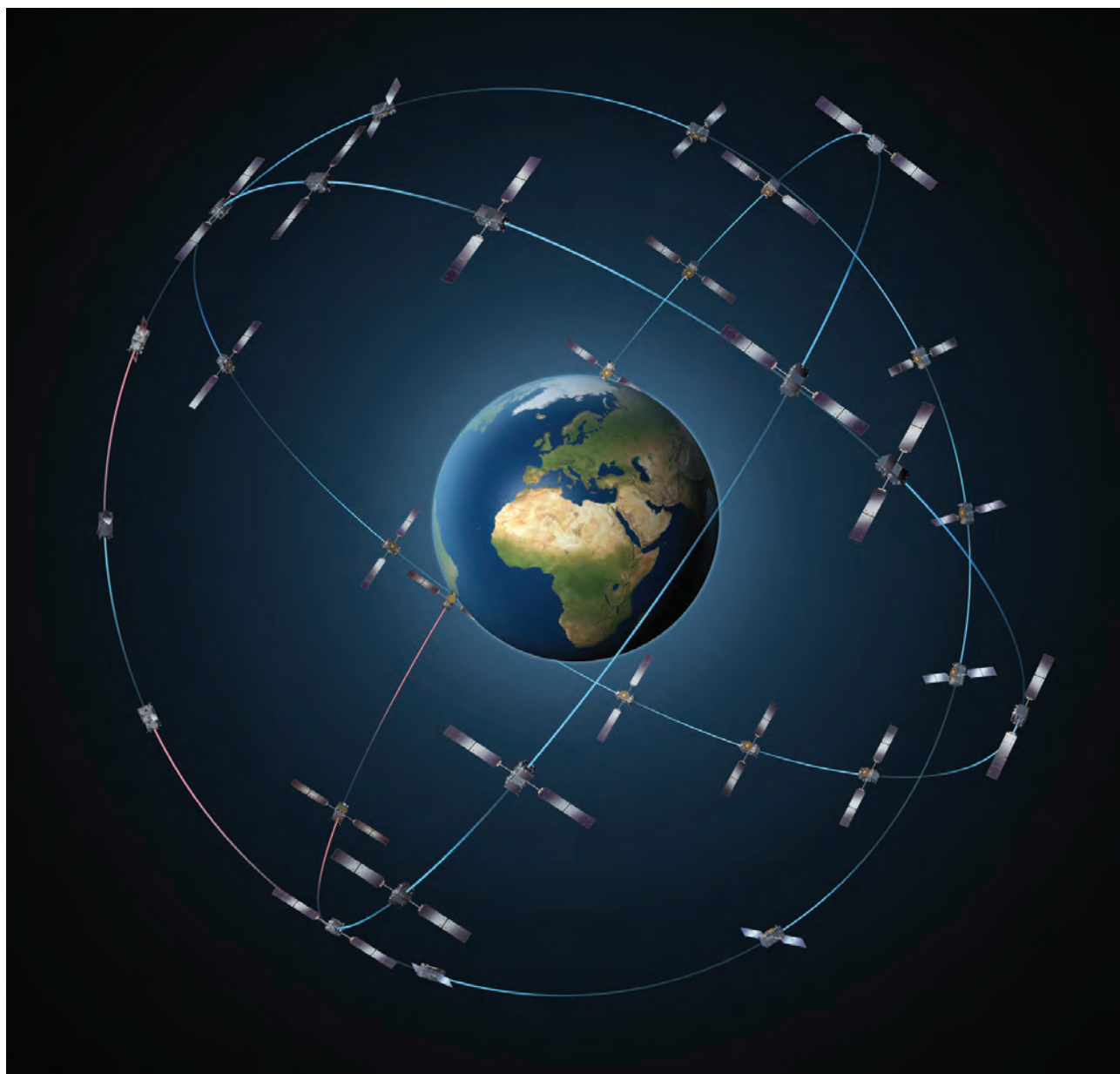


3/2016
ROČNÍK 25

METROLOGIE

VĚDECKÁ
LEGÁLNÍ
PRAKTICKÁ





Ing. VRATISLAV HORÁLEK, DrSc. – 90 LET

Pan Ing. V. Horálek, DrSc. se narodil 16. 8. 1926. Po ukončení studia na Fakultě speciálních nauk ČVUT a vojenské služby nastoupil v r. 1952 do Teoretického odboru ve Státním výzkumném ústavu pro stavbu strojů (SVÚSS) v Praze. Následovala vědecká kandidatura na MFF-UK v Praze (CSc. 1961) a obhajoba doktorské disertační práce (DrSc. 1969) na ÚFM-ČSAV v Brně. Od zřízení TNK4 *Aplikace statistických metod* na ÚNMZ (1969) je stále jejím předsedou.

V SVÚSS se zabýval řešením technických problémů z nejrůznějších odvětví FMTS a pracovišť ČSAV, včetně metrologie. Nejvíce požadavků bylo z laboratoří hutí a sléváren, ve kterých se vyžadovaly přesné odhady parametrů prostorové struktury s využitím informací z roviny výbrusu, extrakční repliky nebo prozářené folie. Tehdy jubilant vytvořil modely opřené o novou rozvíjející se vědní disciplínu - stereologii. Jím nabízené řešení respektovalo dané informační zdroje; později pro hodnocení snímků rekonstruoval stávající model (s ortogonální projekcí) za mnohem složitější neortogonální projekci a i zde získal světové prvenství. Další skupinou řešených úloh jsou úlohy vztahující se k nejistotám měření, a to především k nejistotám stanoveným způsobem B.

Jubilant přednesl 43 příspěvků na mez. konferencích a kongresech, uveřejnil 39 publikací v časopisech ČSAV resp. AV ČR, 48 v zahraničí, 58 článků v resortních českých časopisech; 106 výzkumných zpráv pro SVÚSS; je autorem nebo zpracovatelem 66 norem ČSN (resp. ČSN ISO) a autorem 2 patentů.

Za svou tvůrčí činnost získal také ocenění: **Akademická rada AV ČR, 1993**: Zlatá oborová plaketa B. Bolzana za zásluhy v matematických vědách; **ÚNMZ, 2006**: Cena VI. Lista za významný a dlouholetý podíl na rozvoji technické normalizace; **ČSJ, 1999**: Cena Dr. A. Žaludové za celoživotní přínos v oboru řízení jakosti.

Uvedená fakta svědčí o jubilantově nesmírné houževnatosti, pracovní zarputilosti i jisté pokoře při postupném zdolávání jednotlivých etap zadaných problémů, ale i o jeho vnitřní víře, že ještě neskončil. O tom svědčí i skutečnost, že ve svých 85 letech publikoval přínosný článek o nejistotách měření v časopisu *Measurement* (Elsevier).

Jménem redakce i autorky této vzpomínky děkujeme, že jste tuto zemi i svět obohatil svou tvořivou prací a současně Vám přejeme hodně zdraví, pevnou vůli, spokojenost a radost nejen z práce, ale i z toulek naší krásnou přírodou, pohodu doma i radost z úsměvů Vašich právnučat.

Doc. Ing. Olga Tůmová, CSc.



METROLOGIE V PRAXI

Ing. Jan Šrámek Délkoměry v praktické metrologii a jejich návaznost.....	2
Ing. Štěpánka Dvořáčková, Ph.D. Ing. František Dvořáček Kalibrace koncových měrek.....	6
prof. Dr. Ing. Pavel Němeček Možná cesta ke stanovení preciznosti a přijatelnosti u neopakovatelných měření.....	11
Ing. Václav Hora Je výpočet efektivních stupňů volnosti x vždy správný?	14
Doc. Ing. Jiří Horský, CSc. Některé problémy akreditovaných kalibračních laboratoří elektrických veličin	16
Ing. Petr Pánek, CSc. Ing. Alexander Kuna, Ph.D. Evropský družicový navigační systém GALILEO a jeho využití v metrologii času a frekvence.....	19

ZKUŠEBNICTVÍ

Ing. Pavel Rubáš, Ph.D. Zkoušení akustických vlastností otvorových výplní.....	24
--	----

LEGÁLNÍ METROLOGIE

Ing. Zdeňka Pohořelá Ing. Štěpán Mašek Historie státní metrologie v Českých zemích.....	31
Ing. František Jelínek, CSc. Zajímavá výstava.....	33

INFORMACE

Ing. Zbyněk Veselák 32. zasedání výboru WELMEC	34
Konference Milestones in Metrology 2016.....	36
Doc. Ing. Jiří Horský, CSc. Pokračování prací na revizi normy ISO/IEC 17025.....	39
Ing. Eva Klokočnicková Ing. Martina Bednářová Akreditace výrobců referenčních materiálů	39

PR

Mesing	40
Rozhodčí soud.....	42
Coptis.....	44
Nabídka akcí ČMS na II. pololetí 2016	

METROLOGY IN PRACTICE

Ing. Jan Šrámek Linear Gauges in Applied Metrology and Their Traceability.....	2
Ing. Štěpánka Dvořáčková, Ph.D. Ing. František Dvořáček Calibration of End Gauges.....	6
prof. Dr. Ing. Pavel Němeček Possible Way to Determine the Precision and Acceptability of Non-Repeatable Measurements.....	11
Ing. Václav Hora Is the Calculation of Effective Degrees of Freedom x Always Correct?	14
Doc. Ing. Jiří Horský, CSc. Some of the Problems of Accredited Calibration Laboratories for Electrical Quantities.....	16
Ing. Petr Pánek, CSc. Ing. Alexander Kuna, Ph.D. Europe's Satellite Navigation System GALILEO and Its Use in the Metrology of Time and Frequency	19

TESTING

Ing. Pavel Rubáš, Ph.D. Testing Acoustic Properties of Hole Fillings.....	24
---	----

LEGAL METROLOGY

Ing. Zdeňka Pohořelá Ing. Štěpán Mašek Testing Acoustic Properties of Hole Fillings.....	31
Ing. František Jelínek, CSc. An Interesting Exhibition	33

INFORMATION

Ing. Zbyněk Veselák The 32 nd Meeting of the WELMEC Committee.....	34
The Milestones in Metrology 2016 Conference.....	36
Doc. Ing. Jiří Horský, CSc. Continuing Work on the Revision of the ISO/IEC 17025 Standard	39
Ing. Eva Klokočnicková Ing. Martina Bednářová Reference Material Producer Accreditation	39

PR

Mesing	40
Arbitration Court.....	42
Coptis.....	44
Events Offered by ČMS for 2 nd Half of 2016	

DÉLKOMĚRY V PRAKTICKÉ METROLOGII A JEJICH NÁVAZNOST

Ing. Jan Šrámek

ČMI OI Brno, FSI - VUT v Brně

Abstrakt

Přesná délková měření v metrologii a přesném strojírenství se neobejdou bez specializovaných, jednoúčelových měřicích přístrojů. Do této kategorie patří zejména délkoměry, které tvoří již řadu desetiletí důležitý prvek v systému metrologické návaznosti. I přes dlouhou historii použití jednoosých horizontálních délkoměrů tyto přístroje neustále procházejí vývojem, různými stupni modernizace a stále tak patří ke špičkovým prvkům v metrologii měření délek.

1. Úvod

Z pohledu metrologa ČMI lze rozdělit délkoměry do dvou základních skupin z hlediska jejich využití – délkoměry pro průmyslové použití zejména ve strojírenství a velmi přesné délkoměry pro použití v systému metrologické návaznosti v prostředí metrologických laboratoří.

Nejčastější oblasti použití „dílnských“ délkoměrů:

- Měření přesně obrobek součástí a výrobků
- Měření vyrobených závitových součástí
- Kalibrace válcových kalibrů – trnů (měření vnějšího průměru)
- Kalibrace válcových kalibrů – kroužků (měření vnitřního průměru)
- Kalibrace závitových kalibrů – trnů (měření velkého průměru a středního průměru závitu)
- Kalibrace závitových kalibrů – kroužků (měření středního průměru závitu)



Obr. 1: Digitální délkoměr SIP 1002M při měření v součinnosti s laserinterferometrem Hewlett Packard (zdroj – autor)

Nejčastější oblasti použití „laboratorních“ délkoměrů:

- Stejně typy obrobků jako u „dílnských“ délkoměrů
- Stejně typy kalibrů jako u „dílnských“ délkoměrů
- Zajištění metrologické návaznosti etalonů a jiných měření
 - Nastavné kroužky

- Nastavné trny
- Kalibrační 3D koule pro CMM
- Další délkové etalony – kalibrační hřebeny, koncové měřky (v omezené míře) apod.

2. Konstrukce délkoměrů a jejich základní charakteristika

Z konstrukčního hlediska je možné délkoměry rozdělit do tří základních skupin, které jsou v ČR historicky zastoupeny nejvýznamněji. Toto rozdělení vychází ze zkušeností autora, který měl možnost navštívit řadu podniků a laboratoří jako metrolog ČMI, respektive externí auditor ČIA:

2.1 Délkoměry skupiny „Zeiss“, jejich deriváty a modernizace

- Nejběžnější délkoměr v praxi – ULM (0 mm - 450 mm)
- Dříve se vyráběly délkoměry s rozsahem nad 1 m
- Původní přístroje s optickým (analogovým) snímáním měřené veličiny
- Modernější verze vybaveny digitálním snímáním
- Původní pravítko v délkoměru ULM – 100 mm (Abbého princip měření dodržen)
- Průběžné modernizace - digitalizace
- Princip konstrukce využit u moderních délkoměrů (Mahr, Helios, Microrep atd...)

2.2 Délkoměry skupiny „SIP“

- Robustní konstrukce přístroje – nejpropracovanější z hlediska konstrukce
- Precizní odměřování (pravítko – nejčastěji 500 mm)
- Abbého princip měření dodržen v celém rozsahu měření
- Původně optické snímání měřené veličiny, pozdější typy digitální
- Možná modernizace – drahá
- Precizní a přesný přístroj
- Možná součinnost při měření s laserinterferometrem (LI) (obr. 1)
- Kompletní kalibrace pomocí LI
- NEVYRÁBÍ SE



Obr. 2: Digitální délkoměr Trimos Labconcept (zdroj – Trimos)

2.3 Délkoměry skupiny „Trimos“ apod.

- Délkoměry vhodné pro měření zejména ve strojírenství, ale i v metrologii
- Kompaktní konstrukce přístroje, posuvný stolek v ose x
- Odměřovací systém uložený v loži délkoměru
- Digitální i pro větší rozsahy měření
- Abbého princip měření není dodržen

3. Rozdělení dle principu odečítání měřené veličiny

Z hlediska způsobu odečítání měřené veličiny můžeme délkoměry opět rozdělit do tří skupin.

3.1 Délkoměry analogové

Jedná se zejména o původní délkoměry vyráběné a dodávané v minulém století. Nejrozšířenějším zástupcem této kategorie je univerzální délkoměr Zeiss ULM, který se vyznačuje jednoduchou a robustní konstrukcí. Vzhledem k tomu, že se přístroj vyráběl v bývalé NDR, byl svého času nejdostupnějším délkoměrem na trhu. Je vybaven jednoduchým objektivem se žárovkovým osvětlením, pomocí kterého lze odečítat údaje ze stupnice pravítka pomocí tzv. Abbého spirály. Analogové délkoměry Zeiss se vyráběly i v provedení umožňující měření delších rozměrů (až do 6 m), ty se ovšem liší konstrukčním uspořádáním odměřovacího systému, který nesplňuje Abbého princip.

Další značkou analogových délkoměrů, které se do bývalého Československa dovážela, byl švýcarský SIP. Ten je samozřejmě mnohem méně rozšířený z důvodu vyšší ceny i menší dostupnosti, která vyplývala z tehdejší politické situace. Jedná se o konstrukčně precizní přístroj, který je nejčastěji vybaven ocelovým pravítkem o délce 500 mm, které je umístěno přímo v ose měření délkoměru. Nejčastěji bývá vybaven dvěma snímacími systémy s analogovými objektivy, které umožňují měřit v rozsahu do 1 m.

Oby hlavní typy délkoměrů je možno vybavit značným množstvím přípravků a příslušenství, které je vhodné pro měření pestrého spektra pracovních měřidel a etalonů. To je jeden z důvodů, proč jsou tyto přístroje používány i v současnosti a je předpoklad, že tomu bude i v budoucnosti, zejména pokud se jedná o délkoměry s rozsahem 1 m a více.

3.2 Délkoměry digitální

V případě délkoměrů typu Zeiss a SIP se jednalo o postupnou evoluci a modernizaci původních délkoměrů s analogovým zobrazením měřené veličiny. V prvních verzích se jedná o použití digitálních zobrazovacích jednotek (**obr. 1**), které slouží většinou pouze k odečtení vlastní naměřené hodnoty, respektive zadání zvolené konstanty z paměti těchto elektronických jednotek. Pokročilejší verze dovolují zadání korekčního koeficientu samotným uživatelem.

Po změně společenské situace v ČR se v 90. letech minulého století na trhu objevují délkoměry značek Trimos, Mahr apod. Postupně se stává standardem zobrazení pomocí měřicího SW na standardním PC. Toto řešení umožňuje rychlejší zpracování dat a jejich vyhodnocení. Taktéž lze zadávat podrobnou korekční mapu do měřicího SW délkoměru.



Obr. 3: Digitalizovaný délkoměr Zeiss ULM na pracovišti ČMI (zdroj – autor)

3.3 Délkoměry s kombinovaným odečítáním (digitálním i analogovým)

Jedná se zejména o původně analogové přístroje, které byly během svého používání následně digitalizovány. Nejtypičtějším příkladem je digitalizace nejrozšířenějšího délkoměru Zeiss ULM (**obr. 3**). Tímto způsobem lze prodloužit technickou životnost staršího délkoměru a zároveň zvýšit metrologické vlastnosti přístroje. Nemalou roli zde hraje i menší ekonomické náklady oproti pořízení nového moderního délkoměru.

Toto řešení umožňuje udržovat v provozu původní délkoměry, které stále splňují nároky na přesnost měření za přijatelných ekonomických podmínek. Touto cestou se vydalo i ČMI OI Brno, které provozuje dva kusy „redigitalizovaných“ délkoměrů SIP 1002M, které vynikají svým konstrukčním řešením a jeden nově digitalizovaný délkoměr Zeiss ULM.

Všechny délkoměry používají pro svou činnost měřicí SW Comparator. Délkoměry SIP se s úspěchem používají k měření závitových i hladkých kalibrů nebo k zajištění metrologické návaznosti etalonů za součinnosti s průmyslovým laserinterferometrem LI. Digitalizovaný délkoměr Zeiss je používán zejména ke školící činnosti.

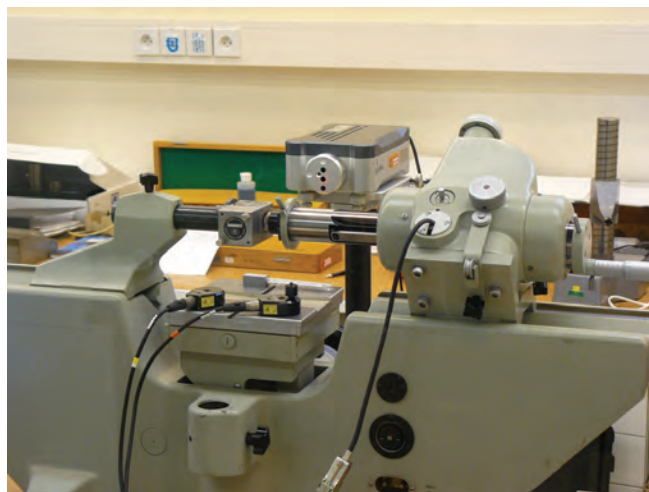
4. Kalibrace délkoměrů a zkušenosti s kalibrací

Všechny kategorie délkoměrů bez ohledu na jejich použití ve strojírenství nebo metrologii podléhají požadavku na periodickou kalibraci.

Kalibrace je činnost, která za specifikovaných podmínek v prvním kroku stanoví vztah mezi hodnotami veličiny s nejistotami měření poskytnutými etalonem a odpovídajícími indikacemi délkoměru s přidruženými nejistotami měření a ve druhém kroku se mohou použít tyto informace ke stanovení vztahu pro získání výsledku měření z indikace délkoměru [1].

Kalibraci je tedy vhodné chápat jako prostředek k zajištění jednak metrologické návaznosti, tak zejména správnosti a preciznosti vlastního měření. Na počátku se obvykle provede vlastní porovnání indikace použitého etalonu a kalibrovaného délkoměru. Po té, pokud je třeba, následuje vyhodnocení funkční závislosti obou indikací a zavedou se korekce

do systému délkoměru - justáž. Forma a podoba korekcí se liší dle typu a použití délkoměru.

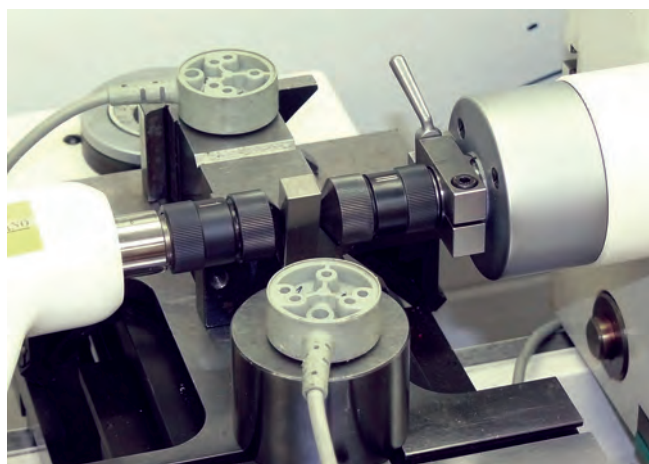


Obr. 4: Kalibrace digitalizovaného délkoměru Zeiss ULM za použití LI Renishaw (zdroj – autor)

K vlastním kalibracím se nejčastěji používají dva typy etalonů:

- Průmyslové laserinterferometry (LI) (obr. 4)
- Hmotné délkové etalony – nejčastěji koncové měřky (obr. 5)

Oba dva způsoby kalibrací mají své silné i slabé stránky. Mezi nevýhody použití interferometru může patřit absence vlivu snímacího systému délkoměru na přesnost měření při kalibraci (mimo SIP) nebo riziko nemožnosti dodržení Abbého principu při kalibraci. K nevýhodám použití hmotných etalonů patří jejich omezený rozsah nebo náročnost na správné umístění koncových měrek mezi měřicí doteky délkoměru, nároky na teplotní stabilizaci, atd.



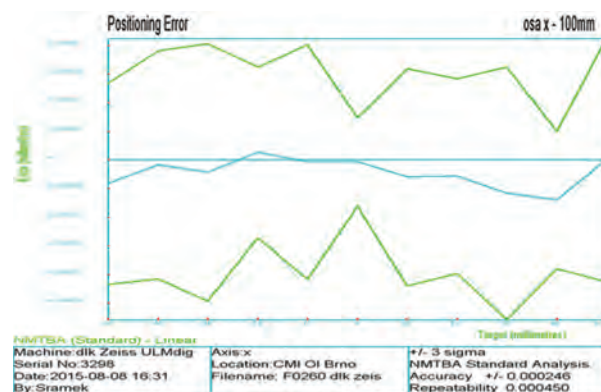
Obr. 5: Kalibrace délkoměru za použití koncové měřky. (zdroj – autor)

Je vhodné zdůraznit, že v praxi neexistuje jednoznačný a dokonalý způsob kalibrace pro všechny typy délkoměru obecně. Je třeba před každou kalibrací vyhodnotit typ délkoměru, jeho konstrukci, princip odměřování, rozsah měření, indikaci měřené veličiny a v neposlední řadě požadavky uživatele délkoměru.

Při vlastních kalibracích velmi přesných měřicích přístrojů je nutné zajistit základní podmínky pro její správné provedení:

- Vhodné prostředky pro monitorování podmínek prostředí při kalibraci
- Zajištění promítnutí vlivu podmínek prostředí na vlastní kalibraci (zejména rozdílné koeficienty délkové roztažnosti materiálu)
- Přípravky a pomůcky pro ustavení optiky laserinterferometru nebo vlastních koncových měrek
- Vhodný postup pro vlastní kalibraci
- Korektní vyhodnocení výsledků kalibrace (obr. 6)
- Pokud je třeba provedení justáže (zavedení korekcí do systému délkoměru)
- Po justáži následuje opakovaná kalibrace

Je zřejmé, že rozdílné nároky na kalibraci a použitou metodu kalibrace mají uživatelé vybavení standardním nejrozšířenějším „dílenským“ délkoměrem Zeiss ULM s optickým snímáním, respektive uživatel, který užívá přesný digitální délkoměr vybavený měřicím SW a čidly pro snímání podmínek prostředí při měření.



Obr. 6: Graf naměřených hodnot kalibrace digitalizovaného délkoměru Zeiss ULM pomocí LI Renishaw. Osa y – naměřená chyba v mm, osa x – rozsah měření v mm, modrá křivka – aritmetický průměr všech naměřených hodnot, zelené křivky – oblast dvojnásobku směrodatné odchylky. (zdroj – autor)

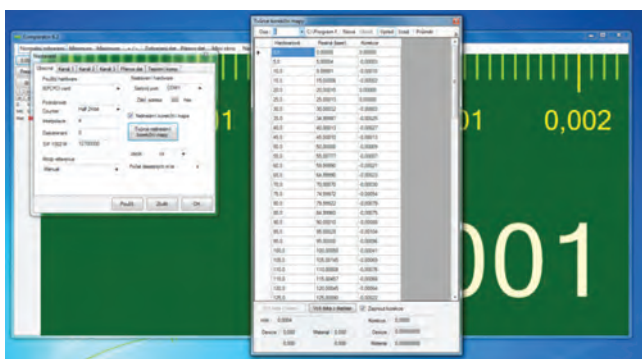
5. Práce s výsledky kalibrace a stabilita parametrů délkoměru

Pro úplnou a plnohodnotnou kalibraci je vhodné, aby byla realizována v obou krocích v souladu s mezinárodním metrologickým slovníkem VIM3 [1]. V praxi to znamená správné vyhodnocení výsledků indikací etalonu a kalibrovaného délkoměru, popř. zavedení korekcí do měřicího systému délkoměru (justáž). Tento krok může být značně odlišný v závislosti na typu délkoměru a jeho odměřovacího systému, zejména způsobu indikace měřené veličiny. V závažných případech, kdy se při prvním kroku kalibrace zjistí potřeba zásahu do HW délkoměru, se provede seřízení přístroje, po kterém by měla následovat opakovaná kalibrace.

V praxi se nejčastěji používají způsoby zavedení korekcí do měřicího systému délkoměru, které reflektují konstrukci, odměřovací systém a zejména způsob indikace délkoměru:

- Korekční tabulka (graf) umístěná v místě použití délkoměru
- Zavedení korekčního koeficientu do SW digitální zobrazovací jednotky délkoměru
- Zavedení podrobné korekční mapy v měřicím SW digitálního délkoměru
- Jiný způsob zavedení korekcí do měřicího řetězce (např. použití MS Excel)

V případě nutnosti zavedení korekcí do SW délkoměru je často nutné pro přístup do modulů umožňujících zadání korekcí mít oprávnění pro tuto činnost, nejčastěji ve formě zadání hesla. Výrobci, popřípadě prodejci měřicích přístrojů a programů si tyto údaje chrání. Je však jasným faktem, že uživatel moderních a velmi drahých digitálních délkoměrů, má právo mít přístup k zadání korekcí v měřicím SW délkoměru (**obr. 7**).



Obr. 7: Zobrazení knihoven pro zadání korekcí v měřicím programu Comparator (zdroj – Topmes)

Dlouhodobá stabilita nebo spolehlivost výsledků je souhrnný termín pro dlouhodobou stabilitu přesnosti, citlivosti a správnosti daného sledovaného systému. Doporučuje se **dlouhodobě sledovat několik parametrů** nebo kritérií, která umožní získat co nejúplnější informace o stabilitě daného systému. Dle platných dokumentů v oblasti terminologie v metrologii se uvádí pojem – **Stálost měřidla (měřicího přístroje)** [1].

Je to vlastnost měřidla (přístroje), určující zda jeho metrologické vlastnosti zůstávají v čase konstantní. Stálost může být kvantifikována více způsoby [1]:

- Pomocí trvání časového intervalu, po který se metrologické vlastnosti změní o stanovenou velikost
- Pomocí změny vlastnosti během stanoveného časového intervalu

Důležitý je taktéž výběr vlastních parametrů, které budeme sledovat. V úvahu připadají zejména výsledky kalibrací délkoměru, hodnoty jejich nejistoty měření, popř. další měření za dodržení podmínek opakovatelnosti a reprodukovatelnosti. Dále je nutné uvažovat o statistické interpretaci těchto parametrů (rozptyl s^2 , směrodatná odchylka s_x či variační koeficient v_x) [2]. Mezi důležité faktory, které výslednou stálost měřicího přístroje ovlivňují patří:

- Konstrukce a metrologické vlastnosti samotného délkoměru
- Způsob a intenzita využití délkoměru

- Podmínky prostředí a nároky na údržbu délkoměru
- Vliv operátora (obsluhy), respektive počtu operátorů délkoměru

6. Předpokládané trendy dalšího vývoje

V oblasti dalšího vývoje jednoosých dotykových měřicích přístrojů lze předpokládat pokračující trend ve využívání původních délkoměrů značek Zeiss a SIP. Zejména pokud se bude i nadále dařit udržet technologickou základnu pro jejich servis a modernizace, zejména digitalizace původních odměřovacích systémů.

Zavádění zcela nových digitálních délkoměrů např. značek Mahr a Trimos bude zřejmě pozvolné, zejména z důvodu vysokých pořizovacích nákladů a taktéž z důvodu dosud nevyčerpaného potenciálu původních délkoměrů.

V oblasti rozvoje metrologických schopností nových délkoměrů lze předpokládat pokračující rozmach SW aplikací v oblasti zpracování naměřených dat a síťových aplikací. Pro zvyšování přesnosti a rozlišitelnosti délkoměrů se postupně prosazují technologie využívající laserinterferometrii. Jednoucelové délkoměry již jsou v laboratořích doplňovány přístroji, které umožní rychlejší a přesnější kalibraci pracovních měřidel, např. úchylkoměrů nebo závitových kalibrů (např.: IAC Master Scanner, viz. **obr. 8**).



Obr. 8: Měření úplného profilu závitů snímacím hrotem, které doplňuje měření na délkoměrech (zdroj – IAC)

7. Závěr

V článku je popsán úspornou formou aktuální stav při provádění kalibrací jednoosých měřicích přístrojů – délkoměrů na pracovišti ČMI OI Brno. Vzhledem k tomu, že se jedná o poměrně širokou problematiku, co se týče rozsahu typů a konstrukce používaných délkoměrů, není možné v tomto přehledovém příspěvku podrobně popsat všechny aspekty při použití délkoměrů jako přesného etalonu a jeho kalibrací.

8. Použitá literatura

- [1] TNI 01 0115:2009 Mezinárodní metrologický slovník – Základní a všeobecné pojmy a přidružené termíny (VIM 3) – český překlad vydání VIM z roku 2008.
- [2] ŠRÁMEK, Jan, *Nejistoty měření při interferometrické kalibraci měřicích přístrojů*, Brno 2015, Pojednání ke Státní doktorské zkoušce, VUT v Brně, FSI – ÚVSSR, 45 stran, školitel Doc. Ing. Jiří Pernikář, CSc.

KALIBRACE KONCOVÝCH MĚREK

Ing. Štěpánka Dvořáčková, Ph.D.

Technická univerzita v Liberci, Fakulta strojní

Ing. František Dvořáček

Český metrologický institut, Oblastní inspektorát Liberec

Abstrakt

Článek je 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).

