřidla krátkodobých integrálů objemové aktivity radonu

Nejčastěji používaným měřidlem krátkodobých integrálů objemové aktivity radonu (většinou v obydlích) je elektretový systém RM 1. Princip tohoto zařízení je založen na poklesu napětí elektretu umístěného v difúzní komůrce o objemu 200 ml popř. 1000 ml. Tento pokles je transformován (nelineárně) na pomocnou hodnotu pomocí převodního faktoru, zároveň je prováděna korekce na vliv fotonového záření. Dvě takové to pomocné hodnoty jsou statisticky zpracovány (je potlačen význam vyšší hodnoty) a je z nich určena průměrná objemová aktivita radonu za dané období.

Standardizovaná vzdušnina je připravována v radon-aerosolové komoře napuštěním vzduchu s radonem z radonového zdroje a jeho homogenizací pomocí ventilátorů. Expozice je prováděna po dobu přibližně 24 hodin v objemové aktivitě radonu, která je připravena v rozsahu 2,5 - 3,5 kBq·m<sup>-3</sup>.

Pomocí manipulačního nástavce se difúzní komory s elektrety umístí do vnitřního prostoru RAK. Během expozice se nejméně dvakrát provede odběr vzdušiny z RAK. K měření se opět použijí jednolitrové komory NY typu Lucas a jejich odezva je měřena jednokanálovým analyzátozem NP 420L popř. analyzátozem FASA. Výsledkem ověření je průměrná hodnota objemové aktivity radonu během expozice.

Pro výsledky měření u ověřovaných měřidel krátkodobých integrálů objemové aktivity radonu platí totéž jako v předchozím typu měřidel.



Obr. 6: Statistické zpracování výsledků měření zákazníků/AMS

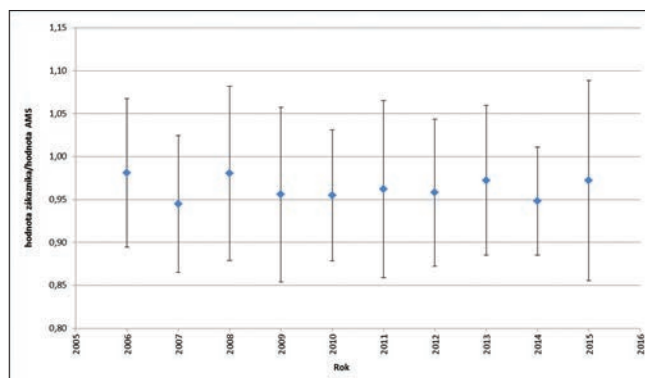
Na obr. 6 je uvedeno obdobné statistické zhodnocení jako výše.

## 3. Kontinuální měřidla objemové aktivity radonu

Princípem těchto měřidel (např. typu Radim, typu Fritra, Honeywell) je založen na pasivním (popř. aktivním) převodu vzduchu přes filtr do měřicího objemu, tam se tedy dostane jen plynný radon. Pomocí elektrického pole jsou v tomto objemu produkty přeměny vzniklé z radonu transportovány na polovodičový detektor a jsou detekovány částice alfa.

Při ověřování jsou měřidla umístěna do vnitřního prostoru RAK nebo do testovací místnosti s objemovou aktivitou radonu v rozmezí 1 až 20 kBq·m<sup>-3</sup>. Při ověřování v testovací místnosti je společně s přístrojem zákazníka prováděno kontinuální měření objemové aktivity radonu pomocí přístroje Alphaguard, popř. ATMOS 12 DSX. Při ověřování v RAK jsou během expozice odebrány minimálně dva odběry vzdušiny.

Pro ověření kontinuálně pracujících ověřovaných měřidel je situace stejná jako u předchozích typů. V následujícím obr. 7 je statistické zpracování výsledků ověření.



Obr. 7: Statistické zpracování výsledků měření zákazníků/AMS

## Závěr

Podle vyhlášky Ministerstva průmyslu a obchodu č. 345/2002 Sb. ve znění pozdějších předpisů, kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu se měřidla objemové aktivity <sup>222</sup>Rn ve vzduchu a vodě a měřidla ekvivalentní objemové aktivity <sup>222</sup>Rn ve vzduchu, a to jak okamžitých hodnot, tak krátkodobých i dlouhodobých průměrů musí ověřovat každé 2 roky. Zákazník obdrží ověřovací list v případě, že se výsledky jeho měření liší od výsledků Autorizovaného metrologického střediska o méně než 20 %. Z celkového počtu ověřovaných měřidel jen zanedbatelné procento nevyhovělo požadavkům na vydání ověřovacího listu.

### Krásu soustavy jednotek SI a dekadických násobků

plně doceníte, pokud si zkusíte sečíst délky čtyř úseček udané v jednotkách, dosud běžně užívaných v USA a ve Velké Británii - yd (yard), ft (foot, mn. č. feet), in (inch).

**Odpořď' na str. 23**

**Hádanka**



1	2 ft 1 1/2 in
2	2 yd 2 ft 3/4 in
3	10 1/16 in
4	1 yd 2 ft 1/4 in
Celkem	?

## PROBLEMATIKA KALIBRACÍ V OBLASTI REVIZNÍCH PŘÍSTROJŮ

**Ing. Ivo Lipovský**

*ILLKO s.r.o., Blansko*

### Úvodem

Zvláštní a poněkud výjimečnou skupinou přístrojů jsou měřicí přístroje určené pro revize elektrických sítí a kontrolu elektrických spotřebičů, pro které se vžilo ne zcela přesné, přesto výstižné označení revizní přístroje. Požadavky na jednotlivé obory měření jsou popsány například v souboru norem ČSN EN 61557.

### A. Přístroje pro revize a kontrolu elektrických spotřebičů (ČSN 331600 – ed.2.)

*Poznámka: V dalším textu budou tyto měřicí přístroje označovány jako PAT - Portable Appliance Testers.*

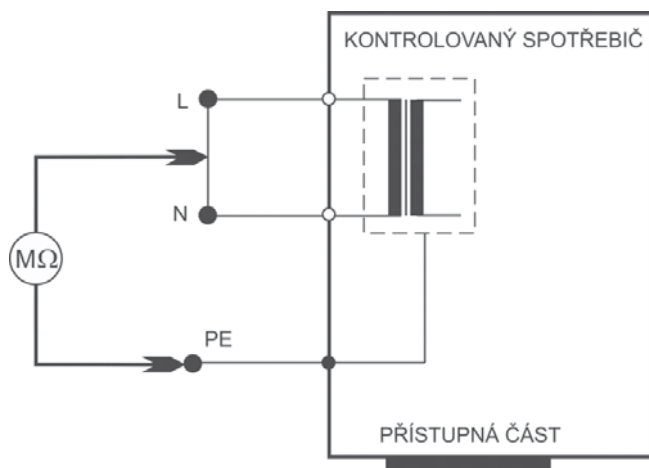
PAT dnes tvoří velice propracovanou a sofistikovanou skupinu měřicích přístrojů, které zvládají nejen měření všech požadovaných veličin pro provedení revize spotřebiče, ale současně mohou sloužit i jako datové úložiště s širokými možnostmi práce s daty. Do paměti PAT lze tedy uložit jak údaje důležité pro pouhou kontrolu spotřebiče (tedy vyhodnocení prohlídky a zkoušky chodu), ale také veškeré naměřené hodnoty, které se pak stávají součástí revize a dokladu o revizi.

S mírnou nadsázkou lze říci, že tyto měřicí přístroje lze úspěšně kalibrovat i jen sadou etalonových rezistorů, což bude ukázáno v popisu kalibrace jednotlivých veličin.

Základní měřené veličiny jsou:

#### 1. Izolační odpor

Izolační odpor se obvykle měří mezi vzájemně propojenými vodiči L a N kontrolovaného spotřebiče (živými částmi) proti neživým nebo přístupným částem.



Obr. 1: Měření izolačního odporu

Pro měření se používá stejnosměrné měřicí napětí, zdroj tohoto napětí musí být schopen poskytnout jmenovité napětí 500 V při proudu 1 mA.

Obvyklý rozsah měření je od 100 kΩ do 20 až 100 MΩ a proto pro kalibraci postačuje sada etalonových rezistorů, které svými hodnotami pokryjí požadovaný měřicí rozsah. Při jejich výběru je třeba brát v úvahu povolené napěťové zatížení s dostatečnou rezervou, protože některé starší PAT generují měřicí napětí až 700 V.

Vhodné etalony:

- Odporová dekáda Meatest M-109,
- Kalibrátor Meatest 5320.

Záludnosti:

- Zdroj měřicího napětí 500 V kalibrovaného měřicího přístroje (PAT) sice je galvanicky oddělený od napájecí sítě, nicméně vždy zde existuje určitá parazitní vazba mezi síťovými a měřicími obvody. Podobně, pokud je pro kalibraci použit kalibrátor se síťovým napájením, i zde se může vyskytnout jistá vazba na síť, případně PE vodič. Výsledkem bývá i velmi významné zhoršení přesnosti měření na vyšších hodnotách odporů (> 50 MΩ). Řešením může být připojení kalibrovaného přístroje do síťové zásuvky se vzájemně zaměněnými vodiči L a N, případně použití diskretních odporových etalonů nebo odporové dekády.
- Pokud je součástí kalibrace i zkouška, zda PAT generuje jmenovité napětí 500 V i při předepsané zátěži 1 mA, měří se toto napětí voltmetrem připojeným paralelně k zatěžovacímu odporu. Zde je třeba vzít v úvahu vnitřní odpor voltmetru (například 10 MΩ) a proto pro dosažení jmenovité hodnoty 500 kΩ je v tomto případě třeba použít zatěžovací odpor asi 526 kΩ.

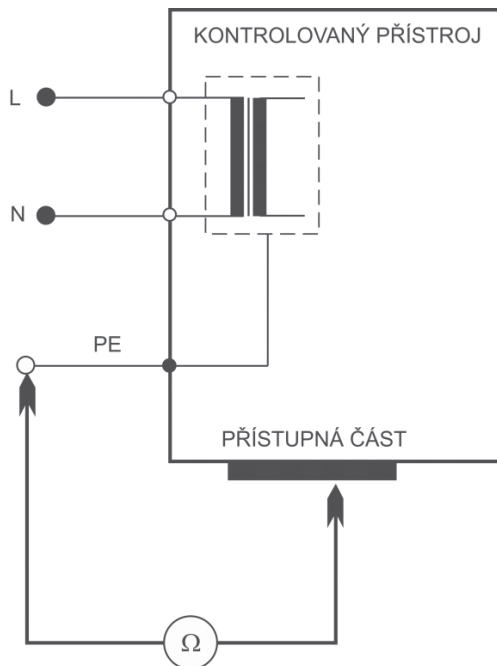
#### 2. Odpor ochranného uzemnění

Další používané názvy jsou: přechodový odpor a odpor ochranného vodiče. Toto měření zahrnuje především měření odporů mezi dutinkou PE síťové šňůry a přístupnou částí (skříní) kontrolovaného spotřebiče třídy I. Většina PAT je vybavena i zděří, která je připojena přímo ke kolíku PE v testovací zásuvce a pak lze měřicí přístroj využít jako (mili)ohmmetr pro měření například pevně připojených spotřebičů.

Měřicí rozsah je obvykle (0 ÷ 20) Ω, přičemž v praxi se naměřené hodnoty pohybují mezi 0,1 Ω až 0,5 Ω, rozlišovací schopnost 0,01 Ω nebo i 0,001 Ω.

Jmenovitý měřicí proud bývá stejnosměrný nebo střídavý 200 mA (do odporu 2 Ω), výjimečně 10 A nebo 25 A.

Vzhledem k výkonové ztrátě na odporových etalonech je nutné jejich přiměřené výkonové dimenzování.



Obr. 2: Měření odporu ochranného uzemnění

Vhodné etalony:

- Meatest 5320
- Sada etalonových rezistorů

Záludnosti:

- Vzhledem k tomu, že jsou dvou vodičově měřeny relativně malé hodnoty odporů s rozlišením až 0,001 Ω, je třeba dbát na velmi dobrý kontakt mezi měřicími vodiči (hroty, krokosvorkami) měřicího přístroje a odporovým etalonem.
- Před vlastním měřením je potřeba vynulovat odpor měřících vodičů podle pokynů v návodu k používání. Proces nulování odporu bývá často výrobcem označován poněkud nešťastně jako „Kalibrace“, nicméně v této souvislosti tento pojem znamená automatické odečítání odporu vodičů tak, aby byla zobrazována pouze hodnota měřeného odporu. Nedodržení postupu kompenzace odporu měřících vodičů bývá zdrojem hrubých a zákeřných chyb měření.
- Jedno z připojovacích míst bývá kolík PE zkušební zásuvky PAT. Tento kolík může být častým používáním uvolněný a způsobuje tak nestabilitu indikované hodnoty odporu.
- Některé měřicí přístroje používají variantu čtyřvodičové metody měření odporu, kdy každý měřicí kabel je dvojitý, přičemž jeden vodič je proudový a druhý snímá úbytek napětí na měřeném odporu. Tyto vodiče jsou propojeny v měřících hrotech, takže při měření se metoda jeví jako dvou vodičová. V tomto případě není nutná (a často ani možná) kompenzace odporu měřících vodičů a je tedy eliminována možnost špatné kompenzace odporu, přesto měřicí přístroj někdy může zobrazovat hodnoty zatížené velkou chybou. Ve většině případů je viníkem přerušný (zlomený, ukroucený) proudový vodič měřicího kabelu.

- Zákazník (uživatel) si někdy stěžuje na to, že při měření odporu ochranného vodiče určitého spotřebiče zobrazují různé přístroje naprosto odlišné hodnoty. Příčinou bývá indukčnost (EMC tlumivka) v obvodu ochranného vodiče, která se při měření stejnosměrným proudem chová jako rezistor s velmi malou hodnotou, zatímco při měření střídavým proudem se výrazně projeví její impedance.

### 3. Unikající proudy

Unikající proud odtéká z živých částí spotřebiče do jeho krytu, přístupných částí a případně ochranného vodiče. Příčinou unikajících proudů může být například vadná izolace, parazitní vazby, ale také síťové EMC filtry.

