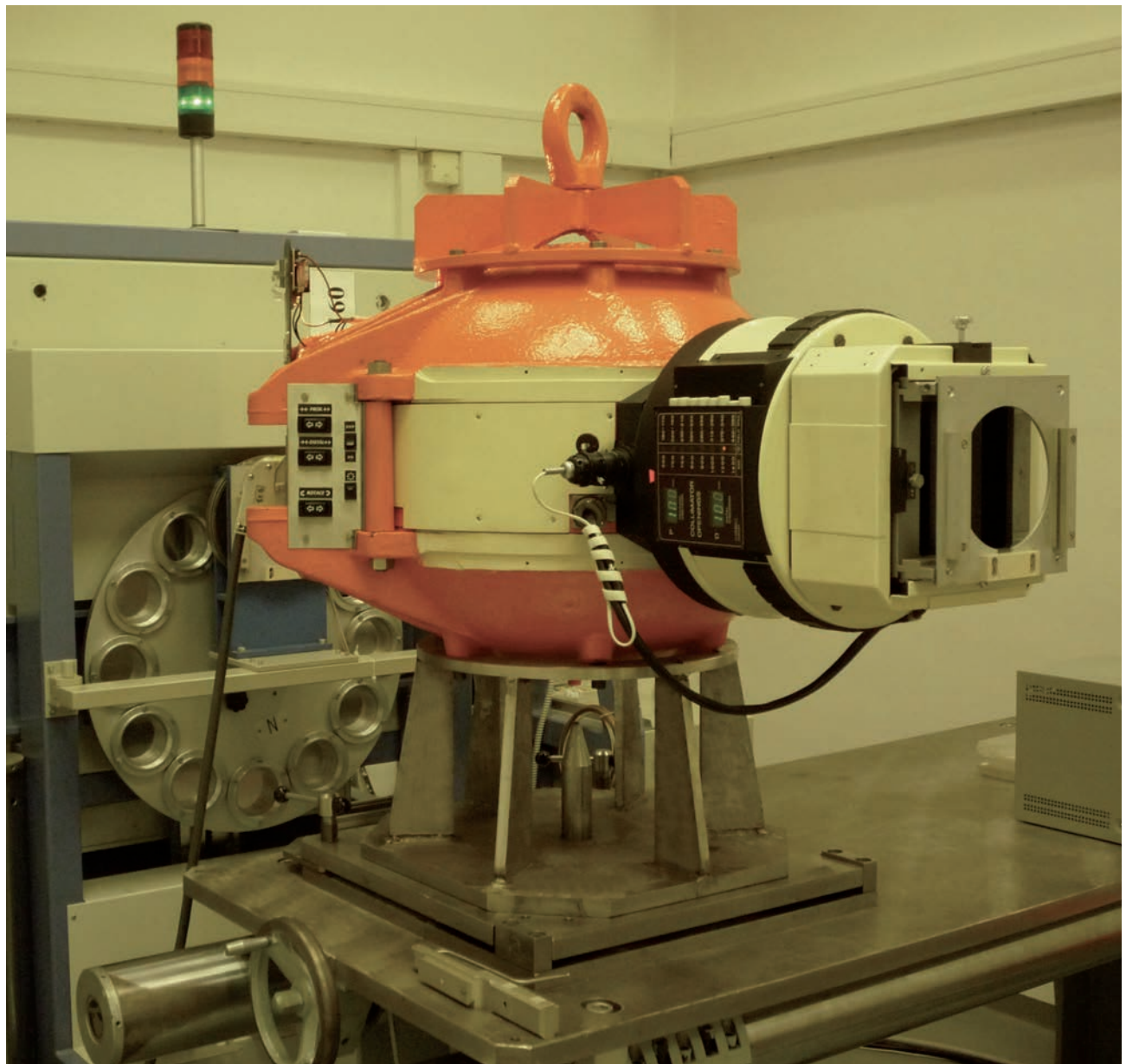


2/2012
ROČNÍK 21

METROLOGIE

VĚDECKÁ
LEGÁLNÍ
PRAKTICKÁ





Vzpomínka na Ing. Pavla Ducháčka, CSc.

Ve věku nedožitých 71 let náhle opustil dne 25. dubna 2012 společenství metrologů pan Ing. Pavel Ducháček, CSc., dlouholetý bývalý zástupce ředitele odboru metrologie Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví a aktivní člen vedení České metrologické společnosti.

Ing. Pavel Ducháček se narodil 29. června 1941. Po ukončení vysokoškolských studií na FEL ČVUT nastoupil jako konstruktér do Laboratorních přístrojů Praha, následně pak do Státní zkušebny zemědělských, potravinářských a lesnických strojů, kde vedle funkce vedoucího oddělení vykonával také funkci hlavního metrologa. V roce 1983 pak nastoupil na pozici vedoucího oddělení státního odborného dozoru Oblastního odboru tehdejšího Úřadu pro normalizaci a měření Praha.

Úřadu zůstal věrný po celou dobu svého dalšího aktivního pracovního života, stejně tak jako metrologii. Od roku 1993 byl zástupcem ředitele odboru metrologie. I po svém odchodu do důchodu v roce 2004 s Úřadem úzce spolupracoval při řešení metrologických záležitostí. V poslední době byl oponentem u řady úkolů Programu rozvoje metrologie, byl členem redakční rady časopisu Metrologie.

Kromě své hlavní práce působil také jako externí asistent a člen komise pro státní závěrečné zkoušky na FEL ČVUT.

Byl dlouholetým aktivním členem vedení České metrologické společnosti, kde mimo jiné zastával funkci 1. místopředsedy. Organizoval a účastnil se konferencí, kurzů a napomáhal vzdělávání metrologů.

Za svého působení na Úřadě i v ČMS vstoupil do povědomí široké metrologické veřejnosti. Byl ceněn pro svou odbornost, objektivnost, upřímnost i vstřícnost. Jeho vztah ke kolegům, spolupracovníkům i přátelům byl vždy lidsky chápavý a vstřícný. Dokázal poradit a pomoci.

Takto zůstane v našich myslích a srdcích ještě po mnoho let.

VĚDA A VÝZKUM

RNDr. Jiří Tesař, Ph.D.

Zapojení ČR do Evropského metrologického výzkumného programu3RNDr. L. Peksa, CSc., RNDr. T. Gronych, CSc.,
Mgr. M. Jeřáb, Ing. Z. Krajíček, Mgr. D. Pražák,
Ing. F. Staněk, RNDr. J. Tesař, Ph.D., Mgr. M. Vičar
Problematika primárních etalonů velmi nízkých tlaků plynu - část III......14Ing. Václav Hora
Vlivná data a kvalita odhadu kalibrační přímky18**TECHNICKÁ NORMALIZACE**

Ing. Jiří Kratochvíl

Strategická vize pro evropské normy - opatření na národní úrovni23**ZKUŠEBNICTVÍ**

Ing. Vladislav Straka

Zkoušení věcných prostředků požární ochrany25**SPOLEČENSKÁ RUBRIKA****Jubilea**30**INFORMACE**

Ing. František Jelínek, CSc.

Světový den metrologie 201231Ing. Václav Bursa
Plzeňská konference „Měřicí technika pro kontrolu jakosti“ vstoupila letošním ročníkem do druhé dvacítky32RNDr. Jiří Tesař, Ph.D., Ing. Jiří Beran
Vyhodnocení Programu rozvoje metrologie 2011, úkoly Českého metrologického institutu.....34Doc. Ing. Jiří Horský, CSc.
Informace o práci a plánech Českého kalibračního sdružení (ČKS)38Ing. Jiří Šabata
Seminář „Kalibrace měřidel tlaku“ pořádaný ČKS ve spolupráci s ČMI a ČEZ.....40Ing. Jindřich Běťák
Padesát let cesty k moderní metrologii41**PR****Alternativní řešení sporů v evropském kontextu**43**Kalibrace tloušťkoměrů Elcometer 456 v aplikační praxi**45**Testovací normály umožní nastavit správnou citlivost indukčních délkových snímačů**46**SCIENCE AND RESEARCH**

RNDr. Jiří Tesař, Ph.D.

Engagement of the CR in the European Programme of Metrological Research3RNDr. L. Peksa, CSc., RNDr. T. Gronych, CSc.,
Mgr. M. Jeřáb, Ing. Z. Krajíček, Mgr. D. Pražák,
Ing. F. Staněk, RNDr. J. Tesař, Ph.D., Mgr. M. Vičar
Problems of Primary Etalons for Very Low Gas Pressures, Part III......14Ing. Václav Hora
Data of Influence and the Quality of Calibration Curve Estimate18**TECHNICAL STANDARDISATION**

Ing. Jiří Kratochvíl

Strategic Vision for European Standards – Provisions at National Level.....23**TESTING**

Ing. Vladislav Straka

Testing the Material Means of Fire Protection25**SOCIETY COLUMN****Anniversaries**30**INFORMATION**

Ing. František Jelínek, CSc.