Dle mezinárodní normy ČSN EN ISO 3650 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 měření je uskutečňována na systému TESA NPL A.G.I. 300 a komparační metoda je prováděna pomocí mechanického komparátoru TESA–UPC. Popisy jednotlivých metod měření délky KM včetně nejistot měření jsou obsahem tohoto článku.

Klíčová slova: interferometr; komparátor; koncová měrka; nejistota měření.

1 Úvod

Délka je jedna ze základních fyzikálních veličin. Jednotkou délky je metr. Metr je definován jako délka, kterou urazí světlo ve vakuu za $1/299\,792\,458$ sekundy.

Etalonáž délky je členěna do tří stupňů, a to na primární etalonáž, sekundární etalonáž a pracovní měřidla. Primární etalony jsou získány prostřednictvím vhodného laserového zařízení. Sekundární etalony se odvozují z primárních etalonů interferenční metodou a pomocí sekundárních etalonů se komparují provozní měřidla.

Jako sekundární etalony délky slouží KM, které představují nejvyšší stupeň mechanických etalonů délky. KM mají všestranné využití ve strojírenství a to v rámci seřizování řezných nástrojů, k ustavování obrobků při technologiích obrábění a k rozměřování osových vzdáleností.

Primární i sekundární etalony podléhají povinné kalibraci. Kalibraci hlavních etalonů provádí na žádost uživatele etalonů Český metrologický institut (dále jen ČMI) nebo akreditované kalibrační laboratoře a zahraniční subjekty, které zaručují srovnatelnou metrologickou úroveň.

Dle mezinárodní normy ČSN EN ISO 3650 [1] jsou k měření délky (kalibraci) KM využívány dvě základní metody. Jedná se o komparační neboli porovnávací metody. Obě jsou založeny na postupném porovnávání hodnoty délky se známou hodnotou.

První metoda se nazývá interferenční a využívá k měření délky KM laserovou interferometrii. Metoda je založena na porovnání délky se známým etalonem, tj. délkou světelné vlny. Měření délky KM pomocí laserové interferometrie probíhá tak, že se zjišťuje, kolik vlnových délek světla je v délce KM obsaženo. Přibližná délka KM je známa

(z jejího označení), proto se určuje jen zlomek, o který délka KM převyšuje celkový počet vlnových délek světla.

Druhá metoda se nazývá komparační a je realizována pomocí mechanického komparátoru. Metoda je založena na porovnávání KM se známým etalonem tj. KM se stejnou jmenovitou délkou, ale vyšší přesností. Měření délky KM komparační metodou se uskutečňuje tak, že se hrotem snímače dotýkáme povrchu KM a zjišťujeme o kolik se jmenovitá délka měřené KM liší od etalonové KM. Přibližná délka měřené i etalonové KM je známa (z jejího označení), proto se určuje jen odchylka mezi nimi.

2 Metody

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

Měřeným parametrem je středová délka KM l_c . Středová délka je délka kolmice spuštěné ze středu měřicí plochy KM na: a) plochu referenční desky, k níž je KM druhou měřicí plochou přilnuta nasunutím – při interferenčním měření, b) k druhé měřicí ploše KM – při komparačním měření.

Příprava KM před vlastním měřením délky

V rámci laboratorního měření musí být dodrženy základní zásady týkající se práce s KM. Předepsaná laboratorní teplota je $20\text{ °C} \pm 0,2\text{ °C}$ (interferenční měření) a $20\text{ °C} \pm 0,3\text{ °C}$ (komparační měření) a standardní atmosférický tlak 101 325 Pa. Při měření KM nesmí dojít k přímému kontaktu KM s pokožkou ruky, k manipulaci s KM dochází pouze s použitím rukavic, pinzet a držáků.

Před vlastním měřením je realizováno očištění KM od konzervantu pomocí čistého lékařského benzínu a optické utěrky (utření do sucha KM). Velká pozornost musí být věnována zejména tomu, aby se KM neopatrným zacházením nepoškodily. KM, u nichž by došlo k poškození, lze jen s velkými obtížemi či vůbec přilnout nasunutím k jakékoliv rovinné desce či k sobě navzájem. V rámci čištění se také kontroluje KM z hlediska povrchového poškození měřicích ploch. Z měření jsou vyloučeny KM, které mají na měřicích plochách nápadné šluky čar a rýh nebo hrubě poškozený povrch, případně korozi. Nepatrné ostřiny či vyvýšeniny, vzniklé poškrábáním měřicích ploch, se mohou odstranit jemným brusným kamenem.

Součástí příprav před měřením je také kontrola měřicího přístroje, z hlediska kompletnosti a funkčnosti.

Velmi důležitou přípravnou fází před vlastním měřením je teplota KM. Jedná se o čas potřebný k vyrovnání teploty u KM před vlastním měřením. Při laboratorní teplotě $20\text{ °C} \pm 0,3\text{ °C}$ je to cca 12 hodin až 24 hodin.

Vyrovnaní teploty KM probíhá na: a) referenční desce (ocelové) k níž je KM přilnuta nasunutím – při interferenčním měření, b) kameninové desce – při komparačním měření.

Při měření délky KM musí být dodržována tzv. metodika měření (kalibrační postup), která obsahuje souhrn činností nezbytných při měření délky KM a slouží jako návod pro práci zaměstnanců/laborantů v kalibrační laboratoři. Metodika je pro každou metodu měření rozdílná. Dále se rozlišuje metodika měření pro: a) KM do 100 mm jmenovité délky a b) KM nad 100 mm. Rozdílnost obou postupů je v poloze KM při kalibraci. KM se jmenovitou délkou do 100 mm a včetně jsou uloženy do svislé polohy s měřicími plochami ve vodorovné poloze. KM se jmenovitou délkou nad 100 mm jsou uloženy při kalibraci do vodorovné polohy.

2.1 Interferenční systém pro měření délky KM – TESA NPL A.G.I. 300

Pro měření KM využitím interference světla se používá v laboratoři ČMI OI Liberec interferenční komparátor TESA NPL A.G.I. 300, **obr. 1** (k měření KM od 0,3 mm do 300 mm).



Obr. 1: TESA NPL A.G.I. 300 [7]

Jedná se o nejrozšířenější měřicí systém, kterým je vybavena většina národních metrologických institutů vyspělých zemí. V ČMI OI Liberec je dvoulaserový interferenční komparátor TESA NPL A.G.I. 300, typu NPL, který byl vyvinut v národní metrologické laboratoři Velké Británie NPL.

Na systému NPL TESA A.G.I. 300 je zajišťována nej přesnější sekundární etalonáž délky. Primární etalonáž délky je zajišťována státním etalonem délky (sestava), který je tvořen: femtosekundovým generátorem hřebene optických frekvencí, jodem stabilizovanými lasery 633 nm, 543 nm a 532 nm, acetylenem stabilizovaným laserem 1542 nm, interferometrickým komparátorem IK-1 a interferometrem pro dlouhé KM IDKM.

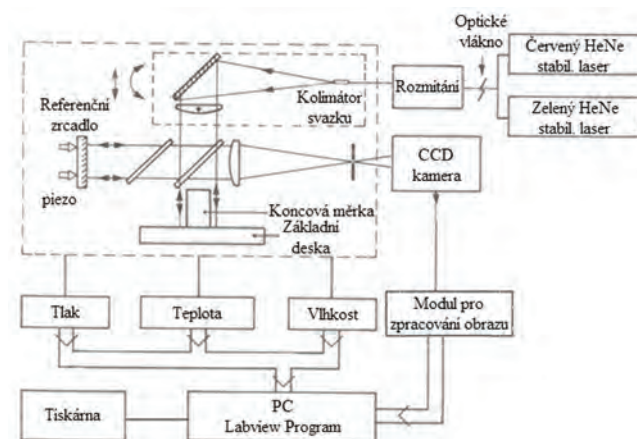
Systém TESA NPL A.G.I. 300 je navázán na státní etalon prostřednictvím femtosekundového generátoru hřebene optických frekvencí a jodem stabilizovaného He-Ne laseru – 633 nm.

Na TESA NPL A.G.I. 300 je realizováno měření délky KM o rozměrech 0,3 mm až 300 mm s nejnižší nejistotou měření v České republice.

Uspořádání TESA NPL A.G.I. 300 je schematicky naznačeno na **obr. 2**, včetně principu měření. Jedná se o Twyman – Greenův interferometr s CCD kamerou jako detektorem

(pro snímání interferenčního obrazce) s programovým měřicím systémem.

Základem systému jsou dva lasery jako zdroj koherentního světelného záření. Jedná se o helium – neonové (He-Ne) stabilizované lasery se známou vlnovou délkou: a) červený o vlnové délce 633 nm a b) zelený o vlnové délce 543 nm.



Obr. 2: Měřicí systém TESA NPL A.G.I. 300 [7]

2.1.1 Postup měření na systému TESA NPL A.G.I. 300

Realizace měření délky KM je u interferenční metody silně závislá na vlastnostech přilnutí nasunutím KM na referenční desku. KM musí dokonale přilnout. Nepřilnutí k desce bývá způsobeno rýhami (škrábanci) na měřicích plochách KM nebo ploše základní rovinné desky, částicemi prachu mezi KM a deskou atd. Povrch referenční desky je lapován tak, aby úchylna rovinnosti celé plochy desky byla maximálně 25 nm (na vyhraněné ploše o velikosti 40 mm x 40 mm). Referenční deska musí být před nasunutím KM důkladně omyta lékařským benzínem, poté čistým lihem a vyleštěna optickou utěrkou.

Před nasunutím KM na referenční desku je nanášeno malé množství (kapka) speciální emulze na samotnou desku. Tato kapalina usnadňuje přilnavost KM (používá se zejména pro ocelové KM). Po nanášení kapaliny se povrch desky opět vyleští optickou utěrkou a započne proces nasouvání tj. přilnutí nasunutím KM.

Do ruky se uchopí KM mezi palec a ukazovák a položí se na začátek desky. KM se posouvá dopředu volným rovnoměrným pohybem, přičemž se na KM tlačí. Když KM dosedne celou plochou na rovinnou desku, přilne k ní a je nasunuta – nelze ji oddělit od desky nadzdvihnutím, ale pouze posunutím. Při nasouvání malých (tenkých) KM je třeba zvýšené pozornosti, aby se KM nezkřivila/neprohнула. Na referenční desku lze umístit (teoreticky) maximálně 12 KM, obvykle se podaří při praktické realizaci nasouvání max. 10 KM.

Po správném nasunutí KM na referenční desku se deska vloží do systému resp. do uzavřené měřicí komory – místa měření délky KM, ve kterém dojde k vyrovnání teploty KM a desky (hovoříme o dosažení teplotní rovnováhy blížící se k 20 °C mezi deskou a KM. Teplotní rozdíl mezi skutečnou a předepsanou laboratorní teplotou KM a desky je dokorigován dle teplotního součinitele délkové roztažnosti obou prvků, kterou udává výrobce).

Komora obsahuje, mimo referenční desku s KM i různé druhy senzorů. Jedná se o senzory pro měření tlaku, teploty, vlhkosti a obsahu CO₂ ve vzduchu. Senzory zaznamenávají hodnoty sledovaných parametrů. Hodnoty jsou dále využívány k výpočtu korekcí z hlediska podmínek měření, tak i pro výpočet indexu lomu vzduchu v místě měření. Hodnotu indexu lomu vzduchu je nutné znát pro korekci vlnové délky laserů pro aktuální podmínky měření. V oddělené části komory je umístěna optická část interferometru včetně CCD kamery, která snímá interferenční obraz povrchu KM a referenční desky. Optická část je zaměřena na jedno měřicí místo, kde snímá povrch o průměru cca 50 mm, přičemž referenční deskou umí přístroj natáčet tak, aby bylo možné ustavení jednotlivých KM vždy do správné polohy pro měření.

Po umístění desky s KM do měřicí komory je komora uzavřena a je předběžně zkontrolován interferenční obrazec (obraz interferenčních proužků) jednotlivých nasunutých KM. Referenční deskou je postupně otáčeno, aby byla vždy samotná KM v místě snímání optiky. Povrch KM a desky, včetně interferenčního obrazce, je snímán pomocí CCD kamery a zobrazován na monitoru PC s programovým měřicím systémem. Na monitoru PC je možné vidět interferenční proužky, které by měly být rovné a rovnoběžné. Pokud interferenční proužky vykazují zakřivení, znamená to, že KM není na desku správně nasunuta nebo je poškozena (ostré rýhy, škrábance, atd.). V uvedeném případě je nutné nasunout KM opětovně na referenční desku (pokud by tak nebylo učiněno, nebylo by realizováno systémem měření délky KM). Tímto způsobem se kontrolují všechny KM nasunuté na referenční desce před zahájením měření.

Nedílnou součástí přípravných činností před zahájením vlastního procesu měření délky KM je nutné zadat do programového měřicího systému potřebná data, týkající se základních údajů o měřených KM (nominální rozměry KM, výrobce, materiál, teplotní součinitel délkové roztažnosti atd.), včetně spuštění laserů, které musí být frekvenčně stabilizovány a uzamčeny.

Po vyrovnání teploty KM a referenční desky na laboratorní teplotu přibližně 20 °C je zahájeno vlastní měření délky KM. Měření je realizováno dle nastavení programového měřicího systému, přičemž vlastní měření probíhá při stabilizované teplotě 20 °C ± 0,2 °C. Každá měřená KM je nasunuta na referenční desku a je natočena do místa měření. Následuje přepnutí na červený He–Ne laser o vlnové délce $\lambda_1 = 633$ nm a pomocí potenciometrů dochází k seřízení optiky tak, aby byly interferenční proužky v požadované poloze a hustotě. Poté je skenován povrch KM. Zároveň je měřena teplota, tlak, vlhkost a koncentrace CO₂ v měřicí komoře. Následně dochází k přepnutí na zelený He–Ne laser o vlnové délce $\lambda_2 = 543$ nm a opět pomocí potenciometrů dochází k seřízení optiky tak, aby byly interferenční proužky v požadované poloze a hustotě. Následně je skenován povrch KM a pak řídicí program měřicího systému provede sérii výpočtů, vyhodnotí index lomu vzduchu, spočítá odchylku středové délky a rovinnosti se započítáním korekcí k referenční teplotě měření. Dále je určen rozdíl hodnot naměřených červeným a zeleným He–Ne laserem, který je v ideálním případě nulový.

Stejným způsobem jsou měřeny všechny KM nasunuté na referenční desku z jedné i druhé strany měřicích ploch KM (a dále i všech KM v sadě). Sada KM je měřena na stejné referenční desce. Požadovaným stavem je, aby hodnoty naměřených odchylek středové délky KM na jedné straně měřené plochy a na straně druhé, nebyly rozdílné. Z každého měření je výstupem hodnota středová délky KM v mm uvedená v tzv. protokolu měření. Protokol měření obsahuje v úvodu základní údaje o měřených KM (nominální rozměry KM, výrobce, materiál, teplotní součinitel délkové roztažnosti atd.), dále pak informace o podmínkách měření, naměřených odchylkách délky KM, včetně základních informací o povrchu KM – 3D obraz, rovinnost KM.

Pokud jsou měřeny KM přesnosti K (bez jakéhokoliv poškození měřicích ploch), jsou rozdíly hodnot naměřených odchylek středové délky KM na jedné i druhé straně měřených ploch obvykle do 10 nm. U KM přesnosti 0, s částečným opotřebením měřicích ploch, mohou být rozdíly mnohem vyšší. Je důležité upozornit, že KM, která je silně opotřebena – i přestože spadá do přesnosti K či 0 – nelze nasunout na referenční desku nebo jen s velkými těžkostmi.

2.1.2 Nejistota měření systému 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 pro $k = 2$, 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.

2.2 Komparační systém pro měření délky KM – TESA–UPC

Měření délky KM pomocí komparačního systému je založeno na porovnání měřené KM s etalonovou KM, která má stejnou jmenovitou délku.

Etalonová KM, která je užitá jako normál (standard) musí být také prověřena, tj. porovnána s etalonem vyšší přesnosti (navázána na přesnější etalon délky – etalon s nižší nejistotou měření). Tzn., pokud máme etalonovou KM 2. sekundárního řádu (z hlediska přesnosti měření), musí být porovnána (navázána) na etalonovou KM 1. řádu.

Měření délky KM formou porovnávání patří mezi nejrozšířenější metody měření.

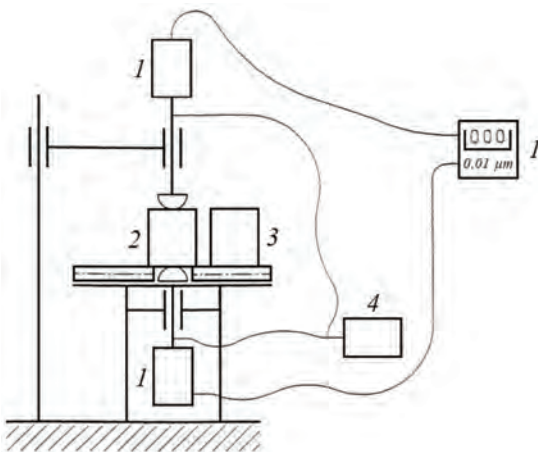
Pro měření délky KM formou porovnávání se používá v laboratoři ČMI OI Liberec mechanický komparátor s indukčnostními snímači TESA–UPC (k měření KM do 100 mm), **obr. 3**. Přístroj byl navržen a vyvíjen švýcarskou společností TESA SA.

Na mechanickém komparátoru TESA–UPC je zajišťována sekundární etalonáž délky – měření délky KM, které jsou používány jako etalony či měřidla pro dílenskou kontrolu ve strojírenských tuzemských i zahraničních podnicích (stupeň přesnosti K – 2). Na daném přístroji je realizováno měření délky KM o rozměrech 0,3 mm až 100 mm.



Obr. 3: TESA–UPC – sestava [7]

Uspořádání mechanického komparátoru TESA–UPC je schématicky naznačeno na obr. 4. Jedná se o mechanický komparátor s indukčnými snímači a programovým měřicím systémem.



Obr. 4: Obecné schéma mechanického komparátoru a jeho komponent:
 1 – elektrický indikátor délky s vysokým rozlišením (obvykle 0,01 μm),
 2 – etalonová KM,
 3 – měřená KM, 4 – zvedací zařízení, měřicí stůl, kam se umisťují KM [1]

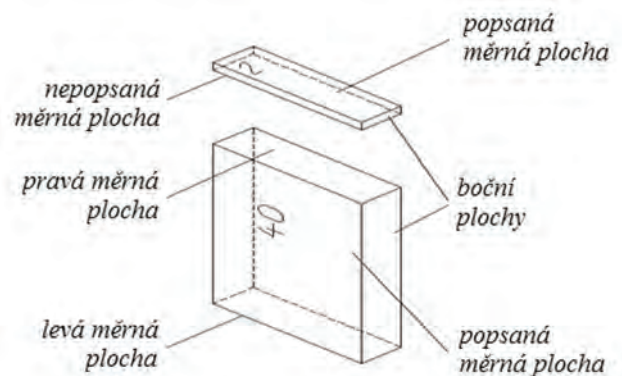
Měřicí sestava se skládá ze stabilního měřicího stolu (zajišťujícího přesné polohování KM při měření délky), elektrického indikátoru délky s vysokým rozlišením (elektronický komparační délkoměr s indukčnými snímači), zvedacího zařízení, PC sestavy s programovým měřicím systémem.

2.2.1 Postup měření na systému TESA–UPC

Nejdůležitější přípravnou fází před vlastním měřením je stejně jako u interferenční metody, temperace KM. Při měření délky KM pomocí mechanického komparátoru se jedná o čas potřebný k vyrovnání teploty u etalonové a měřené KM před vlastním měření při laboratorní teplotě 20 °C. Vyrovnání teplot KM probíhá na kameninové desce cca 12 hodin až 24 hodin (po 12 hodinové temperaci je možné již realizovat měření). Před realizací temperace musí být kameninová deska důkladně omyta (očištěna) lékařským benzínem a poté čistým lihem – to se týká i přístrojového vybavení (měřicí dotyky, šablona).

Před zahájením vlastního procesu měření délky KM se zadají do programového měřicího systému potřebná data týkající se základních údajů o měřených KM (nominální rozměry KM, výrobce, materiál, teplotní součinitel délkové roztažnosti atd.).

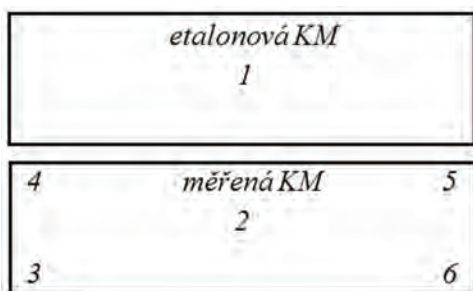
Na měřicí stůl se vloží do šablon/výřezů etalonová i měřená KM, obr. 3. Z hlediska polohy by měla být KM položena tak, aby ležela levou měrnou plochou na měřicím stole (u KM do 5,5 mm nepopsanou lapovanou plochou).



Obr. 5: Poloha KM na měřicím stole [1]

Šablona s umístěnou etalonovou KM se nastaví tak, aby měřicí dotyky komparátoru ležely těsně nad středem její měřicí plochy (měření odchylky středové délky KM). Po nastavení šablony na středový bod se nechají obě KM ještě jednou temperovat, včetně temperace měřicích dotyků a to po dobu 1 min až 60 min (v závislosti na délce KM).

Po uplynutí temperovací doby (dosažení teplotní rovnováhy na 20 °C mezi etalonovou, měřenou KM a měřicími dotyky) je zahájeno vlastní měření délky KM. Měření je realizováno dle nastavení programového měřicího systému, přičemž vlastní měření probíhá při stabilizované teplotě v laboratoři 20 °C ± 0,3 °C s pomocí laboranta. Spustí se dotyk (horní i spodní) na střed měřicí plochy etalonové KM a nastaví se „nulový bod“ (nominální hodnota) „pro porovnání“ (velikost etalonové KM známe). Poté jsou dotyky indukčností snímačů odstaveny od měřicího povrchu etalonové KM a do místa měření je pohybem šablony přemístěna KM měřená. Dotyky jsou opět uvolněny a je odečtena hodnota na měřené KM – změří se odchylka středové délky měřené KM a postupně odchylky v blízkosti čtyř rohů ve vzdálenosti asi 1,5 mm od přilehlých bočních ploch pro zjištění rovnoběžnosti a rovinnosti, obr. 6.



Obr. 6: Měřicí body na KM [7]

Rozdíl mezi hodnotou etalonové KM a měřené KM je reálný rozdílem délek obou porovnávaných KM.

Měření se provede dle obr. 6 postupně v bodech 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 2 – 1. Tato série měření se opakuje 6x. Měření délky KM 2. sekundárního řádu provádí nezávisle 2 laboranti (každý vykoná 6 sérií měření). Kalibraci KM 3., 4. a 5. sekundárního řádu vykoná 1 laborant (6 sérií měření). (U KM 3. až 5. řádu se měří jen odchylka středové délky.)

Odchylka rovinnosti a rovnoběžnosti se měří vždy u KM 2. sekundárního řádu a u nových jednotlivých KM nebo sad. Naměřené hodnoty se programovým měřicím systémem přístroje TESA UPC zaznamenávají (z průměrných hodnot sledovaných parametrů se určí kladný nebo záporný rozdíl měřené KM vůči etalonové) a vyhodnotí dle ČSN EN ISO 3650.

Jednotlivé KM nebo sada KM se dle naměřených hodnot požadovaných parametrů (odchylka středové délky KM, rozpětí délky, použitý etalon, podmínek v laboratoři při vlastním měření délky KM, podle kvality měřicích ploch, drsnosti povrchu a nejistoty měření) následně dle požadovaného vyhodnocení zařadí do příslušného stupně přesnosti (K, 0, 1, 2).

2.2.2 Nejistota měření systému 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.

3 Závěr

Článek byl věnován popisu metod měření délky KM v ČMI OI Liberec.

Každá z metod má své přednosti i omezení.

Systém TESA NPL A.G.I. 300 se vyznačuje vysokou přesností, nízkou nejistotou měření a přímou návazností na státní etalon ČR. Metoda měření je dlouhodobě zavedená. Velkou nevýhodou je, že na daném systému lze měřit jen KM třídy přesnosti K až 0, 1. sekundárního řádu. Dále dochází k povrchovému poškození KM a není možné měřit jen jednu samotnou KM. Změření celé sady KM (122 ks) trvá 1 měsíc až 3 měsíce.

Systém TESA–UPC je mechanický komparátor, který se vyznačuje měřením KM třídy přesnosti K až 2, 2. – 5. sekundárního řádu. Metod měření se vyznačuje tím, že nepoškozuje měřicí plochy KM. Systém je také navázán na státní etalon ČR. Na systému lze měřit jen jednu samotnou KM. Nevýhodou je nižší přesnost a vyšší nejistota měření a nutnost vlastnit ekvivalentní sadu (či jednotlivé) KM, která má vyšší přesnost než měřené KM. Změření celé sady KM (122 ks) trvá 1 týden až 2 týdny.

Obě metody jsou dlouhodobě zavedené a běžně využívané ke kalibraci 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] DVOŘÁČKOVÁ, Š. *Bezkontaktní systém pro měření délky koncových měrek*. Liberec, 2016. Habilitační práce. Technická univerzita v Liberci, Fakulta strojní, Katedra obrábění a montáže.
- [3] DVOŘÁČKOVÁ, Š. *Gauge block calibration by Interferometry*. Manufacturing technology. 2016, roč. 16, s. 58 – 63. ISSN 1213–2489.
- [4] DVOŘÁČKOVÁ, Š. *Interferometry method for calibration of gauge blocks*. Sborník příspěvků Mezinárodní Masarykovy konference pro doktorandy a mladé vědecké pracovníky 2014. Hradec Králové, ČR, 2014, s. 210 – 219. ISBN 978–80–87952–07–8, ETTN 042–14–14030–12–4.
- [5] DOIRON, T. *Gauge blocks—a zombie technology*. J. Res. Natl Inst. Stand. Technol. 113, 2008, s. 175–184.
- [6] DORIN, T.; BEERS, J. *The Gauge Block Handbook*. 2009 [cit. 2015–10–02]. Dostupné na: <http://www.nist.gov/calibrations/upload/mono180.pdf>.
- [7] ČESKÝ METROLOGICKÝ INSTITUT, OI LIBEREC. *Firemní podklady*. Český metrologický institut, OI Liberec, © 2015.

Specifické oblasti měření v chemii se věnuje mj. organizace **EURACHEM ČR**. Zabývá se především vzděláváním a zprostředkováním informací z Evropy a ze světa.

Vydává příručky zvané **Kvalimetrie pro analytiku v chemických laboratořích**, které z velké části překládají materiály připravené mezinárodní organizací EURACHEM, ale také publikují vlastní odborné texty.

V rámci řešení Projektu rozvoje metrologie (ÚNMZ) připravuje v roce 2016 další díl Kvalimetrie (21). Tentokrát se bude věnovat referenčním materiálům v chemické analýze a stanovení cílové nejistoty měření. EURACHEM ČR spolupracuje s ČMI, ČIA a EUROLABem-CZ.

Bližší informace najdete na stránkách www.eurachem.cz

MOŽNÁ CESTA KE STANOVENÍ PRECIZNOSTI A PŘIJATELNOSTI U NEOPAKOVATELNÝCH MĚŘENÍ

prof. Dr. Ing. Pavel Němeček

Technická univerzita v Liberci

Abstrakt

Článek popisuje možnou cestu k naplnění požadavku na stanovení preciznosti a přijatelnosti pro měřicí systémy s neopakovatelnými měřeními.

1. Úvod

Metrologická praxe, především pak ta v automobilovém průmyslu, dnes vyžaduje správný výběr, úspěšnou kalibraci a posléze pak validaci měřicího systému [4] v konkrétních podmínkách. Těmito podmínkami jsou nejčastěji operace kontroly, operace zkoušení nebo operace kalibrace. Vyrobené díly jsou podrobovány kontrole, která může být nedeštruktivní i destruktivní. V [1] je definována replikovatelnost jako schopnost provádět opakovatelná měření na stejném vzorku nebo dílu, kde se nevyskytuje žádná významná fyzikální změna měřené veličiny nebo prostředí měření. Replikace jsou pak v [1] definovány jako násobné (opakované) zkoušky v opakovatelných (identických) podmínkách. Jako český ekvivalent replikovatelnosti se nabízí opakovatelnost měření definovaná v [4] v návaznosti na definici podmínky opakovatelnosti měření. V následném textu bude tedy používán pojem opakovatelnost měření.

K validaci operace kontroly je třeba, aby byl položen důkaz, že preciznost v měřicím systému odebírá z proměnlivosti procesu [5] výroby pouze takovou část, která významně neovlivní konečné rozhodnutí o shodě nebo neshodě kontrolovaného znaku.

Validace se opírá o statistické metody, tedy o opakované experimenty a jejich statistické vyhodnocení.

Cílem zkoumání je vždy poznat a vyhodnotit proměnlivost způsobenou měřicím systémem. Typickým představitelem měřicího systému s neopakovatelnými měřeními je např. systém s trhacím strojem.

Neopakovatelná měření naráží při validaci na tři základní problémy.

1. Měření nelze opakovat, protože měřený vzorek je spotřebováván nebo natolik měřením změněn, že jej nelze opakovaně použít. Nelze tak naplnit požadavek na statistický výběr dat, kde by zdrojem proměnlivosti byl pouze měřicí systém.
2. Znak má většinou pouze jednostrannou toleranci, což je komplikací pro validaci a pro výběr měřidla.
3. Obvyklé pojetí proměnlivosti (variability) popsané v [1] předpokládá normální rozdělení, tedy jejím měřítkem je výběrová směrodatná odchylka.

První problém je nutné vyřešit tak, aby bylo možné do výpočtu aplikovat postupy, které se používají pro opakovatelná měření. Druhý problém je pak nutné řešit, pokud je třeba stanovit přijatelnost (provést validaci) k prokazování

shody se specifikovanými požadavky. Třetí problém je nutné pojmut komplexně a volit případně jiná statistická rozdělení a jím příslušná vyjádření proměnlivosti. V následujícím textu bude naznačena možná cesta, jak problémy řešit a aplikovat postupy ve výrobní praxi.

2. Neopakovatelná měření

Je zřejmé, že definice replikovatelnosti měření není splněna již nedodržením požadavku na stejný vzorek nebo díl při opakovaných měřeních. Takovými měřeními jsou destruktivní zkoušky, při nichž se vzorek nenávratně zničí, neopakovatelná měření, při kterých se vzorek mění chemicky, biologicky nebo jiným způsobem, měření, při kterých nelze dodržet stálé podmínky (např. akustika, vibrace apod.) nebo měření, která nelze principiálně opakovat (např. měření momentu utažení šroubového spoje). Vyřešení problému tedy tkví právě v měřeném vzorku nebo dílu. Problematikou měřicích systémů s neopakovatelnými měřeními se zabývá především [1], kde je problematice věnována jedna kapitola. Text se ale člení na scénáře a navrhované postupy. Ty však neobsahují konkrétní návod ani ukázkové příklady.