Přestože se při kalibraci unikajících proudů nabízí použití porovnání hodnoty indikované kalibrovaným přístrojem s údajem miliampérmetru v měřicím obvodu nebo využití kalibrátoru jako zdroje proudu, prakticky nelze tento způsob použít z těchto důvodů:

- Moderní PAT, odpovídající ČSN 331600 – ed.2, požadují přepočítání (normování) naměřené hodnoty unikajícího proudu na jmenovité síťové napětí 230 V. Pokud by PAT měřil prostý unikající proud, jeho hodnota by přímo úměrně závisela na velikosti síťového napětí. Proto PAT přepočítávají zobrazenou hodnotu proudu na jmenovité napětí (například 230 V) následujícím způsobem:

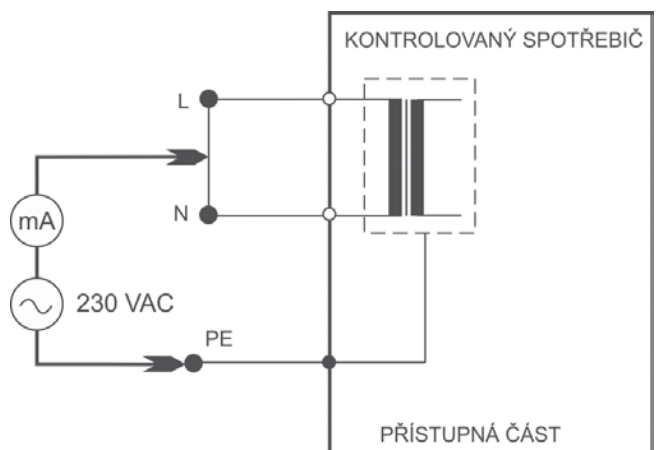
$$I_{leak} = I_{mer} * \frac{230 V}{U_{sit}} \quad (1)$$

$I_{leak}$  zobrazená hodnota unikajícího proudu  
 $I_{mer}$  skutečně změřená hodnota unikajícího proudu  
 $U_{sit}$  aktuální napětí sítě

- Při měření unikajícího proudu náhradní metodou se významně uplatňuje vnitřní odpor zdroje, jak bude ukázáno v následující kapitole.  
 Dobrou zprávou je, že pro kalibraci unikajících proudů opět stačí několik rezistorů.

#### 3.1 Náhradní metoda měření unikajícího proudu

Tato metoda bývá také nazývána metodou substituční nebo alternativní. Samotné měření je velmi podobné měření izolačního odporu, ovšem za použití střídavého napětí.



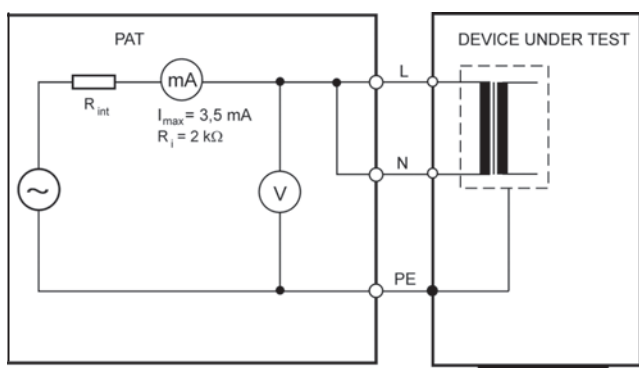
Obr. 3: Náhradní metoda měření unikajících proudů



Jak je z obrázku patrné, kontrolovaný spotřebič není v provozu, vodiče L a N jsou v PAT vzájemně propojeny a jsou připojeny na jeden výstup zkušebního napětí, zatímco druhý je připojen na kolík PE zkušební zásuvky a často také na přípojovací zdířku.

Rozsah měření unikajících proudů náhradní metodou bývá od 0 mA do 20 mA s rozlišením 0,01 nebo 0,001 mA.

Jako zdroj měřicího napětí v PAT bývá použit transformátor, jehož sekundární (a tedy měřicí napětí) bývá od 30 V do 250 V. Při napětí vyšším než 50 V musí být zkratový proud menší než 3,5 mA. Toto proudové omezení je zajištěno poměrně vysokým vnitřním odporem zdroje měřicího napětí, který je na obrázku 4 reprezentován rezistorem  $R_{int}$  a jehož stanovení je uvedeno vztahem (5).



Obr. 4: Blokové schéma zapojení PAT při měření unikajících proudů

Pro kalibraci unikajícího proudu použijeme rezistor, jehož hodnotu  $R_{sim}$  vypočteme ze vztahu:

$$R_{sim} = \frac{230 V}{I_{set}} - R_i \quad (2)$$

$I_{set}$  požadovaná hodnota simulovaného unikajícího proudu

$R_i$  odpor proudového bočnicku měřicího přístroje PAT, podle ČSN 331600 – ed. 2 má hodnotu 2 kΩ

Pokud tedy chceme kalibrovat unikající proud 1 mA, vypočítáme hodnotu simulačního odporu:

$$R_{sim} = \frac{230 V}{1 \cdot 10^{-3} A} - 2 \cdot 10^3 \Omega = 228 \cdot 10^3 \Omega = 228 k\Omega \quad (3)$$

Pokud bychom do série s odporem  $R_{sim}$  vřadili mA-metr, ukáže nám hodnotu proudu nižší, než je indikováno na kalibrovaném přístroji a než je nastavená hodnota. Rozdíl je způsoben vnitřním odporem zdroje  $R_{int}$ , který bývá v řádu kiloohmů, aby byl dodržen požadavek normy na omezení zkratového proudu na max. 3,5 mA.

Pro nastavenou hodnotu 10 mA vypočítáme hodnotu simulačního odporu obdobně jako v předešlém případě:

$$R_{sim} = \frac{230 V}{10 \cdot 10^{-3} A} - 2 \cdot 10^3 \Omega = 21 \cdot 10^3 \Omega = 21 k\Omega \quad (4)$$

Můžeme zkusit vypočítat hodnotu proudu, kterou by pro nastavenou hodnotu proudu 10 mA ukázal kontrolní miliampérmetr:

Nejprve vypočítáme vnitřní odpor  $R_{int}$  zdroje PAT pro podmínku, aby maximální zkratový proud byl 3,5 mA:

$$R_{int} = \frac{230 V}{3,5 \cdot 10^{-3} A} = 66 k\Omega \quad (5)$$

Při zanedbání vnitřního odporu miliampérmetru bude měřicím obvodem protékat proud:

$$I_{skutečný} = \frac{U_{sír}}{R_i + R_{sim} + R_{int}} = \frac{230 V}{89 k\Omega} = 2,58 mA \quad (6)$$

Kontrolní miliampérmetr tedy ukáže hodnotu například 2,58 mA, zatímco kalibrovaný přístroj zobrazí hodnotu blízko 10 mA. Je tedy patrné, že opravdu nelze použít metodu porovnání s kontrolním mA - metrem.

Vhodné etalony:

- Meatest 5320
- Sada diskretních odporů, resp. odporová dekáda

Záludnosti:

- Obdobně jako při kalibraci izolačních odporů se může vyskytnout problém s parazitními vazbami PAT a kalibrátoru. I v tomto případě může být řešením záměna L a N v síťovém napájení PAT nebo použití izolované uložené sady odporů místo odporů v kalibrátoru.
- Při výpočtu odporu  $R_{sim}$  je třeba brát v úvahu skutečnost, že hodnota odporu je podle ČSN 331600 stanovena na 2 kΩ, ale například pro přístroje ve zdravotnictví je podle ČSN EN 62353 hodnota tohoto odporu 1 kΩ. Vždy je tedy nutné seznámit se s technickými specifikacemi kalibrovaného přístroje.

### 3.2 Přímá metoda měření unikajících proudů

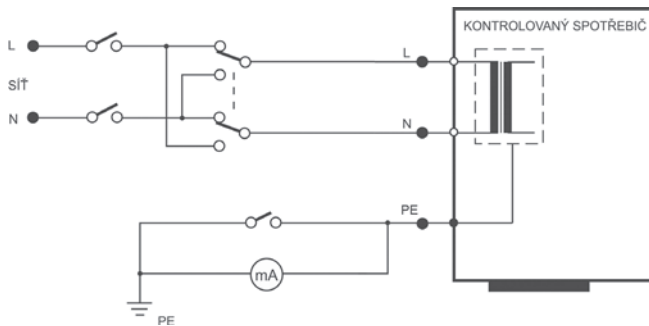
Další označení pro tuto metodu je měření proudu ochranným vodičem, což velmi dobře vystihuje její princip.

Při revizi spotřebiče přímou metodou je spotřebič napájen síťovým napětím a je v plném provozu. PAT měří unikající proud, který odtéká ochranným vodičem. Aby bylo zajištěno, že při měření veškerý unikající proud potече pouze ochranným vodičem, je nutné zajistit dokonale izolované uložení kontrolovaného spotřebiče a odpojení všech kabelů, které by mohly ovlivnit samotné měření.

Pro měření proudu používají PAT buď měřicí transformátor, nebo odporový bočník, který umožňuje měření i stejnosměrné složky proudu. Vzhledem k tomu, že při tomto měření je rozpojen ochranný vodič, musí PAT zajistit bezpečnost měření v případě poruchy kontrolovaného spotřebiče a ukončit měření v případě překročení nastavené hodnoty unikajícího proudu (obvykle 10 – 12 mA).

Samotné měření probíhá ve dvou krocích; v prvním je zjištěna hodnota unikajícího proudu ve výchozím zapojení zkušební zásuvky PAT a ve druhém kroku se měření opakuje při vzájemně zaměněných vodičích L a N.

Při vlastní kalibraci lze postupovat stejně jako v případě Náhradní metody, jen je ve většině případů možné zanedbat vnitřní odpor  $R_p$ , který bývá maximálně 100  $\Omega$ .



Obr. 5: Měření proudu ochranným vodičem

Pro kalibraci nastavené hodnoty 5 mA je tedy použit odpor  $R_{sim}$ :

$$R_{sim} = \frac{230 V}{5 \cdot 10^{-3} A} = 46 \cdot 10^3 \Omega = 46 k\Omega \quad (7)$$

Pozor: vzhledem k tomu, že proti náhradní metodě není použit vnitřní galvanicky oddělený zdroj s proudovým omezením, ale  $R_{sim}$  je zapojen mezi krajní vodič L a ochranný vodič PE, musí být tento rezistor (především pro vyšší kalibrované hodnoty proudů) přiměřeně dimenzován.

Vhodné etalony:

- Meatest 5320
- Sada diskretních odporů, resp. odporová dekáda

Záludnosti:

- Pracujeme s tvrdým síťovým napětím, hrozí nebezpečí úrazu.
- Odporové etalony musí být dokonale izolovány od zemního potenciálu.
- Pokud je PAT vybaven systémem normování (přepočtu) zobrazované hodnoty unikajícího proudu v závislosti na síťovém napětí (viz. 3.1), nelze použít kalibrátor jako zdroj proudu.

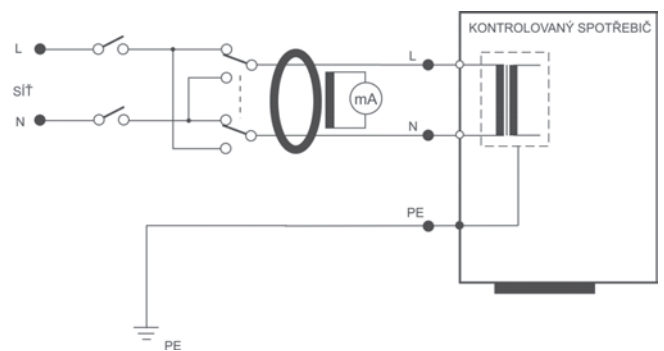
### 3.3 Rozdílová metoda měření unikajícího proudu

Jiný název této metody je diferenciální a nově také reziduální.

Při měření unikajícího proudu rozdílovou metodou je zkoušený spotřebič napájený ze sítě a zkoumá se rozdíl mezi proudem přitékajícím do spotřebiče a proudem ze spotřebiče odtékajícím. Pro revizní techniky je důležité, že kontrovaný spotřebič nemusí být uložen izolovaně, protože je zcela lhostejné, zda proud odtéká ochranným vodičem nebo třeba náhodným přizemněním. V současnosti se pro toto měření využívá rozdílový transformátor, který nejlépe zvládá základní problém měření – zjistit velikost unikajícího proudu i při velkém procházejícím proudu.

*Poznámka: pokud by pro měření proudu byly využity klasické proudové bočníky v L a N a přístroj následně od sebe odečítal naměřené hodnoty, musely by být měřicí obvody opravdu velmi kvalitní, jak ukáží na následujícím příkladu:*

*Dnes běžná rozlišovací schopnost měření unikajícího proudu je 0,001 mA. Maximální procházející proud je 16 A a proto rozumná hodnota bočníku, vřazeného do obvodů vodiče L a N, je 0,01  $\Omega$ . Pokud by tedy byl procházející proud 16 A a unikající proud 0,001 mA, vznikl by na bočníku úbytek napětí 0,16000001 V. Měřicí obvody by tedy musely být opravdu velmi kvalitní, přičemž by vlastní měření muselo probíhat prakticky současně ve dvou galvanicky oddělených kanálech. Pokud si do předešlé úvahy doplníme i kolísání napětí sítě a proměnlivé zkreslení, bude patrné, že celé měření by se dostalo do zcela jiných technických i cenových úrovní.*



Obr. 6: Princip měření rozdílového unikajícího proudu

Kalibrace PAT je prakticky shodná s postupem uvedeným pro přímou metodu měření unikajících proudů a tak i zde vystačíme s rezistory, jejichž hodnoty spočítáme podle vztahu (7).

Vhodné etalony:

- Meatest 5320
- Sada diskretních odporů, resp. odporová dekáda

Záludnosti:

- Pracujeme s tvrdým síťovým napětím, hrozí nebezpečí úrazu.
- Pokud je PAT vybaven systémem normování (přepočtu) zobrazované hodnoty unikajícího proudu v závislosti na síťovém napětí (viz. 3.1), nelze použít kalibrátor jako zdroj proudu.

## B. Přístroje pro revize elektrických sítí

Tyto měřicí přístroje jsou buď jednoúčelové anebo kombinované, slučující měření více veličin.

Hlavní měřené obory:

- Odpor ochranného pospojování
- Izolační odpor
- Měření proudových chráničů (RCD)
- Impedance ochranné smyčky a impedance sítě

Dále tyto přístroje mohou například měřit odpor uzemnění, osvětlení, teplotu, kmitočet, provádí analýzu síťového napětí atd.

## 1. Odpor ochranného pospojování

Toto měření bývá často označováno jako  $R_{LO}$ .

Pokud je měřicí přístroj napájen z baterií, je měření prováděno stejnosměrným proudem vyšším než 200 mA (do odporů  $< 2 \Omega$ ), někdy je polarita měřicího proudu měněna pomocí relé. Některé jednoúčelové přístroje, napájené ze sítě, používají pro měření střídavý proud, jehož jmenovitá hodnota bývá 10 A nebo 25 A.

Vzhledem k tomu, že výkonová ztráta na odporových etalonech může být velká, je nutné jejich přiměřené výkonové dimenzování.

Vhodné etalony:

- Meatest 5320
- Sada diskretních odporů, resp. odporová dekáda

Záludnosti:

- Při měření je třeba dbát na velmi dobrý kontakt mezi měřicími vodiči (hroty, krokosvorkami) měřicího přístroje a odporovým etalonem.
- Před vlastním měřením je potřeba kompenzovat odpor měřicích vodičů podle pokynů v návodu k používání.
- Častým zdrojem nestability měřené hodnoty je konektor, kterým se připojují měřicí vodiče k přístroji. Někdy stačí očištění kontaktů, jindy je třeba vyměnit celý konektor.