World Metrology Day 201231Ing. Václav Bursa
The Pilsen Conference “The Measurement Technology for Quality Control“ Has Entered in Its Second Twenty This Year.....32RNDr. Jiří Tesař, Ph.D., Ing. Jiří Beran
Evaluation of the Metrology Development Programme for 2011, the Tasks of the Czech Institute of Metrology ...34Doc. Ing. Jiří Horský, CSc.
Information on the Czech Calibration Association’s Work and Plans.....38Ing. Jiří Šabata
Seminar on “Pressure Gauge Calibration“ Organised by the CCA in Cooperation with the ČMI and ČEZ.....40Ing. Jindřich Běťák
Fifty Years Long Way towards Modern Metrology41**PR****Alternative Settlement of Disputes within the European Context**43**Calibrating Elcometer 456 Coating Thickness Gauges in Application Practice**.....45**Testing Standards Will Allow the Correct Sensitivity to Be Set of the Inductive Sensors of Lengths**.....46

ZAPOJENÍ ČR DO EVROPSKÉHO METROLOGICKÉHO VÝZKUMNÉHO PROGRAMU EMRP

RNDr. Jiří Tesař, Ph.D.,

odborný ředitel pro fundamentální metrologii

Český metrologický institut

Abstrakt :

Článek v úvodu popisuje mechanismy vytváření, schvalování a financování projektů ve společném evropském programu výzkumu v metrologii. Těžištěm příspěvku je popis jednotlivých projektů, kde čtenář najde množství zásadních informací o směrech rozvoje metrologie na nejvyšší úrovni a o předpokládaném využití výsledků výzkumu a vývoje v praxi.

EMRP je zkratka pro evropský metrologický výzkumný program (z anglického European Metrology Research Programme). Samotný vznik projektu EMRP je jedním z hlavních výsledků projektu iMERA a iMERA Plus, který byl v období 2008 — 2011 realizován v rámci programu ERANET plus 7. RP. (7. Rámcový program). Výsledky jsou pro případné zájemce dostupné na <http://www.euramet.org/index.php?id=imera-plus>. Programu EMRP se účastní v současné době dvaadvacet evropských států. Rozpočet programu je spolufinancován prostředky EU v poměru 50:50 (200 milionů € EU, 200 milionů € členské státy). Od počátku je ve své hlavní části otevřený pouze pro národní metrologické laboratoře zúčastněných zemí a jejich přidružené laboratoře, ovšem je doprovázen třemi specifickými grantovými systémy v celkovém objemu 40 milionů €, vyhrazenými pro ostatní řešitele. V České republice je národní metrologickou laboratoří Český metrologický institut (ČMI) a čtyřmi přidruženými laboratořemi jsou Český hydrometeorologický ústav Praha, Ústav fotoniky a elektroniky Akademie věd ČR Praha, Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický Praha a Vysoká škola chemicko - technologická v Praze. Projekt je od počátku řízen výborem EMRP s jedním zástupcem z každé účastnické země. Členem za ČR je autor tohoto článku. Specifikou projektu je rozdílná váha hlasů jednotlivých členů výboru EMRP, odpovídající rozdílným národním rozpočtům v tomto programu, které byly přijaty na počátku v poměru k národním výzkumným programům v jednotlivých zemích. Výborem EMRP byl vypracován plán pro postupnou realizaci projektu v průběhu let 2009 — 2016, založený na 5 výzvách s ročními periodami. Délka jednotlivých projektů byla jednotně stanovena na 36 měsíců. V rámci EMRP je využit specifický, dvouetapový způsob výběru a hodnocení návrhu projektů:

Etapa I.

- zveřejnění výzvy pro návrh témat (otevřená všem)
- ukončení výzvy pro návrh témat
- návrh vybraných témat podvýborem EMRP
- schválení navržených témat projektů výborem EMRP

Etapa II.

- výzva pro společné výzkumné projekty (JRP)
- ukončení výzvy pro společné výzkumné projekty (JRP)
- konference sboru nezávislých hodnotitelů, návrh vítězných projektů
- výběr vítězných projektů EMRP výborem
- schválení Vědeckou radou EMRP

Výzva I.

„Metrologie pro podporu a rozvoj energetiky“

V roce 2009 proběhlo první kolo výběru projektů EMRP pro oblast metrologie pro podporu a rozvoj energetiky. Projekty metrologického výzkumu v rámci této výzvy se vztahují na všechny zdroje energie, tradiční i nové druhy zdrojů a technologií s dlouhodobým potenciálem. V rámci projektů je zohledněn celý energetický řetězec zahrnující generaci, konverzi, distribuci a spotřebu energie. Finálně bylo sborem nezávislých hodnotitelů pro řešení v období 2010 – 2014 vybráno 9 následujících společných výzkumných projektů:

- 1) Metrologie v oblasti čerpání energie (v originále energy harvesting)
- 2) Metrologie pro zlepšení účinnosti elektráren
- 3) Metrologie v oblasti vlastností energetických plynů
- 4) Metrologie v oblasti moderních světelných zdrojů
- 5) Metrologie v oblasti zkapalněných zemních plynů
- 6) Metrologie v oblasti nové generace atomových elektráren
- 7) Metrologie v oblasti „chytrých“ elektrických sítí
- 8) Metrologie v oblasti vysokonapěťového stejnosměrného vedení
- 9) Metrologie v oblasti biopaliv (schválený projekt k omezenému řešení)

Podívejme se nyní podrobněji na 7 projektů programu „Energetika“, ve kterých jsou zapojena česká výzkumná metrologická pracoviště.

Metrologie v oblasti čerpání energie (v originále energy harvesting)

Téměř veškerá elektrická energie ve světě, odhadem 15 trilionů wattů, je generována tepelnými motory a plynovými nebo parními turbínami, které převádějí teplo na mechanickou energii a ta se pak převádí na energii elektrickou. Až 10 trilionů wattů tvoří tepelné ztráty. Tento projekt se zaměřuje na metrologickou podporu v oblasti vývoje elektrických generátorů využívajících všechny druhy převodu tepelné a mechanické energie na elektrickou energii, přičemž důraz je kladen i na přístroje malé. Cílem je poskytnout validované a spolehlivé měřicí metody, týkající se převodu energií a související měření vlastností materiálů. Český metrologický institut se v oblasti nanometrologie zapojil do tohoto projektu výzkumným týmem z ČMI OI Brno v čele s Mgr. Petrem Klapetkem, Ph.D., pklapetek@cmi.cz.

Metrologie pro zlepšení účinnosti elektráren

Tento projekt je zaměřen na zlepšené způsoby měření ukazatelů výkonnosti elektráren s cílem analyzovat získaná data a dále je využít pro potřeby zlepšování jejich výkonnosti. Cílem je poskytnout validované a spolehlivé měřicí metody týkající se měření teploty, tepla, průtoku, tepelných emisí, termofyzikálních vlastností materiálů a v neposlední řadě odpovídajících elektrických a magnetických veličin. Český metrologický institut se v oblasti metrologie teploty zapojil do tohoto projektu výzkumným týmem z ČMI OI Praha v čele s Dr. Ing. Radkem Strnadem, rstrnad@cmi.cz.

Metrologie v oblasti vlastností energetických plynů

Aktuálně dochází k podstatnému zvýšení počtu druhů využívaných plynů paliv v rámci Evropy, včetně např. bioplynu a skládkových plynů, které nebyly v minulosti pro své horší vlastnosti tak atraktivní, ale nyní jsou díky ekologické a diverzifikační motivaci a podpoře masové vyráběny a používány. Jejich vliv na životní prostředí není tak markantní v porovnání např. s fosilními palivy. Jádrem tohoto úkolu je vývoj a validace měřicích metod pro přepravu a obchod s různými plyny, které mohou sloužit jako zdroj energie a které jsou předmětem zájmu jako potenciální zdroje udržitelných evropských energetických zásob. Tento projekt se zaměřuje především na zlepšené způsoby měření ukazatelů energetické hodnoty, chemického složení, fyzikálních parametrů a dalších vlastností spojených s alternativními plynovými zdroji. Dále se orientuje na vývoj vzorkovacích postupů pro tyto plyny při všech aplikačních teplotách a tlacích. Cílem je též vývoj metod měření a etalonů vlhkosti, které zabezpečí metrologickou návaznost měření vlhkosti těchto plynů s ohledem na v praxi používaný široký rozsah vlhkosti a tlaků. Český metrologický institut se v oblasti metrologie teploty a chemických veličin zapojil do tohoto projektu dvěma výzkumnými týmy z ČMI OI Praha v čele s Dr. Ing. Radkem Strnadem, rstrnad@cmi.cz a Ing. Janem Beránkem, jberanek@cmi.cz.

Metrologie v oblasti moderních světelných zdrojů

Osvětlení spotřebuje 19 % elektrické energie ve světě a tato hodnota by mohla být zredukována o 75 %, pokud začnou být používány nové moderní úsporné zdroje světla. Nejúspornější zdroje světla přitom dosud nejsou komerčně dostupné, ale vývoj technologie jejich výroby postupuje velmi rychle. Tento projekt se zaměřuje na vývoj metrologického zajištění pro úplnou a spolehlivou charakteristiku světla ze zdrojů na principu pevné fáze. Očekává se, že s odpovídajícím metrologickým zabezpečením se situace v nabídce úsporných světelných zdrojů může zlepšit do stádia, kdy trh bude skutečně trhem spotřebitelským, a nebudou nutná legislativní opatření. Hlavním cílem je vyvinout měřicí metody pro výrobky poskytující světlo ze zdrojů na principu pevné fáze, včetně příslušných optických, elektrických, tepelných a materiálových vlastností. Speciální pozornost bude věnována měřením spojeným se spektrálními změnami v průběhu času. Bude třeba vyvinout a validovat systém pro komplexní specifikaci a označování dle základních foto-

metrických vlastností jednotlivých světelných zdrojů a souvisejících optických komponent. Kromě jiného přínosu se předpokládá, že výsledky výzkumu budou využity při tvorbě norem CEN a ostatních příslušných normalizačních orgánů, bude realizován přenos poznatků k výrobcům, spotřebitelům a uživatelům a v neposlední řadě bude rozvinuta příslušná infrastruktura (metrologická, zkušební, normalizační a akreditační) pro tyto účely. Český metrologický institut se v oblasti fotometrie zapojil do tohoto projektu výzkumným týmem z ČMI LPM Praha v čele s Dr. Ing. Markem Šmídem, msmid@cmi.cz.