3. Možná řešení

Základní otázka zní, jak do neopakovatelných měření, kdy statistický výběr naměřených hodnot obsahuje pouze jednu jednotku, vnést statistiku. Řešení je možné především dvěma způsoby, které jsou naznačeny v [1]. Těmi jsou:

1. Dělené vzorky
2. Dva po sobě jdoucí vzorky
3. Náhradní vzorky

3.1 Dělené vzorky

Při použití dělených vzorků je statistický výběr hodnot (statistických jednotek) naplněn měřeními na větším počtu vzorků, které jsou vytvořeny z homogenního zdroje. Tedy např. pro zkoušku tahem se vytvoří větší množství zkušebních vzorků, u kterých se bude předpokládat, že mají shodné vlastnosti ovlivňující výsledek měření a tudíž zjištěná proměnlivost ve výběru naměřených hodnot není způsobena těmito vzorky, ale proměnlivostí v měřicím systému, kterou hledáme a hodnotíme. Tato cesta je vhodná především pro hodnocení vstupů do výroby, kdy hodnotíme nakupované normalizované profily, tyčový materiál, kabel navinutý na cívce. Při výrobě dělených vzorků se pak předpokládá, že vzorky jsou odebrány (vytvořeny) z materiálu, který byl vyroben v krátkém časovém období, jednou technologií, jednou obsluhou a při zanedbatelné proměnlivosti okolních podmínek. Mnohdy je ale velmi problematické tento ideální stav připustit, neboť nelze automaticky očekávat splnění uvedených podmínek u vstupních surovin, jejichž okolnosti výroby neznáme nebo o nich nemáme spolehlivé informace.

Pokud tedy připustíme, že existuje ideální stav shody vzorků, získáme při opakovaných měřeních (každé na jiném, avšak identickém vzorku) soubor čísel, která tvoří statistický výběr, jehož proměnlivost je dána pouze měřicím systémem, nikoliv proměnlivostí mezi vzorky.

3.2 Dva po sobě jdoucí vzorky

Pokud připustíme, že v hromadné výrobě sice existuje přirozená proměnlivost, ale dva vzorky (výrobky) vyrobené těsně za sebou mají prakticky totožné zkoumané vlastnosti a rozdíl mezi naměřenými hodnotami je opět způsoben měřicím systémem, nikoliv jimi samými, můžeme dvojice takových vzorků brát jako prvky statistického výběru naměřených hodnot. V tomto případě se nacházíme ve výrobě v pozici, kdy zkoumáme již vyrobené jednotlivé díly (součásti), které jsou objektem mezioperační nebo výstupní kontroly. Základní nevýhodou je, že tuto metodu nelze aplikovat na konečné výrobky sestavené z jednotlivých komponent. Nelze totiž zajistit, aby konečné dvě po sobě jdoucí sestavy byly zpracovány vždy pouze z dvojic po sobě jdoucích komponent. A i kdyby se tak stalo, museli bychom dále předpokládat, že při montáži nedošlo ke změně postupu.

Dělené vzorky a dva po sobě jdoucí vzorky mají společně to, že nositelem vlastnosti je skutečný objekt z výroby představovaný vstupním materiálem nebo vyrobeným výrobkem.

3.3 Náhradní vzorky

Je třeba si připomenout, že cílem zkoumání je preciznost měřicího systému, přičemž vzorky jsou pouze nositeli naměřených hodnot. V případě nemožnosti vytvořit (připustit existenci) děleného vzorku, je pak možné volit vzorek náhradní. Náhradní vzorek je pak nositelem stejné nebo blízké vlastnosti, kterou má mít skutečný vzorek z výroby. Pokud předpokládáme, že při destruktivní zkoušce tahem je síla při přetržení řetězu např. 5000 N, je pro měřicí systém často nedůležité, zda se trhá skutečný vzorek z výroby nebo uměle vyrobený náhradní vzorek ve formě soustruženého a rozměrově stálého válce, který má stejnou sílu při přetržení. Vlastnosti náhradního vzorku jsou pak mnohem snadněji výpočtem nastaveny tak, aby byly výsledky měření blízké skutečným vzorkům. Zde je však třeba uvést, že z praktických důvodů (způsob upevnění, průběh mechanického napětí, další nahodilé vlastnosti) je vždy lepší, pokud statistický výběr jednotek tvoří přirozené vzorky z výroby.

Náhradní vzorky by se daly použít i jako náhrada dvou po sobě jdoucích vzorků a to v případě, kdy náhradní vzorky nelze vyrobit v dostatečném množství z homogenního materiálu a za homogenních podmínek.

4. Možný postup stanovení stability a preciznosti v systému s neopakovatelnými měřeními

Řešení spočívá ve stanovení preciznosti měřicího systému v prvním kroku a ve druhém pak jejím porovnáním s požadavkem na výrobu. Z kapitoly 3 plyne, že požadavek

na statistický přístup je možné řešit dvěma způsoby s použitím reálných nebo náhradních vzorků. Pro lepší vzorkování preciznosti je vhodné nabrat data v různých dávkách, tedy vytvořit skupiny dělených vzorků nebo soustředit více dvojic po sobě jdoucích vzorků. Z vytvořených skupin je pak možné získat dvě základní informace:

1. stabilitu měřicího systému,
2. preciznost měřicího systému.

Stabilitu lze vyhodnotit pomocí regulačních karet, kdy jednotlivé dávky tvoří sloupce regulační karty (ideálně aritmetický průměr – rozpětí). Systém je stabilní, pokud se jednotlivé průběhy nacházejí uvnitř přirozených regulačních mezí [3].

Preciznost lze popsat následujícím způsobem.

- I. Nasbívá se g dávek dělených vzorků nebo dvojic po sobě jdoucích vzorků.
- II. Počet vzorků v dávce budiž m . Pro dvojici po sobě jdoucích vzorků je $m = 2$.
- III. Proveďte se stanovení rozpětí R naměřených hodnot [4] v jednotlivých dávkách.
- IV. Ze stanovených rozpětí se vypočítá průměrné rozpětí

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^g R_i}{g}$$

- V. Z průměrného rozpětí se pomocí tabulek pro regulační diagramy odhadne výběrová směrodatná odchylka s

$$s = \frac{\bar{R}}{d_2} \quad (1)$$

Koeficient d_2 se vyhledá v tabulce (např. v [1] na str. 203 pro dané m a g).

Směrodatná odchylka s popisuje preciznost v systému s neopakovatelnými měřeními.

5. Stanovení přijatelnosti

Abychom stanovili přijatelnost kontrolní operace, musí být dán požadavek na výrobek. Obecný vzorec z [1] stanovuje jako:

$$\%GRR = 100 \cdot \frac{s}{TV} \quad (2)$$

kde:

$\%GRR$ je procentuální podíl opakovatelnosti a reprodukovatelnosti z celkové variability,

s je výběrová směrodatná odchylka měřicího systému odhadnutá dle (1),

TV je celková variabilita [1] vyjádřená směrodatnou odchylkou charakterizující proměnlivost v procesu výroby.

Určení TV je pro výpočet přijatelnosti klíčové. Vzhledem k tomu, že znaky u neopakovatelných měření bývají často pouze jednostranně specifikovány (jen dolní nebo jen horní mez), je stanovení TV značně omezeno. Vhodným způsobem je vzorkování výroby a stanovení výběrové směrodatné

odchylky. Pokud se výsledky měření pohybují v blízkosti přípustné meze, lze TV odhadnout ze vzdálenosti průměrné hodnoty navzorkovaných dat a limitní hodnoty. Způsob stanovení je třeba vyhodnotit podle konkrétní situace. Bližší informace jsou uvedeny v [2].

Limitní hodnoty pro $\%GRR$ jsou uvedeny v [1].

6. Ukázkový příklad s použitím děleného vzorku

Pro přiblížení možného řešení přijatelnosti operace kontroly poslouží následující jednoduchý příklad. Představme si následující situaci. Při výrobě elektronického prvku je použit měděný drát o průměru 0,6 mm. Při montáži může být krátkodobě namáhán na tah a nesmí se přetrhnout při síle menší než 35 N. Zkouška každé dávky drátu se provádí na trhacím stroji. Vzorkováním v procesu bylo zjištěno, že průměrná síla při přetržení drátu je 41 N s rozptýlením daným směrodatnou odchylkou $TV = 0,5$ N. Pro stanovení přijatelnosti se vychází z předpokladu, že z každé dávky drátu lze odebrat 10 vzorků, které lze považovat za homogenní (identické mechanické vlastnosti). Pro zkoušku bylo vybráno $g = 5$ dávek, z každé dávky bylo odebráno $m = 10$ vzorků. Jednotlivé vzorky byly změřeny na trhacím stroji, který je součástí měřicího systému na kontrolním pracovišti. V jednotlivých dávkách byla zjištěna následující rozpětí mezi naměřenými hodnotami (hodnotami sil při přetržení):

$$R_1 = 0,3 \text{ N};$$

$$R_2 = 0,2 \text{ N};$$

$$R_3 = 0,2 \text{ N};$$

$$R_4 = 0,1 \text{ N};$$

$$R_5 = 0,2 \text{ N}.$$

Předpokladem je, že vzhledem k homogenitě vzorků je veškerá proměnlivost v datech způsobena měřicím systémem.

Průměrné rozpětí $\bar{R} = 0,2$ N. Odhad směrodatné odchylky s se provede pomocí vzorce (1), přičemž z [1] plyne velikost koeficientu $d_2 = 3,09808$ ($g = 5; m = 10$).

$$s = 0,0646 \text{ N}$$

Přijatelnost operace kontroly je posouzena na základě hodnoty $\%GRR$ (viz vzorec 2).

$$\%GRR = 12,9 \text{ \%}.$$

Vzhledem k tomu, že [1] určuje limit podmíněné přijatelnosti na 30 %, lze prohlásit proces kontroly za přijatelný.

7. Závěr

Stručný popis možného odhadu stability, proměnlivosti a následně přijatelnosti kontrolních operací založených na neopakovatelných měřeních vychází z myšlenky nahradit neopakovatelná měření experimenty, které by za stanovených podmínek vnesly do systému požadovanou proměnlivost. Ta je pak obvyklými statistickými nástroji zpracována. Požadavek na jednoduché a prakticky upotřebitelné postupy není v současné době dostatečně podpořen v normách nebo příručkách. Základní informace lze získat v [1]. Uvedený postup je využitelnou cestou, jak potřebné odhady provést a stanovit míru spolehlivosti fungování kontrolních operací. Alternativně by bylo možné postupovat přes výpočet nejistoty měření, zde by výsledná kombinovaná standardní nejistota odpovídala směrodatné odchylce měřicího systému. Stanovení směrodatné odchylky experimentem nebo pomocí výpočtu nejistot představuje dvě cesty k témuž cíli. Je na řešiteli, kterou z uvedených cest zvolí a jaké informace je schopen o měřicím systému získat a vyhodnotit.

Současná praxe ve firmách ukazuje na vhodné použití popsaného postupu v případech zkoušek vstupních polotovárů, destruktivních zkoušek plastových výlisků a podobných jednotlivých dílů. Nejednoznačné výsledky dává postup u nerozebíratelných spojů (svary, letované a lepené spoje). Zde se ve větší míře uplatňují náhradní vzorky. Málo vyzkoušený je postup u stanovování přijatelnosti měřicího systému utahovacích momentů.

Použitá literatura

- [1] Analýza systémů měření (MSA) 4. vydání. Česká společnost pro jakost, Praha 2010. ISBN 978-80-02-02323-5. 231 str.
- [2] Němeček Pavel. Způsobilost nereplikovatelných procesů kontroly. Česká společnost pro jakost. Praha 2014. ISBN 978-80-02-02609-9. 46 str.
- [3] Statistická regulace procesů (SPC) 2. vydání. Česká společnost pro jakost. Praha 2006. ISBN 80-02-01810-9. 216 str.
- [4] TNI 01 0115 Mezinárodní metrologický slovník - Základní a všeobecné pojmy a přidružené termíny (VIM). Praha, UNMZ 2009.
- [5] ČSN EN ISO 9000 Systémy managementu kvality - Základní principy a slovník. Praha, UNMZ 2016.



ČMS připravuje pro odbornou metrologickou veřejnost již
26. mezinárodní konferenci

Měřicí technika pro kontrolu jakosti

s výstavkou měřicí, zkušební a kontrolní techniky,

kteřá se bude konat 7. a 8. března 2017 již tradičně v kongresovém centru

PRIMAVERA v Plzni

Podrobnosti budou s předstihem uvedeny na webové stránce ČMS:

www.csvts.cz/cms



JE VÝPOČET EFEKTIVNÍCH STUPŇŮ VOLNOSTI v_{eff} VŽDY SPRÁVNÝ?

Ing. Václav Hora

AMS – Laboratoř ionizujícího záření

VZ 551240 Lázně Bohdaneč, pracoviště Olomouc

1. Úvod

Efektivní stupně volnosti byly odvozeny pro případ, kdy se disperze stanovené z jednotlivých souborů naměřených empirických dat navzájem nerovnájí. Jednou z dalších podmínek je normalita rozdělení empirických dat. Tento požadavek je většinou v důsledku centrální limitní věty splněn.

Zcela zásadním požadavkem je, že jednotlivá naměřená data každého souboru jsou nezávislá a nezávislá musejí být data i mezi jednotlivými soubory. Jejich nezávislost se opět předpokládá. Je však reálná možnost jejich vzájemné závislosti. Důvody mohou být různé. Při stanovení dat bylo použito stejné měřidlo (měřicí zařízení) nebo stejný etalon. Jindy nemůžeme v zásadě vyloučit korelaci mezi dvěma (nebo více) vstupními veličinami v důsledku nestálosti vnějších podmínek. Je proto naprosto nezbytné provést test jejich nezávislosti. Nezávislost dat je silným požadavkem.

Jenom za těchto předpokladů byl Welch-Satterthwaitův vztah odvozen [viz. 5]. Nejsou-li tyto podmínky splněny, hodnota v_{eff} je, hlavně pro malý počet měření, problematická a důsledkem toho je i problematická hodnota rozšířené nejistoty.

2. Poznámka k efektivním stupňům volnosti

Cílem této krátké kapitoly je zopakovat si nejnütnější vztahy, jež se týkají vlastních efektivních stupňů volnosti. Obecný výraz pro jejich stanovení má tvar

$$v_{eff} = \frac{u^4_c}{\frac{\sum_{i=1}^m A^4(\bar{x}_i) \cdot \hat{\sigma}_A^4(\bar{x}_i)}{v_{iA}} + \frac{\sum_{i=1}^p A^4(\bar{x}_i) \cdot \hat{\sigma}_B^4(x_i)}{v_{iB}}}. \quad (1)$$

Symboly $A(\bar{x}_i)$ značí citlivostní koeficienty. Při přírodních měřeních platí, že $A(\bar{x}_i) = 1$. $\hat{\sigma}_A$ jsou nejistoty typu A, jejichž počet je m. Analogicky $\hat{\sigma}_B$ jsou nejistoty typu B a obecně je jejich počet p. v_{iA} jsou stupně volnosti jednotlivých nejistot $\hat{\sigma}_A$ a analogicky jsou v_{iB} stupně volnosti nejistot typu B. Oba druhy mají název stupně volnosti a ne efektivní stupně volnosti, jak je v některé literatuře uváděno. Pouze stupně volnosti na pravé straně vztahu (1) mají název efektivní (dříve se používal také název redukované nebo ekvivalentní). Druhá suma se ve jmenovateli vykrátí, protože její jednotlivé členy jsou děleny nekonečnem ∞ (jedná se o stupně volnosti nejistoty typu B a jejich hodnota se při přibližně přesném sta-

novení krajních mezi těchto nejistot předpokládá ∞). Při výpočtu čtvrté mocniny kombinované nejistoty u_c v čitateli vztahu (1) se vždy uplatňují i nejistoty u_B .

Jde-li o přímá měření a počet měření je stejný a rovný n, potom $v_{iA} = n - 1$. Výraz (1) se zjednoduší a má tvar

$$v_{eff} = (n-1) \frac{u^4_c}{\sum_{i=1}^m \hat{\sigma}_A^4(\bar{x}_i)}. \quad (2)$$

Pro kontrolu správnosti výpočtu efektivních stupňů volnosti je dobré vědět, že hodnota v_{eff} musí být rovna nebo menší než součet jednotlivých v_i , nebo větší než nejmenší z v_i , pomocí kterých byly v_{eff} stanovené; v_{eff} leží tedy v intervalu

$$\min(v_1, v_2, \dots, v_m) \leq v_{eff} \leq \sum_{i=1}^m v_i. \quad (3)$$

Efektivní stupně volnosti se počítají z takového chí kvadrátu, který aproximuje součet několika daných chí kvadrátů se známými stupni volnosti. Aproximace chí kvadrátu se volí tak, aby jeho střední hodnota a disperze byly stejné jako střední hodnota a disperze sumy aproximovaných (a nezávislých !!) chí kvadrátů.

Zvídavému čtenáři doporučujeme k prostudování literatury [3] nebo [2], kde jsou stupně volnosti *přístupnou formou* odvozeny.

3. Diskutabilní postup výpočtu efektivních stupňů volnosti

Na konkrétním příkladu, který byl převzat z [6] si ukážeme záludnosti dané problematiky. Je zajímavé, že výpočet v_{eff} v této knize je stejný jak pro nezávislá vstupní data (str. 132) tak pro data závislá (str. 137) a to bez jakéhokoliv komentáře. Takový postup potom vede k mylné představě, že nemusíme brát v úvahu počet měření n. a nezávislost dat. Budeme se zabývat druhým případem, tedy závislými vstupními daty mezi oběma soubory naměřených dat. Nepoužíváme výraz korelovaná data nebo data nekorelována, jelikož jde o data normálně rozdělena, a proto potom mluvíme o datech nezávislých nebo závislých. Uvedeme hodnoty naměřených dat, vztah mezi vstupními veličinami x_i a výstupní veličinou y a posléze z těchto dat vypočítané empirické charakteristiky. Příklad stanovuje stanovit v_{eff} pouze z nejistot získaných metodou A. Máme určit rozšířenou nejistotu U pro $P = 0,95$ výstupní veličiny y.

Náhodné veličiny X_1 a X_2 jsou, jak uvidíme, závislé. Hladina významnosti $\alpha = 0,05$. $n_1 = n_2 = 20$.

Daná funkce má tvar

$$Y = 0,3 \cdot X_1 \cdot e^{0,01 \cdot X_2}. \quad (4)$$

Hodnoty vstupních veličin jsou uvedeny v následující tabulce

X1	X2	X1	X2
21,582	20,585	20,683	21,749
21,515	20,595	20,780	21,836
21,410	20,641	20,854	21,882
21,279	20,724	20,986	21,881
21,133	20,840	21,131	21,834
20,987	20,982	21,277	21,743
20,855	21,143	21,409	21,615
20,751	21,311	21,514	21,458
20,684	21,476	21,581	21,285
20,660	21,625	21,605	21,108

Ke stanovení v_{eff} použijeme potřebné mezivýpočty
 $\bar{x}_1 = 21,1323$; $\bar{x}_2 = 21,31565$;

Nejpravděpodobnější hodnota výstupní funkce (4) je
 $\bar{y} = 0,3 \cdot \bar{x}_1 \cdot e^{0,01\bar{x}_2} = 7,84586$.

Disperze výběrových průměrů mají hodnotu
 $\hat{\sigma}_1^2(\bar{x}_1) = 0,00586$ a $\hat{\sigma}_2^2(\bar{x}_2) = 0,01066$.

Koeficienty citlivosti jsou

$$\frac{\partial y}{\partial x_1} = A_1 = 0,3 e^{0,01\bar{x}_2} = 0,37127 \quad a$$

$$\frac{\partial y}{\partial x_2} = A_2 = 0,3 \bar{x}_1 \cdot 0,01 e^{0,01\bar{x}_2} = 0,078458.$$

Korelace výběrových průměrů je potom rovna

$$\hat{\sigma}(\bar{x}_1, \bar{x}_2) = -0,08131.$$

Koeficient korelace má hodnotu $r(\bar{x}_1, \bar{x}_2) = -0,51402$.
 Jde o vysoký stupeň vazby dat obou souborů!! /např. viz. (2)/.
 Odhad rozptylu výsledků měření (kvadrát kombinované
 nejistoty měření) je

$$u_c^2 = A_1^2 \hat{\sigma}_1^2(\bar{x}_1) + A_2^2 \hat{\sigma}_2^2(\bar{x}_2) + 2A_1 A_2 r(x_1, x_2) \cdot \hat{\sigma}_1(\bar{x}_1) \cdot \hat{\sigma}_2(\bar{x}_2) =$$

$$= 7,85 \cdot 10^{-4}.$$

Dále vypočteme rozšířenou nejistotu výsledků měření ve tvaru

$$U = t_p(v_{eff}) \cdot u_c,$$

kde

$t_p(v_{eff})$ je koeficient rozšíření Studentova (t) rozdělení pro pravděpodobnost 0,95. Tento koeficient je funkcí stupňů volnosti v_{eff} . Ty vypočteme podle vztahu (1)

$$v_{eff} = \frac{u_c^4}{A_1^4 \hat{\sigma}_1^4(\bar{x}_1) / \nu_1 + A_2^4 \hat{\sigma}_2^4(\bar{x}_2) / \nu_2} = 17,84 ;$$

kde $\nu_1 = \nu_2 = n - 1 = 19$.

Pro $v_{eff} = 17,84$ a $P = 0,95$ je $t_p(v_{eff}) = 2,11$

a proto

$$U = t_p(v_{eff}) \cdot u_c = \pm 2,11 \cdot \sqrt{7,85 \cdot 10^{-4}} = \pm 0,059.$$

Skutečná hodnota Y se s 95% pravděpodobností nachází (?) v intervalu

$$Y = 7,846 \pm 0,059, \quad \text{pro } P = 0,95.$$

4. Komentář k výše uvedenému výpočtu

- Pomineme-li nutnou normalitu obou výběrů, z kterých byla data naměřena, potom další nutnou podmínkou je nezávislost veličin X_1 a X_2 . Již v zadání příkladu je upozorněno, že náhodné veličiny X_1 a X_2 jsou závislé a jak jsme viděli jde o vysoký stupeň závislosti.
- Někdy se v literatuře pro porovnání postupuje tak, že se pomine závislost naměřených dat s cílem oba výsledky nejistoty porovnat. Toto porovnání však není správné. Hodnota závislých a nezávislých naměřených dat by se zřejmě lišila, a proto vypočítané empirické charakteristiky by měly zřejmě jiné hodnoty. Z tohoto důvodu by měla jinou hodnotu i konečná rozšířená nejistota.
- Welch-Satterthwaitova aproximace je velmi přesná. Vnější-li do této aproximace další nepřesnosti, hlavně z důvodu bodu a), potom hodnotu v_{eff} úplně znehodnotíme (rozmělníme).
- V příkladu bylo celkem provedeno dvacet měření. Jde již o velký soubor. Stanovení koeficientu rozšíření se hlavně doporučuje pro počet měření $n < 10$. Porovnáme-li hodnoty v_{eff} pro tento počet dat v tabulce E.1 dokumentu [8], vidíme, že se již sousední hodnoty této veličiny značně liší. Tento rozdíl hodnot by byl mimo jiné právě způsoben závislostí naměřených dat. Při výpočtu kombinované nejistoty u_c musíme zohlednit tuto závislost smíšenými členy. Tím měníme hodnotu kombinované nejistoty u_c a následně v_{eff} a tedy i hodnotu nejistoty rozšířenou.
- Jestliže není zcela dodržen (třeba i do určité míry oprávněně) korektní matematický postup, potom je zcela nezbytné uvést zdůvodnění takového postupu, což učiněno nebylo. Musí být zřejmé, proč právě při výpočtech postupujeme zvoleným způsobem a ne jiným. Jinak je nezasevěný čtenář zmaten. Tato poslední poznámka platí zřejmě obecně.

5. Závěr

Z důvodu závislosti naměřených dat je interval pokrytý skutečné hodnoty Y, uvedený v [6], problematický. Nemáme pevný záchytný bod k potvrzení, že konečná rozšířená nejistota má pro zvolenou pravděpodobnost tuto hodnotu. Zvole-

ný postup opravňuje celkem vysoký počet měření, který je $n = 20$. Jestliže počet měření leží v intervalu $5 \leq n \leq 8$, potom by se rozšířená nejistota U mohla lišit i o několik %. Článek zakončíme vyjádřením našeho předního statistika J. Anděla [1]: „Závažnost jednotlivých předpokladů při odvozování t - Studentových testů je velká. Nejdůležitější z nich je nezávislost jednotlivých veličin (je skryta ve slovech náhodný výběr). Ukazuje se, že porušení tohoto předpokladu má závažné důsledky a činí závěry na t - testu zcela bezcenné. Jiným předpokladem je normalita rozdělení dat. Její porušení však obvykle příliš nemění výsledné rozdělení. Je to důsledkem tzv. centrální limitní věty a zákona velkých čísel“. Prof. Anděl J. mluví o statistických testech. My doplníme, že obecně je vazba mezi testy a intervalem spolehlivosti těsná, respektive jde ve své podstatě o totéž. Dokonce někteří statistici dávají přednost provádění statistických testů pomocí intervalů spolehlivosti.



NĚKTERÉ PROBLÉMY AKREDITOVANÝCH KALIBRAČNÍCH LABORATOŘÍ ELEKTRICKÝCH VELIČIN

Doc. Ing. Jiří Horský, CSc.

Úvod

Po podepsání metrické konvence v roce 1875 vznikaly národní metrologické instituty a vytvářely se národní metrologické systémy. Metrologické instituty dlouho zajišťovaly u jednotlivých veličin hlavně jednotky a jen velmi omezeně i rozsahy měření. Zvláště vybrat a zavést vhodné **jednotky pro elektrotechniku** si vyžádalo několik pokusů, metrická konvence ještě elektrické jednotky neznala. Porovnání se prováděla, ale velmi omezeně. Například v době před definicí metru si Angličané a Francouzi zapůjčili své etalony pro yard (Anglie) a sáh-toise (Francie) a stanovili, že $1 \text{ yard} = 0,469 \text{ toise}$. Každý stát vytvářel vlastní metrologický systém, porovnávány byly veličiny jen ve velmi omezené míře. Ještě několik let po roce 1989 jsme v rámci pomoci z Holandska dostali kalibraci našeho etalonu kapacity udanou v národních holandských jednotkách (Holandský Farad, který se od mezinárodního lišil o několik desetitisícin procenta).

Globalizace a měření

V reakci na potřeby ekonomické globalizace bylo potřeba **umožnit celosvětovou kompatibilitu měření**. V elektrických jednotkách bylo prvním krokem dohodnutí shodných hodnot základních konstant, jejichž hodnota je určena měřením (náboj elektronu a Planckova konstanta) a které se uplatňují při realizaci přirozených etalonů. (Přirozený etalon je podle definice ve VIM 3, bod 5.10 etalon založený na přirozené a reprodukovatelné vlastnosti jevu, jako je přirozený etalon rozdílu elektrického potenciálu založený na Josephsonově efektu a přirozený etalon elektrického

6. Použitá a doporučená literatura

- [1] Anděl J.,: *Matematická statistika*. SNTL, Praha, 1985
- [2] Blažková, V. a kol.,: *Statistika II*. MZLU, Brno, 2009
- [3] Brauli K. A.: *Statičeskaja teorija i metodologija v nauke i tehnike*. Nauka, Moskva 1977
- [4] Hátle, J., Likeš, J.,: *Základy počtu pravděpodobnosti a matematické statistiky*. SNTL, Praha, 1972
- [5] Welch, B. L.: *The Significance of the Difference Between Two Means When the Population Variances are Unequal*. *Biometrika* 29 (1937); str. 350-362
- [6] Zacharov, I. P., Kukuš, V. D.: *Teorija neopredelennosti v izměrenijach*. Konzym, Charkov, 2002
- [7] Pokyn pro vyjádření nejistoty měření (ČN P ENV 13005). ČNI, Praha, 2005
- [8] EA – 4/02 M: 2013: *Výjadřování nejistoty měření při kalibraci*. ČIA, Praha, 2013

odporu založený na Hallově kvantovém jevu). Tehdy došlo k malým změnám hodnot etalonů v rozsahu několika ppm. Základní změnou bylo v roce 1999 zavedení **Ujednání o vzájemném uznávání** státních etalonů a certifikátů měření vydávaných NMI (Mutual Recognition Arrangement, MRA). Cílem ujednání je vytvořit v oblasti státních etalonů měření základ pro vzájemné uznávání a odstraňování technických překážek obchodu v mezinárodním měřítku jak v rámci WTO, tak na bilaterální bázi. Technicky se ujednání zakládá na soustavě mezinárodních porovnání státních etalonů (tzv. klíčová a doplňková porovnání) a na zavedení a akceptaci systémů managementu kvality podle normy ISO 17025:2005 v národních metrologických institutech. Jedním z hlavních výstupů je **databáze tzv. nejlepších schopností kalibrace a měření** (Calibration and Measurement Capabilities - CMC). Při zavádění databáze CMC se ukázalo, jak je metrologické zabezpečení zajišťované národními metrologickými instituty užší, než v praxi používané rozsahy měření. **Počet registrací CMC** se stále zvyšuje a počet **dosáhl 24 660 položek** v roce 2014, z toho více než 20 % je **pro elektrické a magnetické veličiny (5 565 položek, podrobněji viz tabulka 1)**. V současné době má ČMI registrováno už cca 400 CMC. Pro metrologické instituty je úspěšná účast v klíčových porovnáních mimořádně důležitá a je přijatou politikou účastnit se jich v maximálním rozsahu.

Pro technické posuzovatele při akreditaci je doporučeno, aby při posuzování vycházeli z databáze CMC na KCDB (viz poznámka N6 v ILAC-P14:01/2013).

Současné s těmito změnami docházelo i ke změnám na úrovni blízké k praxi, reprezentované akreditací kalibračních laboratoří a zkušeben.

Tab. 1: Ukázka rozsahu uznaných CMC pro elektrické a magnetické veličiny v databázi KCDB, stav v roce 2014.

Země	CMC pro elektřinu a magnetismus (EM)
U.S.A	329
Rusko	325
Čína	238
U.K.	194
Holandsko	169
Německo	160
Korea	141
Japonsko	117
Francie	115
Mexiko	108
Celkem EM	5565

Praktická opatření

- **witness (svědecké) auditu s přístrojem, jehož vlastnosti posuzovatel zná.** Witness audit byly často původně prováděny ve značné míře na praktické kalibraci zařízení, které měl akreditační orgán k dispozici, znal a mohl tak na místě posoudit provedení měření. V současné době je ale podle znalostí autora článku v Evropě jen jeden akreditační orgán, který má dostatečnou skupinu (cca 1400) kalibrovaných zařízení, kterou může použít při witness auditu. Witness audit s přístrojem, jehož vlastnosti posuzovatel zná, jsou obvykle efektivní, ale účinné jen v rámci jedné země a neodhalí stupeň kompatibility v mezinárodním měřítku.

- **mezilaboratorní porovnání**

Po roce 2000 akreditace využívá externích odborných posuzovatelů a expertů a porovnání se vyčlenilo zvlášť. Ve smyslu požadavků normy ISO/IEC 17025, „laboratoř musí mít postupy řízení kvality pro sledování platnosti výsledků zkoušek a toto sledování musí být plánované“. Účast na zkouškách způsobilosti či **mezilaboratorních porovnáních** je jednou z možností, jak toto splnit. Otázkou ale zůstává v jakých oblastech a jak často. Zkoušky způsobilosti či mezilaboratorní porovnání (PT) by měly poskytnout podklady jak při žádosti o prvotní akreditaci (kdekoli je to dostupné a vhodné) tak následně pro průběžnou a plánovanou aktivitu, potvrzující a odpovídající CMC podle předmětu akreditace laboratoře. **WECC-EAL-EA provedla v oblasti elektrických veličin do roku 2002 cca 30 porovnání.**

Mimo pozornost akreditátorů zatím zůstaly nejistoty pro automatizované měřicí systémy, na kterých se provádí většina kalibrací (například pro DMM) a které měří s vyšší nejistotou než je CMC. Diskuse na toto téma začala v Evropské akreditaci v roce 1999 při porovnání číslicových

multimetrů (porovnání EAL EL-27), ale ukončil ji předčasně přechod akreditačních orgánů jen na systémové oblasti v roce 2001.