## 2. Izolační odpor

Na rozdíl od přístrojů kategorie PAT mají přístroje pro revize sítí větší rozsah měřicího napětí i měřených hodnot. Běžná měřicí napětí jsou 50 V, 100 V, 250 V, 500 V, 1000 V, méně častá pak 2500 V a 5000 V, některé měřicí přístroje umožňují nastavovat tato měřicí napětí i po menších stupních, například desítkách a jednotkách voltů.

Běžný měřicí rozsah je od jednotek kiloohmů do několika gigaohmů, ale poměrně časté jsou i přístroje s rozsahem do jednotek teraohmů.

Vhodné etalony:

- Sada diskretních odporů, resp. odporová dekáda, například Meatest M-109
- Meatest 5320 do 100 G $\Omega$ , s násobičem odporu až do 10 T $\Omega$

Záludnosti:

- Vyšší nároky na odporové etalony – možnost napětěvé závislosti a nebezpečí poškození měřicím napětím.
- Zvýšené nároky na čistotu jak samotných etalonů, tak i okolí svorek.
- Používat kvalitní měřicí vodiče s čistým povrchem, nesmí se vzájemně dotýkat a podle možností by ani neměly být položeny na stole.
- Doba ustálení hodnoty především při měření hodnot  $> 10 \text{ G}\Omega$  může být docela dlouhá, měření nelze uspěchat.
- Měřená hodnota může být ovlivněna vnějším elektromagnetickým polem i pohybem osob v laboratoři. Výhodou je, pokud lze provést kalibraci v automatickém režimu.

## 3. Měření proudových chráničů

Přístroje pro testování proudových chráničů (RCD testery) měří tyto základní parametry proudových chráničů:

- Vypínací čas proudového chrániče
- Vypínací proud proudového chrániče
- Dotykové napětí

Pro kalibraci RCD testerů se v minulosti používaly nejčastěji sady proudových chráničů a paměťový osciloskop pro kalibraci vypínacího času, ampérmetry s pamětí maximální hodnoty nebo zapisovače (VAREG) k měření vypínacího proudu a sada odporů pro kalibraci dotykového napětí.

V současnosti se téměř výlučně používají speciální kalibrátory, které při kalibraci simulují proudový chránič s nastavitelnými parametry.

Vhodné etalony:

- Meatest 5320A
- Transmille 3200A

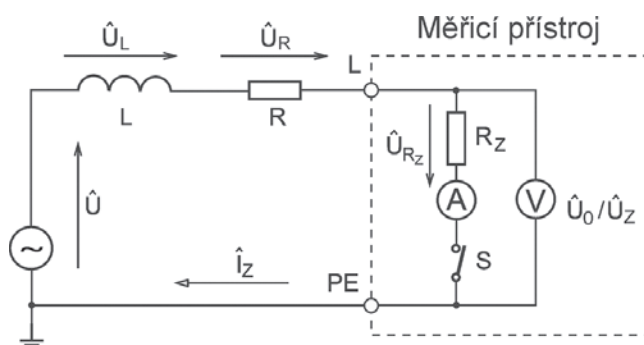
Záludnosti:

- Nutnost vlastnit speciální kalibrátor.
- Velké množství možných nastavení a měření na kalibrovaném přístroji a z toho plynoucí možnost chyby obsluhy.

## 4. Měření impedance poruchové smyčky

Měření poruchové smyčky je známé také pod názvem měření ochranné smyčky, vypínací smyčky,  $Z_{LOOP}$  a mnoha dalšími.

*Poznámka: I když se ve spojitosti s poruchovou smyčkou většinou hovoří o měření impedance, většina přístrojů měří pouze odpor poruchové smyčky.*

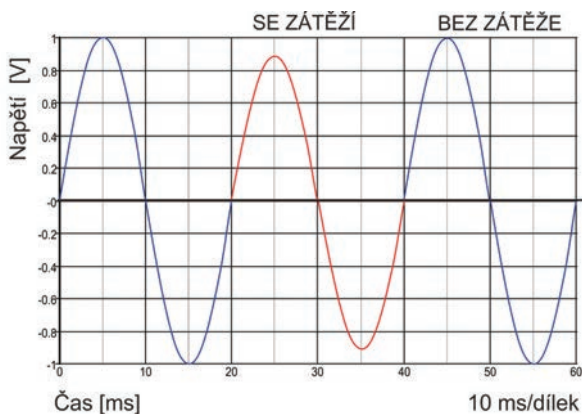


Obr. 7: Princip měření impedance poruchové smyčky

1. Změření napětí  $U_0$
2. Připojení zátěže  $R_Z$
3. Změření napětí  $U_Z$  a proudu  $I_Z$
4. Odpojení zátěže  $R_Z$
5. Výpočet impedance / odporu poruchové smyčky

$$R_{\text{smyčka}} = \frac{U_0 - U_Z}{I_Z} \quad (8)$$





Obr. 8:

Stejným způsobem probíhá i měření vnitřní impedance sítě, pouze měřicí obvody jsou připojeny mezi L a N.

V dalším textu bude uvažován pouze odpor poruchové smyčky.

*Poznámka: Zdánilivě jednoduché měření odporu poruchové smyčky je ztíženo mnoha faktory, například:*

- Měření trvá poměrně krátkou dobu, desítky až stovky milisekund
- Síťové napětí má daleko k harmonickému sinusovému průběhu
- Zpracovávání poměrně malých změn signálů na pozadí velkých průmyslových rušení. Pro názornost zkusme vypočítat měřené hodnoty běžného přístroje pro následující zadání:

$$\begin{aligned} \text{odpor poruchové smyčky} & R_{\text{smyčka}} = 0,3 \Omega \\ \text{měřicí (zatěžovací) proud} & I_z = 3 A \end{aligned}$$

Úbytek napětí na odporu poruchové smyčky  $U_R = 3 A * 0,3 \Omega = 0,9 V$ .

Odporu poruchové smyčky  $0,3 \Omega$  tedy odpovídá pokles napětí  $0,9 V$  a tedy  $U_z = 230 V - 0,9 V = 229,1 V$ .

Pokud uvažujeme rozlišovací schopnost standardního měřicího přístroje  $0,01 \Omega$ , potom při měřícím proudu  $3 A$  odpovídá změně údaje na displeji o jeden digit ( $0,01 \Omega$ ) změna napětí na poruchové smyčce o  $0,03 V$ . Je tedy patrné, že měřič odporu (impedance) poruchové smyčky musí umět spolehlivě měřit síťové napětí na pět platných míst.

Kalibrace přístrojů pro měření poruchové smyčky je poměrně problematická. Nejjednodušší a bohužel také nejméně spolehlivá metoda je tzv. „cejchovaná zásuvka“. Tento název s jistou nadsázkou velmi dobře vyjadřuje podstatu kalibrace, tedy porovnání hodnoty indikované kalibrovaným přístrojem se známou hodnotou impedance / odporu síťové zásuvky. Hlavní problém je právě ve zjištění této hodnoty. V praxi to znamená:

- vlastnit opravdu kvalitní měřič impedance / odporu sítě, což není právě levná záležitost, navíc zde mohou nastat problémy s kalibrací tohoto přístroje. Aby byla zajištěna dobrá přesnost měření, používají tyto přístroje vysoké měřicí proudy ( $> 50 A$ ) a kalibrace

těchto přístrojů není v ČR zajištěna s požadovanou nejistotou.

Vhodným přístrojem se jeví být například Euro Z 290 A, jehož pracovní nejistota je ( $7 \% z MH + 3 m\Omega$ ) a měřicí proud asi  $150 A$ . Pro kalibraci tohoto přístroje by tedy kalibrační laboratoř musela mít k dispozici zdroj střídavého napětí  $230 V$ , který je schopen poskytnout proud více než zmíněných  $150 A$  a především by musel mít kalibrovanou hodnotu vnitřního odporu  $< 15 m\Omega$  s nejistotou měření nižší než  $1 m\Omega$ .

- použít metodu popsanou rovnicí (8). Zde ale narážíme na problém s vlastním provedením měření. Napětí sítě je nutno měřit s rozlišením  $0,001 V$ , což sice je technicky možné, ale napětí sítě kolísá v řádu jednotek voltů a proto je obtížné rozpoznat, že pokles napětí byl způsoben námi připojenou zátěží a ne náhodnými změnami.

Jediným rozumným řešením je použití speciálních kalibrátorů.

- Transmille 3200A
- Meatest 5320A

#### Transmille 3200A

[http://www.transmillecalibration.com/3200\\_Electrical\\_Calibrator\\_p/3200.htm#6](http://www.transmillecalibration.com/3200_Electrical_Calibrator_p/3200.htm#6)



Obr. 9: Kalibrátor Transmille 3200A



Tento přístroj umožňuje kalibraci základních veličin revizních přístrojů, včetně odporu poruchové smyčky.

Zde si ale dovolím upozornit na jednu důležitou a bohužel negativní vlastnost: přístroj jako kalibrátor přístrojů pro měření odporu poruchové smyčky pouze slučuje měřič odporu sítě a sadu odporů, jedná se tedy o sofistikovanou verzi „cejchované zásuvky“. V praxi to tedy kromě jiného znamená, že nejnižší nastavitelný odpor je vždy vyšší než je odpor sítě (L – N). Transmille 3200 i s doplňkem *AUTOLOOP option* pouze změří odpor sítě (včetně odporu přívodní šňůry, vnitřních elektrických obvodů kalibrátoru a přechodového odporu mezi síťovou zásuvkou a zástrčkou), tuto hodnotu pojme jako nejnižší možnou a k ní potom umí přidávat několik diskretních hodnot odporu. Základní nejistota měření je (podle výrobce)  $18 m\Omega$ .

## MEATEST 5320A

<http://www.meatest.cz/produkty-5320a-kalibrator-reviznich-pristroju-detail-129>



Obr. 10: Kalibrátor MEATEST 5320A



V základním provedení pracuje přístroj podobně jako Transmille 3200Aa tedy nejnížší nastavitelná hodnota odporu poruchové smyčky je vždy vyšší než odpor sítě, ke které je kalibrátor připojený.

*Poznámka: Měřič odporu sítě v kalibrátoru Meatest 5320A zobrazuje změřenou hodnotu s velmi dobrým rozlišením, ale při měření je nutné brát v úvahu nejistotu měření (specifikaci) – viz obrázek displeje:*



Obr. 11: Příklad nejistoty měření odporu sítě

Společnost MEATEST ale na rozdíl od Transmille zvládla i mnohem vyšší stupeň vývoje kalibrátorů a vyrábí kalibrátor také v provedení 5320A/VLC, tedy nejen s měřením odporu sítě, ale i s kompenzací tohoto odporu.

Kalibrátor v tomto provedení tedy nejprve změří odpor sítě, nastaví vnitřní kompenzaci tak, aby při vlastní kalibraci byla tato hodnota fyzicky odečítána od výstupního napětí na svorkách kalibrátoru. Výsledkem je tedy unikátní možnost kalibrace odporu poruchové smyčky od hodnot blízkých nule. Jistou nevýhodou je, že stejná hodnota kompenzace je odečítána až do dalšího měření odporu sítě, přičemž není bráno v úvahu kolísání vnitřního odporu sítě. Tato vlastnost ale není tak významná, aby výrazným způsobem omezovala použitelnost tohoto výborného kalibrátoru.

*Poznámka: Vzhledem k tomu, že společnost ILLKO Blansko vyrábí kromě jiných přístrojů i měřiče odporu*

*i impedance poruchové smyčky, vyvinuli jsme pro vlastní potřebu také kalibrátor těchto přístrojů. Kalibrátory z řady DICK pracují na poněkud jiném principu než kalibrátory Meatest a Transmille, odpor sítě je tedy kompenzován průběžně a výstupní hodnota odporu je stabilní, nezávislá na změnách sítě.*



Obr. 12: Kalibrátor ILLKO



*Kalibrátory DICK umožňují generování odporu poruchové smyčky od hodnoty 0,040 Ω při zatížení až 30 A měřicího proudu v obou polaritách a po dobu několika desítek sekund. Kalibrátory DICK jsou také v provedení 400 V a je tedy možné kalibrovat i přístroje pro měření vnitřního odporu sítě mezi dvěma fázovými vodiči. Protože část výroby směřuje do země Jižní Ameriky, vyvinuli jsme také další kalibrátor pro jmenovité napětí 127 V / 50 a 60 Hz.*

Základnosti:

- Nutnost vlastnit kvalitní měřič odporu/impedance smyčky nebo vhodný kalibrátor.
- Dbát na čistotu a kvalitu přípojních míst (zdírek) jak kalibrovaného přístroje, tak i kalibrátoru.
- U metody „cejchované zásuvky“ měřit impedanci sítě průběžně, nespokojit se jen s měřením na počátku kalibrace.
- Při měření jsou kalibrované přístroje rychle ohřáté, měření může být přerušováno čekáním na vychladnutí přístroje. Díky tomu je obtížné realizovatelný požadavek měřit každou nastavenou hodnotu vícekrát.
- Problém při kalibrování přístrojů pro měření odporu třífázové sítě (400 V). Není mi známo, že by v současné době existoval vhodný komerčně vyráběný kalibrátor.

Závěrem



Problematika kalibrací revizních přístrojů je samozřejmě mnohem širší, v tomto příspěvku nebyly zachyceny zvláštnosti kalibrace klešťových přístrojů, měřičů zemních odporů a uzemnění, přístrojů pro měření příkonu/výkonu a dalších.

Krásu soustavy jednotek SI a dekadických...  
Správná odpověď na hádanku ze str. 16

Hádanka

Celkem

5 yd 1 ft 3 1/16 in

## STAVEBNÍ VÝROBKY A JEJICH ZNAČKY – POVINNÉ A DOBROVOLNÉ ZNAČENÍ STAVEBNÍCH VÝROBKŮ

**Mgr. Václava Holušová**

*Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví*

Žijeme v době, kdy se na nás valí informace ze všech stran. Mnohdy je těžké se v nich vyznat a posoudit, které jsou pravdivé a které jsou záměrně zavádějící. To se týká i stavebních výrobků, na kterých (či na jejich obalech) jsou k vidění různé značky, symboly a piktogramy. Je užitečné znát alespoň ty nejdůležitější, podložené důvěryhodnými pravidly pro jejich udělování.

**Stanovené stavební výrobky** jsou obecně takové stavební výrobky, které mohou představovat zvýšenou míru ohrožení oprávněného zájmu a u kterých proto musí být posouzena shoda. Technické požadavky, které musí tyto výrobky splňovat, aby mohly být uvedeny na trh, jsou stanoveny právními předpisy. Pokud pro daný výrobek existuje harmonizovaná evropská norma, vztahuje se na něj přímo účinný právní předpis Evropské unie, kterým je nařízení č. 305/2011 (EU). Řada výrobků tak musí předtím, než mohou být dány do prodeje v zemích Evropského hospodářského prostoru (tj. země EU + Island, Lichtenštejnsko a Norsko), získat **označení CE**. Toto označení připojuje výrobce a potvrzuje tím, že vlastnosti konkrétního stavebního výrobku se shodují s vlastnostmi, které uvedl v dokumentu "Prohlášení o vlastnostech". Používá se na výrobky, s nimiž se obchoduje na území EHP (ať už byly vyrobeny v EHP, nebo i mimo něj).