Metrologie v oblasti zkvalitněných zemních plynů

Snaha redukovat emise vedla v Evropě k nárůstu důležitosti dovozu zemního plynu jako hlavního zdroje čisté energie. Podstatná část tohoto energetického zdroje je importována v kryogenní formě jako zkvalitněný zemní plyn (LNG). V současné době je v činnosti v Evropě 13 LNG terminálů, 7 je ve stavbě a dalších 27 je plánováno. Obchod s LNG je v současné době založen na komplexu měřicích metod a výpočtů pro stanovení množství LNG a jeho složení. Bohužel tyto metody nejsou z pohledu vědy a metrologie jednoznačné a bezesporné. Není dostatek etalonů, což ztěžuje a zpomaluje zavádění příslušných měřicích metod a technik do praxe. Navíc neexistují pro tuto problematiku v současné době mezinárodní normy (existují pouze doporučení jako např. „GIIGNL Handbook“). Tento projekt je zaměřen na vývoj kalibračního systému pro provozní měřidla průtoku v oblasti velkých LNG průtoků, zkoumání efektů kryogenních médií na vlastnosti jednotlivých průtokoměrů, zkoumání parametrů a vlastností LNG, metod vzorkování a analýz a tvorbu metrologické infrastruktury pro LNG. Úkolem je vyvinout měřicí metody a stanovit měřicí schopnosti pro měření průtoku u LNG včetně odpovídajících nižších nejistot, vyvinout nové měřicí metody a etalony s nižšími nejistotami pro určování složení LNG a fyzikálních vlastností jako jsou hustota a výhřevnost pro různá složení a kvalitu LNG, dále vývoj vzorkovacích postupů pro LNG, zlepšení chápání specifických efektů LNG v energetickém měřicím systému a vývoj norem a směrnic pro oblast LNG. Český metrologický institut se v oblasti metrologie průtoku kapalin zapojil do tohoto projektu výzkumným týmem z ČMI OI Brno v čele s Mgr. Janem Geršlem, jgersl@cmi.cz.

Metrologie v oblasti nové generace atomových elektráren

EU je velký producent elektrické energie z jádra (944,2 TWh (e) v roce 2005). 33 % elektrické energie a 15 % celkové energie spotřebované v EU pochází z jádra. V roce 2008 měla EU 142 reaktorů v 15 členských státech, přičemž průměrná stáří těchto elektráren bylo 25 let a udávaná životnost těchto elektráren je 40 let. Bulharsko, Francie, Slovensko a Finsko se již rozhodly vybudovat nové jaderné reaktory. Určité plány jsou rozpracovávány v Rumunsku, UK a dalších zemích EU, včetně České republiky, Itálie a Nizozemí. Litva společně s Estonskem, Lotyšsko a Polsko rovněž zvažují stavbu nových jaderných elektráren. Využití jádra pro výrobu elektrické energie snižuje produkci kyslíčnicku

uhlíčitého. Cílem tohoto projektu je zmapovat a vyhodnotit současný stav rozvoje tohoto oboru a zvážit, kde všude by metrologie mohla přispět ke zlepšení současných parametrů jaderných elektráren. Například je třeba zlepšit měření teploty pro aplikace v jaderné energetice, pro zlepšení tepelně - chemických podkladů a modelování používaných při návrhu jaderných elektráren, měření vybraných nukleárních parametrů. Potřebný je vývoj vhodných metrologických sad a metod pro měření tepelných vlastností moderních materiálů při vysokých a velmi vysokých teplotách, vývoj specifických referenčních materiálů, vývoj tepelných vlastností chladiv, zlepšení metod radiochemických analýz prováděných na místě atd. Český metrologický institut se v oblasti metrologie ionizujícího záření a teploty zapojil do tohoto projektu výzkumnými týmy z ČMI OI Praha v čele s Dr. Ing. Radkem Strnadem, jstrnad@cmi.cz a ČMI IIZ Praha v čele s Ing. Janou Sochorovou, jsochorova@cmi.cz.

Metrologie v oblasti „chytrých“ elektrických sítí

EU vyhlásila snížení uhlíkových emisí o 20 % do roku 2020. K dosažení tohoto cíle bude využito velké množství menších obnovitelných zdrojů elektrické energie, které budou dodávat či již dodávají energii do sítě. Včlenění mnoha decentralizovaných elektrických zdrojů do sítě může způsobit problémy s výslednou kvalitou elektrické energie. Interakce mezi mnoha zdroji a množství zátěže odebírající energii ze sítě pak může v krajním případě způsobovat i omezení a výpadky v dodávkách. Hlavním cílem tohoto projektu je zmapovat a vyhodnotit současný stav rozvoje tohoto oboru a chybějící metrologické zajištění. Již dnes je známo, že je třeba vyvinout měřicí infrastrukturu pro monitorování stability sítě, zabezpečit metrologicky přesnost v oblasti kvality i kvantity dodávek elektřiny, vyvinout přenosné a dálkové ovládané měřicí prostředky, prostředky pro dynamické modelování a potřebnou senzorickou techniku a dále je třeba vytvořit znalostní základy pro tvorbu příslušných evropských norem. Český metrologický institut se v oblasti elektrických veličin zapojil výzkumnými týmy z ČMI LPM Praha v čele s Ing. Renatou Styblikovou, Ph.D., rstyblikova@cmi.cz a z ČMI OI Brno v čele s Ing. Jiřím Streitem, jstreit@cmi.cz.

Výzva II.

„Metrologie pro podporu průmyslu“ a „Metrologie pro ochranu životního prostředí“

V roce 2010 proběhl výběr EMRP projektů v rámci druhé tematické výzvy se zaměřením na oblast metrologie pro průmysl a pro životní prostředí. Cílem projektů programu „Průmysl“ je možnost vývoje měřicích metod a zabezpečení návaznosti v průmyslových procesech. Tyto projekty jsou zaměřeny nejenom na již existující technologie, ale i na inovace v průmyslu. **Pro oblast průmyslu** bylo finálně vybráno 17 společných výzkumných témat, jejichž realizace je plánována na období let 2011 – 2015:

- 1) Metrologie vysokých teplot pro průmyslové využití
- 2) Elektromagnetická charakteristika materiálů pro průmyslové využití

- 3) Metrologie vysokého tlaku pro průmyslové aplikace
- 4) Metrologie oblasti ionizujícího záření pro hutní průmysl
- 5) Dynamické mechanické vlastnosti a dlouhodobá deformace
- 6) Metrologie pro průmyslovou kvantovou komunikaci
- 7) Metrologie pro výrobu tenkých vrstev
- 8) Metrologie pro pokročilé průmyslové magnetické senzory
- 9) Dynamické měření mechanických veličin
- 10) Optická a hmatová metrologie pro absolutní určení znaku
- 11) Metrologie pro posouzení trvanlivosti a funkce umělých povrchů
- 12) Metrologie vakua pro výrobní prostředí
- 13) Termální design a časově závislý drift rozměrovosti
- 14) Nová generace etalonů frekvence pro průmysl
- 15) Návaznost kvantitativních chemických analýz povrchu pro průmyslové použití
- 16) Metrologie pro ultrarychlou elektroniku a vysokorychlostní komunikace
- 17) Metrologie pro oblast výroby malých struktur

Cílem projektů **programu „Životní prostředí“** je podpora výzkumných aktivit a stimulace technologických inovací s příznivým vlivem na ochranu životního prostředí. Projekty se zaměřují na lokální problematiku životního prostředí jako je znečištění vzduchu, vody a půdy, ale i na globální problémy změny klimatu. Pro oblast životního prostředí bylo finálně vybráno 9 společných výzkumných témat, která budou taktéž realizována v období let 2011 – 2015:

- 1) Metrologie škodlivých chemických látek v ovzduší
- 2) Požadavky na měření znečišťujících látek
- 3) Zpřesnění metrologické návaznosti spektrálních měření slunečního UV záření
- 4) Návaznost radiometrie pro dálkové měření klimatických parametrů
- 5) Metrologie slanosti a acidifikace oceánů
- 6) Spektrální referenční data pro monitoring ovzduší
- 7) Metrologie tlaku, teploty, vlhkosti a rychlosti vzduchu v atmosféře
- 8) Návaznost měření k monitorování kritických znečišťujících látek
- 9) Metrologie pro nakládání s radioaktivními odpady

Celkově je ČR v EMRP „Průmysl“ a „Životní prostředí“ zapojena ve 14 projektech, z toho jeden projekt je veden ČMI. Podívejme se nyní podrobněji na jednotlivé projekty, do kterých se zapojila metrologická pracoviště ČMI.