EA vydala svoji publikaci EA-4/18 INF:2010 - *Návod k určení úrovně a četnosti účasti ve zkoušení způsobilosti*. K jeho aplikaci je ale nutné nejprve stanovit podobory, které budou relevantní pro jednotlivé laboratoře (přičemž podobor může obsahovat více než jednu měřicí techniku, ale obecně nesmí obsahovat odlišné technické schopnosti). Požaduje se úspěšná účast na alespoň jedné zkoušce způsobilosti v každém určeném podoboru v období mezi první akreditací a první reakreditací nebo mezi dvěma reakreditacemi“. **Definování podoborů je pro oblast elektrických veličin velký problém.** Akreditace v oboru elektrických veličin se může týkat až 30 veličin, přitom u některých je rozsah měření tak velký, že je nutné samostatně jako obor uvažovat například malé, střední a vysoké měřené hodnoty veličiny (např. u DCR). U řady veličin je potřebné **další dělení podle kalibrovaného zařízení** (vychází to z požadavku na započtení nejlepšího zařízení při stanovení CMC, například jsou podstatně jiné požadavky na DC U při kalibraci DMM, osciloskopů, teplotních simulátorů atd.). Tím **počet deklarovaných CMC pro oblast elektrických veličin neúnosně roste.**

V současné době má kalibrační laboratoř elektrických veličin CMC o několika stovkách údajů, nejvíce je v ČR asi 2700 údajů pro CMC z oblasti elektrických veličin v jedné laboratoři. Systém tak přerostl rozumný rozsah a začínáme se proto v zahraničí setkávat s definicí CMC typu v rozsahu hodnot od-do je CMC od-do, tedy při tomto zápisu je udání CMC neurčité a dosud toto bylo u nás považované za nepřipustné.

Narůstající požadavky na počet a rozsah porovnání hrozí tím, že některé laboratoře je budou chtít **plnit formálně**. Jen porovnání, garantované a vyhodnocované třetí stranou toto podezření apriori vylučují. To je hlavní výhoda pro mezilaboratorní porovnání provedené akreditovaným organizátorem porovnávacích zkoušek (ISO 17043). Nevýhodou je, že výsledky projdou auditem se zpožděním.

Witness audit s vhodným etalonem je možné chápat i jako opatření na technické úrovni podobné jako mezilaboratorní porovnání, provedené posuzovatelem před, nebo během posuzování s výhodami aktuální technické kontroly provádění měření. V Evropě je jen jeden akreditační orgán dostatečně vybaven (má cca 1400 kalibrovaných přístrojů), v některých dalších zemích akreditační orgány uvítají, pokud má takové vybavení a provede toto hodnocení odborný posuzovatel.

Porovnání v rámci navázání se u nás bohužel neprovádí. Je to velmi ekonomická a výhodná varianta, kdy laboratoř pošle ke kalibraci etalon s hodnotou, kterou má mít podle predikce laboratoře. Při kalibraci se zjistí jeho nová hodnota a při tom i správnost predikce. Výhodou je, že toto porovnání se provádí na konci zvoleného rekalibračního intervalu. Metoda ušetří náklady na porovnávaný etalon a na dopravu, je směrována na referenční etalon laboratoře a má velkou vypovídací schopnost.

Pokud se na **porovnání dohodnou dvě nebo více laboratoří**, měly by si s akreditačním orgánem dohodnout předem podmínky uznání nezávislosti a důvěryhodnosti. Pokud se vyhodnocení přenechá akreditovanému organizátoru porovnávacích zkoušek (podle ISO 17043), odstraní se předem možné námitky nebo pochybnosti o nezávislosti a důvěryhodnosti.

Podle návrhu výboru CD2 revize normy ISO/IEC 17025, v bodě 7.8.1 *Zajištění kvality výsledků*, se v bodě j) nově samostatně uvádí i **vnitrolaboratorní porovnání** (to je organizované v rámci laboratoře, nebo v rámci skupiny laboratoří téže organizace). Velmi výhodná a technicky cenná je varianta porovnat, pokud má laboratoř tuto možnost a má etalony pro tutéž veličinu a rozsah s různými zdroji návaznosti. (U nás nejčastěji je návaznost na akreditované laboratoře ČMI, Keysight a Rohde Schwarz.)

Zvláště náročné může být zorganizovat **porovnání po některé speciální zkoušky elektrických veličin** (například některé elektrostatické vlastnosti textilu) a zvláště v těchto oborech je třeba podpořit iniciativu a snahu zkušeben najít možnost porovnání pro správné technické řešení. V takových speciálních případech mezilaboratorní porovnání technicky nejlépe organizuje jedna z akreditovaných kalibračních laboratoří, která je členem skupiny akreditovaných kalibračních laboratoří zabývajících se stejnou problematikou.

Porovnání a akreditované laboratoře

Účast v mezilaboratorním porovnání je důležitým nástrojem pro laboratoře ke kontrole spolehlivosti jejich výsledků při porovnání v rámci skupiny laboratoří pracujících pro stejnou veličinu a možnosti prokázat svou výkonnost vůči klientům a akreditačnímu orgánu. Se zvyšující se dostupností programů zkoušení způsobilosti v mnoha technických oborech jsou kritéria pro výběr vhodného režimu stále důležitější. Účast v mezilaboratorním porovnávání mohou být laboratoři uloženy orgány akreditace i významnými zákazníky.

Je třeba ale poznamenat, že nemusí být možné se zúčastnit nebo dokonce najít porovnání všech metod, pro měřené veličiny a měřicí rozsahy, které laboratoř provádí. Musí být přijat rozumný a efektivní způsob, jak pokrýt podobné úkoly a laboratoř vždy bude muset přijmout nějaké kompromisy, protože porovnání, které se ideálně hodí pro její potřeby nemusí být k dispozici. Laboratoř by měla být schopna **zdůvodnit volbu, že dělá porovnání na základě technických kritérií**. Mezilaboratorní porovnání není nutně jediným možným prostředkem (viz 5.9.1 ISO 17025 a 3. v EA 4/18)

Po finalizaci porovnání by laboratoř měla **posoudit** nejen svoji výkonnost ve vztahu ke své profesní skupině laboratoří, ale také **výkonnost poskytovatele porovnání** a vhodnost systému s ohledem na své vlastní potřeby. Je důležité si uvědomit, že **poskytovatel porovnání** není k laboratoři subdodavatelem, ale **je dodavatelem služeb**. Tak neplatí bod 4.5 „*Subdodávky zkoušek a kalibrací*“ z ISO/IEC 17025, ale platí bod 4.6 „*nákup služeb a spo-*

třebního materiálu“. Ve vztahu k laboratoři, je poskytovatel porovnání v podobné pozici jako výrobce laboratorního vybavení nebo spotřebního materiálu.

Účastník porovnání není povinný aplikovat normu ISO 17043, ta se vztahuje pouze na organizátory (viz rozsah normy ISO 17043). Účastník ale musí pracovat v souladu s pokyny poskytovatele. Je nezbytné, aby statistické metody použité při analýze výsledků, byly přizpůsobeny každé situaci (viz B.1 normy ISO 17043) a že organizátor zkoušení způsobilosti musí doložit před zahájením porovnávacích zkoušek program, který konkrétně řeší „kritéria pro posuzování vlastností účastníků“ (srov 4.4.1.3 normy ISO 17043). Laboratoř může vzít v úvahu tato kritéria, jakmile se program porovnání znám. Výpočet statistiky výkonnosti jsou popsány v Příloze B.3 normy ISO 17043.

Mezilaboratorní porovnání je nástroj pro dosažení pokroku. Jeho použití by měla být definována podle potřeb laboratoře a jejich odběratelů a regulačními orgány. V některých oblastech jsou porovnávací zkoušky uloženy předpisy. V ostatních případech si musí laboratoř klást správné otázky, aby objasnila své potřeby a politiky volit vhodné porovnání. To umožňuje mít užitečné prvky myšlení i pro diskuzi s akreditační orgány.

Závěry

Současný systém neuznává kalibrační schopnosti neprokázané porovnáním. Pokud se ale jedná o výrobce, který je mimo oblast akreditace, nejsou žádná omezení, jaké specifikace uvede a je jen na akreditovaných laboratořích, aby tvrzení výrobce při kalibraci potvrdily nebo vyvrátily.

Velmi negativní je formálně nepovolená, ale v praxi se někdy projevující snaha některých institutů a laboratoří, hlavně ve speciálních oblastech měření, kde je jen velmi omezený počet kompetentních laboratoří, zachovat vlastní monopol a pod nejrůznějšími záminkami nenavázat jiné laboratoře nebo se neporovnat s jinými laboratořemi.

Účast v jakémkoliv porovnání má pro laboratoř jen malou hodnotu, pokud nejsou výsledky analyzovány a určena povaha všech rozdílů a účinek na rutinní výsledky práce laboratoře směrem k zákazníkovi. Rozdíly mohou být v řádu očekávané nejistoty, nebo mohou znamenat závažný nedostatek. Je důležité, aby se laboratoře zavázaly, že provedou a zdokumentují tuto analýzu a že budou přiměřeně stanoveny a realizovány odpovídající nápravná opatření.

Záznamy o výše uvedené analýze a o všech opatřeních přijatých pro všechny výsledky zkoušení způsobilosti jsou požadovány, včetně těch, pro které se žádná další akce nepožaduje, (to je pro uspokojivé výsledky). Výsledky zkoušení způsobilosti a jejich analýza mají být kontrolovány při každém auditu.

Literatura.

- [1] EUROLAB „Cook Book“ – Doc. č. 2.0
- [2] EUROLAB „Cook Book“ – Doc. č. 17

EVROPSKÝ DRUŽICOVÝ NAVIGAČNÍ SYSTÉM GALILEO A JEHO VYUŽITÍ V METROLOGII ČASU A FREKVENCE

Ing. Petr Pánek, CSc.

Ing. Alexander Kuna, Ph.D.

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

Systém GALILEO

GALILEO je evropský globální družicový navigační systém, který po svém dokončení umožní určovat polohu, rychlost a čas neomezenému počtu uživatelů po celé Zemi a jejím okolí. GALILEO je financován a vlastněn Evropskou unií. Za implementaci programu zodpovídá Evropská komise. Návrh, vývoj a rozvinutí celého systému včetně potřebné infrastruktury byly svěřeny ESA (European Space Agency). Za samotnou činnost systému, tj. poskytování jednotlivých služeb jeho uživatelům, bude zodpovídat GSA (European Global Navigation Satellite System Agency).

Systém bude uživatelům poskytovat tyto služby s globálním pokrytím [1]:

OS (Open Service) je služba, která je volně přístupná všem uživatelům bez jakýchkoli poplatků. Při použití jednofrekvenčního přijímače se zaručuje přesnost určení polohy v horizontální rovině 15 m (95 %), při použití dvoufrekvenčního přijímače je tato přesnost 4 m (95 %) a přesnost určení času vzhledem k UTC (Universal Time Coordinated) 30 ns (95 %). Zaručuje se dostupnost služby po 99,8 % času. Součástí služby není včasné varování v případě chybné funkce systému, které se vyžaduje při využití v civilní letecké dopravě. Tuto funkci je ale možné zajistit pomocí služby SoL (Safety of Life) evropského systému EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service). Signály geostacionárních družic EGNOS i dalších podpůrných systémů SBAS (Satellite Based Augmentation System) může přijímat každý přijímač signálů GALILEO, neboť tyto systémy sdílejí stejné frekvenční kanály.

PRS (Public Regulated Service) je služba, která je dostupná jen autorizovaným uživatelům především z okruhu bezpečnostních složek a provozovatelů strategické infrastruktury. Služba je navržena s ohledem na vysokou spolehlivost a zvýšenou odolnost proti úmyslnému rušení. Zaručuje se přesnost určení polohy v horizontální rovině 6,5 m (95 %) a přesnost času vzhledem k UTC 100 ns (95 %). Dostupnost služby je nejméně po 99,5 % času. Součástí služby je i zajištění včasného varování v případě chybné funkce systému. Pokud v důsledku závady dojde ke zhoršení přesnosti určení polohy o více než 20 m, uživatelé dostanou varování do 10 s.

CS (Commercial Service) je soubor zatím blíže nespecifikovaných služeb nad rámec služby OS poskytovaných na komerčním základě. Uvažuje se např. o přenosu korekcí, které umožní výrazné zvýšení přesnosti v určitých regionech.

Kosmický segment

Po dokončení bude systém využívat 30 družic umístěných na třech kruhových oběžných drahách s výškou 23 222 km

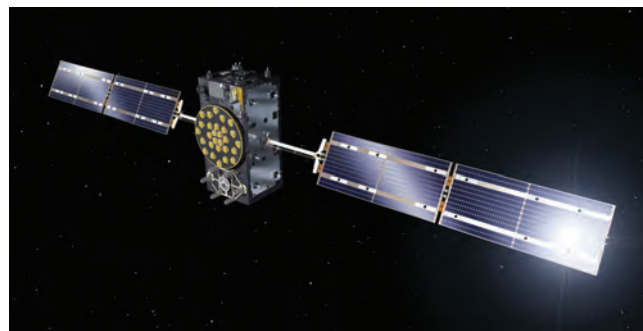
a inklinací 56° (obr. 1). Oběžná doba těchto družic je zhruba 14 h 4 min. Na každé dráze bude rozmístěno deset družic, dvě z nich mají být záložní. Roviny jednotlivých oběžných drah jsou rovnoměrně rozloženy kolem rovníku. Konstelace družic je navržena tak, aby zajistila spolehlivé pokrytí zemského povrchu včetně oblastí s vysokou zeměpisnou šířkou. Ve srovnání se systémem GPS je výška drah družic GALILEO poněkud vyšší a jejich doba oběhu poněkud delší.



Obr. 1: Systém GALILEO využívá 30 družic umístěných na třech kruhových oběžných drahách s výškou 23 222 km a inklinací 56°. Na každé dráze je rozmístěno deset družic. Roviny jednotlivých oběžných drah jsou rozloženy kolem rovníku po 120°. Oběžná doba družic je zhruba 14 h 4 min. Foto: ESA

V letech 2011 a 2012 byly v rámci testovací fáze projektu IOV (In-Orbit Validation) vypuštěny první čtyři družice, které vytvořily spolu s nezbytnou pozemní infrastrukturou minimální použitelné jádro navigačního systému. Vzhledem k technickým problémům je v současné době funkce jedné s těchto družic omezena, ostatní jsou plně funkční.

Od roku 2014 probíhá vypouštění dalších družic v rámci finální fáze projektu FOC (Full Operational Capability). Do června 2016 bylo postupně vypuštěno deset družic (obr. 2).



Obr. 2: Družice systému GALILEO vypouštěné během fáze FOC (Full Operational Capability) mají hmotnost 733 kg a jejich rozměry bez fotovoltaických panelů jsou 2,5 × 1,2 × 1,1 m. Foto: ESA

Dvě z nich se ale v důsledku technických problémů při startu nepodařilo umístit na požadované dráhy. Můžeme tedy konstatovat, že v polovině roku 2016 systém disponuje celkem jedenácti funkčními družicemi. Postupné vypouštění dalších 12 družic je naplánováno do konce roku 2018. Předpokládá se, že celý systém včetně pozemní infrastruktury bude dokončen do roku 2020.

Pozemní segment

Pozemní segment systému má za úkol nepřetržitě měřit parametry signálů vysílaných družicemi a na základě výsledků měření a dalších údajů určovat aktuální efemeridy družic, časové korekce palubních hodin a parametry modelu ionosféry. Z vypočtených údajů pak pravidelně generuje obsah navigačních zpráv a předává je na jednotlivé družice. Také monitoruje technický stav družic a zajišťuje řízení jejich činnosti.

Kompletní pozemní segment bude tvořen dvěma plně redundantními řídicími centry GCC (Ground Control Center) umístěnými v Německu a Itálii, sítí šestnácti bezobslužných monitorovacích stanic GSS (Ground Sensor Station) rozmístěných po celé Zemi, čtyřmi komunikačními stanicemi ULS (Up-link Local Station) a pěti stanicemi TTCF (Telemetry, Tracking and Commanding Facility). Všechny části pozemního segmentu jsou propojeny rozsáhlou telekomunikační sítí.

Komunikační stanice ULS (**obr. 3**) zajišťují pravidelné předávání obsahu navigačních zpráv na jednotlivé družice.



Obr. 3: Komunikační stanice ULS (Up-link Local Station) zajišťují pravidelné předávání obsahu navigačních zpráv na jednotlivé družice. Každá stanice je vybavena čtyřmi parabolickými anténami o průměru 3,5 m, může tedy současně komunikovat až se čtyřmi družicemi. Na obrázku je stanice umístěná na Špicberkách. Foto: ESA

Tato komunikace probíhá v pásmu C (~5 GHz). Každá stanice je vybavena čtyřmi parabolickými anténami o průměru 3,5 m a může tedy současně komunikovat se čtyřmi družicemi. Síť komunikačních stanic je navržena tak, aby komunikace s každou družicí mohla proběhnout alespoň jednou za 100 minut.

Stanice TTCF (**obr. 4**) slouží k telemetrickému sledování a řízení činnosti jednotlivých družic. Komunikují s družicemi v pásmu S (~2 GHz). Každá stanice je vybavena parabolickou anténou o průměru 11 m.

Čas v systému GALILEO

Na každé družici GALILEO jsou instalovány dva pasivní vodíkové masery a dvojce rubidiové hodiny. Za normálních okolností je v provozu jen jeden pár hodin. Vodíkový maser



Obr. 4: Stanice TTCF (Telemetry, Tracking and Commanding Facility) slouží k telemetrickému sledování a řízení činnosti jednotlivých družic. Každá stanice je vybavena parabolickou anténou o průměru 11 m. Na obrázku je stanice situovaná ve středisku ESTRACK v Belgii. Foto: ESA

generuje palubní čas a rubidiové hodiny plní roli aktivní zálohy, která okamžitě zastoupí vodíkový maser v případě jeho závady. Druhý pár hodin slouží jako pasivní záloha, která je schopna plně nahradit první dvojici až několik dní po zapnutí. Na palubní čas družice jsou navázány všechny signály vysílané družicí. Týká se to nosných signálů ve všech frekvenčních kanálech i dálkoměrných signálů, které jsou na tyto nosné modulovány.

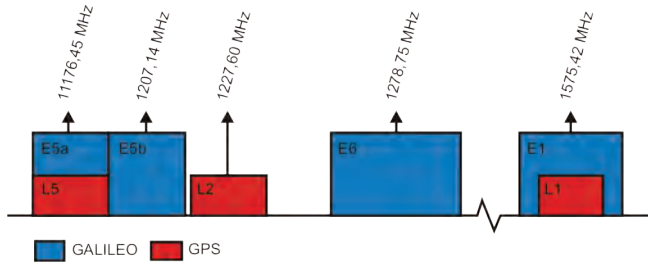
Pro činnost dálkoměrného navigačního systému je nezbytný jednotný systémový čas, ke kterému je vztaženo vysílání signálu všech družic. V systému GALILEO tuto funkci plní časová stupnice GST (Galileo System Time). Jedná se o kompozitní časovou stupnici, která se nezávisle generuje v obou řídicích centrech GCC na základě několika cesiových hodin a vodíkových maserů. Odchyłka mezi oběma realizacemi GST má být menší než 4 ns.

GST je kontinuální časová stupnice. Na rozdíl od času UTC se do ní tedy nekládají přestupné sekundy. Počátek času GST byl stanoven tak, že 22. srpna 1999 v 00:00:00 UTC, byl čas GST roven 00:00:13. Posunutí o 13 s vzhledem k UTC bylo zavedeno proto, aby čas GST byl formálně synchronní se systémovým časem GPS. Protože od roku 1999 byly do časové stupnice UTC postupně vloženy čtyři přestupné sekundy, v polovině roku 2016 je jak čas GST, tak systémový čas GPS o 17 s vyšší než čas UTC.

GST není zcela autonomní stupnicí. Její frekvence se pomalu řídí tak, aby čas GST modulo 1 s sledoval časovou stupnici UTC s odchylkou menší než 50 ns. Aktuální velikost této odchylky je navíc zahrnuta do navigačních zpráv vysílaných družicemi a je tedy pro uživatele systému neustále dostupná.

Frekvenční kanály GALILEO

Pro přenos signálů od družic k uživatelům využívá systém GALILEO tři frekvenční kanály označované E1, E5 a E6. Z frekvenčního kanálu E5 jsou dále vyčleněny dva dílčí kanály E5a a E5b. Rozložení kanálů je znázorněno na **obr. 5**. V obrázku je znázorněno i umístění frekvenčních ka-



Obr. 5: Frekvenční kanály systémů GALILEO a GPS.

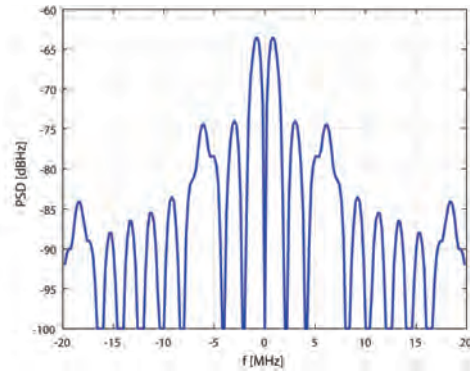
nálů systému GPS. Je zřejmé, že kanály GALILEO E1 a E5a se kryjí s kanály GPS L1 a L5, což je předpokladem pro zajištění dohodnuté částečné interoperability mezi oběma systémy. Z obrázku je také patrné, že GALILEO disponuje ve srovnání s GPS podstatně širším frekvenčním pásmem.

Signály GALILEO

Družice GALILEO vysílají šest různých dálkoměrných signálů. Pro neautorizované uživatele jsou v rámci služby OS dostupné tři signály E1, E5a a E5b. Signály E5a a E5b lze přitom přijímat buď samostatně jako dva různé signály, nebo jako jediný širokopásmový kompozitní signál E5. Dále je částečně dostupný signál E6, který je primárně určen k přenosu dat komerční služby CS, ale z hlediska využití pro přenos času je možné s tímto signálem pracovat obdobně jako se signály služby OS. Další dva signály jsou součástí služby PRS a pro neautorizované uživatele nejsou dostupné.

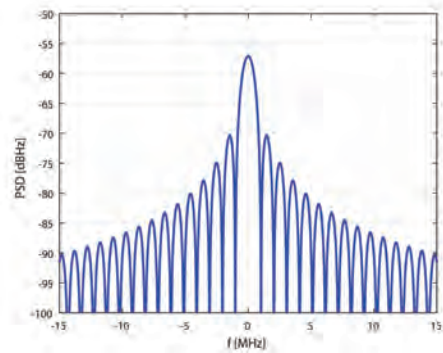
Uvedené signály lze charakterizovat jako pseudonáhodné dálkoměrné signály nové generace, které jsou optimalizované s ohledem na dosažení velké efektivní šířky spektra při omezené šířce frekvenčního kanálu. Efektivní šířka spektra (Root Mean Square Bandwidth) je klíčovým parametrem dálkoměrných signálů, který do velké míry určuje přesnost měření zpoždění daného signálu při daném odstupu signálu od šumu, nebo dané úrovně mnohacestného šíření. V podmínkách ideálního gaussovského kanálu je dosažitelná přesnost nepřímo úměrná efektivní šířce spektra.

Předpokladem vysoké efektivní šířky spektra je přesunutí významné části výkonu signálu do krajních oblastí frekvenčního kanálu. Toho se dosahuje vynásobením pseudonáhodného kódu periodickým obdélníkovým průběhem (subnosnou) s vhodnou frekvencí. Takto generované signály se označují jako BOC (m, n) (Binary Offset Carrier), kde m udává poměr frekvence subnosné k základní taktovací frekvenci (zde 1,023 MHz) a n udává poměr taktovací frekvence pseudonáhodného kódu k základní taktovací frekvenci. V systému GALILEO se nepoužívají tyto signály v základním tvaru. Jsou zde použity složitější kompozitní signály BOC a to MBOC (Multiplexed Binary Offset Carrier) složený z více signálů BOC s různou frekvencí subnosných a AltBOC (Alternative BOC), který při generování využívá násobení výchozích pseudonáhodných kódů komplexní subnosnou. Struktura uvedených signálů je poměrně komplikovaná. Pokusíme se je popsat velmi stručně. Podrobná definice je uvedena v dokumentu [2].



Obr. 6: Spektrální výkonová hustota signálu GALILEO E1. Při šířce pásma 24 MHz je efektivní šířka spektra 2,6 MHz.

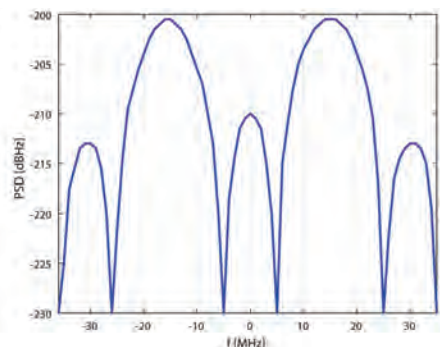
Signál E1 je typu MBOC(6,1,1/11), který lze generovat jako součet signálů BOC(1,1) a BOC(6,1) s tím, že výkon složky BOC(6,1) je roven 1/11 výkonu složky BOC(1,1). Průběh spektrální výkonové hustoty tohoto signálu je na obr. 6. Efektivní šířka spektra signálu do značné míry závisí i na jeho frekvenčním omezení v přenosovém kanálu včetně samotného přijímače. Pokud uvažujeme doporučenou šířku pásma 24 MHz, efektivní šířka spektra signálu



Obr. 7: Spektrální výkonová hustota signálu GPS L1 C/A. Ve srovnání se signálem GALILEO E1 je výkon tohoto signálu koncentrován do středu frekvenčního kanálu. Při šířce pásma 24 MHz je proto efektivní šířka spektra jen 1,1 MHz

E1 je 2,6 MHz. Pro srovnání je na obr. 7 vykreslen průběh spektrální výkonové hustoty signálu GPS L1 C/A, což je pseudonáhodný signál BPSK(1) (Binary Shift Keying). Je zřejmé, že výkon tohoto signálu je koncentrován do středu frekvenčního kanálu. Efektivní šířka spektra proto při stejném frekvenčním omezení vychází jen 1,1 MHz. Za stejných podmínek tedy můžeme při použití signálu E1 očekávat více než dvojnásobnou potenciální přesnost měření jeho zpoždění, než při použití základního signálu služby GPS.

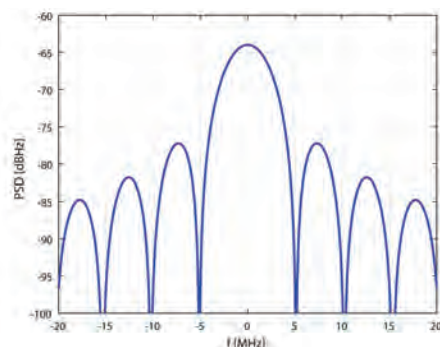
Signál E5 je typu AltBOC(15,10). Tento signál vznikne jako součet dvou dílčích pseudonáhodných signálů s taktovací frekvencí $10 \times 1,023$ MHz vynásobených komplexní subnosnou s frekvencí $15 \times 1,023$ MHz. Jeden signál se přitom násobí subnosnou s kladnou frekvencí, druhý se násobí subnosnou se zápornou frekvencí. Spektrum prvního signálu se tak posune do oblasti kladných frekvencí a spektrum druhého signálu do oblasti záporných frekvencí. Pro signál AltBOC je charakteristické, že je možné k němu



Obr. 8: Spektrální výkonová hustota signálu GALILEO E5. Výrazný lalok v levé části spektra reprezentuje signál E5a, lalok v pravé části spektra reprezentuje signál E5b. Efektivní šířka spektra signálu E5 při šířce pásma 50 MHz je 15,4 MHz. Efektivní šířka spektra dílčích signálů E5a a E5b při šířce pásma 21 MHz je 3,5 MHz.

při příjmu přistupovat jako k jedinému širokopásmovému signálu E5, nebo je možné jeho spektrum rozdělit do dvou frekvenčních kanálů a s přijatým signálem pracovat jako s dvěma nezávislými signály E5a a E5b, jejichž nosné leží $\pm 15,345$ MHz od středu kanálu E5. Prvý přístup umožňuje plně využít velké efektivní šířky spektra, ale je dosti náročný z hlediska výpočetní kapacity potřebné pro zpracování signálu. Druhý přístup poskytuje horší přesnost měření, ale je snáze technicky zvládnutelný. Přijímače určené k navigaci většinou využívají pouze signál E5a, který je základním signálem služby OS.

Spektrální výkonová hustota signálu E5 je vykreslena na **obr. 8**. Výrazný lalok v levé části spektra přitom reprezentuje signál E5a a výrazný lalok v pravé části spektra reprezentuje signál E5b. Pokud uvažujeme doporučenou šířku pásma 50 MHz, efektivní šířka spektra signálu E5 vychází zhruba 15,4 MHz. To je mimořádně vysoká hodnota, která nemá ve stávajících družicových navigačních systémech srovnání. Efektivní šířka spektra signálů E5a a E5b při doporučené šířce pásma 21 MHz je asi 3,5 MHz, což je hodnota srovnatelná se signálem GPS L5 vysílaným ve stejném frekvenčním kanálu jako signál E5a.



Obr. 9: Spektrální výkonová hustota signálu GALILEO E6. Efektivní šířka spektra signálu E6 při šířce pásma 40 MHz je 3,3 MHz.

Signál E6 je klasický pseudonáhodný signál BPSK(5) s taktovací frekvencí $5 \times 1,023$ MHz. Při šířce pásma 40 MHz, vychází efektivní šířka spektra tohoto signálu 3,3 MHz.

Využití systému GALILEO k distribuci času UTC

Vzhledem k těsné vazbě systémového času GST na časovou stupnici UTC lze systém GALILEO využít k přímé distribuci času UTC. Postup je stejný jako při použití jiných družicových navigačních systémů. Potřebujeme přijímač signálu GALILEO, který měří čas přijetí signálu družice vzhledem ke své interní časové stupnici a přijímá navigační zprávy vysílané družicí. Z přijatých zpráv určíme polohu družice a čas UTC v okamžiku vyslání signálu. Z polohy družice a polohy antény přijímače pak vypočteme dráhové zpoždění signálu. Když od času příjmu odečteme čas vyslání a dráhové zpoždění, dostaneme odchylku časové stupnice generované přijímačem od UTC. Na základě takto změřené odchylky se pak může generovat aproximace času UTC ve formě sekundových značek 1PPS. Nejistota takto generované časové stupnice podle specifikace služby OS je 30 ns za předpokladu využití signálů v obou frekvenčních kanálech.

Využití signálů GALILEO pro porovnávání časových stupnic

Družice GALILEO podobně jako družice již plně rozvinutých družicových navigačních systémů vysílají pseudonáhodné dálkoměrné signály vyznačující se velkou efektivní šířkou spektra. Součástí toku vysílaných dat jsou i zprávy s efemeridami družic, které umožňují určit polohu družic. Pokud je uživatel vybaven přijímačem těchto signálů, který je schopen měřit zpoždění přijatého signálu vzhledem k externí časové stupnici, nic nebrání tomu, aby byly i signály systémů GALILEO využívány k porovnávání časových stupnic metodou Common-View s využitím běžně používaného postupu.