Podle nařízení č. 305/2011 podléhá označení CE zásadám uvedeným v kapitole IV nařízení (ES) č. 765/2008 a ve tvaru podle přílohy II tohoto nařízení se připojí k těm výrobkům, pro které výrobce vypracoval prohlášení o vlastnostech. Pokud nebylo vystaveno, nesmí se označení CE připojit. Výrobci připojí „nové“ označení CE vždy po vystavení prohlášení o vlastnostech. CPR definuje slovně obsah CE značky, ale neuvádí grafický vzor, viz čl. 9 (2):

*K označení CE se doplňují dvě poslední číslice roku, v němž bylo označení poprvé připojeno, název a sídlo výrobce nebo identifikační značka umožňující snadnou a jednoznačnou identifikaci jména či firmy a adresy výrobce, jedinečný identifikační kód typu výrobku, referenční číslo prohlášení o vlastnostech a úroveň nebo třídy vlastností uvedených v prohlášení, odkaz na použitou harmonizovanou technickou specifikaci, případně identifikační číslo oznámeného subjektu a zamýšlené použití, jak je stanoveno v příslušné harmonizované technické specifikaci.*

Grafická podoba označení CE je dána nařízením č. 765/2008, textový obsah se musí přizpůsobit příslušným harmonizovaným normám a požadavkům nařízení č. 305/2011. Evropská komise vydala krátký videoklip, ve kterém představuje značku CE pro stavební výrobky (zdroj: <http://www.mpo.cz/dokument148993.html>).

Pokud výrobek spadá do tzv. neharmonizované sféry (tedy do kompetence jednotlivých národních států), řídí se jeho uvádění na trh v České republice nařízením vlády

č. 163/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Toto nařízení nestanovuje povinnost umístit na výrobek konkrétní značku, ale ani tuto možnost nevyklučuje (samozřejmě s výjimkou označení CE, které se nesmí objevit na výrobku nespádajícím pod nařízení č. 305/2011).

Na českém trhu se můžeme setkat i s tzv. českou značkou shody. **Česká značka shody** je tvořena písmeny CCZ a říká, že výrobek splňuje podmínky podle zákona o technických požadavcích na výrobky (č. 22/1997 Sb.) a všech relevantních technických předpisů kromě předpisů EU. Značka shody je doplněna dvojcíslím roku, ve kterém byla na výrobek umístěna (04 = 2004). Její provedení a umístění na výrobku jsou stanoveny nařízením vlády č. 179/1997 Sb. Je-li však výrobek určen pro trhy Evropské unie, musí být vždy označen značkou CE a značení CCZ se nesmí uvádět souběžně se značkou CE.

### Dodatečné požadavky a dobrovolné značky

Podle nařízení č. 305/2011 je označení CE jediným označením, které potvrzuje shodu stavebního výrobku s vlastnostmi uvedenými v prohlášení o vlastnostech ve vztahu k základním charakteristikám podle harmonizovaných evropských norem a připojí se před uvedením výrobku na trh. Může k němu být připojen piktogram nebo jakákoliv jiná značka zejména označující zvláštní riziko nebo použití. To znamená, že další značky kvality by měly být dobrovolné a neměly by být v rozporu s požadavky nařízení č. 305/2011. V ČR je příkladem nepovinného označení stavebních výrobků česká značka shody „Osvědčeno pro stavbu“ (viz dále).

Není však přípustné jednostranně vyvíjet a zavádět další zkušební metody nad rámec harmonizovaných norem; dodatečné zkušební metody musí být pro výrobce dobrovolné a nesmí podmiňovat přístup stavebních výrobků na trh. Precedentem je v tomto ohledu rozsudek Soudního dvora Evropské unie č. C-100/13 proti Spolkové republice Německo v oblasti volného pohybu zboží.

**Program „Česká kvalita“** je program podpory prodeje kvalitních českých výrobků a poskytování kvalitních služeb podporovaný vládou České republiky. Program je součástí Národní politiky kvality a vznikl proto, aby odlišil seriózní a důvěryhodné značky kvality, které budou dobrým vodítkem pro spotřebitele při nákupu. Program „Česká kvalita“ je garantován usnesením vlády ČR a hlavním smyslem tohoto programu je poukázat na poctivé značky, které jsou udělovány jen po přísném a nezávislém ověřování kvality a podléhají pravidelné kontrole. Základním principem programu „Česká kvalita“ je skutečnost, že neexistuje jediná podporovaná značka kvality, ale že je vytvořen program, který umožňuje, aby se na trhu objevilo libovolné množství značek kvality různých cechů, společenstev, sdružení apod., avšak značek, které splňují, kromě jiného, jednu zásadní podmínku - že základní kvalitativní ukazatele ověřuje třetí, nezávislá strana. Značka může být umístěna společně s označením CE.



Každá značka v programu má přesně stanovená kritéria pro posuzování kvality podle konkrétního typu výrobků či služeb a musí splňovat 4 základní podmínky:

1. Výrobek musí mít v porovnání s obdobnými výrobky na trhu nadstandardní kvalitu.
2. Kvalitu musí ověřit nezávislá akreditovaná zkušebna.
3. Dodržování kvality musí být průběžně kontrolováno.
4. Musí být kontrolována spokojenost zákazníků.

Jednou ze značek v rámci programu „česká kvalita“ je i značka „Osvědčeno pro stavbu“. Jde o společný projekt dobrovolné certifikace stavebních výrobků a materiálů určených do podmínek českých staveb, na kterém se podílí členové Svazu zkušeben pro výstavbu se sídlem Pražská 16, 102 21 Praha 10 – Hostivař (SZV) jakožto správce značky. SZV na svých webových stránkách <http://www.szv.cz/> popisuje certifikační postup a pravidla pro používání a správu značky. Pravidla, kterými se řídí používání značky shody „Osvědčeno pro stavbu“, a schéma certifikačního postupu jsou zpracovány v souladu s normou ČSN ISO/IEC 17030 Posuzování shody – Všeobecné požadavky na značky shody třetí strany.

Základním smyslem této značky je poskytnout všem osobám a subjektům, které přicházejí do styku se stavebním výrobkem, informaci, že tento výrobek je vhodný pro zabudování do stavby na území České republiky. Obecně je možno ji použít pro potvrzení, že:

- stavební výrobky uvedené na trh mají vlastnosti ověřené v souladu s požadavky stavebního zákona a úroveň jejich ověření odpovídá úrovni ověření výrobků obdobného určeného použití,
- vlastnosti stavebního výrobku uváděného na trh v souladu s požadavky NV č. 163/2002 Sb., v platném znění, kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky, splňují požadavky ve smyslu § 13a tohoto NV,
- vlastnosti stavebního výrobku uváděného na trh s označením CE a jejich úroveň a třídy odpovídají požadavkům stavebního zákona a technických předpisů ČR a jsou vhodné pro použití ve stavbách v ČR v souladu se svým určeným použitím,
- vlastnosti stavebního výrobku uváděného na trh podle jiných předpisů (např. zákon č. 102/2001 Sb., o obecné bezpečnosti výrobků) a jejich úroveň odpovídají požadavkům stavebního zákona a technických předpisů ČR a jsou vhodné pro použití ve stavbách v souladu se svým určeným použitím,
- stavební výrobek má ověřeny úroveň vlastností požadované účastníky stavebního procesu a nezbytné pro zajištění výsledné kvality stavby,
- u stavebního výrobku je zajištěn trvalý dozor dodržování úrovně ověřených vlastností.

Certifikační systém pro udělování značky shody „Osvědčeno pro stavbu“ je koncipován jako dobrovolný otevřený certifikační systém stavebních výrobků, v rámci kterého je posuzována vhodnost stavebních výrobků ve smyslu zákona č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu a dalších technických předpisů ČR. Certifikační systém je provozován jako nediskriminační systém otevřený staveb-

ním výrobkům bez ohledu na jejich původ (ČR, státy EU, třetí země) a bez ohledu na to, zda se jedná o stanovený nebo nestanovený stavební výrobek. Přehled držitelů licence „Osvědčeno pro stavbu“ uvádí k datu 12. 9. 2016 celkem 24 aktivních licencí na konkrétní výrobky konkrétních výrobců. Licence je udělována na dva roky. V systému je zapojeno sedm nezávislých certifikačních orgánů pro certifikaci výrobků.

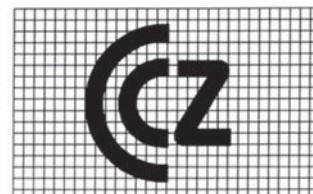
Další značkou, se kterou se můžete setkat, je **Ekologicky šetrný výrobek**. Jejich databázi spravuje CENIA, česká informační agentura životního prostředí, která je příspěvkovou organizací Ministerstva životního prostředí. Posláním CENIA je shromažďování, hodnocení, interpretace a distribuce informací o životním prostředí. Z oblasti stavebních výrobků se v databázi CENIA nacházejí tyto druhy výrobků: tepelná izolace ze sběrového papíru, nátěrové hmoty ředitelné vodou, lepidla a tmely ředitelné vodou, potrubí z polyolefinů (kanalizace, rozvodné systémy). Odkaz na databázi je zde: <http://www1.cenia.cz/www/ekoznaceni/seznam-esv>

### Ekoznačky

V rámci EU existuje systém tzv. „ekoznaček“, založený na nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 66/2010 o ekoznačce EU. Pro oblast stavebních výrobků byla vydána následující rozhodnutí:

- Rozhodnutí Komise 2013/250/EU, kterým se stanoví ekologická kritéria pro udělování ekoznačky EU zdravotně technickým armaturám;
- Rozhodnutí Komise 2010/18/ES, kterým se stanoví ekologická kritéria pro udělování ekoznačky EU dřevěným podlahovým krytinám (Změna: 2015/345);
- Rozhodnutí Komise 2014/312/ES, kterým se stanoví ekologická kritéria pro udělování ekoznačky EU interiérovým a exteriérovým barvám a lakům (Změna: 2015/886);
- Rozhodnutí Komise 2014/314/ES, kterým se stanoví ekologická kritéria pro udělování ekoznačky EU pro teplovodní ohříváče.

V souvislosti s dodatečnými požadavky je vhodné také sledovat požadavky vyplývající z norem a předpisů pro eko-design a energetické štítky spotřebičů, které se vztahují ke stavebním výrobkům. Jedná se např. o klimatizační jednotky, ventilátory, ohříváče, lokální topidla, kotle na tuhá paliva atd.



## HISTORIE STÁTNÍ METROLOGIE V ČESKÝCH ZEMÍCH – (Díl čtvrtý)

Ing. Zdeňka Pohořelá, Ing. Štěpán Mašek

Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví

V našem putování historií státní metrologie se v úvodu tohoto dílu vrátíme v čase o několik století zpět, abychom přiblížili přijetí tzv. „Metrické konvence“, což byl pro metrologii ve světě obrovský a velmi zásadní krok.

Již v průběhu 16. století poukazovala řada vědců především francouzských a anglických na chaotický stav měřicích jednotek. Mezi evropskými a mimoevropskými zeměmi tehdy neexistoval žádný systém, který by unifikoval jednotky k používání ve vymezených oblastech měření a vážení. Tento stav, který se vyznačoval značnou roztržitostí a nepřehledností, komplikoval nejen mezinárodní obchodování, ale i obchodování v rámci jedné země, a proto inicioval aktivity s cílem takový systém vytvořit. Průkopníky v tomto směru byli členové Francouzské akademie, kteří po Francouzské revoluci (roku 1789) přišli s návrhem zákona na sjednocení měř. Zavedení takové soustavy vyžadovalo zhotovení neproměnlivé a trvanlivé míry, která by sloužila ke zhotovení kopií.

Současně se snahou sjednocení měř dochází v celé Evropě k tzv. **dekadizaci jednotek**.

*Dekadizací se rozumělo nahrazení dřívějších násobných nebo dílčích jednotek násobky nebo díly dekadickými.*

Významným podnětem k dekadizaci byla značná nespokojenost výrobní sféry s tehdy platnými jednotkami a jejich přepočty. Dekadické násobky a díly umožňovaly snadnější přepočet jednotek.

Po vyhlášení Francouzské republiky (roku 1792) byla přijata nová ústava, rozhodnutí o jednotkách přešlo na nové státní orgány a komise zřízená na řešení problému měř přijala první definici základní jednotky - **definici metru** jako desetimiliontina kvadrantu zemského redukovaného na hladinu moře.

Metr byl ve Francii 22. června 1799 přijat jako základní jednotka. První vytvořený prototyp metru, platinová tyč 2,5 cm široká a 0,4 cm vysoká, byl 23. června 1799 uložen ve Státním archivu Francouzské republiky a o dva dny později prohlášen zákonem za definitivní délkovou jednotku ve Francii, avšak trvalo ještě téměř století, než se metr stal mezinárodně uznávanou jednotkou.

Druhou základní jednotkou (opět ve Francii) byla jednotka hmotnosti přijatá v roce 1795 jako 1 gram, definovaný jako hmotnost 1 cm<sup>3</sup> vody při 4 °C. Následně v roce 1796 byl obdobně definován kilogram a vyroben jeho první prototyp. Kilogram byl zaveden jako základní jednotka v roce 1799. Realizován byl jako platinový váleček.

Dne 20. května 1875 došlo po předchozích jednáních v Paříži, k podpisu **Metrické konvence (Dohody o metru)** v širším mezinárodním měřítku, což mělo za cíl zajistit potřebnou jednotnost a přesnost měření v nových jednotkách. Signatáři konference bylo následujících 18 zemí: Argentina, Rakousko-Uhersko, Belgie, Brazílie; Dánsko; Francie;

Německo; Itálie; Peru; Portugalsko; Rusko; Španělsko, Švédsko a Norsko, Švýcarsko, Turecko, Spojené státy americké a Venezuela.

Vlastní text Metrické konvence (Dohody o metru) se týkal především zavedení délkové míry, jejich dekadických násobků a dílů a řešil zejména:

- **zřízení Mezinárodního úřadu pro míry a váhy (BIPM - Bureau international des poids et mesures)** se sídlem v Paříži (pavilon Breteuil v Sevres) jako stálého společně dotovaného vědeckého pracoviště specializovaného na otázky měř (zde ve smyslu jednotek spolu s jejich realizacemi – etalony);
- **organizační zásady Konferencí a Výboru a otázky subordinace:** úřad je řízen Mezinárodním výborem pro míry a váhy (CIPM), kterému předsedá Generální konference pro míry a váhy (CGPM) v jejímž čele je prezident vědecké akademie v Paříži. Konferenci tvoří delegace vyslané vládami členských zemí. Konference se konají ve čtyřletých periodách.