Metrologie vysokých teplot pro průmyslové využití

Měření teplot nad 1000 °C je obtížné a přesto zásadní pro široké spektrum mnoha průmyslových procesů např. v letectví a kosmickém průmyslu (~1300 - 3000) °C, při výrobě jaderné energie a nezbytných zkouškách pro jadernou bezpečnost (~1800 - 2500) °C, při výrobě žáruvzdorných kovů >2500 °C, karbidu křemíku, uhlíkových kompozitních materiálů až přes 2800 °C a také železa, oceli, skla a keramiky od 1100 °C do 2000 °C. V mnoha těchto odvětvích se vyžaduje vyšší účinnost procesu či kontroly, protože roste zájem

o životní prostředí (emise “nulového odpadu”) a uplatňuje se hospodářská soutěž v EU. Jednou z možností, jak zdokonalit řízení procesů je lepší měření teploty. Cílem projektu je vytvořit sadu měřících metod a technik, které umožní změny a zlepšení při měření vysokých teplot v průmyslu alespoň do 2500 °C s návazností na definiční teplotní stupnici ITS-90. Do řešení jsou zapojeni odborníci z metrologických laboratoří celé Evropy. Nezapomíná se ale ani na průmyslové partnery. Těm by měly úspěchy dosažené v rámci projektu usnadnit práci, a proto budou jednotlivé návrhy zkoušeny nejenom v laboratořích, ale i v průmyslové praxi. Projekt se zabývá problematikou kontaktního i bezkontaktního měření teploty a ČMI se do tohoto projektu zapojil s týmem pracoviště ČMI OI Praha pod vedením Dr. Ing. Radka Strnada, rstrnad@cmi.cz.

Metrologie vysokého tlaku pro průmyslové aplikace

V tomto projektu se pod vedením PTB účastní též ČMI, LNE, Metas, SMÚ, a rovněž i Technická univerzita Clausthal. Cílem je vyjít vstříc výrobcům i uživatelům měřidel vysokého tlaku, kteří produkují a provozují zařízení pracující až do 1,5 GPa. Bohužel je v Evropské unii jen jeden etalon pokrývající rozsah do pouhých 1,44 GPa, žádný další nepřekračuje 1 GPa. Projekt se tedy zaměří na konstrukci adekvátního primárního etalonu s rozsahem do 1,6 GPa, na studium vlastností vhodných konstrukčních materiálů i tlakoměrných kapalin a v neposlední řadě i na vývoj odpovídajícího přenosového etalonu. ČMI v tomto projektu vede „Impact Work Package“, v jehož rámci probíhá mimo jiné příprava workshopu „High pressure metrology for industry“ v červnu 2012 v Brně. Dalšími tématy, jimiž se budeme zabývat, je modelování vysokotlakých pístových měrek pomocí metody konečných prvků a v závěru projektu též porovnávací měření vysokotlakého přenosového etalonu do 0,5 GPa. Do tohoto projektu je zapojen tým oddělení tlaku z ČMI Brno pod vedením Mgr. Dominika Pražáka, dprazak@cmi.cz. Podrobnější informace (v angličtině) lze získat na webových stránkách projektu (emrp-highpres.cmi.cz).

Metrologie oblasti ionizujícího záření pro metalurgický průmysl

Slévárenský průmysl produkuje každý rok miliony tun oceli z recyklovaného odpadu. Tento odpad je testován na přítomnost opuštěných zdrojů záření průchodem kontejnerů odpadu pod portály s detektory záření. Nicméně, samotné stínění zdrojů nebo útlum záření jinými kusy šrotu v kontejneru zapříčiňuje, že tento přístup není úplně bezpečný a následné tání skrytých radioaktivních zdrojů, zejména ^{60}Co , ^{192}Ir nebo ^{226}Ra , pocházejících z odpadů z radioterapie, brachyterapie nebo gamagrafie, může mít za následek následující:

- radioaktivní kontaminaci pecí, lité oceli, strusky, filtrů,
- šíření radioaktivity v životním prostředí,
- ozáření koncových uživatelů kontaminovanými produkty z lité oceli,
- obchodní spory ohledně míry kontaminace výrobků včetně finančního dopadu na tržní ceny,
- ztrátu reputace hutních firem na stávajících a potenciálních trzích.

Cílem projektu je optimalizace metod pro měření aktivity radionuklidů v metalurgickém průmyslu, vývoj a charakterizace referenčních kalibračních materiálů, charakterizace měřících geometrií prostřednictvím simulace Monte Carlo a mezinárodního porovnání. Součástí projektu bude i výroba optimalizovaného spektrometrického zařízení pro měření vzorků taveb, strusky a prachu, včetně vyzkoušení tohoto prototypu spektrometrického zařízení v hutích. Do projektu je zapojen tým Inspektorátu pro ionizující záření pod vedením Ing. Jaroslava Šolce, jsolc@cmi.cz.

Metrologie pro průmyslovou kvantovou komunikaci

Projekt MIQC podporuje rozvoj trhu a zavádění kvantových komunikačních technologií s cílem dosáhnout maximálního dopadu na evropský průmysl v této oblasti. MIQC je zaměřen na „Quantum Key Distribution“ (QKD) technologii, jedny z nejspělejších z hlediska praktického použití. Kvantová distribuce klíčů je způsob odesílání kryptografických klíčů s kódovanou informací s absolutní bezpečností. Je to dáno tím, že využívá možnost kódovat fotony kvantovými stavy, které jsou výrazně narušeny, kdykoliv je informační kanál odposloucháván. QKD systémy jsou komerčně dostupné a v tomto ohledu má EU náskok. Spolu s masivním rozšířením internetu je bezpečnost chráněných dat ve větším nebezpečí, než kdy jindy. Bankovní transakce, uchovávání a záznam lékařských informací, chráněné IP, to je jen několik příkladů, kdy je třeba bezpečně zajistit chráněná data. Také stále rychlejší počítače představují hrozbu pro šifrování dat. Toto jsou hlavní faktory, které jsou motivací pro vývoj QKD. Nicméně, v současné době ještě neexistují žádné technické normy a definice pro toto odvětví a projekt MIQC chce tuto situaci řešit.

Na projektu spolupracuje tým oddělení radiometrie a fotometrie, ČMI LPM Praha v čele s Dr. Ing. Markem Šmídem, mismid@cmi.cz.

Metrologie pro výrobu tenkých vrstev

Na projektu spolupracují následující metrologické instituty: NPL, BAM (přidružená laboratoř), LNE, PTB, ČMI, VSL a dále vědci z finské Aalto university a německého Fraunhoferova institutu pro integrované systémy a technologie (IISB).

V rámci projektu se řeší otázky charakterizace tenkých vrstev. Jednotlivé úkoly jsou následující:

- návaznost, vzájemné srovnání a validace metod při určování materiálových vlastností relevantních pro tenkovrstevnaté systémy,
- vývoj a vyhodnocení metod měření pro složité vrstevnaté systémy,
- metrologie aplikovatelná při kontrole kvality ve výrobním procesu.

Oddělení nanometrologie ČMI, jehož vedoucím je Mgr. Petr Klapetek, Ph.D., pklapetek@cmi.cz se bude v rámci projektu zabývat měřením odrazivosti na velké ploše vzorku. Jedná se metodu, známou jako digitální reflektometrie, kdy lze ze série snímků vzorku osvětleného světlem o různých vlnových délkách sestavit sadu reflektometrických

spekter, ze které se pak určí optické vlastnosti vzorku jako např. index lomu, index absorpce či tloušťky tenké vrstvy na velké ploše vzorku (cca 1 cm²).

Metrologie pro pokročilé průmyslové magnetické senzory

Cílem projektu „Metmags“ je čelit výzvám při vývoji, produkci, kalibraci a testování pokročilých průmyslových magnetických senzorů. Cílem pracovního balíčku „WP2 - Testování a kalibrace magnetických senzorů“, na kterém ČMI participuje, je rozšíření metrologických postupů pro kalibrace pokročilých magnetických senzorů. Prvním úkolem je kalibrace magnetických senzorů při provozních teplotách - cílem je dosažení měřicích metod pro zjištění teplotních závislostí důležitých vlastností senzorů, jako jsou zesílení, linearita, offset a šum v rozsahu průmyslových teplot (-40 až +100)°C.

Druhým úkolem je sestavení metody a prostředí pro měření šumu magnetických senzorů s důrazem na dolnofrekvenční spektrum - cílem je zjistit šumové vlastnosti senzorů na frekvenci 0,1 mHz.

Třetím úkolem je kalibrace tříosých magnetometrů, kde je nutné kalibrovat i na úhlové odchylky mezi senzory - při využití vektorových kalibrací je nutné kalibrovat použité cívkové systémy, případně použít některé ze skalárních metod.

Finálním úkolem je sestavení měřicích postupů použitelných v průmyslové praxi ve spolupráci s průmyslovými partnery. Na projektu spolupracuje Ing. Renata Styblíková, Ph.D., rstyblikova@cmi.cz z oddělení elektromagnetických veličin, ČMI LPM Praha.

Dynamické měření mechanických veličin

Moderní průmysl klade stále vyšší nároky v oblasti zatahování šroubových spojů. V tomto odvětví je oblast, která doposud není metrologicky patřičně vyřešena, tzv. dynamické měření momentu síly. Oddělení ČMI při OI Kroměříž, který má letité zkušenosti se statickým měřením momentu síly, tuto činnost dynamického měření vykonává pouze okrajově a omezeně. Nejen automobilový průmysl však požaduje vyšší přesnosti dotahovacích procesů, ale, zejména v posledních letech, i stále vyšší dotahovací rychlosti – dynamické zatahování. Na trhu je sice velké množství nejrůznějšího průmyslového zatahovacího nářadí (měřidel – utahovaček), avšak ukázalo se, že neexistuje vhodné a univerzální zařízení, pomocí kterého se tato měřidla mohou věrohodně a na patřičné metrologické úrovni kalibrovat. Jedná se zejména o utahovačky, u kterých během dotažení vznikají rázy.