Na obou stanovištích se ve stejnou dobu změří zpoždění přijatého signálu vzhledem k místní časové stupnici. Z přijatých efemerid se vypočte poloha družice v okamžiku vyslání přijatého signálu. Z vypočtené polohy družice a polohy antén přijímačů se určí dráhové zpoždění signálů a odečtou se od změřeného zpoždění. Výsledná zpoždění z obou stanovišť se pak odečtou. Výsledkem je odchylka mezi časovými stupnicemi na jednotlivých stanovištích. Při větší vzdálenosti mezi stanovišti je vhodné postup doplnit zavedením standardní korekce troposférického a ionosférického zpoždění.

Vzhledem k tomu, že systém vysílá dálkoměrné signály v několika různých frekvenčních kanálech, je možné využít při porovnání kombinaci výsledků měření na dvou či několika frekvencích, která umožní potlačení vlivu ionosférického zpoždění. Tento postup má smysl především při přenosu času na velké vzdálenosti. Při malé vzdálenosti může být použití tohoto postupu kontraproduktivní, protože vede k výraznému navýšení vlivu chyb způsobených šumem a mnohacestným šířením signálu.

V současné době probíhají intenzivní práce směřující k využití systému GALILEO k přenosu času na řadě evropských pracovišť zabývajících se metrologií času a frekvence. Jedním z důvodů je fakt, že GALILEO bude prvním globálním družicovým navigačním systémem, který bude zcela

pod kontrolou evropských orgánů a bude proto hrát v zajištění metrologické návaznosti času a frekvence v rámci Evropské unie zvláštní roli. Vzhledem k tomu, že k zajištění plnohodnotného transferu času stačí podstatně menší počet družic než k plnohodnotnému pokrytí navigační službou, lze předpokládat, že systém GALILEO začne být využíván k rutinnímu časovému transferu již v době, kdy kosmický segment ještě nebude kompletní.

Doporučení CGGTTS V2E

Důležitým předpokladem pro využití systému GALILEO k časovému transferu je existence příslušné metodiky a standardního protokolu pro výměnu změřených dat. Jak metodiku měření, tak formát změřených dat určených pro porovnání metodou Common-View upravuje doporučení CGGTTS (Consultative Committee for Time and Frequency - Group on GNSS Time Transfer Standards). Obě dosud používané verze tohoto dokumentu CGGTTS V01 a V02, ale umožňují využít pouze signály systémů GPS a GLONASS. Přípravou nových verzí se zabývá příslušná pracovní skupina CCTF (Consultative Committee for Time and Frequency). Ta koncem roku 2015 dokončila práce na doporučení CGGTTS V2E, které již využití signálů GALILEO umožňuje i když jen částečně. Úplné znění tohoto dokumentu bylo zveřejněno v [3].

Doporučení upravuje zpracování výsledků kódových měření zpoždění signálů systémů GPS, GALILEO a GLONASS, ale také čínského systému BeiDou a japonského QZSS. Pro každý z uvedených systémů ale připouští použití pouze jednoho signálu v předepsaném frekvenčním kanálu a jedné dvojice signálů ve dvou různých frekvenčních kanálech. V případě systému GALILEO se jedná o signál E1 a o dvojici signálů E1 a E5a, která se v dokumentu označuje jako L3E. Podpora využití signálů GALILEO je tedy poněkud omezená. Je to důsledkem toho, že v komisi se zatím nepodařilo najít shodu v přístupu k využití pestré nabídky signálů, které systém GALILEO poskytuje. Problém je především v tom, že zdaleka ne všechny přijímače jsou schopny plnohodnotně zpracovat všechny signály GALILEO, což musí doporučení respektovat. Zvolené řešení je minimálním průnikem, který umožňuje využít změřená data prakticky z každého přijímače. Bylo rozhodnuto, že podpora využití všech signálů GALILEO, včetně různých kombinací výsledků měření realizovaných ve více frekvenčních kanálech, bude specifikována až v příští verzi CGGTTS V03, jejíž vydání ale nemůžeme očekávat v nejbližší době.

Doporučení CGGTTS V2E v základních rysech vychází z předchozí verze CGGTTS V02. Stejně jako v předchozí verzi probíhá porovnání času během seancí dlouhých 13 minut. Rozvrh začátků jednotlivých seancí je pevně stanoven.

Až na výjimky začínají každých 16 minut. K posunům vzhledem k tomuto pravidelnému obrazci dochází o půlnoci času UTC.

Přijímače měří zpoždění přijatého signálu všech viditelných družic vzhledem k referenční časové stupnici přípojených hodin. Do zpracování vstupují výsledky měření provedených každých 15 s nebo každých 30 s času UTC. Interval měření 30 s se přitom použije v případě, kdy do zpracování vstupují data ve formátu RINEX, kde je tato délka intervalu pravidlem. Od každé změřené hodnoty se odečte dráhové zpoždění signálu a korekce ionosférického a troposférického zpoždění. Pokud se jedná o dvoufrekvenční měření, vypočte se předepsaná lineární kombinace výsledků měření, která zajistí potlačení ionosférického zpoždění a korekce ionosférického zpoždění se pak neaplikuje. Popsaným postupem dostaneme na základě měření v jedné seanci posloupnost 52 nebo 26 časových diferencí mezi časovou stupnicí místních hodin a systémovým časem daného družicového navigačního systému. Na této posloupnosti se pak provede lineární vyrovnání. Výsledky lineárního vyrovnání pro každou družici se zapíší v předepsaném formátu do textového souboru.

Ukázka výsledků jednofrekvenčního měření ve formátu CGGTTS V2E je na obr. 10. V záhlaví souboru jsou uvedeny základní údaje o laboratoři, kde měření proběhlo, použitým přijímači, časové stupnici, která do měření vstupovala a o kalibraci přijímače. Dále následují výsledky měření. Na každém řádku jsou výsledky měření k jedné družici vztahené k jednomu času. Vysvětlíme význam nejdůležitějších údajů v jednotlivých sloupcích.

- SAT je označení družice. Skládá se z jednopísmenného identifikátoru systému a čísla družice o dvou znacích. Pro GALILEO se používá identifikátor E, pro GPS identifikátor G.
- MJD je modifikované juliánské datum a STTIME je čas UTC začátku seance.
- ELV je elevace a AZTH je azimut družice.
- REFSYS je změřená diference mezi referenční časovou stupnicí a systémovým časem daného systému určená lineárním vyrovnáním, SRSYS je derivace změřené diference určená lineárním vyrovnáním a DSG je směrodatná odchylka reziduí změřené diference po lineárním vyrovnání.
- IOE je identifikátor sady efemerid použitých při výpočtu dráhového zpoždění. Porovnávat lze jen výsledky měření, při jejichž zpracování byly použity stejné efemeridy družice.

```
CGGTTS      GENERIC DATA FORMAT VERSION = 2E
REV DATE = 2016-04-07
RCVR = GTR55 59835 1.3.0
CH = 20
IMS = GTR55 59835 1.3.0
LAB = TP
X = +3967283.17 m
Y = +1022538.14 m
Z = +4872414.40 m
FFRAME = ITRF2015.1
COMMENTS = NO COMMENTS
INT DLV = 27.3 ns (GAL E1)      GAL_ID = 1001-2016
CAB DLV = 149.8 ns
REF DLV = 10.2 ns
REF = UTC (TP)
CKSUM = BF

SAT CL MJD STTIME TRKL ELV AZTH REFSV SRSV REFSYS SRSYS DSG IOE MDTR SMDT MDIO SMDI MSIO SMSI ISG FR HC FRC CK
hhmmss s .ldg .ldg .ins .lps/s .ins .lps/s .ins .ins.lps/s .ins.lps/s .ins.lps/s .ins
E08 FF 57544 001400 780 756 584 -30170716 -3991 -78 -2 1 000 81 +2 51 +1 38 -3 2 0 0 E1 AA
E26 FF 57544 001400 780 432 2883 -80449740 -4011 -91 -4 1 000 114 -2 70 -1 75 +4 2 0 0 E1 BE
E08 FF 57544 003000 780 701 641 -30174552 -3991 -84 -2 1 001 83 +3 52 +1 59 -2 2 0 0 E1 9D
E26 FF 57544 003000 780 436 2803 -80453594 -4013 -99 -5 2 001 113 +1 69 +0 75 +15 2 0 0 E1 DA
E08 FF 57544 004600 780 648 692 -30178382 -3989 -85 +0 1 003 87 +4 54 +2 63 -20 2 0 0 E1 DC
E26 FF 57544 004600 780 428 2723 -80457404 -4009 -66 -1 1 003 115 +3 122 +3 138 +6 3 0 0 E5 EB
```

Obr. 10: Ukázka změřených dat ve formátu CGGTTS V2E. Význam hlavních parametrů je vysvětlen v textu.

MDTR	je troposférické zpoždění vypočtené ze standardního modelu.
MDIO	je ionosférické zpoždění vypočtené ze standardního modelu. V případě dvoufrekvenčního měření se zapíše hodnota vypočtená z měření ve dvou frekvenčních kanálech.
MSIO	je ionosférické zpoždění vypočtené z dvoufrekvenčního měření. Uvádí se jen v případě, že je k dispozici.
FRC	je označení použitého signálu. Pro GALILEO se použije E1, nebo v případě dvoufrekvenčního měření L3E. Pro GPS se použije L1C, nebo při dvoufrekvenčním měření L3P.

Hodnoty REFSYS, SRSYS, ELV, AZTH, MDTR, MDIO a MSIO jsou vztaženy ke středu seance, tj. 6,5 min po jejím začátku uvedeném ve sloupci STTIME.

Soubory se změřenými daty GALILEO z jednofrekvenčního měření se označují jménem ve tvaru EMxyyz.zzz, kde znaky xx reprezentují označení laboratoře, yy je označení přijímače v dané laboratoři a zzzzz je datum MJD prvního měření v souboru. Pokud soubor obsahuje data z dvoufrekvenčního měření s potlačením ionosférického zpoždění, jméno souboru je EZxyyz.zzz.

Závěr

Družicový navigační systém GALILEO bude hrát v zajištění metrologické návaznosti času a frekvence v rámci Evropské unie mimořádnou roli, neboť se jedná o systém, který je zcela pod kontrolou evropských orgánů. Úplné dokončení systému se předpokládá do roku 2020, ale k rutinnímu časovému transferu bude jistě využíván již v době, kdy kosmický segment nebude kompletní. Po technické stránce je podstatné, že systém disponuje spolehlivou infrastrukturou, jejíž koncepce vychází z potřeby diverzifikace rizik. Použité dálkoměrné signály vykazují ve srovnání se signály stávajících systémů výrazně vyšší hodnoty efektivní šířky spektra, což je základní předpoklad pro dosažení lepší přesnosti. To se týká zvláště kompozitního signálu E5 AltBOC, jehož parametry nemají ve stávajících systémech srovnání.

Literatura

- [1] „GALILEO Mission High Level Definition,“ European Commission and European Space Agency, 23 September, 2002.
- [2] „European GNSS (GALILEO) Open Service Signal In Space Interface Control Document (OS SIS ICD), Issue 1,“ European Union, February 2010.
- [3] P. Defraigne, G. Petit, „CGGTTS - Version 2E: an extended standard for GNSS Time Transfer,“ *Metrologia*, vol. 52 (2015), no. 4, pp. G1-22.



ZKOUŠENÍ AKUSTICKÝCH VLASTNOSTÍ U OKEN A DVEŘÍ

Ing. Pavel Rubáš, Ph.D.

Technický a zkušební ústav stavební Praha s.p.

Úvod

Zvuk je spojen s kmitáním částic prostředí a šíří se vlněním, do něhož se prostředí uvede sdílením kmitavého pohybu. Uživatel stavby pocítuje sílu, výšku, délku trvání, informaci zvukem přenášenou i nespécifické účinky působení zvuku po stránce fyziologické a psychické. Ochrana uživatelů budov před nadměrným zvukem (hlukem) je významnou součástí kvality staveb. Důležitou vlastností oken je proto neprůzvučnost, vlastnost konstrukce, která se projevuje ztrátou akustického výkonu při přenosu vzduchem prostřednictvím konstrukce. Obvodové pláště budov jsou ve většině případů složenou konstrukcí, která je tvořena mnoha prvky o rozdílné neprůzvučnosti. Nejméně účinnými prvky složených konstrukcí jsou výplně otvorů – okna a dveře, jejichž akustické vlastnosti rozhodují o neprůzvučnosti obvodového pláště jako celku. Zároveň je známou skutečností, že akustické vlastnosti otvorových výplní nelze snadno predikovat výpočtovými metodami, a tak jediným spolehlivým zdrojem zůstávají měření v laboratořích s potlačeným bočním přenosem zvuku.

Zjišťování neprůzvučnosti otvorových výplní

Laboratorní měření akustických vlastností oken a dveří slouží nejčastěji pro určení typu výrobku (při provádění počátečního určení typu výrobku se vychází z harmonizované technické specifikace, kde je popsáno, které zkoušky provádí notifikovaná osoba, popřípadě které zkoušky provádí výrobce. Počátečním určením typu se ověřuje, zda výrobek vyhovuje harmonizované technické specifikaci. Na základě počátečního určení typu se stanoví ukazatele všech harmonizovaných charakteristik, které mají být výrobcem deklarovány. Počáteční určení typu však není posouzením vhodnosti výrobku k danému použití) podle ČSN EN 14351-1 Okna a dveře – Norma výrobku, funkční vlastnosti – Část 1: Okna a vnější dveře bez vlastností požární odolnosti a/nebo kouřotěsnosti a nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 305/2011 ze dne 9. března 2011, (nařízení o stavebních výrobcích – CPR) se provádí v laboratorních podmínkách bez vedlejších cest šíření zvuku. Zvuková izolace výrobku – otvorové výplně je měřena podle série norem ČSN EN ISO 10140.

U oken se používají rozměry zkušební otvoru přednostně 1 250 mm × 1 500 mm, jak je pro specificky malý zkušební otvor popsáno v ČSN EN ISO 10140-1 Akustika –

Laboratorní měření zvukové izolace stavebních konstrukcí – Část 1: Aplikační pravidla pro určité výrobky. Odchylky od tohoto rozměru mohou být možné na základě posouzení národních stavebních zvyklostí; odchylky v ČR nelze doporučit, jelikož uvedený rozměr je při měření dlouhodobou národní zvyklostí. Vlastní montáž okna do otvoru v laboratoři musí být co nejvíce podobná způsobu užívanému v praxi. Je vhodné docílit, aby ostění mělo na obou stranách okna různou hloubku, přednostně se doporučuje poměr 2 : 1, pokud tento poměr není v rozporu s vlastní konstrukcí okna. Výsledky získané s různými poměry hloubek ostění se mohou lišit.

Mezera mezi oknem a zkušebním otvorem (obvykle 10 mm, jelikož se instaluje vzorek 1 230 mm × 1 480 mm do otvoru 1 250 mm × 1 500 mm) by měla být vyplněna pohltivým materiálem (těžkou minerální vlnou) a neprodyšně utěsněna s použitím elastického tmelu z obou stran. Z toho je zřejmé, že řešení připojovací spáry je v laboratorních podmínkách blízké ideálu, a předpokládá se, že touto úpravou bude přenos zvuku mezerou mezi oknem a ostěním dostatečně potlačen. Zde lze identifikovat první faktor vedoucí k rozdílným výsledkům neprůzvučnosti u téhož výrobku použitého na stavbě. Podcenění kvality provedení připojovací spáry může totiž dosaženou neprůzvučnost negativně ovlivnit.

U oken nesmíme opomenout správné nastavení podmínek měření, protože neprůzvučnost určitých konstrukcí s vrstveným (laminovaným) zasklením závisí na teplotě v laboratoři během měření. Teplota obou laboratorních komor se musí nacházet v rozmezí 17 °C až 23 °C a zkoušená okna musejí být dokonce uložena alespoň 24 hodin při této teplotě. Zajímavou myšlenkou je provádění měření při teplotách blízkých těm, pro které je zkoušený prvek navržen. To by v praxi znamenalo měřit laboratorně s gradientem teploty mezi komorami až 35 °C, což je zatím obtížně představitelné, neboť české laboratoře s potlačeným bočním přenosem zvuku nejsou pro tento účel navrženy. Avšak pro naprostý soulad s očekávanými podmínkami při zabudovaném stavu okna je skutečně řešením pouze optimalizace teploty v místnosti zdroje zvuku na –15 °C při zachování teploty 17 °C až 23 °C v místnosti příjmu zvuku. Autor článku má zkušenost se situací, kdy velmi kvalitní výrobky typu jednoduchých oken s deklarovanou neprůzvučností $R_w > 40$ dB „selhaly“ během měření konstrukce in-situ z důvodu provádění stavební zkoušky během záporných venkovních teplot. Tento jev je možné vysvětlit ztrátou pružnosti fólie u vrstvených skel, kdy speciální izolační sklo vlivem záporné teploty přechodně přichází o své schopnosti spojené s přenosem zvuku. Otázkou je, jak ke zmíněnému „selhávání“ přistupovat. Zda je správným postupem stavební měření opakovat za vhodnějších podmínek, nebo naopak tento výsledek pokládat za jediný správný. Chráněná místnost je ve valné většině případů používána i v zimním období a její uživatele může dočasný efekt poklesu zvukové izolace fasády během záporných teplot obtěžovat. Dosud však nebyly publikovány související studie, jež by zkoumaly a hodnotily subjek-

tivní vnímání popsaného jevu uživateli. Názor odborníků v oboru je takový, že stavební konstrukce by měly vyhovovat požadavkům stanoveným v závazných předpisech za všech podmínek, při kterých mohou být užívány.

Dveře mají poněkud odlišné zkušební podmínky, jelikož pro dveře je vždy potřebná plocha zkušebního otvoru menší než 10 m², ale současně specificky malý zkušební otvor 1 250 mm × 1 500 mm je pro zkoušky dveří nevhodný, neboť nejde o typický stavební otvor pro instalaci dveří. Zkušební otvor v laboratoři se redukuje na míru konkrétních dveří a musí být uspořádán tak, aby spodní hrana dveří byla blízko podlahy zkušební místnosti, a byly tím napodobeny podmínky na stavbě. Laboratoře mají za tímto účelem obvykle připravenou stěnu pro typický rozměr 900 mm × 1 970 mm.

K vyhodnocení jednočíslných veličin se používá norma ČSN EN ISO 717-1:2013. Hlavním výsledkem akustické zkoušky otvorové výplně, který se objektivně vztahuje k měřené konstrukci, je vážená laboratorní neprůzvučnost R_w (dB). Revidovaná verze z roku 2013 přináší jednu důležitou změnu, a to možnost, že veličina R_w (dB) může být pro jednodušší vyjádření akustických požadavků ve stavebních předpisech doplněna o vyhodnocení v krocích po 0,1 dB, což může být použito pro vyjádření nejistot měření.

Popis vlastní zkoušky

Zkoušená výplňová konstrukce je instalována ve zkušebním otvoru mezi vysílací a přijímací místností stanoveným technologickým postupem výrobce. Neprůzvučnost na jednotlivých třetinových pásmech se určí ze vztahu:

$$R = L_1 - L_2 + 10 \cdot \log \frac{S}{A} \quad (1)$$

kde

- L_1 je průměrná hladina akustického tlaku ve vysílací místnosti (dB)
- L_2 průměrná hladina akustického tlaku v přijímací místnosti (dB)
- S plocha zkoušené dělicí konstrukce (m²), u oken standardně 1,82 m²
- A ekvivalentní pohltivá plocha přijímací místnosti (m²)

Určí se ze změřené doby dozvuku podle vztahu:

$$A = 0,163 \frac{V}{T} \quad (2)$$

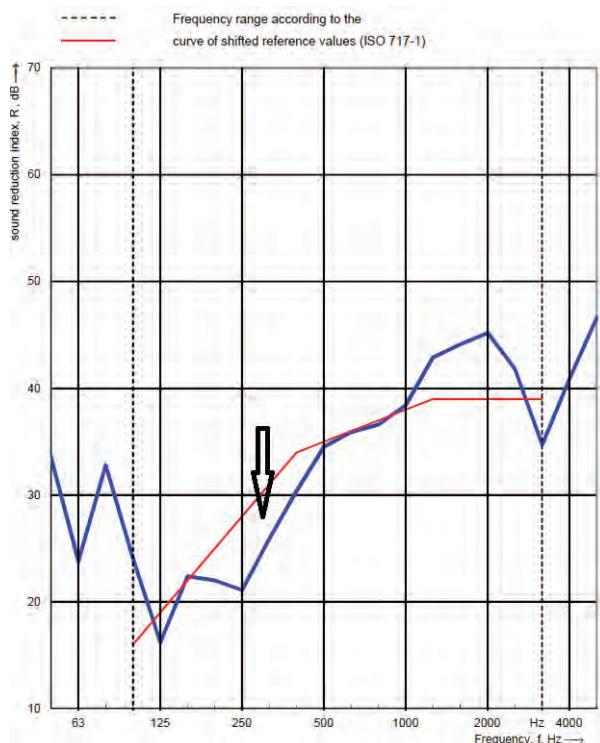
V objem přijímací místnosti (m³)

T doba dozvuku přijímací místnosti (s).

Dále se určují faktory přizpůsobení spektru (C ; C_{tr}), které lze podle typu spektra zdroje hluku v reálných podmínkách přičítat k hodnotě R_w . Hodnota C představuje faktor pro růžový šum vážený funkcí A , který zhruba odpovídá spektru hluku při činnostech v bytě nebo dopravnímu hluku na dálnicích. Faktor C_{tr} se vztahuje k váženému spektru dopravního hluku v městech a obcích. Uvedené

faktory (C ; C_{tr}) se uvádějí současně s veličinou R_w (dB) a platí pro základní kmitočtový rozsah 100 Hz až 3 150 Hz. Jako doplňkové byly dále určeny faktory přizpůsobení spektru pro rozšířený kmitočtový rozsah $C_{100-5000}$ a $C_{tr, 100-5000}$, které jsou vztaženy ke kmitočtovému rozsahu 100 Hz až 500 Hz. Podrobnější popis a způsob použití faktorů je uveden v [1], přílohy A a B. Tyto faktory budou pravděpodobně hrát významnější roli v další generaci vyhodnocovacích metod.

Vyhodnocení probíhá podle již zmíněné normy ČSN EN ISO 717-1:2013 a je použit počítačově či ručně zpracovaný normalizovaný diagram. Jedná se o pravouhlý diagram, kde je na vodorovné ose stupnice v logaritmickém měřítku, vytvořená ze šestnácti středních kmitočtů pásem 1/3 oktávy, a na svislé ose neprůzvučnost R (viz **obr. 1**). Zhodnocení neprůzvučnosti, resp. zvukoizolační vlastnosti okna pomocí souboru šestnácti hodnot, je pro běžné použití nepraktické a v podstatě pro uživatele, který hodlá srovnávat několik výrobků na trhu, dokonce nepoužitelné. Proto je podle [1] zavedena metoda stanovení jednočíselné hodnotící veličiny – vážené neprůzvučnosti R_w (dB). Směrná křivka je dvakrát lomenou čarou, a při hledání vážené hodnoty laboratorní neprůzvučnosti se hledá správná poloha směrné křivky vůči spektru naměřených hodnot neprůzvučnosti. Směrná křivka se pohybuje s krokem 1 dB či 0,1 dB ve svislém směru, přičemž se hodnotí nepříznivé odchylky až do okamžiku, kdy je jejich součet nanejvýš 32 dB. V tom okamžiku je směrná křivka ve správné poloze vůči spektru naměřených hodnot, a na pásmu 500 Hz se na **směrné křivce** odečítá vážená neprůzvučnost R_w (dB).



Obr. 1: Ukázka záznamu z měření laboratorní neprůzvučnosti R_w (dB) u okna včetně označení oblasti nepříznivých odchylek – viz šipka

Požadavky na okna zabudovaná ve stavbě

Požadavek na váženou neprůzvučnost okna zabudovaného ve stavbě závisí na:

- absolutní ploše okna,
- podílu plochy okna a celkové plochy obvodového pláště místnosti,
- ekvivalentní hladině akustického tlaku před fasádou v noci a přes den,
- využití místnosti.

Harmonizovaná norma pro okna ČSN EN 14351-1 Okna a dveře – Norma výrobku, funkční vlastnosti – Část 1: Okna a vnější dveře bez vlastností požární odolnosti a/nebo kouřotěsnosti uvádí akustické vlastnosti v souvislosti s označením CE. Označení CE je u výrobků typu oken a vnějších dveří od 1. 2. 2010 povinné. Neprůzvučnost má být stanovena referenční metodou podle série norem ČSN EN ISO 10140 nebo alternativně výpočtem u jednoduchých oken s izolačním sklem, avšak výpočtem stanovená vážená neprůzvučnost nesmí být větší než 39 dB. Výsledná hodnota stavební neprůzvučnosti v zabudovaném stavu je tedy určena plochou, použitým zasklením, počtem těsnění a řešením připojovací spáry. Mezi chyby v návrhu okna patří opomenutí **tabulky 1**.

Tabulka 1: Extrapolační pravidla pro rozdílné rozměry oken

Rozsah velikosti okna		Hodnota zvukové izolace okna
Výsledky laboratorní zkoušky pro zkušební vzorek každé velikosti	Tabulkové hodnoty	
-100 % až +50 % celkové plochy zkušební vzorku	celková plocha $\leq 2,7 \text{ m}^2$	R_w a $R_w + C_{tr}$
+50 % až +100 % celkové plochy zkušební vzorku	$2,7 \text{ m}^2 <$ celková plocha $\leq 3,6 \text{ m}^2$	R_w a $R_w + C_{tr}$ opravené o -1 dB
+100 % až +150 % celkové plochy zkušební vzorku	$3,6 \text{ m}^2 <$ celková plocha $\leq 4,6 \text{ m}^2$	R_w a $R_w + C_{tr}$ opravené o -2 dB
$> +150 \%$ celkové plochy zkušební vzorku	$4,6 \text{ m}^2 <$ celková plocha	R_w a $R_w + C_{tr}$ opravené o -3 dB
Intervaly plochy uvedené pro tabulkové hodnoty jsou identické s intervaly pro výsledky zkoušek s použitím doporučeného zkušební vzorku rozměru $1,23 \text{ m} \times 1,48 \text{ m}$.		

Z tabulky 1 je zřejmé, že například u okna s laboratorně změřeným $R_w = 32 \text{ dB}$, které má zkušební plochu $1,87 \text{ m}^2$, nemůže výrobce deklarovat, že tento výrobek (zasklení, rám atd.) s plochou $4,62 \text{ m}^2$, má též vlastnost $R_w = 32 \text{ dB}$. Správnou deklarací pro výrobek uvedené plochy je $R_w = 29 \text{ dB}$.

Konkrétní požadavky na neprůzvučnost zabudovaných oken stanoví národní norma ČSN 73 0532:2010. Pokud plocha oken zaujímá větší plochu než 50 % celkové plochy

obvodové konstrukce v místnosti, je minimální požadavek na váženou laboratorní neprůzvučnost okna R_w (dB) stanoven hodnotou uvedenou v **tabulce 2** z ČSN 73 0532. Jestliže plocha oken představuje 35 % až 50 % celkové plochy obvodové konstrukce v místnosti, je minimální požadavek na váženou neprůzvučnost okna R_w o 3 dB nižší než hodnota uvedená v **tabulce 1**. Pro okna zaujímající menší plochu než 35 % celkové plochy obvodové konstrukce v místnosti je požadavek na váženou neprůzvučnost o 5 dB nižší než jednočíslná hodnota uvedená v **tabulce 1**. Snížené požadavky na neprůzvučnost oken vyplývající z výše uvedených podílů plochy okna na celé ploše obvodové konstrukce v místnosti se uplatňují jen tehdy, jestliže hodnota jednočíslné veličiny neprůzvučnosti plné části obvodového pláště je nejméně o 10 dB vyšší než hodnota vážené neprůzvučnosti okna. Za plochu okna se ve smyslu uvedené normy považuje plocha celého okenního otvoru, tj. okno včetně rámu a připojovací spáry. Celkovou plochou obvodové konstrukce v místnosti se rozumí plocha obvodového pláště včetně oken při pohledu z místnosti.

Požadavky na dveře zabudované ve stavbě

Ve stavbách se setkáváme většinou se společnými stěnami s dveřmi mezi sousedícími prostory, kde se požadavek na stavební neprůzvučnost stěny R'_w (dB) vztahuje vždy pouze na plnou část stěny (bez dveří) a během měření na stavbě se vliv dveří potlačuje speciální přídavnou konstrukcí. Současně však platí požadavek na dveře, který norma vyjadřuje laboratorní váženou neprůzvučností R_w (dB). Zejména v případě bytů, kde je zvoleno dispoziční řešení, kdy vstupní místnost je chráněnou obytnou místností (např. chybí předsíň mezi společnou chodbou a obývacím pokojem), je nutné si uvědomit, že významně narůstá požadavek na laboratorní váženou neprůzvučnost vstupních dveří bytu, tj. 37 dB, ve srovnání se standardně požadovanými 32 dB, které se uplatní v kombinaci společná chodba – předsíň – obývací pokoj. Požadavkem, který může být pro mnohé překvapením, je požadavek na váženou laboratorní neprůzvučnost interiérových dveří ≥ 27 dB, které spojují **dvě obytné místnosti v jednom bytě**.

Měření výplní otvorů v zabudovaném stavu

Stavební měření výplní otvorů zabudovaných v obálce budovy je samostatnou, poměrně složitou kapitolou. Postupuje se podle měřicích metod uvedených v ČSN EN ISO 140-5 Akustika – Měření zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách – Část 5: Měření vzduchové neprůzvučnosti obvodových plášťů **a jejich částí na budovách**. Norma popisuje celou řadu měřicích metod, které je možné rozdělit do dvou skupin. První skupinou metod je měření vzduchové neprůzvučnosti prvků obvodových plášťů budov, což jsou metody vhodné právě pro okna a dveře v roli komponent obvodového pláště (metody prvku). Druhou skupinou metod je měření zvukové izolace obvodového pláště jako celku (metody celku). Primární metoda pro prvky používá reproduktor jako umělý zdroj zvuku. Další tři méně přesné metody pro prvky používají dosažitelný dopravní hluk (silniční,

železniční, letecký). Pouze metodou „prvek–reproduktor“ je možné určit stavební neprůzvučnost okna či vnějších dveří, která může být za určitých podmínek srovnatelná s hodnotami neprůzvučnosti změřenými v laboratoři podle série norem ISO 10140. Metoda se proto používá tehdy, pokud chceme hodnotit účinnost okna na stavbě ve vztahu k jeho účinnosti v laboratorních podmínkách.

Popis vlastní zkoušky při použití in-situ metody „prvek–reproduktor“

Zkoušená výplňová konstrukce je instalována ve stavebním otvoru mezi venkovním prostorem a chráněným prostorem, přičemž zabudování závisí na kvalitě provedení připojovací spáry. Stavební neprůzvučnost R'_{45° se použije pro okno či vnější dveře, když je zdrojem zvuku reproduktor a úhel dopadu zvuku je 45° . Určuje se podle vztahu

$$R'_{45^\circ} = L_{1,s} - L_2 + 10 \cdot \log \frac{S}{A} - 1,5 \quad (3)$$

kde

$L_{1,s}$ průměrná hladina akustického tlaku na povrchu zkoušeného vzorku

L_2 průměrná hladina akustického tlaku v přijímací místnosti (dB)

S plocha zkoušené dělicí konstrukce (m^2)

A ekvivalentní pohltivá plocha přijímací místnosti (m^2).

Určí se ze změřené doby dozvuku analogicky podle rovnice (2).