Mezi základní úkoly BIPM patřilo:

- schvalování výsledků důležitých vědeckých prací základního metrologického významu;
- srovnávání a verifikace veškerých nových prototypů metru a kilogramu;
- zdokonalování Mezinárodní soustavy jednotek (později SI);
- uchovávání mezinárodních prototypů metru a kilogramu;
- periodické porovnávání národních a mezinárodních prototypů metru a kilogramu a teploměru k nim přidáním;
- ustanovování a srovnávání geodetických měřitek;
- srovnávání prototypů nových jednotek s jednotkami měř a vah (nemetrických) dalších států;
- finanční zabezpečení chodu BIPM („připojivší se státy“);
- úprava přístupu (popř. odstoupení) k/od této konvence.

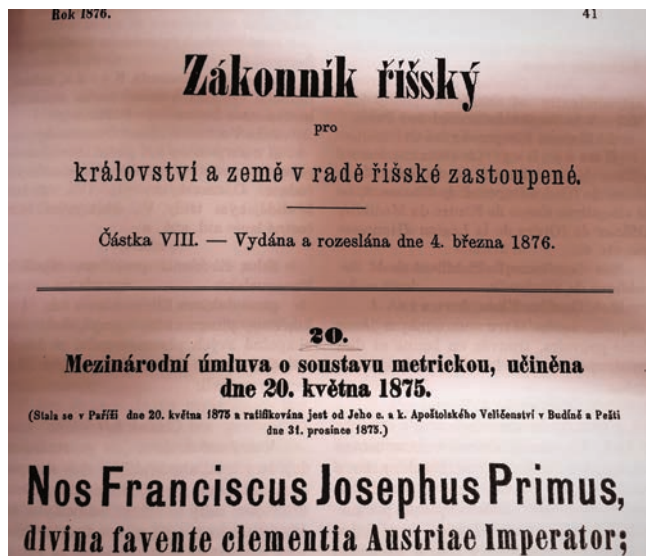


Obr. 1: Znak BIPM s nápisem ztělesněný metr

Přijetí metrické konvence bylo v Rakousku-Uhersku legalizováno přijetím zákona č. 20 z 2. května 1875 – „**Mezinárodní úmluva o soustavu metrickou**“ s účinností od 1. ledna 1876<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Samostatná Československá republika se stala signatářem mezinárodní metrické konvence v roce 1922 a v roce 1929 získala platino-iridiové měřítko. Jako člen Generální konference pro míry a váhy se Česká republika podílila na jejich rozhodnutích a tvorbě přesných jednotek měření, které jsou zaváděny normativně (formou zákonů a státních norem).





Obr. 2: Přijetí metrické úmluvy Rakouskem-Uherskem – zákon č. 20/1875

Společenský význam měření, projevující se zejména v obchodě, kompetenčně zařazuje metrologii v Rakousku-Uhersku do gesce Ministerstva obchodu. Tento rezort také v r. 1872 vydává cejchovní řád a v r. 1875 zřizuje *Normální cejchovní komisi*. Spolu s tím Ministerstvo obchodu vydává „Zákon o měření“. Předpisy a normativy, které vznikly v té době, měly řádově dlouhou platnost a svůj obsah zásadně nezměnily ani po vzniku československého státu – některé z nich byly zrušeny až zákonem o měrové službě č. 35/1962 Sb.

V Rakousku-Uhersku byla metrologická služba (*Eichung*) řízena Ministerstvem obchodu (*Handelsministerium*) a centrálním odborným a správním orgánem byla **c. k. Normální komise cejchovní** (*Normal Eichungskommission*). Tato instituce byla vedena skupinou asi dvanácti vysokoškolských profesorů, vědců, úředníků ministerstva a podobně. Měla samozřejmě své technické i administrativní orgány.

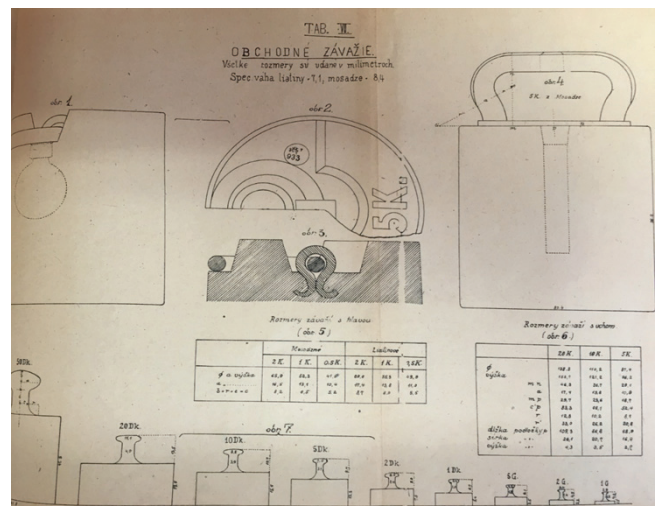
Výkonnými orgány byly **cejchovní úřady**, z nichž **Cejchovní úřad ve Vídni** zajišťoval i to, co v současnosti označujeme jako fundamentální metrologii. Byly zde uloženy státní etalony, od roku 1890 prototypy metru č. 19 a č. 15 a prototypy kilogramu č. 33 a č. 14.

Funkce orgánů legální metrologie plnily cejchovní úřady. Jejich umístění vycházelo ze zásady tehdejší státní správy, podle které měl mít *občan zajištěno vyřízení svého požadavku během jednoho dne včetně cesty na úřad a zpět*. To bylo důvodem relativně vysokého počtu cejchovních úřadů; tato situace přetrvávala velmi dlouho, například ještě v roce 1929 se cituje 150 cejchovních úřadů.

**Cejchovní úřady** (inspektoráty) byly zřizovány a řízeny okresními úřady. Jejich činnost zahrnovala:

- dozor nad ostatními cejchovními úřady v obvodu;
- zkoušení měřidel;
- zkoušení etalonů;
- udělování povolení k cejchování stanovených měřidel;
- přezkušování personálu, provádějící cejchovní úkony;
- řešení sporů;

- vydávání věstníků;
  - realizace kontrolních a inspekčních cest;
  - stanovování požadavků (technických a metrologických) na stanovená měřidla;
  - dohled nad používáním zavedených jednotek;
- Největší podíl činnosti cejchovního úřadu spočíval v cejchování stanovených měřidel.

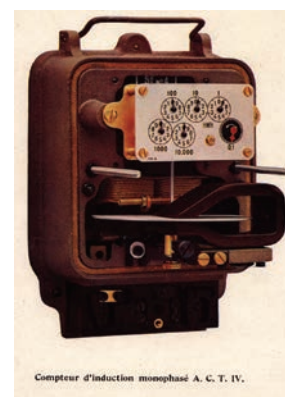


Obr. 3: Historické technické a metrologické požadavky na obchodní závaží

Do státní regulace měřidel se v tomto období dostávají v návaznosti na rozvoj průmyslu a vybavení domácností další druhy měřidel – vodoměry a elektroměry.



Obr. 4: Historický vodoměr



Obr. 5: Historický elektroměr

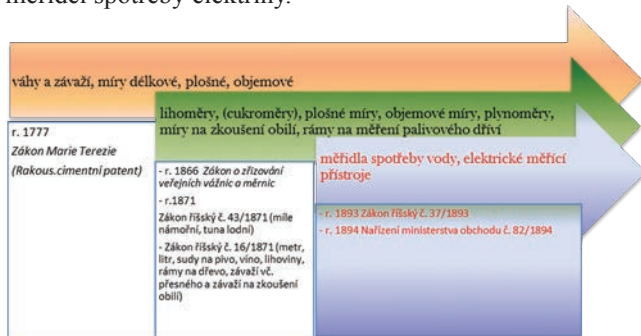


Do vzniku samostatného československého státu (1918) byla legislativa v Rakousku-Uhersku postupně doplňována a upravována. Součástí změn byly následující právní úpravy:

Zákon č. 10/1873 - který měnil a doplňoval zákon č. 16/1872 – změny spočívaly v upřesnění nových jednotek metrické soustavy.

Zákon č. 37/1893 – zavedení měřidel spotřeby vody.

Nařízení ministerstva obchodu č. 82/1894 – zavedení měřidel spotřeby elektřiny.



Obr. 6: Graf vývoje regulace měřidel státem - pokračování



Se vznikem samostatného československého státu přechází řízení otázek metrologie od ministerstva obchodu k ministerstvu veřejných prací. První právní normou je Nařízení ministerstva veřejných prací č. 52 z 20. listopadu 1918, o zřízení československého ústředního inspektorátu pro službu cejchovní. Ale o tom až v příštím díle.

**Literatura:**

- [1] Metrologie její vývoj a současnost, Dr. Ing. Václav Šindelář, CSc. A Ing. Zdeněk Tůma (2002)
- [2] Říšská sbírka zákonů (1850 – 1872)
- [3] Bulletin ČSM 2/2008
- [4] Wikipedie

**SVĚTOVÝ DEN TECHNICKÉ NORMALIZACE  
A CENA VLADIMÍRA LISTA 2016**

**Markéta Kořínková**

*Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví*



Oslavy Světového dne technické normalizace, který připadá každoročně na 14. říjen, a slavnostní předání Cen a Čestných uznání Vladimíra Lista proběhly letos v Kongresovém centru Masarykovy koleje ČVUT. Ve čtvrtek 20. října se zde sešli účastníci z řad vedení a pracovníků ÚNMZ, zástupců Ministerstva průmyslu a obchodu, členů Technických normalizačních komisí, Rady pro technickou normalizaci, Normalizačního výboru, z řad zpracovatelů norem, nejvýznamnějších zákazníků ČSN online a dalších organizací věnujících se technické normalizaci.

Úvodní slovo již tradičně patřilo předsedovi ÚNMZ Mgr. Pokornému, zástupci MPO (náměstkou ministra) Mgr. Novotnému a zástupkyni ředitele Odboru technické normalizace ÚNMZ Zdeňce Slané.

Zdeňka Slaná shrnula vývoj a současný stav plnění úkolů Plánu technické normalizace v letech 2014–2016 včetně překladů a tvorby ČSN i současný stav portfolia CEN-CENELEC obsahujícího 23 223 dokumentů (z nichž 4 329, tedy 19 %, je citovaných v oficiální publikaci OJEU). Rekapitulovala také aktuální stav Technických Normalizačních Komisí: v současné době jich je 114 a sdružují 2249 členů. Novým přírůstkem v minulém roce byla TNK 151 Potravin, v letošním roce pak vzniká TNK

Organizace informací o stavbách. Komise spadají v rámci ÚNMZ pod čtyři odborná oddělení s celkem 33 odbornými referenty.

Rekapitulována byla také spolupráce a zapojení ÚNMZ a jeho spolupracovníků do aktivit organizací CEN, CLC, ISO a IEC a představila aktivity úřadu na sociálních sítích, zejména Facebookovou stránku <https://www.facebook.com/normy.unmz/>, kde jsou zveřejňovány aktuální informace a užitečné odkazy pro všechny, kdo pracují v oblasti technické normalizace nebo se o normy zajímají.

**Seminář: Společenská odpovědnost**

Po úvodním bloku proběhl devadesátiminutový seminář na téma společenská odpovědnost. V jeho úvodní části Ing. Ondřej Hykš z České společnosti pro jakost (ČSJ) představil nový model národní ceny ČR za společenskou odpovědnost



a udržitelný rozvoj. Při jejím udělování je brána v úvahu řada faktorů dopadajících nejen na životní prostředí a komunity (ekologická stopa, řízení celého životního cyklu produktů), ale také zaměstnance (školení, rozvoj, pracovní prostředí, podpora rozličnosti), zákazníky (kvalita, bezpečnost a ochrana zdraví, odpovědná komunikace) a pravidla i postupy dodržované vlastníky a vedením či partnery organizací (soulad s předpisy, protikorupční pravidla, odpovědný nákup a další). Ocenění je možné získat ve čtyřech stupních – ocenění za účast v NC CSR a ocenění „Společensky odpovědná organizace“ ve třech stupních.

Auditorka normy ISO 14001 (Systémy environmentálního managementu) Ing. Zuzana Kubínová se zaměřila na třetí vydání této normy z minulého roku. Ve svém vstupu shrnula jeho hlavní přínosy – zejména kompatibilitu struktury, definic a terminologie s dalšími ISO normami, možnost lepšího využití pro strategické řízení organizace, zvýšenou ochranu životního prostředí pomocí aktivních opatření, větší důraz kladený na problematiku životního cyklu produktů, nebo důraz na roli vedení a explicitně procesní přístup. Ing. Kubínová také představila novou terminologii i to, jak se aktuální podoba normy promítá do požadavků na chování a postup organizací a jejich vedení.

Poradce ředitele oddělení metodiky Odboru technické normalizace Ing. Stefan Krebs se ve třetí části semináře zaměřil na oblast Pokynů pro bezpečnost látek (CBRNE) ve zdravotních zařízeních podle jejich životního cyklu. Jako příklad zvolil použití radioaktivních látek ve zdravotnických zařízeních a jejich standardní životní cyklus od výroby, přes obchod, použití, odvoz a likvidaci a rizika ztrát tohoto materiálu v jednotlivých fázích, otázky odpovědnosti, existence příslušných předpisů i možného zneužití takto „uniklého“ materiálu například teroristy. Následně ve své přednášce shrnul proces tvorby potřebných předpisů a norem pro tuto oblast v rámci TNK 148 (prevence kriminality a ochrana obyvatel), příslušných CEN/BT 325 a 391 a EK – počínaje žádostí o grant, přes vlastní postup CEN projektu, příslušné týmy a pracovní skupiny až po aktuální stav tohoto projektu.

## Ceny a Čestná uznání Vladimíra Lista za rok 2016

### Cena Vladimíra Lista

*Tradice udělování Ceny a Čestných uznání Vladimíra Lista vznikla v roce 2002 u příležitosti 80. výročí československé technické normalizace. Vladimír List (1877–1971) se jako elektrotechnický inženýr a vysokoškolský pedagog zasloužil o elektrifikaci Československa a zavedení československých technických norem. Mezi jeho nejznámější publikace patří Normalisace (1930) a Elektrické sítě (1940).*

*Letos Cenu Vladimíra Lista obdržela Ing. Danuše Marusičová, která ocenění vnímá především jako vyznamenání svého pracovního kolektivu: „Jsem přesvědčena, že bych cenu nezískala nebýt perfektní podpory a spolupráce svých kolegů. Především pak těch z Centra technické normalizace, se kterými jsme se úspěšně podíleli na bezmála 300 projektech technické normalizace.“*



**Ing. Danuše Marusičová – Cena Vladimíra Lista** za celoživotní významný přínos pro rozvoj technické normalizace v oboru železničního průmyslu.

Ing. Marusičová se z pozice technické manažerky v Asociaci podniků českého železničního průmyslu (ACRI) věnuje oblasti technické normalizace železniční infrastruktury a traťového hospodářství. Výsledkem její práce bylo například ustavení komise TNK 141 – Železnice, kde působí doposud. V rámci svého aktivního působení v CTN se také podílí na zahraniční spolupráci a koordinaci normalizace či řešení sporných případů nejen v oblasti infrastruktury, ale také v oblasti železničních kolejových vozidel a MHD.