Cílem projektu je vývoj a výroba etalonového zařízení pro dynamické měření momentu síly tak, aby bylo vhodné pro různé rozsahy a různé rychlosti zatahování. Na projektu spolupracuje PTB a ČMI, přičemž německý PTB zajišťuje drtivou většinu projektu. V úvodu projektu bylo úkolem ČMI zmapovat požadavky konkrétních uživatelů těchto přístrojů, poté se PTB soustředí na samotný vývoj a výrobu etalonu. Na konci projektu v roce 2014 bude úkolem týmu ČMI OI Kroměříž, vpetrik@cmi.cz zajistit praktické testování zkonstruovaného etalonového zařízení.

Optická a dotyková metrologie pro absolutní charakterizaci tvaru

Tohoto projektu se účastní 7 metrologických institutů (PTB, ČMI, METAS, LNE, MKEH, SMD, VSL) a 5 technologických firem (z Německa a Nizozemska). Cílem projektu je zlepšení měření obecného tvaru na úroveň přesnosti 10 nm a pro roviny i pod 1 nm a to pomocí kontaktních i bezkontaktních metod. Jde například o zpřesnění charakterizace tvaru asférické plochy, který je hojně využíván ve vědeckých systémech (teleskopy, synchrotrony) či při výrobě (polovodičová litografie), ale také i v méně náročných optických prvcích, které zažívají prudký rozvoj a jsou nyní běžnou součástí fotoaparátů či CD/DVD mechanik. ČMI LPM Praha se pod vedením Mgr. Petra Křena, pkren@cmi.cz zapojuje do projektu jak v oblasti kontaktních měření (zkoumáním vlivu deformací předmětu při měření), tak i výzkumem s cílem zlepšování velmi přesných bezkontaktních měření rovinnosti optických ploch, které slouží jako referenční v optických i mechanických přístrojích.

Metrologie vakua pro výrobní prostředí

V tomto projektu se pod vedením PTB účastní též CEM, ČMI, IMT, INRIM, LNE, UME, a rovněž i Univerzita Janov a některé přední firmy z oboru. Byly vytipovány tři oblasti, kde vakuová metrologie nejcitelněji zaostává za rychle se rozvíjejícími potřebami praxe. Jsou to etalonáž dynamických tlaků ve vakuu, charakterizace atmosférických i vakuových netěsností a konečně měření parciálních tlaků a plynění vakuových konstrukčních materiálů. ČMI se rozhodl soustředit své kapacity na poslední dvě oblasti. V části projektu, která se týká měření netěsností, se budou proměřovat netěsnosti vyrobené laboratoří INRIM pro různé plyny (dusík, hélium, argon, oxid uhličitý, formační plyn, R134a, HFO-1234yf) při výstupu do vakua, a rovněž se bude modelovat proudění plynů kapilárami. V té části projektu, která se týká měření parciálních tlaků, bude úkolem sledovat dlouhodobou stabilitu základních parametrů hmotnostních spektrometrů. Do tohoto projektu je zapojen tým oddělení tlaku z ČMI Brno pod vedením Mgr. Dominika Pražáka, dprazak@cmi.cz. Podrobnější informace lze získat na webových stránkách projektu (<http://www.ptb.de/emrp/vacuum.html>).

Metrologie pro ultrarychlou elektroniku a vysokorychlostní komunikace

Stále rostoucí šířka pásma nových komunikačních systémů slouží soudobým potřebám společnosti na celém světě. Rozvoj však naráží na dosud nevyřešené metrologické výzvy, týkající se přesného měření amplitudy a fáze, zvláště u pulsních signálů, dále výpočtu šíření nejistot mezi časovou a kmitočtovou oblastí, charakterizace antén a přenosového kanálu na velmi vysokých kmitočtech a přesného měření digitálních modulovaných signálů. Výstupy tohoto projektu si kladou za cíl podpořit konkurenceschopnost evropského průmyslu na globálním trhu. Výzkum je rozdělen do 4 větších celků:

- Použití optoelektronických měřicích technik pro zajištění metrologické návaznosti vysokorychlostních a vyso-

kofrekvenčních měřicích přístrojů na laserový primární etalon,

- vytvoření volně šířitelného programového vybavení pro výpočet šíření nejistot mezi časovou a kmitočtovou oblastí,
- charakterizace antén a přenosového kanálu v mm a submilimetrových pásmech pro zvýšení přesnosti měření v těchto kmitočtových pásmech a
- metrologicky návazné měření chybových parametrů digitálně modulovaných signálů.

Český metrologický institut se do tohoto projektu zapojil výzkumnými týmy z ČMI OI Praha v čele s Ing. Martinem Hudličkou, Ph.D., mhudlicka@cmi.cz (metrologie digitálních komunikačních signálů) a z ČMI TESTCOM v čele s Ing. Martinem Grábnerem, Ph.D., mgrabner@cmi.cz (šíření elektromagnetických vln v milimetrových a submilimetrových pásmech).

Metrologie pro oblast výroby malých struktur

Projektu se účastní šest metrologických institutů (PTB, DFM, NPL, ČMI, MIKES, VSL), tři odborníci v rámci grantů vědecké excelence (JCM – SRN, UET – Finsko, DUT – Holandsko) a jeden finančně nepodporovaný účastník (Nanocomp – Finsko). Projekt je zaměřen zejména na rychlou a vysoce přesnou analýzu geometrických vlastností nanostruktur, který by byla využitelná v průmyslových procesech. Pro takové účely je často vhodné využívat měření rozptylu světla, které na některých typických strukturách (jako jsou např. difrakční mřížky) samo o sobě poskytuje dostatek informace o morfologii vzorku. Cílem projektu je proto vyvinout robustní nástroje pro analýzu dat z rozptylu světla. Jako doplňující metoda je využita mikroskopie atomárních sil, která je schopna poskytnout informace o morfologii přímo, ač mnohem pomaleji a na menší ploše. Porovnáním obou metod bude možné optimalizovat proces detekce morfologie povrchů z optických dat a stanovit jednotlivé nejistoty při takových měřeních. ČMI se v projektu zaměřuje na výpočty rozptylu metodou FDTD (Finite Difference in Time Domain).

Zpřesnění metrologické návaznosti spektrálních měření slunečního UV záření

Evropský metrologický výzkumný projekt „Metrologická návaznost pro měření UV spektrální ozáření slunečního záření na zemském povrchu“ je výsledkem spolupráce národních metrologických institutů s partnery z průmyslu a výzkumných organizací. V rámci projektu bude výrazně zvýšena spolehlivost spektrálních měření slunečního UV záření v rozsahu vlnových délek 290 nm až 400 nm, prováděných na zemském povrchu. Cíle bude dosaženo prostřednictvím vývoje nových metod pozorování (měřicí techniky a zařízení) tak, aby byla zajištěna návaznost měření slunečního UV záření s nejistotou menší než 2 %. Tato činnost je zásadní proto, aby bylo možné jednoznačně kvantifikovat změny slunečního UV záření v důsledku očekávaných změn v globálním klimatickém systému.

V rámci projektu dojde k podstatnému zkrácení řetězce metrologické návaznosti měření slunečního UV měření na jed-

notky SI a tím bude snížena související nejistota měření. Cílem je přiblížit nejistoty měření v terénu hodnotám, které lze v současné době dosáhnout pouze pro primární realizace stupnic spektrální ozáření v laboratořích NMI, tj. na úrovni 1%. Pro zajištění návaznosti měření slunečního UV záření s nejistotou menší než 2 % bude přenosný referenční spektro-radiometr známý jako „QASUME“ vybaven lepší globální vstupní optikou a nově vyvinutými pevnolátkovými detektory.

Aby bylo možné využívat cenově dostupnějších UV spektro-radiometrů s diodovým polem v meteorologické monitorovací síti (jako náhrada za stávající UV filtrové radiometry), je třeba dosáhnout významného pokroku v charakterizaci těchto zařízení. Budou vyvinuty nové techniky pro charakterizaci a následnou korekci rozptýleného světla, linearity a vlnové délky UV spektro-radiometrů s diodovým polem. Toho bude dosaženo prostřednictvím vlastního vývoje nových UV spektro-radiometrů s diodovým polem se zlepšenými vlastnostmi rozptýleného světla dosaženými pomocí vhodně zvolených pásmových propustí a/nebo za pomoci MEMS - mikro-elektro-mechanických systémů.

Následně pak bude zajištěno přenesení zlepšené metrologické návaznosti měření UV spektrální ozáření slunečního záření prostřednictvím rozsáhlého mezinárodního porovnání spektro-radiometrů prováděného ve Světovém radičním centru v Davosu ve Švýcarsku v roce 2014. Na toto porovnání budou pozváni účastníci ze všech relevantních evropských meteorologických institucí, zabývajících se monitorováním UV záření. Zúčastněné spektro-radiometry budou charakterizovány a kalibrovány pomocí zařízení vyvinutých v rámci tohoto projektu. Zajistí tak metrologickou návaznost spektrálních měření slunečního UV záření v rozsahu vlnových délek 290 nm až 400 nm prováděných na zemském povrchu na nově dosažené vyšší úrovni pro širší evropskou komunitu. Do tohoto projektu je zapojen tým oddělení radiometrie a fotometrie z ČMI LPM Praha pod vedením Dr. Ing. Marka Šmída, mismid@cmi.cz.