Porovnáním vzorce (1) pro neprůzvučnost v laboratoři a stavební neprůzvučnost in-situ (2) zjistíme podstatný rozdíl. Laboratorní měření pracuje s rozdílem průměrných hladin akustického tlaku mezi vysílací a přijímací místností, kde na obou stranách konstrukce je difúzní zvukové pole, avšak metoda in-situ využívá rozdílu mezi průměrnou hladinou akustického tlaku na povrchu zkoušeného vzorku a průměrnou hladinou akustického tlaku v přijímací místnosti. To je dáno tím, že „vysílací místností“ je nekonečně velký venkovní prostor, s nikoli difúzním, ale s volným zvukovým polem v jehož podmínkách je hledání jakési průměrné hladiny akustického tlaku nereálné. Z tohoto důvodu se mikrofon kontaktně upevňuje na zkoušený prvek a konstanta $-1,5$ dB v rovnici (3) je korekcí tohoto způsobu upevnění mikrofonu.

Rovnice (3) vychází z předpokladu, že zvuk na zkoušený prvek dopadá pouze pod úhlem 45° a že zvukové pole v přijímací místnosti je dokonale difúzní.

Kromě stavební neprůzvučnosti R'_{45° se při hodnocení akustických vlastností otvorových výplní in-situ můžeme vzácněji setkat s veličinami $R'_{tr,s}$, $R'_{rt,s}$ a $R'_{at,s}$. Jde o metody „prvek – silniční hluk“, „prvek – železniční hluk“ a „prvek – letecký hluk“, Slouží ke stejným účelům jako metoda „prvek – reproduktor“. Jsou využitelné v případech, kdy se metoda primární „prvek – reproduktor“ nemůže použít v praxi. Důvodem může být právě velmi vysoké pozadí z dopravního hluku ve venkovním prostoru. Tyto metody vedou často k rozdílným výsledkům, vykazují obvykle nižší hodnoty neprůzvučnosti než primární metoda s reproduktorem.

rem a nejsou vůbec porovnatelné s výsledky laboratorních měření, mohou ale dobře vypovídat o skutečné zátěži uživatelů budovy dopravním hlukem resp. o úrovni jejich ochrany před tímto hlukem vlivem konstrukce okna.

Mezi časté dotazy našich klientů – výrobců oken patří dotaz spojený s obavou, zda není výsledek stavebního měření neprůzvučnosti okna ovlivněn stěnou, jež zkoušený prvek obklopuje. Tento dotaz je logický, neboť výslednou hladinu akustického tlaku v místnosti neovlivňuje pouze okno, ale v určitých případech se může skutečně projevit vliv neprůsvitné části fasády – stěny. K tomu lze provést tuto zkoušku. Měřené okno se pokryje z vnitřní strany minerální vlnou tloušťky 100 mm a opláští se dvojitým sádkartonovým záklopem. Neprůzvučnost takto vylepšeného okna se změní znovu, a pokud měření prokáže zvýšení neprůzvučnosti vlivem přídatné konstrukce o méně než 6 dB v celém kmitočtovém rozsahu nebo jeho části, potom je přenos zvuku stěnou obklopující vzorek skutečně nepřijatelně vysoký. Zároveň v takovém případě není opět možné srovnání s laboratorními zkouškami.

Ideální okno z pohledu stavební akustiky

Výrobce, zvažující při vývoji nového typu stavební akustiku, pracuje obvykle s následujícími parametry:

- 1) Šířka vzduchové mezery – Pokud konstruujeme jednoduché okno, pak je jeho výplň izolační sklo, obvykle dvojsklo či trojsklo. Menší tloušťky vzduchových mezer používané u izolačních skel (12 mm–16 mm) nejsou z hlediska zvukové izolace vhodné. Za optimální šířku vzduchové mezery se ve stavební akustice považuje interval 50 mm až 200 mm. V oblasti 50 mm až 100 mm roste podle teorie vážená neprůzvučnost o 1 dB s každým přidaným 1 cm vzduchové mezery, nad 100 mm do 200 mm je další nárůst již pozvolnější a na základě osobních zkušeností ho lze odhadnout na 0,5 dB s každým dalším přidaným 1 cm vzduchové mezery. V oblasti nad 200 mm je již další progres natolik nevýrazný, že není praktického rozdílu mezi mezery 30 cm a 40 cm. Z tohoto důvodu jsou v rámci základního požadavku ochrany proti hluku nejvhodnější konstrukcí dvojitá (špaletová) okna, kde je možné docílit mezery mezi okny 10 cm až 20 cm.
- Obr. 2** dokumentuje teoretický příspěvek vzduchové mezery v rozmezí 0 cm až 20 cm u konstrukce tvořené dvěma skly, přičemž každé má tloušťku 4 mm. Na základě výsledků měření v naší laboratoři jsme formulovali empirický vztah (4) pro stanovení neprůzvučnosti v závislosti na vzduchové mezeře v rozmezí 0 mm až 200 mm u konstrukce tvořené dvěma skly každé o tloušťce 4 mm. Prostým dosazením zjistíme, že vzduchová mezera mezi pozicemi zasklení má potenciál zvýšit neprůzvučnost až o 14 dB. Pozornému čtenáři neunikne, že hovoříme o vzduchové mezeře, ačkoliv pro výplně izolačních skel se používají inertní plyny typu argon aj. Vzhledem k téměř identickým objemovým hmotnostem vzduchu a inertních plynů platí rovnice (4) i pro inertní plyny.

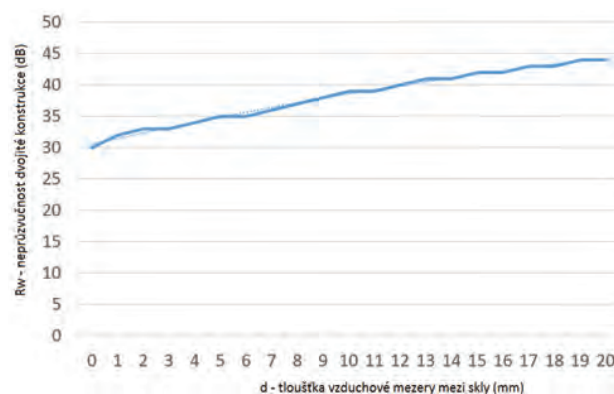
$$R_w \approx -0,0121d^2 + 0,95d + 29,6 \quad (4)$$

kde

d je tloušťka uzavřené vzduchové mezery mezi skly (mm).

V minulosti byl v izolačních sklech využíván též fluorid sírový (hexafluorid síry, někdy označovaný podle vzorce SF₆). Tato látka je velice nepolární a patří k plynům s vysokou hustotou, asi 6krát vyšší, než je hustota vzduchu, zároveň je čirá. Na rozdíl od ostatních fluoridů síry není jedovatá, avšak jde o prokázaný významný skleníkový plyn společně s dalším fluoruhlodíkem a perfluoruhlodíkem, a tak je jeho průmyslové použití velmi omezené.

- 2) Tloušťka skel a vrstvení skel – U jednoduchých konstrukcí, mezi které nesporně patří tabule plaveného skla, platí, že s plošnou hmotností roste zároveň neprůzvučnost. Obecně můžeme podle teorie očekávat nárůst vážené neprůzvučnosti o 6 dB s každým zdvojnásobením plošné hmotnosti resp. tloušťky tabule skla. Při využívání této závislosti rychle narazíme na fyzikální limity, neboť předpokládáme-li u tabule skla o tloušťce 4 mm neprůzvučnost $R_w = 23$ dB, potom $R_w = 47$ dB teoreticky odpovídá tabuli skla tlusté 48 mm! Účinnějším nástrojem je proto použití vrstvených skel, kde dochází ke slepení např. dvou 4mm skel pomocí vložené fólie do vrstveného skla typu 44.1 či 44.2., která mají lepší neprůzvučnost než obyčejná tabule skla 8 mm.



Obr. 2: Příspěvek vzduchové mezery v rozmezí 0 až mm 200 mm u konstrukce tvořené dvěma skly každé o tloušťce 4 mm

- 3) Asymetrie v zasklení – Na první pohled může být málo účinným řešením, ale opak je pravdou, viz **tabulku 2**, ze které je zřejmé, že správným rozložením poměru hmoty v izolačním skle lze dosáhnout zajímavých nárůstů neprůzvučnosti při minimální změně tloušťky zasklení. Izolační trojskla a čtyřskla jsou často chybně považována za správný směr ke zvyšování neprůzvučnosti. Zde je možné konstatovat, že tyto konstrukce nejsou pro dosahování vysokých neprůzvučností perspektivní kvůli výskytu vícenásobných rezonancí ve zvukoizolační oblasti, a tak se svými akustickými vlastnostmi blíží konstrukcím dvojitým, a tak například rozdíl mezi neprůzvučnostmi izolačního dvojskla 4/15/4 a trojskla 4/15/4/15/4 není velký.

Tabulka 2: Neprůzvučnost R_w u asymetrických izolačních dvojskel, výsledky vycházejí z dlouhodobé zkušební laboratoří TZÚS Praha, s.p.

Složení izolačního skla sklo/mezera/sklo (mm)	R_w	Celková tloušťka
4/15/4	32 dB	23 mm
6/15/4	34 dB	25 mm
8/12/5	36 dB	25 mm
10/12/8	37 dB	30 mm
10/15/6	38 dB	31 mm

4) Konstrukce rámu a křídla – Logicky se podílí na neprůzvučnosti okna, zejména u oken s vyšší neprůzvučností (> 38 dB). Nelze očekávat automatickou rovnost mezi neprůzvučností zasklení $R_{w,IGU}$ (dB) a neprůzvučností okna $R_{w,WIN}$ (dB), viz **tabulku 3** a **obr. 3**, závislost je výrazně složitější a může být pouze odhadnuta na základě porovnání realizovaných výsledků měření izolačních skel a oken, viz autorem článku formulovaný empirický vztah s exponenciální závislostí (5). Obecně výhodnější jsou hmotné rámy, což jde zcela proti **základnímu požadavku na ochranu tepla**. Materiálovým ideálem podle stavební akustiky je tedy ocel či hliníkový rám a křídlo s dutinami, jež jsou zcela vyplněny pískem nebo okna z těžkých druhů dřev.

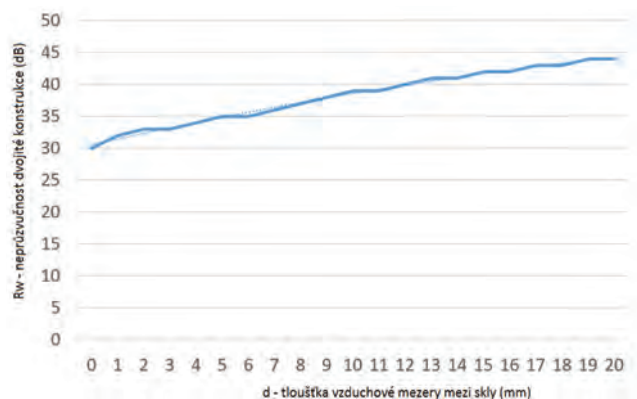
Tabulka 3: Teoretická závislost neprůzvučnosti jednoduchého otvřívavého okna na neprůzvučnosti použitého izolačního skla

Neprůzvučnost izolačního skla $R_{w,IGU}$ (dB)	Neprůzvučnost okna $R_{w,WIN}$ (dB) s konkrétním izolačním sklem
27	30
28	31
29	32
30	33
32	34
34	35
36	36
38	37
40	38
51	46

Poznámka: Tabulka kombinuje závislosti publikované v ČSN EN 14351-1 a poznatky autora článku

$$R_{w,WIN} \approx 19,156 \cdot e^{0,0175 \cdot R_{w,IGU}} \quad (5)$$

kde $R_{w,IGU}$ neprůzvučnost použitého zasklení (dB);



Obr. 3: Závislost neprůzvučnosti $R_{w,WIN}$ (dB) jednoduchého okna s dvojitým těsněním na neprůzvučnosti použitého zasklení $R_{w,IGU}$ (dB) e Eulerovo číslo $e = 2,718$

5) Těsnění funkční spáry – V praxi je řešeno obvykle dvoustupňově pomocí těsnících profilů. Zde je rozpor se **základním požadavkem na hygienu** spočívajícím ve výměně vzduchu při zavřeném okně. Náročnější požadavky na neprůzvučnost oken se proto řeší zatlučenými ventilačními klapkami (štěrbínami) nebo vyloučením otírání oken, kde rám a křídlo splývají v jeden prvek, do něhož se osadí zasklení. Větrání je pak nutno řešit odděleně od okna např. vzduchotechnikou.

6) Těsnění připojovací spáry – Zde je vhodné zapomenout na univerzální výplň ve formě PUR pěny a raději přistoupit k laboratornímu řešení, jež spočívá ve vyplnění spáry těžkou minerální vlnou a v oboustranném překrytí tmelem či maltou.

Naprostě špičkovým oknem – výrobkem pro řešení základního požadavku CPR č. 5 ochrana proti hluku se zdá být dvojitě okno, jež se skládá ze dvou nezávislých jednoduchých oken bez možnosti otírání. Rám každého z těchto oken je ocelový s důsledným vyplněním veškerých vnitřních dutin pískem, izolační skla jsou vrstvená s neprůzvučností deklarovanou výrobcem $R_w = 50$ dB, vnitřní mezera mezi okny je 180 mm až 200 mm. Příznivě se může projevit i zasklení vnějšího a vnitřního okna v navzájem různoběžných rovinách. U popsané okna lze očekávat laboratorní neprůzvučnost R_w až na úrovni 55 dB. Na druhou stranu základní řešení fasádní otvorové výplně spočívá v jednoduchém otvřítelném okně s prostým zasklením tabulí 4 mm, kde není zvláště řešena funkční spára. Tento výrobek se s neprůzvučností R_w (dB) bude pohybovat okolo 23 dB – 25 dB. Rozdíl mezi špičkovým výrobkem a primitivním, v podstatě středověkým oknem je 30 dB, což je škála, ve které se při návrhu akustických vlastností oken pohybujeme. Nechtějme od oken neprůzvučnost 60 dB, fyzikálně to není možné, nechtějme od nich ani 50 dB, ačkoliv se to zdá konstrukčně uskutečnitelné. Zmíněné okno s neprůzvučností 55 dB potlačuje kvůli ochraně proti hluku ostatní základní požadavky, které jsou na něj kladené. Ale hlavně si takové okno nemůžeme otevřít, abychom se na jaře s chutí nadechli čerstvého vzduchu.

Závěr

Všechna okna a vnější dveře označené značkou CE mají zaručený volný pohyb po celé Evropské unii jako zboží a je možné je bez dalších obchodních překážek prodávat na jednotném evropském trhu. Uvádění akustických vlastností není pro obchod nutnou podmínkou, výrobce může akustické vlastnosti označit jako NPD (vlastnost nestanovena). Stejná situace však neplatí při navrhování staveb a zabudování výrobků do staveb. Zde již nejsou předpisy, obvykle stavební zákony a stavební řády, harmonizovány. V každém členském státě EU mohou být řádově odlišné úrovně požadavků na neprůzvučnost zabudovaných otvorových výplní. V našich podmínkách musíme pro návrh oken a vnějších dveří důsledně používat ČSN 73 0532:2010 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a související akustické vlastnosti stavebních výrobků – Požadavky a zejména přílohy normy ČSN EN 14351-1 Okna a dveře – Norma výrobku, funkční vlastnosti – Část 1: Okna a vnější dveře bez vlastností požární odolnosti a/nebo kouřotěsnosti. V požadavkové normě na stavební akustiku nalezne projektant pro konkrétní navrhovanou stavbu kritérium – minimální požadavek na neprůzvučnost okna či dveří, a navrhne pro stavbu vhodnou otvoro-

vou výplň i s ohledem na její akustické vlastnosti. Investor dle návrhu projektanta vybere na trhu okno či dveře se známou laboratorní vzduchovou neprůzvučností, které mají vlastnost ideálně ověřenou v akreditované laboratoři, a kruh se celkem rozumně uzavírá.

Literatura:

- [1] ČSN EN ISO 717-1. *Akustika – Hodnocení zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách – Část 1: Vzduchová neprůzvučnost.*
- [2] ČSN EN 14351-1. *Okna a dveře – Norma výrobku, funkční vlastnosti – Část 1: Okna a vnější dveře bez vlastností požární odolnosti a/nebo kouřotěsnosti.*
- [3] ČSN EN ISO 140-5. *Akustika – Měření zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách – Část 5: Měření vzduchové neprůzvučnosti obvodových pláštů a jejich částí na budovách.*
- [4] ČECHURA, J. *Stavební fyzika 1: Akustika stavebních konstrukcí.* Praha: Nakladatelství ČVUT, 1999. ISBN 80-01-01593-9.
- [5] BERÁNEK, L. *Snižování hluku.* Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1965.



Česká metrologická společnost

Vás zve na

na 18. fórum metrologů

které se koná 15. listopadu 2016 v Praze

NOVINKY V METROLOGICKÉ LEGISLATIVĚ A DOPADY NA PRAXI



Letošní konferenci jsme zaměřili především na **změny právních a technických předpisů**, které jsou připravovány nebo byly přijaty v posledním období, **na řízení kvality měřících procesů** a technickou normu ČSN EN ISO 9001.

Dále budou účastníci konference seznámeni se závěry **15. konference** Mezinárodní organizace pro legální metrologii (OIML) a s **národním metrologickým systémem Slovenské republiky**.

Podrobnosti najdete na webové stránce ČMS: www.csvts.cz/cms

Jménem výboru ČMS Vás srdečně zveme.

HISTORIE STÁTNÍ METROLOGIE V ČESKÝCH ZEMÍCH – (Díl třetí)

Ing. Zdeňka Pohořelá, Ing. Štěpán Mašek

Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví

Zavedení vídeňských měr a vah na celém území Rakouska-Uherska v polovině 18. století podle patentů ze 14. července 1756 a z 1. prosince 1757, v Čechách pak podle patentu z 30. července 1764, ve Slezsku podle patentu z 24. února 1750 (s platností až od 1. ledna 1765) a nařízení z 2. září 1768 a na Moravě podle patentu z 6. února 1758 představovalo základní podmínku pro další reformní kroky říšské vlády. Pokus o sjednocení měr a vah byl tehdy motivován hlavně zájmem státní správy, v té době se ještě neprojevila potřeba ze strany výroby a obchodu. V rámci upřesnění měr a vah v Dolním a Horním Rakousku dochází podle výše zmiňovaných patentů kromě jiného k vyhotovení nového vídeňského sáhu, který měl nahradit požadavkům již neodpovídající sáh, jenž byl umístěn na radnici ve Vídni. Nový etalon, který se stal základem později zpřesněných měr, tvořilo mosazné pravítko na horní straně postříbřené, délky téměř 2,1 m, šířky 10,5 mm a tloušťky 3,33 mm, spojené velkým množstvím kovových spon s pásovým železem postaveným na výšku, jež tvořilo jeho podklad. Uprostřed pravítka byla slabá ryska, na jejíž koncích byly vyznačeny dva body, vzdálenost mezi nimi (rozdělená na 6 stop) představovala délku vídeňského sáhu.

V době vlády Josefa II. (1780-1790), který navazuje na snahy své matky Marie Terezie o zavedení jednotného systému měr a vah, byla metrologie na území Rakouska-Uherska řízena cestou dvorských dekretů, z nichž pro zajímavost uvádíme:

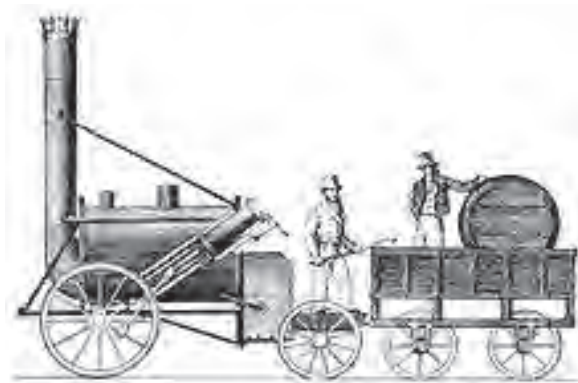
- Dvorský dekret č. 522 z r. 1781 – tímto dekretem Josef II. obnovuje patent z r. 1764, jímž byla zrušena staročeská míra a zavedena rakouská míra. Pro obchodníky z jiných zemí byla tato povinnost změkčena a výjimka jim umožňovala používat i jiné, než rakouské míry avšak jen v případech neveřejného prodeje.
- Dvorský dekret č. 523 z r. 1782 – tento dekret řeší používání délkových měr a nařizuje pod hrozbou sankcí jejich povinné cejchování. Cejch, obsahující císařského orla a rok provedení cejchování se do míry (loket, sáh,...) vypaloval. Sankce byly peněžitého rázu (např. za měření krátkým loktem 10 říšských tolarů). Při udělování pokut se většinou přihlíželo k majetkové situaci provinilce, mnohdy byly sankce prominuty.
- Dvorský dekret č. 529 z r. 1785 – tento dekret činí používání rakouských měr a vah na celém území Rakouska-Uherska závazným. Používání českých délkových a plošných měr, avšak řádně ocejchovaných, připouští pouze v soukromém obchodě (pozn. v případě objemových měr nebyla tato výjimka aplikována).
- Dvorský dekret č. 532 z r. 1787 – tento dekret v rámci **zrušení cimentních** úřadů (zřízených r. 1764) a převodu jejich pravomocí na magistráty nařizuje porovnávání

měr používaných v obchodním styku s etalony magistrátů a jejich „kolkování“ (značení). Pozn. dříve byly tyto míry používané v obchodním styku porovnávány s „normály“ umístěnými na budovách radnic.

- Dvorský dekret č. 533 z r. 1787 - tento dekret přenáší působnost v oblasti metrologie na krajské úřady resp. magistráty a ukládá:
 - magistrátům a vrchnostenským úřadům zajistit dozor nad mírou a vahou;
 - magistrátům, aby si z vlastních prostředků zajistily „dokonalé míry“ (etalony), označily je kolky a zrušily neoznačené míry;
 - každému krajskému městu zavést etalony;
- Dvorský dekret č. 535 z r. 1787 - tento dekret stanoví, aby „primární etalony“ (tzv. „pradědové“) používané dříve cimentními úřady byly uchovávány v krajských městech a v případě, že takový není, pak má být tento doplněn z prostředků města. *Pozn. Tyto etalony byly upraveny a navazovány na hlavní etalon úřadu v Praze.*

Přes četné snahy zavést v Rakousku-Uhersku jednotnou soustavu měr, byla 1. polovina 19. století provázena četnými „metrologickými“ zmatky. V Čechách byly Dolnorakouské míry a váhy zavedeny osmkrát než došlo k jejich prosazení.

Období konce 18. a prakticky celého 19. století je ve světě, zejména v Evropě a později v Americe charakterizováno velkými změnami, historikové mluví o jednom z nejdůležitějších období lidských dějin vůbec. Toto období je nazýváno **průmyslovou revolucí (nebo také stoletím páry)**, kdy postupně dochází k zásadním proměnám života lidské společnosti. Mění se zemědělská výroba, těžba surovin, doprava, dochází k přechodu od manufaktur k tovární sériové výrobě. Uvedené přeměny úzce souvisí s mnoha vědeckými a technickými objevy. Z nejvýznamnějších vynálezů zmíníme alespoň vynález parního stroje (James Watt, 1765), parní lokomotivy, parní lodi, mechanického tkalcovského stroje, telegrafu a žárovky. Probíhající průmyslová revoluce sebou přinášela i zvýšené požadavky na měřidla a měření v kontextu jejich přesnosti a použití.

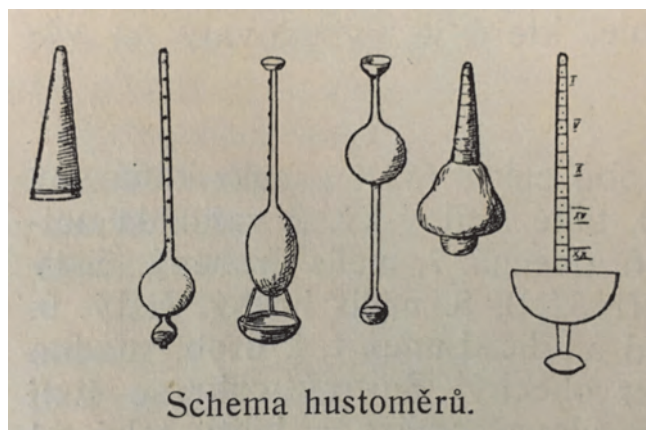


Obr. 1: Parní lokomotiva „Rocket“ (R. Stephenson, 1829)

V návaznosti na výše uvedené vlivy je v roce 1853 provedena reorganizace cejchovní služby a jsou vydány podrobné předpisy k mírám, váhám a jejich cejchování. Dozor nad měrami a váhami je svěřen okresním (státním) úřadům.

Na cimentní patent Marie Terezie (r. 1777) navazují v r. 1866 František Josef zákonem č. 72 „O zřizování cimentních měrníc a vážnic“. Ve státě regulované sféře se kromě délkových a plošných měr poprvé objevují lihoměry.

§1 „Veřejná vážnice a měrnice jest ústav zmocněný od vlády zvláště k tomu, aby odvažoval a odměřoval zboží a vyměřoval lihoměrem kolik stupňů mají pálené tekutiny lihovité; Těž ústav má plné právo vydávati vysvědčení s průvodní mocí listin veřejných o vykonaném odvážení a odměření a to tom, jak vypadla.“ (Tato veřejná listina již měla charakter jakýchsi prvních „ověřovacích“ listů).



Obr. 2: Hustoměry používané ke zjišťování koncentrace lihovin

S cílem dosáhnout co nejvyšší míry správnosti měření a měřidel užívaných ve veřejném obchodě, je legislativně zavedeno nejen prvotní cejchování ale i opětovné v zákonem předepsaných periodách. Úřední cejch má tak úřední platnost po jistou, státem stanovenou dobu a po uplynutí této doby se musí měřidlo znovu přecejchovat, i když nebylo opotřebováno.

Dalším významným milníkem v rozvoji metrologie v Čechách se stal říšský zákon č. 16 z r. 1871. Zákon zavedl

Tab. 1: Převody délkových a plošných měr podle zákona č. 16 z r. 1871

Článek IV.	
Obecný poměr měr a vah nových a starých, co obchodu se týče, takto se ustanovuje:	
1 metr	= 0·5272916 Vídeňského sáhu,
1 "	= 3 stopám 1 palci $11^{1000}/1000$ linie,
1 "	= 1·286077 lokte,
1 kilometr	= 0·131823 rak. míle (poštovské míle),
1 myriametr	= 1·318229 " " "
1 centimetr	= 0·094912 pěstí,
1 sáh Vídeňský	= 1·896484 metru,
1 stopa	= 0·316081 " "
1 loket	= 0·777558 " "
1 rak. (poštovská) míle	= 7·585936 kilometru,
1 "	= 0·7585936 myriametru,
1 pěst	= 10·53602 centimetru.
Plocho míry.	
1 □ metr	= 0·278036 □ sáhu,
1 "	= 10·00931 □ stopy,
1 ar	= 27·80364 □ sáhu,
1 hektar	= 1·737727 rak. jitra,
1 □ myriametr	= 1·737727 " □ mile,

jednotky metr, kilogram, litr, jejich díly a násobky a ustanovil povinnost jejich používání s účinností od 1. ledna 1876. Vzhledem k tomu, že se bývalé Rakousko-Uhersko skládalo z řady samostatných království a zemí, zastoupených v Říšské radě, nebyl přechod na nové jednotky jednoduchý.

Zákon řešil vedle základních jednotek i primární etalony (zde nazývané prvotní míry). Zde je citace článku II:

„Prvotní měrou jest hůlka skleněná, kteráž se nachází u c.k. vlády, a kteráž měřena jsouc v ose svých konců sférických, při teplotě jihnoucího sněhu nalezena jest rovna 999·99764 mm „Metru prototypního“, chovaného ve francouzském státním archivě v Paříži.“

„Prvotní vahou jest kilogram z křišťálu hlaceného, nacházející se u c.k. vlády, kterýž v prostore vzduchoprázdne nalezen jest roven 999997·8 miligramu „Kilogramu prototypního“, chovaného ve francouzském státním archivě v Paříži.“



Obr. 3: Kilogram prototypní

Poměr vídeňského sáhu a metru nalezneme v článku IV zákona, kde byl jako základní uveden vztah 1 metr = 0,5272916 sáhu = 3 stopy 1 palec 11580/1000 čárky vídeňské. Délka sáhu v metrické míře je sekundárně odvozena z převrácené hodnoty tohoto poměru, tedy 1,896483843095... metru a byla v zákoně korektně zaokrouhlena na 1,896484 metru.

Tím se až do třetí čtvrtiny 19. století oddálilo vymezení poměru vídeňského sáhu a metru - definitivně byl upřesněn až zákonem z roku 1871.

Zákon vymezuje použití etalonů a měřidel, která podléhají povinnému cejchování (používaná v obchodním styku, která bychom dnes označili za „stanovená měřidla“), jejich periodické cejchování a značení. Vedle toho zákon dále obsahuje status a působnost cejchovních úřadů, jejich ředitelů a úředníků.

Zákonem č. 16/1871 byly mimo jiné opětovně zřízeny okresní cimentní úřady (*Ziementierungsämter*), které u nás přetrvaly až do doby vytvoření systému krajů.

V roce 1874 bylo v Říšské radě zastoupeno celkem 10 útvarů s celkem 375 cejchovními úřady:

Tab. 2: Přehled cimentních úřadů v zemích Rakouska-Uherska

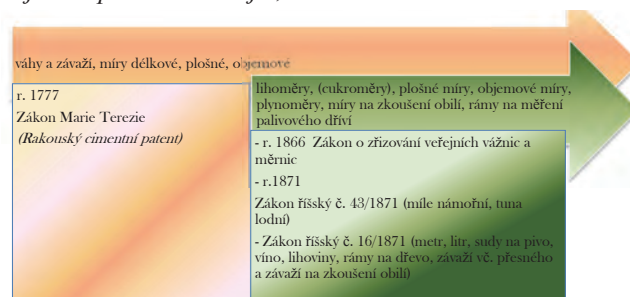
Útvar zastoupený v Říšské radě	Správní středisko	Počet cejchovních úřadů
Dolní Rakousko	Vídeň	44
Horní Rakousko	Linec	33
Štýrsko, Korutany	Štýrský Hradec	44
Pobřeží, Kraňsko	Terst	27
Dalmácie	Záhřeb (Zara)	15
Tyrolsko, Vorarlbersko	Innsbruck	39
Čechy	Praha	88
Morava, Slezsko	Brno	44
Galizie	Lemberg	34
Bukovina	Černovice	7

Dalším důležitým předpisem, který doplňuje zákon č. 16/1871 je nařízení ministra obchodu ze dne 19. prosince 1872, jímž je vyhlášen „**Cimentní řád**“. Tento platil od 1. ledna 1876. Cimentní řád detailně rozpracovává ustanovení zákona č. 16/1871, zejména druhy měřidel, jež se povinně cejchovala, jejich označování (kolkování), požadavky na materiál, konstrukci a přesnost. Vedle již tradičně zavedených měřidel délky, plochy, hmotnosti a objemu se v tomto nařízení objevují cukroměry, lihoměry, plynoměry, míry na zkoušení obilí a rámy na měření palivového dříví. Nařízení dělí měřidla na „**cimentované míry**“ neboli „**cimenty**“ (dnes stanovená měřidla) a „**normály**“ (dnes etalony), které jsou dále rozděleny na hlavní, kontrolní a „ku potřebě obyčejné“. Jsou stanoveny podmínky na jejich návaznost a další požadavky na ně kladené. Všechny tyto požadavky jsou velmi podrobně popsány včetně metod

zkoušení nebo vybavení vlastního pracoviště - cimentovny. Pro představu uvádíme požadavky na etalonové váhy:

„§70 Jaké váhy mají mítí orgánové dohlédací

Orgánové k cimentovným dohlédajícím mají mítí pro porovnávání normálů kontrolních s hlavními normály patero vah, které tolik unesou, jakž uvedeno v §69, které však jsou nejméně pětkrát citlivější, nežli tam ustanoveno“.