### Čestné uznání Vladimíra Lista

**Ing. Ivana Nováková – Čestné uznání** za dlouhodobý významný přínos pro rozvoj technické normalizace.

Od roku 1995 působila Ing. Nováková jako vedoucí oddělení elektrotechniky, později jako zástupkyně ředitele úseku normalizace Českého normalizačního institutu. Za jejího působení se podařilo v roce 1997 České republice jako první zemi z bývalého východního bloku splnit potřebná kritéria a stát se plnoprávným členem CENELEC. V rámci své přednáškové a publikační činnosti se rovněž dlouhodobě podílela na popularizaci technické normalizace a na spolupráci s elektrotechnickým průmyslem. Před svým odchodem do penze působila naposledy ve funkci ředitelky Odboru technické normalizace ÚNMZ.

**Ing. Václav Mach – Čestné uznání** za dlouhodobý významný přínos pro rozvoj technické normalizace v oboru stavebnictví

Jako předseda České komory autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) stál Ing. Mach u zrodu projektu informační podpory zavádění a používání Eurokódů, tj. evropských norem pro navrhování stavebních konstrukcí, který zahrnuje vydávání příruček i helpdesk na portálu komory a stal se vzorem pro další inženýrské organizace v EU. V současné době působí jako nezávislý expert a konzultant, čestný předseda ČKAIT a člen Rady pro technickou normalizaci při ÚNMZ.



**Mgr. Jan Pivoňka** – Čestné uznání za dlouhodobý významný přínos pro rozvoj technické normalizace v oboru aplikovaná statistika.

Ing. Pivoňka je autorem desítek ČSN a především souboru norem ČSN ISO 3534 – Statistika – Slovník a značky a souboru norem ČSN ISO 5725 – Přesnost metod a výsledků měření. Podílel se rovněž na zpracování technických norem z oblasti řízení kvality (SPC, statistické přejímky, vzorkování hromadných materiálů aj.). V současné době je odborným pracovníkem firmy ECOSOFT, s. r. o, kde se zaměřuje na oblast řízených technologických procesů a problematiku technické normalizace.

**Ing. Vladimír Třebický** – Čestné uznání za dlouhodobý významný přínos pro rozvoj technické normalizace v oboru motorová paliva

Ing. Třebický je zkušeným odborníkem v oblasti kvality a zkoušení paliv a maziv, které se věnuje již čtyřicet let. Dvacet let působí v TNK 118 (Ropa a ropné výrobky), které od roku 2003 předsedá a od roku 2009 je členem TNK 139 (Biomasa pro energetické využití, od r. 2015 součást TNK 138). Jako vedoucí pracovních skupin i odborník podílejší se na technické normalizaci pracoval na bezmála dvou stovkách norem. V současné době pracuje v SGS Česká Republika.

### Cena předsedy ÚNMZ

Společně s Cenou a Čestnými uznáními Vladimíra Lista byla letos již druhým rokem udělena i Cena předsedy ÚNMZ. Letošním laureátem Ceny předsedy ÚNMZ se stal Ing. Viktor Brach: „*Velmi si ceny vážím a vnímám ji především jako ocenění mých 15 let působení na ÚNMZ. Jsem rád, že celý Úřad v čele s předsedou tímto způsobem ocenil především můj podíl na vzniku zákona č. 90/2016 Sb., o posuzování shody stanovených výrobků a nařízení vlády, která tento zákon implementují.*“

**Ing. Viktor Brach** – Cena předsedy ÚNMZ za dlouhodobý přínos v oblasti státního zkušebnictví a za přípravu zákona č. 90/2016 Sb., o posuzování shody stanovených výrobků.

Ing. Brach zastupoval z pozice referenta, vedoucího oddělení, a nakonec ředitele Odboru státního zkušebnictví ÚNMZ, Českou republiku v pracovních skupinách Evropské komise pro směrnice o nízkém napětí, o elektromagnetické kompatibilitě a ATEXu. Působil také v poradní skupině Ev-



ropské komise pro akreditaci a dozor nad trhem a v roce 2009 se v rámci českého předsednictví EU podílel i na jednáních o novém evropském nařízení pro stavební výrobky. Jeho pečlivě a vyčerpávajícím způsobem připravené přednášky a semináře byly vždy přínosem pro všechny zúčastněné.

### Oceněné studentské práce

V rámci vyhlášení Cen Vladimíra Lista bylo uděleno také 1. místo a Čestné uznání v kategorii Diplomové práce a 2x Čestné uznání v kategorii Bakalářské práce ve 2. ročníku soutěže o nejlepší studentskou práci v oblasti technické normalizace. První místo letos obdržel Ing. Michal Peč: „*Velmi mne těší, že jsem letos obsadil první místo. Ve své práci jsem musel zohlednit a dbát na soulad norem českých, evropských a amerických, což bylo relativně náročné a v mém celkovém prvenství to mohlo hrát významnou roli.*“

#### 1. místo v kategorii Diplomové práce

**Ing. Michal Peč** (VUT Brno, Fakulta strojního inženýrství – Ústav mechaniky těles, mechatroniky a biomechaniky) „Rozbor únosnosti vybraných svařovaných konstrukčních uzlů zatěžovaných staticky a cyklicky“

#### Čestné uznání v kategorii Diplomové práce

**Ing. Pavel Beneš** (ZČU Plzeň, Fakulta elektrotechnická – katedra elektroenergetiky a ekologie) „Porovnání způsobilosti systémů měření“

#### Čestná uznání v kategorii Bakalářské práce

**Bc. Filip Skalický** (ČVUT Praha, Fakulta Stavební – katedra betonových a zděných konstrukcí) „Administrativní budova Brno“

#### Bc. Daniel Vyskočil

(ČVUT Praha, Fakulta Stavební – katedra betonových a zděných konstrukcí) „Administrativní budova firmy Strabag, Rychnov nad Kněžnou“





## NOVÉ VYDÁNÍ ČSN EN ISO 9001

**Ing. Václav Bursa**

*Česká metrologická společnost*

Dne 14. září 2015 byla schválena Evropským výborem pro normalizaci (CEN) evropská norma ISO 9001 – Systémy managementu kvality – Požadavky. Tento dokument, který nahrazuje EN ISO 9001:2008, byl vydán v České republice jako ČSN EN ISO 9001 v únoru 2016.

Jaké jsou důvody a cíle revize? Všechny ISO standardy jsou každých pět let prověřovány, zda odpovídají požadavkům doby a posledním poznatkům v dané oblasti. Revize má tedy pomoci k udržení trvalé vhodnosti normy ISO 9001, umožňuje lepší integraci s ostatními normami zaměřenými na oblast managementu a vytváří dlouhodobý konzistentní základ pro další období. Jejím cílem je také usnadnění aplikace normy v každé organizaci, tedy nejen ve výrobních organizacích, ale i ve firmách nabízejících služby nebo ve státních organizacích.

Rozsah tohoto příspěvku neumožňuje věnovat se podrobnému výkladu nového vydání ISO 9001, ale snad bude užitečné, podívat se na významné rozdíly proti předešlému vydání. Především se změnila struktura normy – je nyní členěna do deseti kapitol (dříve osm), na které navazují dvě přílohy.

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
	Příloha A (informativní)
	Příloha B (informativní)

Rád bych upozornil na některé změny nebo nové požadavky oproti vydání normy ISO 9001 z roku 2008 v jednotlivých kapitolách. Zdaleka se nejedná o úplný výčet a význam jednotlivých změn může být zkrácen mým subjektivním pohledem na danou problematiku.

V **Úvodu** je zdůrazněn požadavek procesního přístupu, který se stává prověřovaným požadavkem normy. Doporučuje se při řešení problémů využívat cyklus Plánuj – Dělej – Kontroluj – Jednej (PDCA). Novým požadavkem je povinné řízení rizik.

**Předmětem normy** je specifikovat požadavky na systém managementu kvality. Všechny požadavky této mezinárodní normy jsou všeobecně použitelné a mají být aplikovatelné v jakékoli organizaci bez ohledu na její typ nebo velikost nebo na produkty a služby, které poskytuje.

Kapitoly **Citované dokumenty** a **Termíny a definice** se odvolávají na normu ISO 9000:2015 – Systémy managementu kvality – Základní principy a slovník.

Nově je zařazena kapitola **Kontext organizace**. Základním požadavkem této kapitoly je povinnost organizace stanovit externí a interní aspekty, které jsou významné pro její záměry a její strategické zaměření a které ovlivňují její schopnost dosahovat zamýšlených výsledků svého systému managementu kvality. Důležité je přitom porozumění potřebám a očekávání všech zainteresovaných stran (tj. např. zákazníků, poskytovatelů procesů, produktů a služeb, kontrolních orgánů a dalších). Podle normy ISO 9001:2008 bylo možno některé prvky (u kterých to norma připouštěla) vyloučit. Pojem „vyloučení“ nahrazuje ISO 9001:2015 pojmem „aplikovatelnost požadavku“. Organizace tedy musí uplatnit všechny požadavky této normy, jestliže jsou aplikovatelné v rámci určeného rozsahu systému managementu kvality. Pokud některý prvek není aplikován, musí být poskytnuto zdůvodnění. V této kapitole se také opakuje požadavek procesního přístupu, který se poprvé objevil ve vydání normy ISO 9001 z roku 2000, a oproti dřívějším vydáním normy je explicitně uveden požadavek na řešení rizik.

**Kapitola 5** uvádí požadavky na vedení (leadership). Jak už napovídá název kapitoly, je posílen význam pojmu „vedení“ proti pojmu „řízení“. Vrcholové vedení prokazuje svou vůdčí roli a závazek s ohledem na systém managementu kvality tím, že (navíc proti předchozí normě):

- zajišťuje integritu požadavků systému managementu kvality v podnikatelských procesech organizace,
- podporuje používání procesního přístupu a zvažování rizik,
- podporuje jiné příslušné vedoucí funkce, aby prokazovaly svou vedoucí roli.

V této kapitole je také uveden i dříve uplatňovaný požadavek na vytvoření Politiky kvality a stanovení rolí, odpovědností a pravomocí v rámci organizace. ISO 9001:2015 nepožaduje roli představitele managementu.

V šesté kapitole, **Plánování**, je nastaven již výše zmínovaný zásadní požadavek na stanovení rizik a příležitostí. Rizika by neměla být vnímána pouze v negativním smyslu, protože analýza rizik může také pomoci identifikovat nové příležitosti. Kapitola 6 je dále věnována pravidlům pro stanovení cílů kvality a plánování jejich dosažení. Závěr kapitoly je věnován plánování změn.

**Kapitola 7** zahrnuje požadavky na řízení procesů, které se v minulosti někdy označovaly jako podpůrné. Patří sem zajišťování zdrojů, což jsou lidé, infrastruktura, prostředí pro fungování procesů, zdroje pro monitorování a měření a znalosti organizace. Z hlediska metrologie nás budou zajímat zejména ustanovení normy týkající se zdrojů pro monitorování a měření a návaznosti měřidel. V této oblasti nedošlo oproti předešlému vydání normy k výrazným změnám, spíše byly požadavky „změkčeny“, což je zřejmé z citace článku 7.1.5.1 ČSN EN ISO 9001:2016:

„Používá-li organizace monitorování a měření pro ověřování shody produktů a služeb s požadavky, musí určovat a poskytovat zdroje potřebné pro zajištění platných a spolehlivých výsledků.“

Organizace musí zajistit, aby poskytované zdroje byly:

- vhodné pro konkrétní typ prováděných činností monitorování a měření;
- udržovány s cílem zajistit jejich trvalou vhodnost pro daný účel.

Organizace musí uchovávat vhodné dokumentované informace jako důkaz o přiměřenosti zdrojů pro monitorování a měření.“

Totéž platí pro článek 7.1.5.2 Návaznost měření, který uvádí:

„Je-li návaznost měření požadavkem nebo je považována organizací za nezbytnou součást poskytování důvěry v platnost výsledků měření, musí být měřicí vybavení:

- ve stanovených intervalech nebo před použitím kalibrováno nebo ověřováno podle etalonů navázaných na mezinárodní nebo národní etalony, jestliže takové etalony neexistují, musí se podklad použitý pro kalibraci nebo ověřování uchovávat jako dokumentovaná informace;
- označeno tak, aby bylo možné určit jeho stav;
- chráněno proti změnám nastavení, poškození nebo znehodnocení, které by narušily platnost stavu kalibrace a následné výsledky měření.“

Když se zjistí, že měřicí vybavení není vhodné pro jeho zamýšlený účel, musí organizace určit, zda nebyla negativně ovlivněna platnost výsledků předchozích měření, a musí podle potřeby přijmout odpovídající opatření.“

K pojmu „ověřování“ je připojena národní poznámka, která uvádí, že se nejedná o ověřování ve smyslu zákona o metrologii. Je samozřejmé, že požadavky zákona č. 505/1990 Sb. o metrologii jsou nadřazeny požadavkům ISO 9001:2015, ale požadavky obou dokumentů nejsou v rozporu.

V kapitole 7 je také rozšířen požadavek na kompetence tak, aby zahrnul externí výkony osob pod kontrolu organizace, tj. externí zdroje jako jsou agentury ap. Organizace musí dále zajistit, aby všechny osoby vykonávající práci v rámci organizace měly povědomí o politice a cílech kvality, o svém podílu na výkonnosti organizace a o možných důsledcích neshod se zavedeným systémem managementu kvality. Požadavek na komunikaci je rozšířen o externí komunikaci. Organizace musí určit, co, kdy, s kým komunikuje a jak by komunikace měla probíhat. Zajímavé je, že norma nepředepisuje vypracování příručky kvality. Systém managementu kvality však musí obsahovat dokumentované informace požadované touto normou a dokumentované informace, které organizace určí jako nezbytné pro efektivnost systému managementu kvality. Na tomto místě je vhodné upozornit na rozdíly v terminologii mezi starým a novým vydáním normy. Zjednodušeně lze říci, že dříve používaný pojem „dokument“ je v novém vydání normy označován jako „udržovaná dokumentovaná informace“ (může však být zároveň uchovávaná), zatímco pojem „záznam“ je nahrazen pojmem „dokumentovaná informace uchovávaná“. Požadavek na řízení dokumentovaných informací obsahuje i nové vydání normy.

V osmé kapitole nazvané **Provoz** jsou stanoveny požadavky na plánování, implementaci a řízení procesů potřebných pro naplnění požadavku a implementaci opatření stanovených k identifikovaným rizikům. Organizace musí:

- určovat požadavky na produkty a služby,
- stanovovat kritéria pro procesy a přejímání produktů a služeb,
- určovat zdroje potřebné pro dosažení shody s požadavky na produkty a služby,
- uskutečňovat řízení procesů podle těchto kritérií,
- určovat, udržovat a uchovávat dokumentované informace v potřebném rozsahu.