Metrologie tlaku, teploty, vlhkosti a rychlosti vzduchu v atmosféře

Klimatické změny a jejich důsledky vyžadují v současnosti okamžité kroky k ochraně nejenom životního prostředí, ale i hospodářství jak v Evropě, tak i ve zbytku světa. Spolehlivé vyhodnocování změn klimatu je závislé na robustnosti klimatických dat a na nejistotě, která je spojená s jejich měřením. Projekt reaguje na potřeby uživatelů klimatických dat, mezi které patří nutnost vzniku nových stabilních etalonů, které bude možné navázat na definované standardy. Dále je také potřeba vzniku kalibrovatelných senzorů a kalibračních procedur a nalezení metody sloužící k vyhodnocování nejistot. Všechny výsledky budou sloužit jako nástroj ke zvýšení spolehlivosti dat a povedou ke snížení nejistot používaných v klimatických modelech. Částmi projektu jsou měření v atmosféře, pozemní měření a vyhodnocení historických dat měření teploty s ohledem na nejistotu.

Cílem projektu je poskytnout první sadu kalibračních procedur, které budou určeny pro kalibrace meteorologických stanic; zajištěna bude přímá návaznost na národní nor-

my a etalony. S tím souvisí i značné snížení nejistot měření. Tyto aktivity v projektu a další specifická témata spojily široké konsorcium 18 partnerů včetně pracoviště ČMI, OI Praha v čele s Dr. Ing. Radkem Strnadem, rstrnad@cmi.cz. Více informací o projektu lze nalézt na www.meteomet.org

Metrologie pro nakládání s radioaktivními odpady

Provozování jaderných zařízení a jejich vyřazení z provozu po ukončení životního cyklu musí být prováděno s minimálním dopadem na životní prostředí. Toho lze dosáhnout pouze přesným měřením radioaktivity radionuklidů v odpadech a environmentálních vzorků, pomocí standardizovaných metod a návaznosti měření.

Vzhledem k tomu, že jaderná zařízení po celé Evropě v případě likvidace zastaralého reaktoru musí uložit a změřit až 100 tisíc tun odpadu, je potřeba zavést standardizované metody pro měření pevného radioaktivního odpadu z jaderných zařízení, uváděných do životního prostředí. Během projektu budou vyvíjeny standardizované metody pro rychlé mobilní měření in-situ, pro měření plynů v úložištích radioaktivních odpadů a referenční kalibrační materiály. Cílem projektu je také zpřesnění jaderných dat dlouhodobých radionuklidů, obsažených v odpadech z jaderných zařízení. Tento projekt je veden pracovištěm ČMI, Inspektorátu pro ionizující záření, v čele s RNDr. Petrem Kovářem, pkovar@cmi.cz.

Výzva III.

„Metrologie pro podporu a rozvoj nových technologií“,

„Metrologie pro redefinici jednotek SI“

a „Metrologie pro oblast zdravotní péče“

V roce 2011 proběhla 3. výzva projektu EMRP v oblasti „Metrologie pro redefinici jednotek SI“, „Metrologie pro podporu a rozvoj nových technologií“ a „Metrologie pro oblast zdravotní péče“. Program „Metrologie pro nové technologie“ je zejména zaměřen na interdisciplinární problematiku, jako jsou nanotechnologie, nové materiály, bezpečnost, biotechnologie, matematika a ICT v metrologii, ve kterých v mnoha případech dosud neexistují podpůrné metrologické nástroje a metody. Pro oblast nových technologií bylo finálně navrženo 14 projektů, z nichž pro EMRP „Nové technologie“ bylo schváleno následujících 9 projektů (z toho 7 s účastí ČMI):

- 1) Metrologická charakteristika strukturovaných nanosoučástek
- 2) Metrologie pro oblast Ramanovy spektroskopie
- 3) Chemická a optická charakteristika nanomateriálů v biologických systémech
- 4) Zabezpečení metrologické návaznosti při měření elektro-mechanických vlastností nano-materiálů
- 5) Nové matematické a statistické přístupy k vyhodnocení nejistot
- 6) Návaznost pro výpočetně náročné měření
- 7) Mikrovlnná a terahertzová metrologie pro bezpečnostní aplikace

ICT – Information and Communication Technology
MRI – Magnetic Resonance Imaging
NEMS – Nanoelectromechanical systems

- 8) Metrologie s/pro NEMS
- 9) Metrologie elektro-tepelné vazby pro technologii nových funkčních materiálů

Program „Metrologie pro redefinici jednotek SI“ je zaměřen na implementaci redefinice jednotek a praktickou realizaci základních jednotek SI a dotčených vedlejších jednotek. Finálně bylo schváleno pouze 10 projektů (z toho 4 s účastí ČMI a 1 s účastí přidružené laboratoře UFE):

- 1) Zavedení nové definice jednotky kelvin
- 2) Přesné časové a frekvenční porovnání prostřednictvím optických telekomunikačních sítí
- 3) Realizace očekávané definice kilogramu – řešení nesrovnalostí
- 4) Vysoce přesné optické hodiny se zachycenými ionty
- 5) Vývoj praktických metod pro přenos jednotky hmotnosti z nového kilogramu
- 6) Biologicky významné veličiny v radiometrii
- 7) Kvantový ampér: realizace jednotky ampér
- 8) Návaznost sub-nanometrových délkových měření
- 9) Primární standardy složitých prvků
- 10) Nové metody pro přenos jednotky teploty

Hlavním cílem programu „Metrologie pro zdraví“ je podpořit pomocí metrologického výzkumu a vývoje spolehlivost a efektivní využití diagnostických a terapeutických metod a vyvinout nové technologie pro zlepšení zdravotní péče a ochrany pacientů. V tomto programu bylo schváleno 11 projektů (z toho 3 s účastí ČMI):

- 1) Metrologie pro univerzální simulátor ucha a vnímání neslyšitelného zvuku
- 2) Metrologická charakteristika mikrováček tělních tekutin jako neinvazivní diagnostické biomarkery
- 3) Metrologie pro léčebný ultrazvuk
- 4) Metrologická charakteristika biomolekulárního rozhraní pro diagnostické přístroje
- 5) Metrologie metalloproteinů
- 6) Metrologie v oblasti nové generace norem bezpečnosti a zařízení v MRI
- 7) Metrologie dávkování léčiv
- 8) Metrologie monitorování infekčních nemocí, antimikrobiální resistance a škodlivých mikroorganismů
- 9) Metrologie ionizujícího záření pro radioterapii využívající komplexní ozařovací pole
- 10) Metrologie pro molekulární radioterapii
- 11) Metrologie v oblasti biomolekulárního původu nemocí

Celkově je ČR v EMRP „Metrologie pro nové technologie“, „redefinice jednotek SI“ a „metrologie pro zdraví“ zapojena v 15 projektech, které budou řešeny v průběhu let 2012 - 2016. Podívejme se nyní podrobněji na jednotlivé projekty, do kterých se zapojila česká výzkumná metrologická pracoviště.

Metrologická charakteristika strukturovaných nanosoučástek

Výzkumný tým tvoří jednak metrologické instituty - NPL, PTB, BAM (přidružená laboratoř), ČMI, INRiM a pak také dvě instituce v rámci grantů vědecké excelence (REG). Jedná se o mezinárodně významné organizace zabývající

se výzkumem v oblasti polovodičových součástek - Imec a Leti.

Cílem projektu je vyvinout měření a charakterizaci s návazností fyzikálních a chemických vlastností integrovaných strukturovaných nanosoučástek nové generace. V rámci projektu se budou řešit následující otázky:

- 3D kvantitativní chemické složení (včetně nečistot),
- měření vlastností vnořených rozhraní se sub-nanometrovým hloubkovým rozlišením,
- 3D chemie nanovrstev a rozhraní včetně migrace nečistot a chemické degradace vlivem stárnutí vzorku,
- 3D optoelektrická měření domén v nanoměřítku ve vnořených vrstvách v organických fotovoltaických člácích, za účelem zvýšení efektivity článků.

ČMI (oddělení nanometrologie, Mgr. Petr Klapetek, Ph.D., pklapetek@cmi.cz) se v projektu zaměřuje na modelování jevů ve fotovodivostní mikroskopii atomárních sil a příbuzných technikách.

Metrologie pro oblast Ramanovy spektroskopie

Projektu se účastní čtyři metrologické instituty (NPL, PTB, ČMI, INRIM), dva odborníci v rámci grantů vědecké excelence (ETH ze Švýcarska, Kings College z UK) a dva partneři mimo rozpočet projektu (Inmetro z Brazílie, NMI ze SRN).

Cílem projektu je vyvinout sadu nástrojů a postupů pro kvantitativní měření v Ramanovské spektroskopii, a to jak v její konvenční variantě, mikroskopické variantě i v režimu zobrazování metodami rastrovací sondové mikroskopie (Tip Enhanced Raman Spectroscopy). Tyto metody jsou, přes jejich mnohé využití ve fyzice, chemii, biologii i lékařství, stále poměrně vzdálené otázkám metrologické návaznosti. Důležitým aspektem projektu je zapojení klíčových pracovišť mimo metrologické instituty, a to pracovišť, která se podílela na vzniku těchto metod, jako je v oblasti TERS právě ETH Zurich. ČMI (oddělení nanometrologie, Mgr. Petr Klapetek, Ph.D., pklapetek@cmi.cz) se v tomto projektu věnuje otázkám numerických výpočtů interakce světla s materiálem, které jdou napříč jednotlivými měřicími metodami.