Obr. 4: Graf vývoje regulace měřidel státem

Nařízení dále obsahuje poplatky za provedení cejchování, včetně potvrzení o jeho provedení.

Tyto dva předpisy – zákon č. 16/1871 a nařízení ministra obchodu č. 171/1872 poprvé komplexněji upravují dohled nad správným měřením a měřidly v celém Rakousku-Uhersku. V zákoně č. 16/1871 uvedené metrické míry a váhy předběhly pozdější přijetí metrické konvence. Ale o tom zase 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] Paměti a doklady o staročeských mírách a váhách, August Sedláček (1923)
- [4] Vídeňský sáh ve službách armády, Dr. Ladislav Jangl (Vojenský geografický obzor, 2003)



ZAJÍMAVÁ VÝSTAVA

Ing. František Jelínek, CSc.

V souvislosti s článkem o historii metrologie v tomto čísle časopisu je třeba upozornit na výstavu „Míry, váhy, závaží na zámku vám ukáží“, která je věnována vývoji měř a vah s důrazem na zavedení metrické soustavy.

Výstava je uspořádána v prostorách zámku Ostrov – Veltrusy, zahájena byla v lednu 2016 a předpokládá se, že bude otevřena dlouhodobě, do konce roku 2018. Prezentované informace jsou určeny široké veřejnosti, ale výstava je tak dobře uspořádána, že je zajímavá i pro profesionální metrology. Vystavené artefakty pocházejí ze soukromé sbírky a z několika muzeí, orientovaných především na zemědělství a lesní hospodářství. Výstava představuje průřez historií měř a vah na území českých zemí v kontextu vývoje Habsburské monarchie.



Kladem výstavy je především uspořádání podle oblastí měření – namátkou uvedeme lesní hospodářství (prodej

dřeva a odpovídající míry a měřidla), textilní výrobu (víte, že motovidlo bylo i prostředkem měření?), obilnářství, živočišnou výrobu (mléko, maso), ale i měření stavebních materiálů. Nechybí ani část věnovaná využití měr a vah na veltruském hospodářství hraběcí rodiny Chotků, dokumentující důležitost měření v denním životě. Tím působí výstava velmi přesvědčivě až živě, i když jde o historii.

Vystavené artefakty doplňují i pěkně uspořádané texty. Bohužel z nich nelze pro nedostatek prostoru uvést více, než krátký výňatek:

Měření na veltruském panství a chotkovském velkostatku

Až do zrušení poddanství a vrchnostenských úřadů v roce 1848 se úředně měřilo při správě panství. Šlo zejména o měření pozemků, vyměřování hranic panství a měření odvodů naturální renty, často odváděné např. v obilí. Jelikož úřad zajišťoval i odvody na vojnu, byla zde i míra, kterou se měřili rekruti (odvedenci). Ještě inventář z roku 1911 uvádí v kanceláři uloženou „míru rekrutní“, i když se v té době přes půl století nepoužívala.

Stavební práce: Měřilo se množství materiálu i jeho velikost. Rozpočet na zámeckou ananasovnu z roku 1874 uvádí: „Předběžný cenový rozpočet. 14-15 sáhů kamene, 7500 cihel, 50 měřic zednického vápna, 50 fůr písku, kamené desky. Tesařský materiál: 8 sáhů 7/8 palců silného dříví; 16 sáhů 6/7 palců silného dříví; 21 sáhů 4/6 palců silného dříví....“

Návštěvníka výstavy určitě zaujme i prostředí - Státní zámek Ostrov – Veltrusy a okolní park. Jeho historie sahá do roku 1704, kdy se Václav Antonín Chotek rozhodl v těchto místech postavit lovecký zámek, který se postupem času rozrostl do dnešní podoby. K této vrcholně barokní budově od architekta Giovanni Battisty Alliprandiho přiléhá čestný dvůr uzavřený alegorickými sochami čtyř ročních dob a dvaadvacet měsíců z dílny Matyáše Bernarda Brauna.



Vystavené exponáty: Ing. Petr Cikrle, Ph.D., soukromý sběratel, Prácheňské muzeum v Písku, Národní zemědělské muzeum Kačina, Národní zemědělské muzeum Ohrada, Muzeum města Brna. Texty poskytl ThDr. Jakub Jukl, Th.D.



32. ZASEDÁNÍ VÝBORU WELMEC

Ing. Zbyněk Veselák

Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví



Tento článek přináší informaci z pravidelného ročního zasedání Výboru WELMEC, které letos zavítalo na sever do Finska, kde se ve dnech 11. až 13. května sešli v kongresovém centru Finlandia Hall v Helsinkách zástupci členských států. V rámci zasedání došlo mimo program k rozšíření počtu přidružených členů, a to o Kosovo, které bylo na jednání pozváno jako host a jež bylo v průběhu jednání potvrzeno jako nový přidružený člen WELMEC. Pořadatelem letošního zasedání byla organizace TUKES, což je finská agentura prosazující a dozorující technickou (a chemickou) bezpečnost a shodu výrobků.

Přítomnost vedoucích pracovních skupin WELMEC na zasedání Výboru byla využita již dne 10. května, kdy se uskutečnilo jednání s předsedkyní WELMEC, které bylo zaměřeno mj. na otázky k zavedení tzv. informativních dokumentů, které by měly být vedle návodových dokumentů (dále Guide) další formou výstupu práce pracovních skupin (dále WG). Informativní dokumenty jsou

dokumenty, které nemají charakter doporučených postupů. Obsahují údaje ryze informativního charakteru, které jsou validovány jednotlivými státy (např. údaje o národních měnách používaných u vah, apod.). Proto by tyto dokumenty nepodléhaly schvalování při jednání Výboru WELMEC, ale byly by pouze elektronicky rozeslány členům WELMEC s možností se k nim vyjádřit (nebo validovat – viz výše). Předpokládaná doba pro vyjádření by byla 4 týdny, poté by byl dokument zveřejněn na webových stránkách WELMEC. U dokumentů typu Guide se předpokládá zachování stávajícího postupu schvalování, nově by u nich při zveřejnění na webu WELMEC měla být informace o tom, zda jde o dokument doporučený Evropskou komisí (dále EK) a zda jde o odkazovaný (v Úředním věstníku EU) dokument. Později pak bylo při jednání Výboru WELMEC doporučeno, aby se o charakteru dokumentu (zda jde o informativní nebo návodový) a prvním návrhu (verzi) dokumentu hlasovalo na Výboru WELMEC. K prvnímu hlasování o dokumentech by mělo dojít na jednání Výboru WELMEC v roce 2017.

Stěžejními body programu zasedání Výboru byla vystoupení vedoucích WG. V následujících řádcích jsou proto shrnuty nejdůležitější informace, které z úst vedoucích WG zazněly. Skupina **WG 2** se zabývala především nově navrho-

vanou strukturou návodů a souvisejícím rozdělením práce do podskupin, dále přizpůsobením dokumentů novým směrnici MID a NAWID a technickými oblastmi (modulárním přístupem) AWI a NAWI. WG 2 zvolila nového zástupce vedoucího pracovní skupiny WG 2, kterým se stal dosavadní sekretář WG 2 – Michael Denzel (GE, PTB). Nové pracovní podskupiny jsou: WG 2-21 (POS), WG 2-22 (snímače), WG 2-34 (technická implementace), WG 2-35 (NAWI/AWI, společné aplikace) a WG 2-36 (indikátory). Výstupem práce WG 2 mají být dokumenty ve struktuře: 2.10 (interpretace směrnic obecně), 2.11 (technická implementace) a řada modulárních technických návodů. Při tvorbě dokumentů budou zohledněny: Guide 8.8 (modulární přístup), nový Blue Guide (2016) a harmonizovaná norma EN 45501:2015. WG 2 probírala využitelnost a potřebu TAA (Type Approval Agreement) pro některé typy vah (např. dynamic axle weighers). Diskuse pak byla k otázce SW požadavků na NAWI a AWI. Přestože jsou požadavky na SW ve směrnici MID a NAWID popsány jinak (de jure rozdílně), výklad EK je, že požadavky nejsou odlišné (jsou de facto stejné), a proto by měly být chápány stejně. Vedoucí WG 2, Paul Dixon, na závěr oznámil, že přijal nabídku na dočasnou pozici v BIML (do konce roku 2017), práci WG 2 tedy bude řídit jeho nově zvolený zástupce. Vedoucí nejmladší skupiny **WG 12** avizoval rozeslání dotazníku (cestou sekretariátu WELMEC) s cílem shromáždit informace o národních specifikách v systémech taxametru. Pracovní skupině bylo doporučeno do plánu činnosti zařadit zjišťování podvodů (ale pouze podložených případů) a revizi korespondenčních tabulek. WG 12 také bude sledovat vývoj využitelnosti GPS (technické i právní aspekty využití satelitních navigací v budoucích taxametrech/systémech taxametru včetně akceptovatelnosti ve vztahu k MID). Výbor WELMEC předběžně schválil návodový dokument Guide 12.1 s podmínkou, že o něm (po úpravě – vyjmutí čl. 1.8), bude elektronicky hlasováno v rámci WG. Skupina **WG 10** se v poslední době zabývala modulárním přístupem aplikovaným u měřidel v gesci skupiny (měřidla průtoku kapalin jiných než voda). Modulární přístup je vcelku dobře popsán dokumentem OIML R 117-2, pouze u snímačů (measuring sensors) a SSD (presetting devices) je nutné postupy dopřesnit. Dopad nového legislativního rámce = NLF (tzn. nové směrnice MID) byl hodnocen jako nevýznamný, protože většina změn má horizontální dopad a je řešen WG 8. Nově diskutovanou položkou pracovního programu jsou elektronické účtenky (E-tickets), zahrnující přímý prodej veřejnosti. Problémem se může stát skutečnost, že při použití platby/vyúčtování prostřednictvím mobilní aplikace není tištěna účtenka a údaj o transakci je pouze uchovávan v paměti (sice je možné údaj vyvolat, ale zákazník doklad o platbě - fyzický - v okamžiku transakce nemá). Vedoucí WG 10 dále upozornil na potřebu školení některých členů WG, kteří nemají potřebné znalosti z oblasti IT. V této věci by mohla pomoci WG 7, ale jen pro vyšší (dvě) úrovně znalostí (ne základní úroveň, kterou si musí zabezpečit zaměstnavatel sám). Také WG 10 připravuje přehled srovnání specifických národních požadavků v jednotlivých člen-

ských státech. Po jeho konečném zpracování bude tento přehled zaslán průřezové skupině WG 8. **WG 8** pokrývá druhy měřidel, na které se vztahují harmonizační směrnice EU a které nejsou řešeny v působnosti jiných WG. V rámci WG jsou ustanoveny 2 podskupiny, z nichž je jen jedna aktivní (odměrné nádoby). Druhá, pro kontrolu SW, aktivní není – problematika SW byla přesunuta do WG 7. Vedle toho pracují malé ediční skupiny na revizi návodů 8.0 až 8.7, která plyne z NLF. Prioritu 1 mají návody 8.5 a 8.7, prioritu 2 mají 8.3, 8.4, 8.8 a 8.21. Skupina dále diskutuje problematiku možné modifikace MID ohledně měřidel délky, přístup k certifikátům a řadu otázek od WG 2, které jsou řešeny horizontálně. Otázka k označování měřidel doplňkovým označením, na které se vztahuje více směrnic, byla odsunuta a čeká se na výstup z diskuse v rámci WG 5. Skupina **WG 5** organizovala v letošním roce seminář, ze kterého vyplynuly otázky: jak využívat Guide 7.2, jak identifikovat SW, nahrávání SW, jaké zkoušky provádějí notifikované osoby při validaci SW a jaká je ochrana proti úmyslným změnám/zásahům. Ve všech případech se jedná o oblast IT/SW, proto i WG 5 byla jedním z žadatelů na školení zajišťovaných WG 7. Dalším projednávaným tématem bylo využívání informačního portálu ICSMS i pro účely hodnocení rizik, které však závisí na spolupráci s EK. Společný evropský projekt dozoru nad trhem (2014-2015), který probíhal s podporou grantu EK u měřidel tepla a elektroměrů, byl projednáván na listopadovém jednání. Finální zpráva by měla být k dispozici i na webu WELMEC (až bude uvolněna EK). V současnosti je vyhodnocován projekt společného dozoru u NAWI, na který grant nebyl poskytnut, ale přesto probíhal v některých zemích, financován z národních zdrojů. Výsledky byly předvedeny na listopadovém jednání WG 5 v Praze. Finální zpráva byla prezentována na jednání WG 5/ADCO MI v dubnu 2016 ve Stockholmu. Návodový dokument ke společným projektům by měl být umístěn v CIRCA BC. ADCO bude iniciovat další projekty „EU“ dozoru (např. internetového prodeje, tzv. e-commerce). Po loňském schválení návodu Guide 7.2 (6. vydání) a únorovém odsouhlasení na jednání pracovní skupiny EK pro měřidla (jako doporučený dokument) je v pracovní skupině **WG 7** nadále prováděna výměna zkušeností z používání SW v měřidlech. Některé aspekty, projednávané v rámci WG, budou vzaty v úvahu při revizi Guide 7.2, který zůstává „živým“ dokumentem. WG 7 plánuje zorganizovat seminář pro notifikované osoby a dozorové orgány, případně pro sdružení výrobců. K sestavení programu má sloužit dotazník (ten měl být rozeslán v červnu 2016 s termínem pro zaslání odpovědí do konce listopadu 2016), podle kterého by měly být identifikovány nejčastější problémy, se kterými se notifikované subjekty a dozorové orgány setkávají. V rámci WG 7 pracují tři podskupiny. Jedna se zabývá hodnocením rizik (Risk Assessment), přitom využívá dílčích výstupů z projektu EMPIR, zaměřeného na SW. Druhá skupina se zabývá novými technologiemi (New Technologies), kdy je současně analyzováno, co je akceptovatelné pro legální metrologii (kritériem jsou základní požadavky směrnic). Třetí skupina – mezisektorová (Soft-

ware matters in NAWI) převzala od WG 2 softwarové záležitosti NAWI, které budou nyní řešeny ve WG 7. Specifické přílohy dokumentu Guide 7. 2 zpracovává také skupina **WG 11**, která dále průběžně doplňuje návod Guide 11.1 (6. vydání, tento návod je tzv. „living“ Guide pro aplikace v působnosti WG 11) a připravuje návod Guide 11.6 (elektronické převodníky objemu - EVCD). Vydání dokumentu Guide 11.1 je plánováno jako pravidelná revize na rok 2017. K prioritním úkolům plánu činnosti WG 11 patří návrh zkoušek pro skokové změny průtoku u vodoměrů, který reaguje na výsledky experimentů, provedených v předchozích letech v ČMI. Zjištění experimentů (dodržení největší dovolené chyby vodoměrů při skokových změnách průtoku) vedla v roce 2015 k podání formální námítky ČR vůči harmonizované normě. Námítkou se nyní zabývá jak EK, tak evropské normalizační organizace (CEN/CENELEC). Poslední prezentovanou skupinou byla **WG 6**, jejíž plán činnosti skupiny nyní závisí mj. na výsledcích přezkoumávání směrnic EK k hotově balenému zboží (dále HBZ). Informativní dokument Přehled dopadů FIR (Food Information Regulation, 1169/2011) na HBZ (směrnice 76/211/EEC), který měla za úkol skupina zpracovat (viz rezoluce ze zasedání Výboru WELMEC v r. 2014), byl finalizován se zahrnutím připomínek EK a CECIP. V rámci WG 6 byl odsouhlasen dokument Návod na balení netekutých výrobků podle objemu. Výbor WELMEC však vrátil dokument k dopracování. V plánu je dokončení dokumentu k zajištění shody importovaného HBZ.

Z dalších prezentujících je možné zmínit končícího místopředsedu WELMEC Tuomo Valkeapää, který vystoupil

s referátem o aktivitách asociace sdružující evropské národní akreditační orgány (EA), zejména pak o práci horizontálního výboru EA. Upozornil na dokument EA 2-17, který byl po vydání Blue Guide 2014 sice publikován, ale pouze jako informativní (původně byl tento dokument prezentován jako povinný pro akreditační proces). Je zřejmé, že EA musí upravit své dokumenty tak, aby nebyly v rozporu s Blue Guide ani s jinými (EU) uznanými dokumenty (např. WELMEC Guides). Zástupce sdružení notifikovaných osob v oblasti metrologie (NoBoMet), C. Oosterman, připomenul 5 let existence a činnosti tohoto sdružení, ve kterém působí již 138 notifikovaných osob (NB) ke směrnici MID a 146 NB ke směrnici NAWID. Mezi členy NoBoMet je zájem účastnit se porovnání zkoušek, které by organizoval přímo NoBoMet. Jako pilotní projekt se plánuje porovnání zkoušek plynoměrů. Stejně jako WELMEC, i sdružení NoBoMet diskutuje řadu otázek technického a procesního charakteru souvisejících s novými směrnici a normami.

Závěrečný den jednání byl zaměřen na zprávy sekretariátu WELMEC a na zprávy související s chodem a organizací WELMEC. Pro přehlednější informace o samotném WELMEC byl projednán a schválen návrh uceleného dokumentu WELMEC 1 (2016), který by shrnoval fakta o strategii, výboru, pracovních skupinách, vztahu k jiným organizacím, o publikacích a memorandu o porozumění (MoU).

V závěru jednání vyzvala předsedkyně WELMEC, které končí mandát, členy, aby zvážili nominace na nového předsedu který bude volen na zasedání Výboru WELMEC v roce 2017, kde již bude na pozici místopředsedy nově zvolená Ulrike Fuchs (BEV, Rakousko).



KONFERENCE MILESTONES IN METROLOGY 2016

Ing. Zbyněk Veselák

Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví



S tříletou periodou pořádá holandská skupina NMI Certin, která se zabývá zkušební a certifikační činností, mezinárodní setkání odborníků v oblasti metrologie, nesoucí název Milestones in Metrology. V letošním roce se konalo již páté takové setkání, na kterém se sešli zástupci výrobců, uživatelů, poskytovatelů služeb, národních metrologických institutů, notifikovaných osob, akademické obce a národních i mezinárodních orgánů a organizací, sice převážně z Holandska, ale také z Ruska, Austrálie, USA, Číny a Libye. Konference probíhala v Amsterdamu ve dnech 25. až 27. května 2016 v prostorách architektonicky zajímavého objektu – filmového muzea EYE (**obr.**).

Program byl přizpůsoben zaměření jednotlivých odborníků a byl rozdělen do paralelně probíhajících tří sekcí: Weighing, Utility a Oil&Gas (původně plánovaná čtvrtá sekce Mobility byla přesunuta na samostatné jednání, které se ko-

nalo v rámci GPEC 2016 ve dnech 7. až 9. června v Lipsku). Jednání v sekcích Weighing (vážení, hmotnost) a Oil&Gas (průtok) se účastnili zástupci ČMI, sekci Utility (komunální měřidla: vodoměry, elektroměry, plynoměry a měřidla tepelné energie) sledoval autor tohoto článku.



Cílem konference byla především výměna zkušeností a názorů odborníků přímo zapojených do jednotlivých oblastí metrologie, a to od výrobců až po regulátory, resp. orgány legální metrologie. Nově byli pozváni také zástupci uživatelů a poskytovatelů služeb, kteří mají jednak své požadavky a představy na fungování měřidel nebo celých systémů a dále mají již první zkušenosti s novými technologiemi, které výrobci uvádějí na trh v rámci plánů pro energetickou dostatečnost a efektivitu. Stále zřetelněji se totiž jeví potřeba komunikace mezi výrobcí, kteří potřebují snadněji uplatňovat své produkty na světovém trhu a přitom jsou pod tlakem inovací a konkurence, mezi koncovými uživateli, kteří svými specifickými požadavky a dobrými zkušenostmi určují úspěšnost prodeje, mezi regulátory a dozorovými orgány, kteří by měli z požadavků uživatelů a ochrany veřejných zájmů vycházet a mezi notifikovanými subjekty a zkušebními laboratořemi, které odpovídají za prověření vlastností výrobků a shodu s technickými normativními dokumenty. Ve společné části konference tak např. u kulatého stolu vystoupili předsedkyně WELMEC Anneke van Spronssen a ředitel BIML Stephen Patoray, oba k tématu legální metrologie a její nejbližší budoucnosti. V případě WELMEC se např. jednalo o plánovanou úpravu všech relevantních návodových dokumentů, kterých se dotýká účinnost nových směrnic MID a NAWID, v případě BIML o uvedení revidovaného certifikačního systému OIML do praxe. Oba zástupce organizací legální metrologie doplnil zástupce Evropské komise pan Hanekuyk, který se zamýšlel nad budoucí mírou harmonizace, jenž by se dle jeho názoru neměla navyšovat. Velmi zajímavým bylo vystoupení prvního holandského kosmonauta André Kuiperse, který mj. ukázal praktické využití měření v kosmickém programu. Tématem společné interaktivní části byl i program pozitivního přístupu k řešení problémů (tzv. Flip Thinking), který je velmi dobře aplikovatelný i v oblastech metrologie a jejího vývoje (jak na straně výrobců, tak na straně regulátorů).

Následující rešerše jsou z přednášek, které byly na programu v sekci Utility. Henri Schouten z NMi Certin zahájil prezentaci na téma **současná tvorba norem pro oblast komunálních měřidel**. K měřidlu (např. elektroměru) se dnes vztahuje celá řada norem, které řeší: vlastní návrh/provedení měřicích funkcí měřidla (IEC 62052/62053, EN 50470, OIML R 46), požadavky na další (doplňkové) funkce, SW (WELMEC 7.2), spolehlivost (IEC 62059-41, IEC 62059-31-1), komunikaci (DLMS/COSEM, IEC 62056 ad.), životnost (IEC 62059-32-1), elektrickou bezpečnost (IEC 62052-31), EMC odolnost (TR 50579, IEC 61000-4-19), soukromí & bezpečnost, slučitelnost ad. Charakteristickými prvky přitom jsou: rychlý vývoj a změny v technologiích i v normách, neúspěšnost řešení kvůli časovému tlaku (např. plánům na zavedení inteligentních měření v jednotlivých státech), nedořešení některých zabezpečení funkcí (např. aktualizace firmwaru), nutnost prověřovat slučitelnost všech součástí systémů měření a komunikace v rámci inteligentních sítí, která se v praxi ukázala jako ne samozřejmá.

Rozvoj v komunikacích, resp. v normativních dokumentech, které se ke komunikaci vztahují, prezentoval Teus de Zwart (Arcadis). Zmínil rovněž možnost variabilně nakonfigurovat požadavky/funkcionality dle referenčních architektur (např. IEC 62357) ad. norem, které jsou v jednotlivých skupinách (tzv. rodinách norem). Užitečné odkazy na klíčové normy jsou:

[http://www.iec.ch/smartgrid/standards/;](http://www.iec.ch/smartgrid/standards/)

[http://smartgridstandardsmap.com/;](http://smartgridstandardsmap.com/)

<http://www.cencenelec.eu/standards/Sectors/SustainableEnergy/SmartGrids/Pages/default.aspx;>

<http://www.nist.gov/el/smartgrid-100114.cfm;>

[http://www.gridwiseac.org/about/imm.aspx.](http://www.gridwiseac.org/about/imm.aspx)

Přeshraniční projekty **dozoru nad trhem** v oblasti (komunálních) měřidel, konkrétně společný projekt předložený WG 5 WELMEC, který byl odsouhlasen a dotován EU a byl proveden v letech 2014-2015 u elektroměrů a měřidel tepla, přiblížil Jorge Inesta Burgos (Energia y Minas). Jednalo se o první společnou dozorovou akci v oblasti měřidel na trhu EU, proto musely být nejdříve vytvořeny metodiky jejího provádění a vyhodnocování. Pro provedení společné dozorové akce je nezbytné aktivní zapojení minimálně deseti členských států. Výsledky prokázaly, že dozor v prostředí volného pohybu zboží je nutný, zvláště pokud se jedná o ochranu společného evropského trhu. Neuspokojivé výsledky byly zejména u měřidel tepla, kde bylo dokonce u dvou typů přistoupeno ke stažení z trhu a z oběhu.

Moritz Mattmann (Sensirion) se ve své prezentaci „Od senzorů k **mikroteplotním snímačům** pro měření plynu“ zabýval novou generací konstrukčních řešení plynoměrů, která zvyšuje spolehlivost, rozšiřuje použitelnost a zvyšuje efektivitu výroby. Jde o princip měření využitelný např. u analytických přístrojů, v automobilovém průmyslu, ve zdravotnictví nebo právě při měření spotřeby plynu, ve kterém se využívá nezávislosti na externím měření tlaku a teploty (jde o technologii, která nepotřebuje tlakový ani teplotní snímač). V budoucnu je možné rozšíření použití v domácnostech (podružné měření přímo u jednotlivých spotřebičů), měření vlastností zemního plynu v systému dodávek koncovým uživatelům (s možností připojení komunikačních modulů) nebo přímé měření (tepelné) energie plynoměrem.

Dalšího výrobce, tentokrát **inteligentních vodoměrů**, zastupoval Tom Mills (Sensus), který ukázal na nový vývoj vodoměrů zapojitelných v inteligentních sítích, mj. ve vztahu na celosvětovou strategii vedoucí k udržitelnosti zásob vody. Zavedením inteligentních systémů dodávek vody lze např. ušetřit na technických ztrátách (únicích vody) a nákladech na řízení tlakových poměrů v sítích, na sledování kvality vody, na údržbě a logistice provozu sítí.

Zajímavé, převážně technické aspekty většího **nasazení komunálních měřidel** v Holandsku přednesl Ton Brugmans (Stedin). Jednalo se o **praktické zkušenosti** dodavatele/provozovatele inteligentních sítí. V Holandsku lze mj. odmítnout instalaci inteligentního měřidla a to v důsledku odporu spotřebitelských sdružení na ochranu soukromí, kterým judikatura uznala jejich práva. Navzdory pokrokům v posled-

ních letech stále přetrvává nutnost provádění zkoušek a kontrol jak jednotlivých komponentů, tak celých zapojených systémů poskytovatelem služeb. Problémy byly zaznamenány nejen s dodavatelským řetězcem komponentů, ale i se spolehlivostí přenosu dat. Proto je důležité provádět analýzu rizik a např. aktivně závady předpovídat (dříve než budou mít lavinový efekt).

Ve své první prezentaci „**Interoperabilita zákaznického rozhraní**“ se Willem Strabbing (ESMIG) zabýval problémem interoperability komunikace a přenosu dat. Popsal deset základních požadavků na funkce (doporučení Evropské komise 2012/148/EU k zavádění inteligentních měřicích systémů) a ukázal výsledek průzkumu v 17 zemích EU, ve kterých již byly formulovány požadavky na vybavenost měřidel dalšími funkcemi (mimo měřicí) a ve kterých se plánuje nebo již realizuje zavádění inteligentních měřicích systémů. Výsledek ukázal, že ve většině států nebyly uplatněny další národní požadavky, které by znemožnily funkční propojitelnost měřidel, resp. komunikačních a dalších zobrazovacích zařízení. Nicméně poukázal na fakt, že zkoušky měřidel (případně dalších prvků sítě) se dělají v laboratorních podmínkách a nemohou zcela zaručit jejich interoperabilitu po reálném propojení (nasazení do sítě). Tyto zkoušky/kontrolu si musí provést každý, kdo síť/systémy zavádí.

Otázce **celkových nákladů na inteligentní měřicí systémy** (pořizovací + provozní) se věnoval Risto Airaksinen (Landis+Gyr). Na konkrétních případech ukázal, že kalkulace zákazníků kteří poptávají instalaci a údržbu inteligentních sítí, tj. samospráv, měst apod., počítá s kratší dobou životnosti měřidel – dnes typicky již pouze 10-15-20 let.

Dobrovolnou **platformu** pro výměnu **informací o zabezpečení** soukromí a integrity dat (EE-ISAC) předvedl Johan Rambli (Alliander), který vysvětlil, jak roste význam analýzy hrozeb, mj. na základě vyskytujících se útoků na bezpečnost inteligentních měřicích systémů, které mohou být zaměřeny nejen na jednotlivce, ale i na celou síť a její ochromení. V lepším případě jde „jen“ o ohrožení přenosu dat a informací, v horším případě, jsou-li v síti aktivní prvky pro ovládání např. dodávek plynu, může jít o ohrožení dodávek energií se všemi z toho plynoucími důsledky.

Otázkami zajištění **soukromí a bezpečnosti** při zavádění inteligentního měření se také zabýval ve svém druhém vystoupení Willem Strabbing. Soukromí a bezpečnost je předmětem činnosti několika evropských aktivit: Smart Grid Task Force, Smart Meters Coordination Group a ESMIG. V letech 2013 – 2015 se nashromáždilo od několika členských států EU celkem 300 požadavků vztahujících se k infrastruktuře (technické požadavky) a 425 požadavků týkajících se organizace (funkční požadavky). V roce 2016 by měly být oficiálně zveřejněny minimální požadavky na bezpečnost a zahájeny projekty k zabezpečení toku dat a k formulaci/specifikaci požadavků na funkční propojitelnost prvků systémů inteligentních měření.

Internet věcí ve vztahu k nasazení komunálních měřidel byl tématem přednášky profesora amsterdamské

univerzity Roberta Meijera (TNO, holandská organizace pro aplikovaný vědecký výzkum). Šlo o jiný pohled na inteligentní měřidla, a to pohled uživatele, kterého technické řešení vůbec nezajímá. Uživatele zajímá především to, zda používání měřidla nijak neomezuje jeho práva (včetně případného nesprávného měření, zneužívání soukromých dat). Poukázal na měnící se podstatu věcí, např. kdysi klasický automobil (čistě mechanická hmotná věc) se dnes mění na SW platformu (programově řízené, i na dálku, podsystémy).

O zkušenosti z **fungování inteligentních měřidel** se podělil Davy Michiels (zástupce Eandis Belgium, poskytovatele služeb pro 234 samospráv s 1,7 mil. odběrných míst zemního plynu a 2,6 mil. odběrných míst elektrické energie). Projekt zavádění inteligentních měřicích systémů zahájili v roce 2009 studii energetické efektivity a zkouškami technologií 4,7 tis. měřidel. Od roku 2011 do roku 2016 provádí pilotní projekt se zapojením 50 tis. měřidel, po kterém by mělo následovat hromadné zavádění měřidel a celých systémů. Dosavadní zkušenosti mj. hovoří o nutnosti nastavení zákaznických konfigurací a aktualizací SW (4x během 2,5 roku) a o kontrolách oddělení měřicího a komunikačního SW, což je při aktualizaci SW klíčový předpoklad.

„**Od inteligentních měřidel k inteligentním zařízením**“ bylo téma Patrika Mortela (Vientech). Měřidlo bude v budoucnu nejen připojeno k centrálnímu systému (dodavatelskému), ale bude zapojeno do interakce s dalšími produkty, např. zařízením pro řízení odběru, dálkovým displejem, systémem solárních panelů či větrnou elektrárnou, domácím uskladněním energie, domácími spotřebiči ad. Bude nutné řešit otázku vlastností, které by mělo měřidlo „povinně“ mít a které plynou z národních požadavků; otázku oddělitelnosti displeje (versus požadavek MID); otázku způsobu aktualizace firmware (aplikace podobně jako u mobilů, tzn. dle volby zákazníka) ad.