V jednotlivých podkapitolách jsou pak výše uvedené požadavky rozpracovány pro jednotlivé oblasti, stejně jako tomu bylo u předchozího vydání normy. Jedná se o stanovení potřeb trhu a součinnost se zákazníkem, návrh a vývoj produktů a služeb, řízení externě poskytovaných procesů, produktů a služeb, vlastní výrobu a poskytování služeb, uvolňování produktů a služeb a řízení neshodných výstupů. Zde je vhodné poznamenat, že všechny formy externě poskytovaných procesů, produktů a služeb jsou řešeny např. formou nakupování od dodavatele, dohod s přidruženou společností nebo outsourcingem procesů u externího poskytovatele. Pro řízení neshodných výstupů není stanoven požadavek na dokumentované směrnice, ale požaduje se uchovávat dokumentované informace o přijatých opatřeních zahrnujících oprávnění a odpovědnost.

**Kapitola 9** je věnována hodnocení výkonnosti. Jsou zde definovány požadavky na monitorování, měření, analýzy a vyhodnocování, přičemž musí být vzata v úvahu identifikovaná rizika a příležitosti. Kapitola dále obsahuje požadavky na interní audity, kde je více zdůrazněna potřeba zpětné vazby od zákazníka. Požadavek na pravidelné přezkoumávání systému managementu kvality je v normě zachován, přičemž vstupy pro přezkoumání nyní také zahrnují strategické položky, vztahující se ke kontextu, riziku a příležitostem.

Požadavek neustálého zlepšování je znovu uplatněn i v normě ISO 9001:2015, v **kapitole 10**. Organizace musí nově demonstrovat, že využívá výstupy ze svých analýz a hodnocení procesů pro určení příležitostí a oblastí s nedostatečnou výkonností pro zlepšování. Požadavky na řízení neshod a přijímání nápravných opatření nevykazují žádné zásadní změny proti dřívějšímu vydání, nové vydání normy však neobsahuje pojem „preventivní opatření“.

**Příloha A** přináší vysvětlení nové struktury, terminologie a pojmů, **Příloha B** uvádí ostatní mezinárodní normy managementu kvality a systémů managementu kvality vypracované ISO/TC 176.

A ještě důležitá poznámka na závěr:

„Tato mezinárodní norma nepožaduje použití její struktury a terminologie v dokumentovaných informacích systému managementu kvality organizace.“ Tato skutečnost významně usnadňuje přechod na novou normu v organizacích, které již mají systém managementu kvality vybudován a zaveden podle ISO 9001:2008.

## Literatura:

- [1] ČSN EN ISO 9001 – *Systémy managementu kvality – Požadavky*, vydání 2009
- [2] ČSN EN ISO 9001 – *Systémy managementu kvality – Požadavky*, vydání 2016

## VÝROČNÍ ZASEDÁNÍ VÝBORU PRO REFERENČNÍ MATERIÁLY ISO/REMCO 2016

**Ing. Jan Tichý**

*Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví*

### 1. Úvod

39. zasedání Výboru pro referenční materiály Mezinárodní organizace pro standardizaci ISO/REMCO se konalo v ruském Jekatěrinburgu ve dnech 14. až 17. června 2016. Organizátorem byl UNIIM (Uralský národní metrologický institut). Účastníci byli ubytováni v hotelu, v němž se konalo i zasedání.

Jednání se zúčastnilo 37 účastníků, zastupujících členské země, vybrané technické komise ISO a spolupracující instituce jako ILAC, CASCO, IRMM a další.

Pracovní skupiny jsou vytvořeny pro řešení jednotlivých problémů, obvykle revizí existujících či návrhů nových dokumentů (např. ISO pokynů, technických zpráv apod.)

Účelem plenárního zasedání je zhodnocení práce mezi výročními zasedáními, seznámení účastníků s jednáním vedení, diskuse a návrhy řešení problémů a především závěrečné přijetí usnesení, které obsahuje i úkoly pro další období.

### 2. Výsledky jednání

Jednání probíhalo v tradičním schématu: nejprve proběhlo úvodní plenární zasedání, poté se konala jednání pracovních a ad hoc skupin. Jednání ukončilo závěrečné plenární zasedání.

V rámci zasedání proběhla ještě dvě jednání vedení (CAG – Chairman Advisory Group). První se zabývalo přípravou vlastního zasedání a druhé návrhy rezolucí.

ČR patří k aktivním členským zemím. Účastní se výročních zasedání, předkládá zprávy o činnosti, zodpovědně hlasuje o předkládaných návrzích dokumentů.

O práci ISO/REMCO se v ČR informuje nejen v časopise Metrologie, ale dokumenty (pokyny) se překládají do českého jazyka a vydávají se formou technické normalizační informace (TNI). Informace odborné technické veřejnosti se předávají především prostřednictvím Technické komise pro chemická a biologická měření, kde mají své zástupce výrobci RM, ČMI, ČIA, EURACHEM ČR a další instituce, zabývající se zejména chemickou analýzou.

### 3. Nejdůležitější usnesení

Všechny projednávané záležitosti jsou shrnuty v rezolucích, které byly závěrečným plenárním zasedáním odsouhlaseny.

Rezoluce schvalují zprávu z loňska, ukládají pracovním skupinám a ad hoc skupinám zpracovat nové dokumenty na základě diskuse ze zasedání a připravit plány další práce.

#### Nejvýznamnější rezoluce:

- 5/2016 se týká normy FDIS ISO 17034 (N 1452). Rezoluce ukládá sekretariátu zajistit hlasování v rámci REMCO od 29. července do 10. září 2016 (CASCO hlasuje do 22.9.)

- 8/2016 se týká shrnující zprávy z proběhlého 39. zasedání a ukládá předsedkyni ji zpracovat a předložit do 30. 9. 2016 k posouzení vedení (CAG)
- 17/2016 se týká nejdůležitějšího dokumentu. Zasedání potvrdilo změnu názvu: ISO Guide 35: „Reference materials – Guidance for characterization and assessment of homogeneity and stability“. Ukládá pracovní skupině WG 16 zpracovat připomínky a předložit revidovaný text do 31. 10. 2016. Pokud bude upravený text přijat, souhlasí s jeho následnou publikací.

### 4. Pokrok u nejvýznamnějších dokumentů

Za nejvýznamnější dokumenty týkající se oboru referenčních materiálů lze považovat novou normu ISO 17034 (způsobilost výrobců RM), kterou připravila společná pracovní skupina (JWG 43) ISO/CASCO a ISO/REMCO ve fázi FDIS.

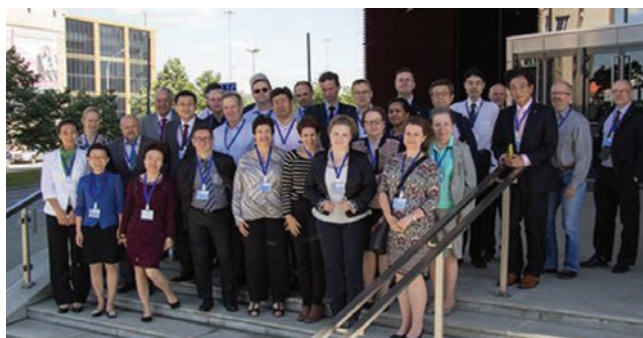
Text normy byl hlasováním členů již schválen a bude vydán pravděpodobně do konce letošního roku.

Druhým dokumentem je ISO Guide 35, který byl opětovně přejmenován a jeho nový název byl odsouhlasen (viz rezoluce výše). Bude muset být ještě zpracována nová verze k odsouhlasení na základě jednání WG 16. Důležité připomínky byly na zasedání probrány a uzavřeny, nicméně hlavní spor se vedl po stránce spíše filozofické a týkal se užívání anglických termínů „should be“ a/nebo „shall“. Jednání rozhodlo hlasováním o používání termínu „should be“ v celém dokumentu, protože se jedná o doporučení a ne normu, byť je ISO Guide 35 normativním odkazem normy 17034. Dochází tak k poměrně velkému zásahu do textu a bude nutné ho znovu posoudit (viz rezoluce).

Na začátku listopadu byl publikován text, který zapracoval připomínky z výročního zasedání. Do 8. ledna 2017 probíhá hlasování.

#### Zdroje informací

- [1] Jan Tichý, Zpráva ze zahraniční pracovní cesty na 39. zasedání ISO/REMCO, Ruská federace, červen 2016
- [2] Prezentace Dr. Angeliqe Bota (SABS) a Dr. Stefanie Trapmann (IRMM) přednesené na jednání ISO/REMCO, Ruská federace, červen 2016
- [3] Rezoluce z 39. zasedání ISO/REMCO, Ruská federace, červen 2016, N 1456





## REVIZE NORMY ČSN EN ISO/IEC 17025:2005 Posuzování shody – Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří

**Ing. Gabriela Šimonová**

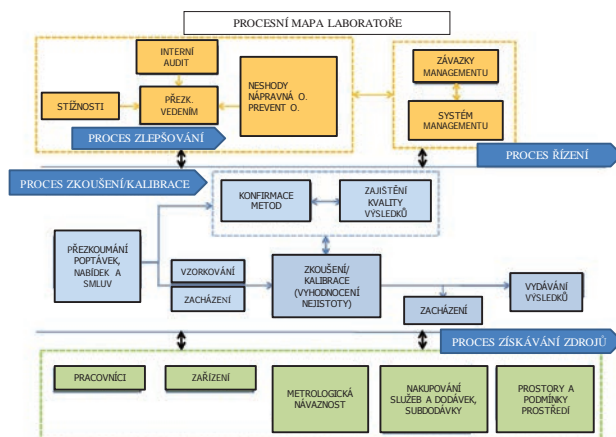
*garant rozvoje akreditace, ČIA, o.p.s.*

Mezinárodní organizace pro tvorbu norem ISO (International Organization for Standardization) již před několika lety přijala přístup harmonizace norem v oblasti posuzování shody. Tento záměr, který potěšil hlavně subjekty poskytující více služeb posuzovaných dle různých norem, se ukázal být velmi náročným úkolem. Jen základní skutečnost, že je nutné kontinuálně sjednocovat slovník mezi jednotlivými, často velmi vzdálenými obory, přináší v procesu harmonizace mnohá úskalí. Navíc v pravidelném revizním režimu norem vznikají brzy další nové verze s dalšími požadavky, které je třeba opět harmonizovat.

Z tohoto pohledu je určitě výhodou, že revize normy ISO/IEC 17025:2005 byla zahájena až v roce 2015, tj. po 10 letech platnosti, kdy jsou vybrané společné prvky již daleko více ukotveny v celé řadě norem posuzování shody. Přesto bude vydání revize této normy velkou změnou pro obrovský počet zkušebních a kalibračních laboratoří (640 jen z databáze akreditovaných subjektů ČIA) a její zavedení bude vyžadovat od všech zainteresovaných stran především pochopení změny konceptu a následně zapracování všech změn s revizí spojených.

Novou normu připravuje pracovní skupina WG 44 mezinárodní komise ISO CASCO. Na posledním 5. zasedání této pracovní skupiny v Ženevě 20. – 23. 9. 2016, kde byl za Českou republiku přítomen zástupce z Českého institutu pro akreditaci, byl navržen dokument k uveřejnění ve stadiu DIS. V rámci tohoto i minulých jednání bylo pracovní skupinou zpracováno rekordní množství (více než dva tisíce) připomínek z celého světa. Nová verze je tedy tvořena s obrovským zájmem ze strany laboratoří, akreditačních orgánů, normalizačních organizací a celé řady dalších uživatelů.

Přestože revize normy není stále ještě dokončena, jsou již jasné základní změny, které můžeme ve finální verzi očekávat. Tou nejzásadnější je aplikace procesního přístupu v laboratoři, ze které vychází kompletní změna struktury normy. Pochopení procesů probíhajících ve zkušební nebo kalibrační laboratoři, jejich vzájemných návazností a vztahů je totiž klíčem pro změnu struktury oproti verzi z roku 2005. Na rozdělení normy na dvě poloviny – část systémovou a odbornou můžeme tedy zapomenout. Struktura normy je stanovena stejně pro všechny normy řady ISO 17000 a vychází z normy ISO 9001:2015. Pro laboratoře je základem procesní mapa vyobrazená ve schématu vpravo nahoře. Každá laboratoř může mít procesní model dále větvený či podrobněji rozpracovaný na různých místech. Toto schéma však postihuje základní procesy společné pro všechny zkušební a kalibrační laboratoře. Uvědomění si a vytvoření správného procesního modelu laboratoře je tedy úplným základem a nutností ke správné implementaci nové verze normy.



Další velkou změnou je požadavek identifikace rizik a příležitostí v laboratoři. Správně implementovaná identifikace rizik a jejich hodnocení by mělo být kontinuálním nástrojem pro zlepšování systému managementu s přesahem do všech jeho prvků. I když to může znít složitě, není to nic jiného, než co laboratoř během své činnosti běžně dělá. Rizika vycházející z konkrétních podmínek, oblastí zkoušení nebo kalibrací, složitosti postupů měření, počtu a charakteru vzorků a použití výsledků mohou být pro různé laboratoře diametrálně odlišná. Aby analýza rizik byla laboratoři přínosem, nemusí být nijak přebujelá ani složitě vyhodnocená. Má ale respektovat skutečná slabá místa, o kterých určitě nejlépe ví vedení konkrétní laboratoře a její personál. Je jen třeba se nad svými opravdovými riziky v klidu zamyslet a dokumentovat je.

V normě dojde také k doplnění některých definic. Jejich výběr byl doprovázen vášnivou debatou v pracovní skupině o použití zdroje definice tak, aby byla zajištěna její jednoznačnost a zároveň byl dodržen význam používaný v oblasti laboratoří.

Obecně lze říci, že požadavky najdete v nové verzi na úplně jiných místech. Neměly by být nijak zásadně zpřísněny, někdy však budou přeformulovány. Nově navržená struktura normy má své logické návaznosti a uživatelé si na ní určitě brzy zvyknou.

Závěrem bych chtěla vzkázat všem laboratořím, které zapracování revidované normy čeká, aby se přechodu na novou verzi zbytečně neobávaly. Jelikož je její publikace plánována na konec roku 2017 nebo začátek 2018 a bude vyhlášeno přechodné období pro její zavedení, mají dost velký časový prostor na to se o normě více dozvědět, proškolit pracovníky odpovědné za systém managementu a připravit svůj systém na posouzení týmem auditorů. Český institut pro akreditaci jim v tom pomůže včasným poskytnutím informací např. ve formě seminářů, pravidelným uveřejňováním informací na webových stránkách, ale i přípravou metodických pokynů nebo vytvořením checklistu pro ověření připravenosti na posouzení.

Věříme, že zavedení nové verze normy ISO 17025 společně se stovkami našich laboratoří úspěšně zvládneme.