Zabezpečení metrologické návaznosti při měření elektromechanických vlastností nanoobjektů

Tohoto EMRP projektu se účastní pět metrologických institucí (PTB, BAM, CMI, MIKES, NP) a dva odborníci v rámci grantů vědecké excelence (Technická univerzita Drážďany, Universita v Helsinkách). Cílem tohoto projektu je vyvinutí metrologické návaznosti pro měření mechanických vlastností jako je adheze, tuhost, pružnost a tvrdost, u nanoobjektů jako jsou nanočástice, nanodráty a kompozitní materiály. Použité síly se budou pohybovat v rozsahu 10 mN až k 10 pN, nejmenší studované rozsahy dosáhnou 50 nm. Jednotlivé úkoly zahrnují různé aspekty měření mechanických vlastností objektů:

- vývoj vhodných vzorků popř. metod pro upevnění nanoobjektů
- vývoj prostředků pro charakterizování rozměrových a mechanických vlastností (adheze, tuhost, modul, tvrdost)
- studium teoretických modelů mechanických vlastností

pomocí metody konečných prvků nebo molekulární dynamiky

- studium závislosti mechanických veličin na rozměrech objektů v případě měření instrumentovanou vnikací zkouškou a metodou mikroskopie atomárních sil
- srovnání různých přístupů a to jak srovnání různých modelů v rámci numerických simulací tak i srovnání reálných experimentů s numerickými modely. ČMI (oddělení nanometrologie, Mgr. Petr Klapetek, Ph.D., pklapetek@cmi.cz) se bude zejména angažovat v rámci numerických modelů, přičemž je vedoucím příslušného úkolu.

Nové matematické a statistické přístupy k vyhodnocení nejistot

V tomto projektu se pod vedením PTB účastní též ČMI, FORCE, INRIM, JV, LGC, LNE, NPL, SP, VSL, a rovněž i jeden partner z komerční sféry. Cílem je nalezení vhodných metod zpracování nejistot pro nové obory metrologie jako je medicína, biologické a chemické analýzy, nanometrologie, nerovnovážné procesy, atd., kde nelze aplikovat zavedené postupy dle JCGM Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM). Byly vytipovány tři základní obory, kde jsou pocítovány největší nedostatky, a to regrese a inverzní problémy, výpočetně náročné systémy a konečně prokazování shody včetně rozhodovacích procesů. Zároveň bude ve všech těchto oborech vypracována řada konkrétních případových studií, které budou sloužit jako vodítko pro přenos výsledků projektu. ČMI pod vedením Mgr. Dominika Pražáka, Ph.D., dprazak@cmi.cz se zúčastní prací v první oblasti řešením konkrétních problémů v oborech etalonáže elektrických veličin a nanoindentace.

Návaznost pro výpočetně náročné měření

Jakékoliv měření lze rozdělit na dvě části: První je sběr dat – vlastní fyzické měření za použití čidel přístrojů, druhou částí je vyhodnocení. Pro vyhodnocení se vytváří software, využívá se výpočetní techniky. Právě touto druhou částí se bude zabývat projekt. Jde o ověření výpočetních postupů, validaci metod a software. Ve vlastním názvu je zdůrazněna nutnost návaznosti (vysledovatelnosti) postupů vyhodnocení měření tak, jak je nutná návaznost přístrojů na přístroje přesnější. V projektu budou vytipovány klíčové aplikace na základě zákaznických vstupů, budou vyvinuta a ověřena referenční data a numerické artefakty přiřazené k výpočetním úlohám, budou vyvinuta a ověřena kritéria k zohlednění technických parametrů software (např. numerická přesnost), bude vyvinuta infrastruktura k provádění validace software a pro „numerickou kalibraci“, bude vytvořena síť mezi národními metrologickými instituty, kde bude zajištěna výměna dat, vč. automatické certifikace se zajištěním bezpečnosti a dalších zákonně obchodních aspektů.

Koordinátorem projektu je NPL, partneři: PTB, INRIM, VSL, ČMI zastoupené doc. Ing. Vítem Zeleným, CSc., vzeleny@cmi.cz a dále univerzity: UM-Maribor, University of Huddersfield, Westsaechische Hochschule Zwickau, (na projektu participují výrobci souřadnicových strojů Mitutoyo, Werth, Zeiss).

Mikrovlnná a terahertzová metrologie pro bezpečnostní aplikace

Díky svým unikátním vlastnostem dokáže elektromagnetické vlnění v pásmu milimetrových a submilimetrových vln pronikat do materiálů a pomáhá odhalit jejich vnitřní strukturu. Tato kmitočtová pásma byla dlouho vyhrazena pouze pro vědecké účely, jako je radioastronomie nebo laboratorní spektroskopie. S bouřlivým technologickým vývojem se na trhu objevují první zařízení pro bezpečnostní aplikace pracující s milimetrovými a THz vlnami, jako jsou osobní skenery a spektrometry pro detekci zakázaných nebo potenciálně škodlivých látek. Některé parametry těchto zařízení jsou stále obtížně měřitelné, zejména se jedná o přesná měření intenzity elektromagnetického pole, kmitočtu anebo vyčíslení nejistot při spektroskopických měřeních. Přínosy a spolehlivost bezpečnostních systémů lze posuzovat pouze na základě vyhodnocení nejistot a návaznosti hlavních veličin na jednotky SI. Navrhovaný projekt si klade za cíl vybudovat metrologickou návaznost pro zdroje a detektory záření v submilimetrové a THz kmitočtové oblasti, která představuje nezbytný předpoklad pro návaznost THz systémů, jako jsou spektrometry, osobní tělesné skenery a zobrazovací systémy. Výsledky projektu napomohou větší konkurenceschopnosti evropských průmyslových výzkumných pracovišť a výrobců systémů pracujících v milimetrových a THz pásmech. Projekt je rozdělen do několika celků: (i) kalibrace zdrojů a detektorů THz záření, (ii) zajištění metrologické návaznosti hlavních fyzikálních veličin používaných v THz systémech, (iii) analýza nejistot měření v různých typech THz spektrometrů, (iv) stanovení intenzity pole různých typů skenerů pracujících v pásmu milimetrových a THz vln. Český metrologický institut se do tohoto projektu zapojil výzkumným týmem z ČMI OI Praha v čele s Ing. Martinem Hudličkou, Ph.D., mhudlicka@cmi.cz (charakterizace spektrometrů založených na principu vektorového analyzátoru obvodů a analýza nejistot).

Metrologie elektro-tepelné vazby pro technologii nových funkčních materiálů

Projektu se účastní šest metrologických institutů (NPL, ČMI, MIKES, Aalto, PTB a LNE), jeden odborník v rámci grantů vědecké excelence (University of Leeds) a jeden finančně nepodporovaný účastník (aixACCT). Týká se zabezpečení metrologické návaznosti při měření elektrotermálních, elektromechanických a termoelastických jevů v nových materiálech. Jedná se o materiály často používané v metrologii a ve vývoji přístrojového vybavení obecně, jako jsou například vysokoteplotní piezoelektrika. Jejich charakterizace běžnými prostředky metrologie je velmi obtížná, neboť je nutné provádět velmi přesná měření za extrémních podmínek, jako (např. do 1000 °C).

ČMI pod vedením Mgr. Petra Klapetka, Ph.D., pklapetek@cmi.cz se v projektu zaměřuje na otázku měření elektromechanických vlastností v mikro- a nanoměřítku ve snaze lépe pochopit složení materiálů a následně jejich fyzikální vlastnosti.

Přesné časové a frekvenční porovnání prostřednictvím optických telekomunikačních sítí

Moderní (optické) atomové hodiny dosahují takové přesnosti, že je již nebude možné na dálku porovnávat prostřednictvím satelitních navigačních nebo telekomunikačních systémů tak, jak se tomu v současnosti děje u stávajících atomových zdrojů času a frekvence. K přesnému porovnávání optických hodin lze s výhodou využít optická vlákna – ať už dedikovaná nebo v rámci existujících optických telekomunikačních sítí.

Cílem projektu je vyvinout metody a prostředky pro velmi přesná porovnávání času a frekvence („časový a frekvenční transfer“) a distribuci času a frekvence prostřednictvím optických vláken a plně optických telekomunikačních sítí. Česká republika se do tohoto projektu zapojila výzkumným týmem z ÚFE, přidružené laboratoře ČMI v čele s Ing. Alexandrem Kunou, CSc., kuna@ufe.cz.

Vysoce přesné optické hodiny se zachycenými ionty

Atomové hodiny jsou základním prostředkem pro zajištění mezinárodní časové stupnice, navigaci a komunikace. Čas a frekvence jsou nejpřesněji měřitelné fyzikální veličiny (10^{-16} rel.) a základní jednotka SI – sekunda hraje klíčovou roli v mezinárodním systému jednotek – je použita pro realizaci dalších základních jednotek včetně metru a ampéru. Tématem projektu je vývoj optických hodin (pracujících na frekvencích stovek THz) s laserem chlazenými a zachycenými ionty ($^{27}\text{Al}+$, $^{88}\text{Sr}+$ a $^{171}\text{Yb}+$) s přesností řádově převyšující současné cesiové hodiny (cesiové fontány), které pracují v radiofrekvenční oblasti (9,2 GHz). Vývoj je zaměřen na zlepšení klíčových prvků – vlastní pasti a sondovacího hodinového laseru. Budou vyvinuty pasti pro více iontů – pro zlepšení poměru signál/šum, nové referenční ultrastabilní rezonátory pro další spektrální zúžení laserového záření a bude přesně charakterizován vliv ovlivňujících parametrů (zbytekový mikropohyb, vliv elektrického a magnetického pole včetně tepelného záření) – pro zpřesnění příslušných korekcí a zajištění podkladů pro volbu budoucí nové definice sekundy. Dalším cílem je vývoj lepší automatizace a spolehlivosti optických hodin, které jsou nyní velmi složitými experimentálními zařízeními s náročnou obsluhou a neumožňují nepřetržitý chod. Nové přesnější hodiny poskytnou nástroj pro přesné testy platnosti fyzikálních zákonů, testy stability základních fyzikálních konstant nebo například pro přesné měření rozdílů gravitačního potenciálu.