Rychlý rozvoj oblasti inteligentních měření v **Číně** dokládalo vystoupení paní Shao Zehua (Chengdu Qinhuan Technology Development) věnované systémové architektuře na příkladu **inteligentního plynoměru**. V Asii je věnována oproti Evropě větší pozornost funkčním požadavkům, např. kvůli zemětřesením jsou zde přísnější požadavky na některé parametry (dovolená hodnota úniku plynu).

Závěrečným řečníkem byl Helko van den Brom (VSL), který se zaměřil na důležitost hodnověrných **měření kvality energie**, u níž v důsledku snižování kvality energií (vlivem decentralizace výroby a distribuce) roste význam jejího měření (kvalita je ovlivnitelná jak u elektrické energie – vliv rušení nebo parametrů energie z různých zdrojů, tak u plynu – vliv směsí plynů z různých zdrojů).

Toto stručné nahlédnutí do obsahu konference Milestones in Metrology má ukázat současné problémy a výzvy bouřlivého vývoje zavádění inteligentních měřicích systémů v oblasti komunálních měřidel a představit mezinárodní fórum pro výměnu názorů a zkušeností, které se tím zabývá.

POKRAČOVÁNÍ PRACÍ NA REVIZI NORMY ISO/IEC 17025

Doc. Ing. Jiří Horský, CSc.

Norma ČSN EN ISO/IEC 17025: 2005, *Posuzování shody – Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří* je asi nejdůležitější norma pro oblast měření a zkoušení pro akreditované laboratoře. Tato norma v roce 1999 nahradila ISO Guide 25 ve světě a v Evropě EN 45001. V čísle 4/2015 uvedl časopis Metrologie na straně 19 a 20 základní údaje o plánované a začínající revizi normy 17025, která po letech váhání začala vloni. Jde o normu celosvětově velmi rozšířenou a každá její změna se týká velmi velkého počtu subjektů. V ČR je to odhadem přes 600 akreditovaných laboratoří (nyní 121 kalibračních a 511 zkušebních) a několiknásobek laboratoří, které se touto normou řídí, i když jsou formálně mimo oblast akreditace. Ještě vloni byl odhad časového postupu prací na revizi normy dost opatrný. O jak velkou akci jde, ukazuje velikost pracovní skupiny, která má 100 členů a i to, že k prvnímu návrhu výboru (CD 1) došlo 2600 připomínek. Nyní už ale zájemci najdou na internetu další návrh výboru, označený CD2 ISO/IEC 17025. Jedná se stále ještě o návrh výboru, který není určen k veřejné diskusi, ale některé organizace tento návrh už uložily volně dostupně na internet. Tento dokument již obsahuje šedě označené povinné části. U šedě označených částí návrhu normy se již nepředpokládají změny, protože tato část je povinná a používá v normalizaci zavedený způsob vyjádření CASCO. Tato část by už neměla být odstraněna nebo změněna, aby všechny normy řady 17000 měly stejnou strukturu. V této mezinárodní normě jsou použity následující slovesné tvary přesně v normě specifikované:

- "shall"	„musí“	indikuje požadavek ;
- "should"	„měl by“	označuje doporučení ;
- "may"	„může“	označuje povolení ;
- "can"	„smí, může“	„naznačuje možnost nebo schopnost , používá se k označení, že je něco možné, například, že organizace nebo jednotlivec je schopen udělat něco. Další podrobnosti lze nalézt ve směrnících ISO/IEC, část 2.

Toto přesné vymezení velmi pomůže v budoucnosti u hodnocení laboratoří při akreditaci k vymezení při posouzení, co už je neshoda a co je ještě jen doporučení. Například nestrannost a důvěrnost jsou nyní zařazeny mezi požadavky.

Zatím se jedná stále o interní dokument, na který lze reagovat jen prostřednictvím národních členských organizací. Návrh výboru (CD2) pro recenze a je doprovázen hlasováním.

Tato mezinárodní norma byla vyvinuta s cílem podpořit důvěru ve fungování laboratoří a obsahuje požadavky pro laboratoře, které jim umožní prokázat, že fungují vhodným způsobem a jsou schopny generovat platné výsledky. Přijetí výsledků mezi jednotlivými zeměmi je usnadněno, pokud laboratoře pracují v souladu s touto mezinárodní normou a pokud získají akreditaci od subjektů, které uzavřely dohody o vzájemném uznávání s odpovídajícími orgány v ostatních zemích používajících tuto mezinárodní normu.

Laboratoře, které jsou v souladu s touto mezinárodní normou budou také fungovat v souladu se zásadami ISO 9001. Norma uvádí dvě možnosti, jak toho dosáhnout. Jedna je pro organizace, které už mají ISO 9001, druhá pro laboratoře organizací, které ISO 9001 nemají. Použití této mezinárodní normy bude usnadňovat spolupráci mezi laboratořemi a jinými orgány a pomáhat při výměně informací a zkušeností, a harmonizaci norem a postupů. Podle současných poznatků revize postupuje za velké pozornosti veřejnosti a s mnoha připomínkami, cílové datum zveřejnění je nyní 31. 5. 2017 ale dá se předpokládat, že obsáhlá diskuse bude pokračovat a norma (návrh FDIS) nebude asi k dispozici před rokem 2018. Revidovaná norma bude vyžadovat přečíslování v dosavadních příručkách jakosti, ale nezavádí žádné významné nové požadavky. Doufejme, že přechod na novou normu bude podobně relativně bezproblémový, jako byl přechod z normy EN 45001 na normu EN ISO/IEC 17025, který už déle akreditované laboratoře u nás prodělaly.

Literatura

- [1] https://en.wikipedia.org/wiki/ISO/IEC_17025
- [2] http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=66912



AKREDITACE VÝROBCŮ REFERENČNÍCH MATERIÁLŮ

Ing. Eva Klokočnicková, Ing. Martina Bednářová

Český institut pro akreditaci, o.p.s.

Referenční materiály (RM)/ certifikované referenční materiály (CRM) jsou využívány laboratořemi pro zajištění návaznosti měření a k zabezpečení kvality výsledků měření. Jejich používání vyžaduje jak norma ČSN EN ISO/IEC 17025 pro zkušební laboratoře tak i norma ČSN EN ISO 15189 pro zdravotnické laboratoře. Zajištění odborné způsobilosti výrobců referenčních materiálů je dalším

krokem pro zvýšení důvěryhodnosti výrobců referenčních materiálů, ale i pro lepší zabezpečení kvality výsledků poskytovaných laboratořemi.

V roce 2015 vyšla novela zákona o metrologii č. 505/1990 Sb. a došlo k revizi § 8, kde se změnil text odstavce 1: „Certifikované referenční materiály jsou materiály, jejichž složení nebo vlastnosti byly certifikovány Českým metrologickým institutem nebo autorizovaným metrologickým střediskem nebo byly opatřeny certifikátem od akreditovaného výrobce certifikovaného referenčního materiálu“. Změna zákona

měla za cíl umožnit výrobcům certifikovaných referenčních materiálů (dále jen CRM) vedle současného centralizovaného systému certifikace také vyrábět a uvádět na trh CRM na základě akreditace výrobce CRM národním (vnitrostátním) akreditačním orgánem.

Český institut pro akreditaci, o.p.s. zavedl službu akreditace výrobců referenčních materiálů v roce 2015. Akreditace výrobců referenčních materiálů je prováděna podle normy ČSN EN ISO/IEC 17025:2005 Posuzování shody - Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří, požadavků TNI Pokynu ISO 34:2013 „Obecné požadavky na způsobilost výrobců referenčních materiálů“ a podle metodického pokynu MPA 10-03-15 k aplikaci ČSN EN ISO/IEC 17025:2005 a TNI Pokynu ISO 34:2013 pro posouzení způsobilosti výrobců referenčních materiálů v akreditačním systému ČR.

Akreditace výrobců RM zatím není zahrnuta do rozsahu multilaterálních dohod EA (European co-operation for Accreditation) a ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation). Dle resoluce ILAC GA 9.28 se počítá s rozšířením ILAC MRA (ILAC Mutual Recognition Arrangement) pro akreditaci výrobců RM.

Výrobce referenčního materiálu je orgán (organizace nebo společnost, státní nebo soukromá), který je plně odpovědný za projekt, plánování a management, stanovení a rozhodování o hodnotách vlastností a odpovídajících nejistotách, schvalování hodnot vlastností a vydání certifikátu nebo jiného prohlášení o referenčních materiálech, které vyrábí. Na základě analýzy provedené ILAC se jedná o činnost posuzování shody. Požadavky na způsobilost výrobců RM jsou dány normou ČSN EN ISO/IEC 17025 společně s po-

žadavky TNI Pokynu ISO 34:2013, který se odkazuje na požadavky dalších Pokynů ISO 30 „Referenční materiály – vybrané termíny a definice“, ISO 31 Referenční materiály – obsah certifikátů, označení a doprovodných informací, ISO 35 Referenční materiály - pokyny pro charakterizaci a posuzování homogenity a stability materiálů.

TNI Pokyn ISO 34 obsahuje všeobecné požadavky, které musí výrobce referenčních materiálů při své činnosti prokazatelně splňovat, pokud chce být uznán způsobilým pro výrobu referenčních materiálů. Pokyn zahrnuje výrobu certifikovaných i necertifikovaných referenčních materiálů, na jejichž výrobu nejsou kladeny tak přísné požadavky. Požadavky jsou rozděleny do kapitoly, zahrnující požadavky na systém managementu a dále do kapitoly s odbornými a výrobními požadavky. Tato kapitola obsahuje požadavky na pracovníky, subdodavatele, plánování a řízení výroby, prostory a podmínky prostředí, manipulaci s materiály a skladování, zpracování materiálů, měřicí metody a měřicí zařízení, vyhodnocení dat, metrologickou návaznost, hodnocení homogenity a stability, charakterizaci a přidělení hodnot vlastností a jejich nejistot. Dále tato kapitola obsahuje požadavky na obsah certifikáty nebo dokumentaci pro uživatele a požadavky na distribuci materiálů.

V současné době je spojenou pracovní skupinou ISO/CASCO/REMCO 43 připravována nová mezinárodní norma ISO 17034, která vychází z normy ISO/IEC 17025 a pokynu ISO Guide 34, který následně plně nahradí. Nová norma by měla v konečné podobě vyjít koncem roku 2016 a bude využívána pro akreditaci výrobců referenčních materiálů. Tato norma může velmi dobře posloužit i laboratořím k posuzování způsobilosti svých dodavatelů referenčních materiálů.



MĚŘICÍ STOJÁNKY TROCHU JINAK

Ing. Jan Kůr, Matěj Šenk

MESING, spol. s r.o., Brno

Stojánky patří dlouhodobě k častěji používaným měřicím zařízením, a to jak v laboratorních, tak i v provozních podmínkách. K přednostem patří univerzální použití a nízké výrobní i pořizovací náklady. Dnes se rychle mění i tato relativně jednoduchá technika a stojánky se více uplatňují při konstrukci a výrobě zakázkových měřidel. Na tyto skutečnosti chceme upozornit.

PŘESNOST A STABILITA

Ty jsou ovlivněny řadou okolností, např. konstrukčním řešením, materiálem, ale i kvalitou mechanického zpracování. Precizní stojánky by měly mít kalený nerezový stojan \varnothing min. 40 mm. Tam, kde je požadována vysoká stabilita, se nově osvědčují stojany z uhlíkového kompozitu; tyto materiály s cca 20 x menší délkovou teplotní roztažností než má ocel, však nejsou vhodné pro univerzálnější verze stojánek s častějším přestavováním ramene. Pro speciální

účely se používá zerodur. Velmi kvalitně musí být upnuté rameno na stojanu a je účelné středovou část uložení ramene odlehčit, aby se dotýkala stojanu jen u okrajů. Je také vhodné volit max. délku upnutí úchylkoměru/snímače. Stoly se nyní velmi často vyrábí z keramiky, přičemž keramické i ocelové stoly je vhodné drážkovat, aby se lépe stíraly nečistoty. Kombinuje se i ocel s keramikou, přičemž ocelová část obvykle souží pro usnadnění manipulace se součástkami.

PROVEDENÍ STOJÁNKŮ

Existuje celá řada možností od jednoparametrických pro víceparametrické a podle počtu snímačů umístěných na jedné ose existují standardní (1 snímač/úchylkoměr), nebo diferenciální se 2 snímači umístěnými proti sobě (měřicí dotek spodního snímače mírně vyčnívá nad rovinu stolu).

Přednosti stojánek se nyní často využívají při konstrukci různých zakázkových měřidel a s výhodou se tak snadno dosahuje i vysokého stupně unifikace prvků.

PŘÍKLADY REALIZACE

Na přiložených fotografiích uvádíme příklady některých netradičních stojánek, vzniklých na pracovišti autorů příspěvku. Dnes se takovými měřidly kontrolují součástky daného typu, ale dokonce i jednoho typorozměru. Tato technika s vysokou užžitnou hodnotou prochází nyní obdobím renesance.



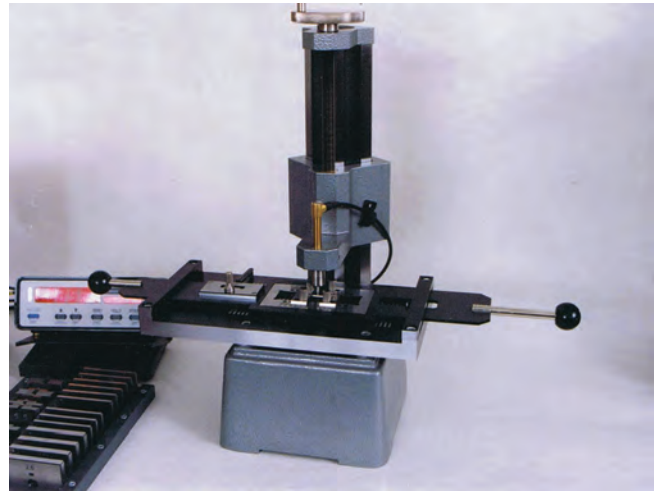
Obr. 1: Standardní stojánek s keramickým pracovním stolem a kalenou přípravovou plochou. Měřicí dotek snímače je odstavován vakuem



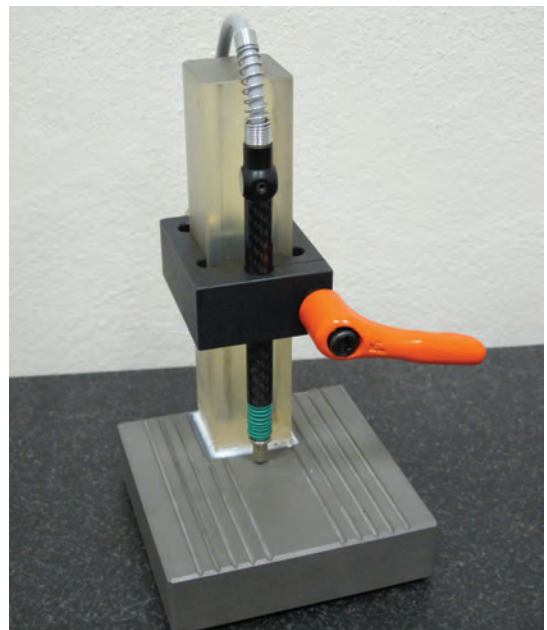
Obr. 2: Univerzální – zakázkově koncipovaný stojánek maximálně využívající prvky z uhlíkového kompozitu s minimální délkovou teplotní roztažností



Obr. 3: Detail měřicího místa stojánek s volně stavitelným ramenem i bočními opěrkami



Obr. 4: Standardní provedení diferenciálního stojánkového měřidla s 2 vertikálně uspořádanými snímači proti sobě



Obr. 5: Účelově koncipovaný stojánek se sloupem na bázi z roduru s téměř nulovou délkovou teplotní roztažností

MESING Brno, spol. s r. o.
 Šámalova 60a, 615 00 Brno
 tel. +420 545 426 211, fax +420 545 426 219
 info@mesing.cz
 jan.kur@mesing.cz
 matej.senk@mesing.cz

www.mesing.cz

FAKTA A MÝTY O ROZHODČÍM ŘÍZENÍ

O výhodách rozhodčího řízení dnes již česká podnikatelská sféra nepochybuje – rychlost rozhodování oproti obecným soudům a rychlost vymahatelnosti práva, a to téměř po celém světě, patří k těm asi nejvíce oceňovaným. Tento vztah podnikatelské sféry k tomuto způsobu řešení sporů potvrzuje i počet sporů, které jsou vedeny u Rozhodčího soudu při Hospodářské komoře ČR a Agrární komoře, a který řadí tento soud k největším a také prestižním rozhodčím soudům na světě.

Základem pro úspěšné vedení sporu v rozhodčím řízení je správně formulovaná rozhodčí doložka (v Metrologii jsme se této problematice již věnovali). Méně se již hovoří o druhém základu (možná proto, že je vnímán jako samozřejmost, i když praxe mnohdy vypovídá o něčem jiném), a tím je samotná smlouva uzavíraná obchodními partnery. Pokud například takováto smlouva obsahuje neoprávněné výhody pro jednu ze smluvních stran, nebo nepřesná či vágní ujednání, většinou pak v případném sporu straně, která prohraje, nepomůže ani svěcená voda. A většinou je v takovém případě jedno, zda spor rozhoduje obecný soud (projednání před ním bývá s případnými odvoláními a dovoláváním záležitostí několika let), nebo rozhodčí soud. Smutné je, že takováto strana pak neřekne „ano, uzavřeli jsme špatnou smlouvu“, ale hledá viníka svých chyb jinde. A ke svému ospravedlnění se odvolává na mýty, které se v souvislosti s rozhodčím řízením ještě stále objevují.

Podívejme se nyní na některé mýty, které se v poslední době na veřejnosti objevily a jež jsou v rozporu se skutečností.

Mýtus 1.: Předsednictvo Rozhodčího soudu je jmenováno představenstvy Hospodářské komory ČR a Agrární komory ČR, avšak **nad jeho činností a nad vedením Rozhodčího soudu není vykonáván jakýkoli účinný dohled.** Rozhodčí soud si vydává vlastní pravidla pro vedení řízení, která nikdo nekontroluje a nejsou ani v plné míře zveřejňována.

Skutečnost: Není pravda, že nad činností a nad vedením není vykonáván dohled.

Dohled nad výkonem rozhodčího řízení má nejen stát prostřednictvím obecných soudů, ale i strany samotné využívající rozhodčí řízení. Stát svůj dohled vykonává tak, že obecným soudům dává pravomoc zrušit takové rozhodčí nálezy, kdy (viz § 31 zákona 216/1994 Sb.):

- a) rozhodují o věcech, o jejichž rozhodnutí není možné užít rozhodčí řízení,
- b) rozhodují věci, nad nimiž nebyla rozhodcům dána pravomoc,
- c) představují náhled menšiny členů rozhodčího senátu,
- d) jedna ze stran neměla dostatečnou možnost celou věc projednat,
- e) rozhodují o plnění, které nebylo jednou ze stran požadováno, případně je takové plnění nelegální,
- f) spotřebitelský spor nebyl rozhodován dle spotřebitelské legislativy, v rozporu s dobrými mravy nebo veřejným pořádkem,

- g) spotřebitel na začátku nepodepsal rozhodčí smlouvu dle platné spotřebitelské legislativy,
- h) se zjistí, že jsou dány důvody, pro které lze v občanském soudním řízení žádat obnovu řízení.

Dohled ze strany sporných stran spočívá v tom, že jsou strany samy, které se rozhodují, zda uzavřou rozhodčí smlouvu a předloží následně spor k vybranému rozhodčímu soudu či rozhodci. Je nutné si uvědomit, že tuto fázi mají v rukou strany a ty by měly mít důvěru v osoby, které si zvolí. Pokud ji nemají, mají zvolit jiného rozhodce či zůstat v pravomoci soudů obecných. Rozhodce není zástupcem strany, rozhodce je osoba, která má být při svém rozhodování nezávislá a nezávislá. Ona již zmíněná kontrolní funkce státu je tak, jak je upravena v ČR, stejně vnímána nejenom v rámci Evropy, ale díky poměrně unifikovanému přístupu k rozhodčímu řízení prakticky napříč všemi právními řády.

Pokud se jedná o vlastní pravidla Rozhodčího soudu při HK ČR a AK ČR, pak dovolte citovat zde přímo zákon č. 216/1994 Sb., o rozhodčím řízení (viz § 13 odst.2):

Stálé rozhodčí soudy mohou vydávat své statuty a řády, které musí být uveřejněny v Obchodním věstníku;3) tyto statuty a řády mohou určit způsob jmenování rozhodců, jejich počet, a mohou výběr rozhodců vázat na seznam vedený u stálého rozhodčího soudu. Statuty a řády mohou též určit způsob řízení a rozhodování i jiné otázky související s činností stálého rozhodčího soudu a rozhodců včetně pravidel o nákladech řízení a odměňování rozhodců.

Jak vyplývá z citace zákona, RS má zákonné právo určit vlastní pravidla pro vedení sporů. Stejně tak má ale i povinnost uveřejňovat své řády, tedy normy upravující samotné rozhodčí řízení, v Obchodním věstníku.

Pokud by se dohled měl týkat hospodaření RS, pak zde opravdu není vidět jeho smysl. Vzhledem k tomu, že RS je soukromoprávní subjekt a jeho financování je zajištěno pouze poplatky za rozhodování sporů, pak kontrola hospodaření náleží, stejně jako u každého jiného soukromoprávního subjektu, statutárnímu orgánu, a tím je předsednictvo RS jmenované představenstvy HK ČR a AK ČR na určité pevně stanovené období.

Mýtus 2.: Pro rozhodování Rozhodčího soudu nejsou nastavena **žádná pravidla zaručující ochranu před střetem zájmů.** V praxi tak není neobvyklé, že členové předsednictva soudu či jejich advokátní kanceláře jsou právními zástupci stran sporu vedeného před Rozhodčím soudem a jsou tak přímo zainteresováni na jeho výsledku. Přitom výhradní pravomocí předsednictva je rozhodování o zápisu osob na seznam rozhodců.

Skutečnost: Není pravda, že neexistují žádná pravidla zaručující ochranu před střetem zájmů. Strany mají v rámci existujících pravidel hned několik možností jak se bránit střetu zájmů. První možností ochrany stran je sjednat si v rozhodčí doložce přezkum rozhodčího nálezu jinými rozhodci (§ 27 cit. zákona). Druhou možností je právo stran

vznést námitku podjatosti rozhodce či dokonce celého rozhodčího senátu. Pokud je rozhodčí nález vydán a strana má pocit, že byla krácena na svých právech, má možnost obrátit se na obecný soud s žalobou na zrušení rozhodčího nálezu z důvodů stanovených zákonem (§ 31 cit. zákona).

Rozhodování předsednictva RS o zápisu na seznam rozhodců vychází opět z § 13 odst. 2 cit. zákona.

Mýtus 3.: Nejsou stanovena transparentní pravidla upravující podmínky pro zápis osob na seznam rozhodců, takže to záleží na úvaze členů předsednictva. Rozhodci tak mohou být motivováni nevydávát rozhodnutí, která by členové předsednictva Rozhodčího soudu mohli považovat za „špatná“ (čili nevhodná například pro jejich klienty), čímž vzniká značný prostor pro vytváření klientelistických vazeb a je vážně ohrožena nezávislost a nestrannost rozhodců.


Skutečnost: Není pravda, že neexistují žádná pravidla upravující podmínky pro zápis osob na seznam rozhodců.

S podmínkami pro výkon funkce rozhodce, které jsou stanoveny zákonem, je spojen i dokument zveřejněný na webových stránkách Rozhodčího soudu – Směrnice tajemnice o předpokladech pro výkon funkce rozhodce. Rozhodčí soud dlouhodobě vede evidenci všech uchazečů a v případě potřeby vyzve zájemce o zápis o doplnění předložených podkladů. Tak je možné seznam rozhodců průběžně doplňovat s ohledem na specifická zaměření a regionální potřeby. Je třeba si uvědomit, že místem, kde rozhodčí řízení probíhá, je nejen sídlo soudu, ale i několik soudišť, příp. kontaktních míst v celé ČR. K dokreslení ještě závěrečná poznámka o možnosti jmenování rozhodce ad hoc, tj. využít ustanovení § 3 odst. 1 řádu, které dává straně právo jmenovat si rozhodce mimo seznam, samozřejmě při splnění výše uvedených podmínek.

Mýtus 4.: Pro jmenování předsedy rozhodčího senátu nejsou dána žádná pravidla, takže předseda nebo místopředseda Rozhodčího soudu má fakticky neomezenou pravomoc vybrat kohokoli ze seznamu rozhodců (tedy i například rozhodce s nimi spřízněné), takže tím může neomezeně předseda či místopředseda rozhodčího soudu (který zároveň může být ve střetu zájmů) ovlivnit výsledek miliardového sporu. Tato netransparentnost je v hrubém rozporu s ústavně garantovaným právem na zákonného soudce. Před obecnými soudy by v žádném případě nebylo možné, aby předseda soudu podle svého vlastního uvážení obsazoval konkrétní soudce k rozhodování konkrétních sporů s předem známými

účastníky a zároveň byl advokátem, který může mít zájem na výsledku takového sporu.

Skutečnost: Není pravda, že pro jmenování předsedy rozhodčího senátu nejsou dána žádná pravidla. Celý proces jmenování rozhodčího senátu je popsán v § 23 Řádu RS. Stručně lze říci, že rozhoduje-li spor rozhodčí senát, pak každá ze stran jmenuje jednoho rozhodce a tyto jmenování rozhodci sami volí ze seznamu rozhodců předsedu rozhodčího senátu. V tomto případě nemá ani předseda RS, ani RS vůbec žádný vliv na ustavení rozhodčího senátu. Předseda v souladu s Řádem RS jmenuje rozhodce či předsedu rozhodčího senátu pouze v případech, kdy si strany rozhodce nejmenují ve stanovené lhůtě, či rozhodci se ve stanovené lhůtě neshodli na předsedovi senátu a strany nepožádaly o zvláštní způsob jmenování předsedy senátu uvedený v Řádu RS. Co se týče ústavně garantovaného práva na zákonného soudce, to hovoří o soudci obecného soudu a nikoliv o rozhodci.



ROZHODČÍ SOUD

při Hospodářské komoře České republiky
a Agrární komoře České republiky

Řešení Vašeho sporu efektivně, rychle a odborně!

O Rozhodčím soudu

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

Sekretariát Rozhodčího soudu zajišťuje

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

Jaké spory řeší?

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

Výhody rozhodčího řízení

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

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

Znění rozhodčí doložky doporučené k zapracování do Vašich smluv:

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

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

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

Rozhodčí soud je tu pro Vás.

Další informační materiály jsou k dispozici stranám, ale i ostatním zájemcům v sídle soudu Dlouhá 13, Praha 1, v jazyce českém, ruském, anglickém, německém a francouzském.
Telefonní spojení je: tel.: +420-222 333 340, fax: +420-222 333 341, e-mail: praha@soud.cz

Kalibrační značky vyrábíme od r. 1991.

NAŠE ZNAČKY ODEBÍRÁ VÍCE NEŽ 2000 ZÁKAZNÍKŮ.

VÝROBA KALIBRAČNÍCH ZNAČEK PRO METROLOGII a samolepicích štítků pro průmyslové využití

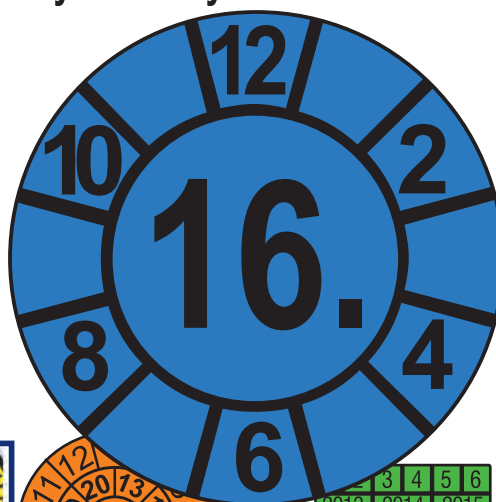
V naší stálé nabídce najdete více než 250 různých druhů kalibračních značek a štítků, které jsou neustále skladem.

Standardní expedice skladových značek je 1-3 dny.

Podle požadavku může být většina značek opatřena logem, případně identifikační značkou Vaší společnosti.

Pokud požadovanou značku nenajdete v naší nabídce, pošlete nám i jen rukou provedený náčrsek a obratem Vám zašleme cenovou nabídku a vypracujeme grafickou podobu značky.

Výrobou kalibračních značek se zabýváme více než 20 let a dosud jsme nezaznamenali požadavek, který bychom nebyli schopni splnit k plné spokojenosti zákazníka.



Přes 250 druhů kalibračních značek ze základní nabídky nakoupíte pohodlně od stolu v E-shopu na www.kalibracky.cz.

Tištěný katalog značek Vám zašleme na vyžádání, nebo si jej můžete stáhnout na www.kalibracky.cz ve formátu pdf.



COPTIS spol. s r.o. • Halasova 629, 703 00 Ostrava-Vitkovice
Tel/fax: 596 111 682, e-mail: coptis@coptis.cz

www.kalibracky.cz

NABÍDKA AKCÍ ČMS NA II. POLOLETÍ 2016 – kurzy, semináře, konference

Česká metrologická společnost, z. s. (ČMS) Vám v druhém pololetí roku 2016 nabízí řadu seminářů a kurzů. Z významných akcí upozorníme na **18. fórum metrologů**.

21. září 2016 ČSVTS Praha, 318	K 513-16	Měření v elektrotechnice
12. říjen 2016 ČSVTS Praha, 318	S 514-16	Nové kalibrační postupy
17. října 2016 ČSVTS Praha, 501	S 519-16	Umělé osvětlení vnitřních pracovních prostorů (postupy při návrhu a kontrole osvětlení)
19. říjen 2016 ČSVTS Praha, 318	K 515-16	Řízení metrologie v organizaci
15. listopad 2016 ČSVTS Praha, 418	Ko 516-16	18. fórum metrologů
23. listopad 2016 ČSVTS Praha, 318	K 517-16	Systémy managementu měření
28. 11. – 1. 12. 2016 ČSVTS Praha, 219	K 518-16	45. základní kurz metrologie

Podrobná nabídka (včetně přihlášek a formulářů žádostí) všech akcí ČMS, certifikace způsobilosti pracovníků, kalibračních postupů i publikací ČMS je k dispozici na webové stránce ČMS www.csvts.cz/cms

Nabídku s přihláškou si můžete vyžádat po tomto datu také v sekretariátu ČMS:

tel./fax: 221 082 254, e-mail: cms-zk@csvts.cz

Certifikační místo má samostatnou e-mail adresu:

e-mail: cert-cms@csvts.cz a tel.: 221 082 283

Výhled na jarní měsíce roku 2017

Výhled na I. pololetí 2017 bude ještě zpřesňován a nabídka kurzů a seminářů bude doplněna. Úplná nabídka včetně přihlášek bude k dispozici do **31. 12. 2016** na www.csvts.cz/cms.



Z akcí na I. pololetí 2017 vybíráme:

15. února 2017 ČSVTS Praha	Řízení metrologie v organizaci
7. až 8. března 2017 Plzeň, centrum PRIMAVERA	26. konference „Měřicí technika pro kontrolu jakosti“ , s výstavou měřicí techniky
22. až 25. května 2017 ČSVTS Praha	46. základní kurz metrologie

ČMS trvale nabízí:

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

Redakční rada:

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

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

Místo vydávání: Praha. Datum vydání: srpen 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. Nevyžádané materiály se nevracejí. Za původnost a správnost příspěvků odpovídají autoři.

Foto na obálce:

Konstelace družic GALILEO. Foto: ESA

Photo on the front page:

GALILEO satellite constellation. Photo: ESA