## MEZINÁRODNÍ STROJÍRENSKÝ VELETRH BRNO A MĚŘICÍ TECHNIKA PRO STROJÍRENSTVÍ

**Ing. Miroslav Hanák**

*Česká metrologická společnost*

58. Mezinárodní strojírenský veletrh se konal na brněnském výstavišti ve dnech 3. až 7. října 2016. Úvodem několik údajů o průběhu veletrhu. Veletrh byl hodnocen jako nejuspěšnější od roku 2008. Účastnilo se 1711 vystavovatelů z 35 zemí světa. Poprvé v historii bylo více zahraničních vystavovatelů, než domácích. Odráží se zde současná dobrá hospodářská situace, kdy dodavatelé vidí možnost odbytu. Počet návštěvníků překročil 80 tisíc. Sympatické bylo, že zřetelně ubylo sběratelů prospektů a suvenýrů a převládali odborníci. K úspěchu přispělo spojení s dílčími specializovanými veletrhy zaměřenými na odlévání kovů, obrábění, svařování, zpracování plastů a povrchové úpravy. Partnerskou zemí 58. ročníku byla Čína, která se v masivní úvodní expozici prezentovala více než obchodními expozicemi ukázkami zvládnutí výrobků vyžadujících využití špičkových technologií, jako automatický podmorský člun do hloubky až 11 000 m, dopravní letadla nebo rychlovlak pro rychlosti až 250 km/hod.

Za zmínku ještě stojí pro technickou veřejnost zajímavá rozsáhlá expozice 3D tiskáren. Moderní 3D tiskárny se stávají nedílnou součástí špičkových technologií. Přispěla



k tomu možnost produktivně vyrábět malé série složitých dílů z téměř libovolných kovů metodou laserového natavování z práškových kovů. Jako příklady lze uvést závěsy letadlových dveří z titanu, složité díly pro potravinářský a chemický průmysl z nerezových ocelí, nebo miniaturní kotvící elementy pro zubní implantáty z chirurgické oceli.



Expozice měřicí techniky zaměřená na potřeby strojírenské výroby byla až na malé výjimky soustředěná v pavilonu F. Přítomná byla většina významných producentů a dodavatelů měřicí techniky z daného oboru. Namátkou lze uvést FARO, HEXAGON, HOMMEL, JENOPTIK, MITUTOYO, MAHR, NIKON Metrology, TESA, ZEISS. Výrobky a metrologické služby dále nabízely desítky menších firem ze zahraničí i tuzemska. Rozsahem a množstvím nabízených výrobků v oboru měřicích přístrojů, zařízení a software patřila expozice v současné době k největším v Evropě. Rozsáhlejší v daném oboru byl snad jen veletrh Control ve Stuttgartu v dubnu letošního roku.

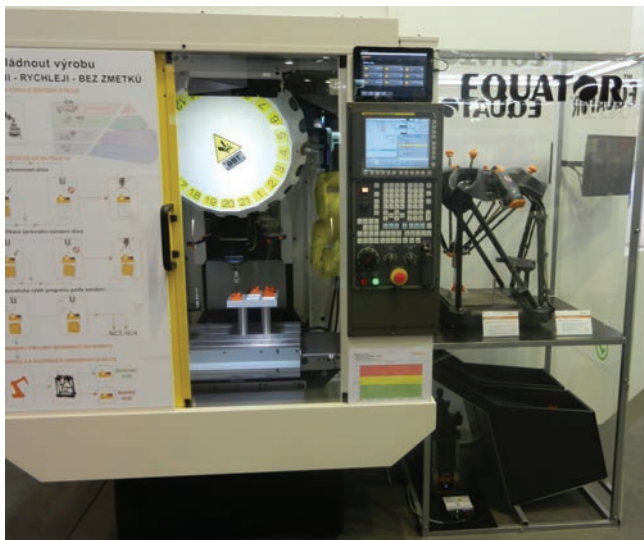
Základním trendem u nabízených exponátů byly inovace, vstřícnost k požadavkům uživatelů v reálných podmínkách výrobního procesu a široké využívání prvků informačních technologií. Jako novinky byly představeny laserové skenery pro větší rozsah měřených délek běžně do 50 m až 80 m – pro měření např. ve výrobě letadel a v energetice, v krajním případě s měřicím rozsahem až do 350 m s použitím ve stavebnictví. (Ocelové konstrukce moderních staveb.) Zvětšují se i rozsahy u skenerů s bílým i modrým světlem. Byl inzerován systém s led diodou 100 W.

Ukazuje se, že přesnosti, nebo chceme-li nejistoty měření, dosahují u současné měřicí techniky vyhovující úroveň pro výrobní praxi a není tlak na další zlepšování v tomto směru. Rozhodující je snadná aplikovatelnost, produktivita a náklady jak na pořízení, tak i na provoz a samozřejmě spolehlivost. Požaduje se rychlost měření, odolnost proti nepříznivým vlivům průmyslového prostředí, nebo možnost jejich kompenzací, jako jsou měnící se teplota, otřesy, elektromagnetické rušení. U optických měření je to také požadavek na nezávislost kvality měření na vlastnostech měřeného povrchu. Mezi další parametry rozhodující o prodejní úspěšnosti měřicích zařízení v konkurenčním prostředí patří možnost automatizace měření, jednoduchá obsluha i programování a schopnost integrace do výrobní linky, někdy i přenosnost a rychlost instalace. U řady výrobků je zřejmá orientace na aplikaci v automobilovém průmyslu s jeho specifickými požadavky na výrobních linkách.

Výrobci se s požadavky uživatelů vyrovnávají různými způsoby podle svých dostupných technologií, s ohledem na cizí patenty i se znalostí názorů stabilních odběratelů. Jednou



z možností je paralelní propojení více jednoduchých optických skenerů řízených jedním počítačem. Taková aplikace je velmi variabilní. Nabízí několik velikostí zorných polí a úhlů s možností automatizace a dosažení požadované rychlosti snímání. Vedlejším efektem při použití skenerů jednoho typu je možnost snadné obměny. Další možností, zvláště pro větší objekty, je výkonný tzv. Laser Radar, vhodný pro měření na vzdálenost 2 až 30 metrů. Umožňuje velkorozsahové automatické měření přímo ve výrobní hale. Měřený objekt je vyhledán, jeho poloha nemusí být známa. Provoz je v bezpečném odstupu od výrobní linky a s pomocným zrcadlem a robotem umožňuje měření těžko dostupných dílů. Jiné řešení představuje použití odděleného stabilního systému sledování, který na měřeném objektu určí kontrolní body a vlastní měření je potom možné s dotekovou nebo skenovací hlavou umístěnou na běžném robotu. Systém umožňuje eliminovat nepřesnosti a vůle robota, který není zařazený do měřicího řetězce. Je možné použít levnější průmyslové roboty.



S požadavky na produktivitu měření se výrobci vyrovnávají řadou technologií. Bylo již uvedeno použití paralelního snímání. Běžná je automatická výměna měřicích senzorů, doplněná nyní o výměnu celých měřicích hlav. Výhodou je, že při výměně není potřeba recalibrace. Jinou cestou je současné měření např. optickým senzorem, který měří požadované body na povrchu dílu a dotykovým senzorem, který měří vnitřní rozměry. Podobná je kombinace dotykového senzoru kontrolujícího rozměry a zároveň dává údaje pro vyhodnocování drsnosti povrchu. Pro rozměrová měření malých součástek jsou k dispozici optické systémy, které současně měří skupinu součástek bez ohledu na jejich polohu na měřicí ploše. Trendu zvyšování produktivity měření se nevyhýbají ani jednodušší měřidla, jako jsou posuvky a mikrometry.

Nežádoucí vlivy průmyslového prostředí současná měřicí technika úspěšně eliminuje. V měřicích zařízeních bývají zabudovány teploměrné sondy, kontroluje se teplota obrobku a příslušným softwarem se do naměřených hodnot vkládají příslušné korekce. Otěsy se u některých snímačů eliminují posuvem snímacího elementu podobným způsobem jako ve

fotoaparátech, nebo je snímač chvění součásti měřicí hlavy a do výsledku měření se vnáší potřebná korekce.

Na veletrhu bylo možné vidět i příklady přímé integrace měření do výrobního procesu. Jako příklad je možné uvést menší plně automatické obráběcí centrum s řadou výměnných nástrojů, kdy robot přebírá hotový obrobek a usadí ho do 3D měřicího stolu, kde po dobu obrábění dalšího kusu je detailně proměřen. Výsledky měření slouží nejen pro vyhodnocení obrobku dobrý-špatný s automatickým rozříděním, ale i ke sledování pohybu naměřených hodnot v předepsaných tolerančních polích s vyhodnocením odpovídajícího opotřebení obráběcích nástrojů. Z jiné aplikace bylo zajímavé zpracování naměřených hodnot přímo do nakreslené podoby strojírenského výkresu měřeného dílu.

Uvedeným trendům se nevyhnula ani jednoduchá tzv. komunální měřidla. Mezi běžné výrobky patří digitální posuvná měřítka s bezdrátovým přenosem naměřených hodnot do centrálního systému sběru dat. Digitální mikrometry rovněž jsou u náročnějších provedení vybavené pro dálkový přenos naměřených hodnot. Pracovník se v takových systémech nemusí zabývat zápisem výsledků měření. Často se k přenosu na odpovídající modem používá tenký optický kablík. Nepřekáží tolik jako měděný vodič, který musí být navíc v průmyslovém prostředí stíněný. Zajímavé je, že k dalšímu přenosu se často používá starší sběrnice RS 232. Snad z důvodu rozšíření a spolehlivosti. Pro úsporu času jsou i čistě mechanické mikrometry a podobná měřidla vybavována rychloposuvy a v některých případech i malými mechanickými počítačy. Odečet z číslicového bubínku je rychlejší, než ze stupnic a navíc vylučuje chybný odečet...

Kromě měřidel a software byla také široká nabídka příslušenství nezbytného pro správné měření. Byla to především řada přípravků pro správné polohování měřeného objektu. Některá taková zařízení byla určena pro rychlé a spolehlivé polohování dílu na výrobní lince, jiná zase flexibilní se snadnou a někdy i automatickou úpravou na jiný díl. Bohatá byla nabídka nejrůznějších přípravků pro uchycení komunálních měřidel a měřených dílů. Měřicí stoly pro 3D měření bývají vybaveny přesnými tělesy, např. kroužkem a kulovou plochou, které umožňují okamžitou kontrolu parametrů právě používané měřicí sondy. Samostatnou kapitolou byly přípravky pro údržbu a čištění měřicích zařízení a nabídka počítačů s potřebnými programy. Mezi záporné kapitoly patřila pochopitelná snaha výrobců přimět zákazníka, který si pořídil jejich výrobek, k dalším nákupům neslučitelností s konkurenčními produkty. Stačilo si prohlédnout různost používaných konektorů. Vůbec se nedá odhadnout slučitelnost softwarová. Celkově se ukazuje, že software a jeho metrologická kontrola budou v dalším období zajímavým problémem.

58. mezinárodní strojírenský veletrh nabídl v oboru měřicí techniky pro strojírenství širokou nabídku měřicích zařízení, měřidel a příslušenství. Od složitých zařízení typu rentgenových skenerů pro kontrolu vnitřní struktury vyráběných dílů až po jednoduchá a levná měřidla. Sympatické jsou trendy co nejvíce vyhovět potřebám uživatelů a zabezpečit produktivní a správná měření v nejrůznějších podmínkách.



## VÝHLED AKCÍ ČMS NAPRVNÍ POLOLETÍ 2017



Česká metrologická společnost, z. s. (ČMS) Vám v prvním pololetí roku 2017 nabízí řadu seminářů a kurzů.

Z významných akcí upozorňujeme na **26. mezinárodní konferenci „Měřicí technika pro kontrolu jakosti“**, s výstavou měřicí techniky.

Sledujte webové stránky ČMS, pořádání akcí může být upřesněno podle zájmu účastníků.

15. února 2017 ČSVTS Praha, učebna č. 318	<b>K 520-17</b>	Měření textury povrchu (drsnost povrchu apod.)
7. – 8. března 2017 Hotel PRIMAVERA Plzeň	<b>Ko 521-17</b>	<b>26. mezinárodní konference „Měřicí technika pro kontrolu jakosti“</b>
22. března 2017 ČSVTS Praha, učebna č.318	<b>K 522-17</b>	Měření osvětlení

5. dubna 2017 ČSVTS Praha, učebna č.318	<b>K 523-17</b>	<b>Řízení metrologie v organizaci</b>
5. dubna 2017 ČSVTS Praha, učebna č.414	<b>S 528-17</b>	Bezpečnost práce v metrologii
26. dubna 2017 ČSVTS Praha, učebna č.318	<b>K 524-17</b>	Měření hmotnosti
11. května 2017 PVA EXPO PRAHA, Praha 9-Letňany	<b>K 525-17</b>	Kurz pro technické kontrolory – součást doprovodného programu veletrhu FOR INDUSTRY
22. 5. – 25. 5. 2017 ČSVTS Praha, učebna č.219	<b>K 526-17</b>	46. základní kurz metrologie
7. června 2017 ČSVTS Praha	<b>K 527-17</b>	Způsobilost měření ve strojírenství

Podrobná nabídka všech akcí ČMS včetně přihlášek je k dispozici na webové stránce ČMS na adrese [www.csvts.cz/spolky/cms](http://www.csvts.cz/spolky/cms). Eventuální dotazy zodpoví sekretariát ČMS, adresa [cms-zk@csvts.cz](mailto:cms-zk@csvts.cz).

ČMS také trvale nabízí  
**KORESPONDENČNÍ KURS METROLOGIE**  
a

**VZOROVÉ KALIBRAČNÍ POSTUPY PRO MĚŘIDLA.**

Podrobnosti v rubrice „Nabídka akcí ČMS“ na webových stránkách společnosti.

Certifikační místo ČMS nabízí  
**CERTIFIKACI OSOB**

pro široký okruh oborů metrologie a odvětví působnosti. Ve všech oborech je volitelný rozsah podle konkrétních veličin a požadovaného stupně certifikace. Podrobnosti jsou k dispozici na webové stránce ČMS na adrese

<http://www.csvts.cz/spolky/cms>.

Česká metrologická společnost připravuje  
na dny 7. a 8. března 2017

**26. mezinárodní konferenci**

**Měřicí technika pro kontrolu jakosti**

s výstavou měřicí, kontrolní a zkušební techniky



Místo konání:  
kongresové centrum  
PRIMAVERA, Plzeň,  
Nepomucká 1058/128

Na závěr konference bude zařazen workshop na aktuální téma, pro zájemce budou připraveny exkurze do čtyř akreditovaných kalibračních laboratoří podle výběru.

**Veškeré informace a přihlášku naleznete na**  
[www.csvts.cz/cms](http://www.csvts.cz/cms)

### 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, MIČ 46 676, ISSN 1210-3543.

Místo vydávání: Praha. Datum vydání: prosinec 2016. 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](mailto:klenik@q-art.cz). Nevyžádané materiály se nevracejí. Za původnost a správnost příspěvků odpovídají autoři.

### Foto na obálce:

Radon-aerosolová komora na pracovišti SÚJCHBO, v.v.i. Kamenná

### Photo on the front page:

Radon-Aerosol Chamber at the National Institute for NBC Protection (SÚJCHBO, v.v.i.) Kamenná