Projektu se účastní PTB, NPL, MIKES a ČMI (Oddělení kvantové metrologie délky, LPM Praha). ČMI zatím optické (vlastně ani cesiové) atomové hodiny nemá (státní etalon času a frekvence založený na komerčních cesiových hodinách uchovává ÚFE AV ČR) a účast v projektu bude cenným zdrojem informací pro rozhodnutí, které optické hodiny pro vývoj zvolíme. Úkolem oddělení kvantové metrologie délky ČMI LPM pod vedením RNDr. Petra Ballinga, Ph.D., pballing@cmi.cz je především navrhnout, modelovat a optimalizovat referenční rezonátor, vytvořit FEM model teploty iontových pastí (RF zahřívání) a charakterizovat teplotní elektromagnetické pole „viděné“ zachyceným iontem.

Vývoj praktických metod pro přenos jednotky hmotnosti z nového kilogramu

Jedním z impulsů pro revizi soustavy základních jednotek SI je změna definice kilogramu. Současná definice je odvozena od artefaktu vytvořeného v druhé polovině 19. století, ale ukázalo se, že takto definovaný kilogram není dostatečně stabilní. Probíhají proto intenzivní práce na možné definici hmotnosti na základě některé univerzální konstanty.

Tento projekt EMRP se zabývá přenosem jednotky hmotnosti z nové definice na standardní závaží. Zatímco nyní probíhají kalibrace hmotnosti závaží téměř výhradně ve vzduchu, nová definice bude počítat s vakuem jako s pracovním prostředím. Projekt bude proto rozdělen do 5 technických a 2 administrativních částí. Technické části se budou zabývat především výzkumem materiálů vhodných pro použití ve vakuu a inertním plynu a přechodem mezi vakuem a vzduchem. Jedna z částí se bude zabývat skladováním závaží v podmínkách vakua a přenosem mezi různými laboratořemi. Zahrnuta je i statistická část zabývající se určením nejistoty vlastní „mise-en-pratique“ a jejich šířením v kalibračním řetězci kilogramu, jeho násobků a dílů.

Projektu se účastní všechny významné laboratoře hmotnosti, například METAS (Švýcarsko), LNE (Francie), PTB (Německo), NPL (Velká Británie), SMÚ (Slovensko) nebo CEM (Španělsko). ČMI je v projektu zastoupen Mgr. Jaroslavem Zúdou, jzuda@cmi.cz z oddělení hmotnosti, OI Brno. Hlavním koordinátorem projektu byl zvolen zástupce NPL Stuart Davidson.

Návaznost sub-nanometrových délkových měření

Tohoto projektu se účastní 7 metrologických institutů (PTB, ČMI zastoupené Ing. Petrem Křenem, pkren@cmi.cz z oddělení kvantové metrologie délky ČMI LPM Praha, MIKES, NPL, UME, VSL, INRIM) a 2 univerzity (TU Delft z Nizozemska a UNITO z Itálie). Projekt volně navazuje na úspěšný projekt „Nanotracer“ a cíli projektu jsou: Charakterizace kapacitních snímačů polohy, charakterizace a modelování nejistot optických interferometrů, ale i například vývoj a vylepšení x-ray interferometru či optických interferometrů. Český metrologický institut se do projektu zapojuje modelováním šíření šumu a nejistoty pro eliptický signál homodynamního interferometru. Projekt svými výsledky přispěje k praktickému zlepšení návaznosti sub-nanometrových nejistot délkových měření i pro další obory (např. měření Si koulí).

Nové metody pro přenos jednotky teploty

Mezinárodní teplotní stupnice 1990 (ITS-90) je současná mezinárodně uznávaná teplotní stupnice. I po redefinici kelvinu na základě Boltzmannovy konstanty bude ITS-90 nadále využívána jako robustní a spolehlivý nástroj, který má ovšem určitá omezení. Cílem projektu je řešení některých nedostatků ITS-90 (T90) a snaha vytvořit praktické spojení mezi termodynamickou teplotou T a T90 ve špičkové oblasti metrologie teploty, zejména v široce používaném rozsahu od -218 °C do 1000 °C. Projekt se zaměřuje na vývoj nových vyspělých metod zajištění návaznosti měření teploty a zjednodušení šíření návaznosti ke koncovým uživatelům.

Tohoto projektu se účastní 13 metrologických institutů (CEM, ČMI zastoupené Dr. Ing. R. Strnadem, rstrnad@cmi.cz, CNAM, INRiM, Italy, IPQ, LNE, MKEH, NPL, PTB, SMD, TUBITAK, UL, VSL).

Metrologie dávkování léčiv

Přesnost zařízení pro dávkování léčiv je zásadní pro bezpečnost a komfort pacientů. Pro klasické systémy pro dávkování léčiv, které pracují v rozsahu průtoků cca od 1 ml/min, existují uspokojivé kalibrační techniky s nejistotou měření pod 5 %. Nová vysoce koncentrovaná léčiva a mobilní systémy pro jejich podávání však vyžadují dostatečně přesná měření průtoků mnohem nižších. V tomto případě roste nejistota měření za stávající situace na 20 % i výše. Potenciální dvacetiprocentní chyba v množství podávané látky může být nebezpečná zejména v případě léčiv, která účinkují pouze v úzce vymezeném intervalu. V případě některých léčiv lze tento problém řešit ředěním - to však není vždy možné nebo vhodné, jako např. v případě podávání léků novorozencům nebo předčasně narozeným dětem, v případě obtížně míchatelných léků s vysokou viskozitou či hustotou či v případě mobilních dávkovačů, kde pohodlí pacienta vyžaduje co nejmenší zásobník s vysoce koncentrovanou látkou.

Práce na projektu je rozčleněna do tří oblastí:

- vývoj kalibračních etalonů (kalibrátorů) průtoků, které zajistí uspokojivou nejistotu měření v rozsahu relevantním pro aplikace dávkování léčiv, tj. od 1 nl/min,
- charakterizace a zkoušky přenosových měřicích zařízení velmi nízkých průtoků - např. zkoušky vlivu hustoty, viskozity a pulsujícího průtoků kalibračního media,
- charakterizace a zkoušky zařízení pro podávání léčiv, jako např. injekčních pump, peristaltických pump, tlakových pump, atd.

Oddělení průtoků a tepla ČMI OI Brno v rámci tohoto projektu spolupracuje s VSL (Holandsko) a s DTI (Dánsko) na vývoji kalibračních etalonů a zkušebních zařízení. Příspěvek ČMI spočívá v provedení některých numerických i analytických výpočtů potřebných ke správnému fungování zařízení vyvíjených spolupracujícími instituty. V případě VSL se jedná o modelování přenosu tepla ve standardu založeném na řízené teplotní expanzi kalibračního media. V případě DTI se jedná o modelování interakce trubice ponořené do kapaliny s povrchem této kapaliny za stacionárních i nestacionárních podmínek. Pro modelování bude použit volně šiřitelný software OpenFOAM. Kontaktní osobou za ČMI je Mgr. Jan Geršl, Ph.D., jgersl@cmi.cz.

Metrologie ionizujícího záření pro radioterapii využívající komplexní ozařovací pole

Hlavním cílem projektu je zlepšit metrologii veličin ionizujícího záření v moderní radioterapii využívající malých a komplexních radiačních polí. Jedná se o rozsáhlý projekt, který obsahuje několik technických částí. Cílem první části je vytvoření metrologického řetězce veličiny dávka ve vodě pro rentgenové záření středních energií. Dosud je využívána veličina kerma ve vzduchu, jejíž hodnota musí být pro použití v radioterapii přepočítávána na dávku. Druhá část si klade za cíl vytvořit novou veličinu ionizujícího záření, která by byla vhodná pro

kvantifikaci absorbované dávky malých a komplexních polí. Dávka je bodovou veličinou, která není vhodná pro velmi úzké svazky využívané moderními radioterapeutickými metodami. Nová veličina bude založena na integrálu dávky přes plochu. Třetí část bude studovat protonové a iontové svazky. Cílem je zpřesnit měření absorbované dávky od tohoto typu ionizujícího záření. Cílem čtvrté části projektu je popis radiačního pole nového typu brachyterapeutických zdrojů – mikrorentgenů, a vytvoření primárního etalonu dávky ve vodě od těchto zdrojů. Tématem posledních dvou technických částí je vytvoření dozimetrických metod pro kontrolu plánovacích systémů, které jsou používány pro plánování ozařování pacientů.

ČMI, zastoupený Ing. Vladimírem Sochořem, vsochor@cmi.cz z oddělení dozimetrie (ČMI IIZ, Praha) se projektu účastní zejména ve čtvrté části, kde je jeho úkolem popis radiačního pole mikrorentgenů speciálně vyvinutých pro využití v brachyterapii. Dále se ČMI bude podílet na první části - metrologický řetězec veličiny dávka ve vodě pro rentgenové záření středních energií. Mimo technických úkolů se ČMI zúčastní také zprovoznění a údržby veřejné internetové stránky tohoto projektu.

Metrologie pro molekulární radioterapii

Se zaváděním nových terapeutických radiofarmak získává na důležitosti molekulární radioterapie (MRT) jako jeden z možných způsobů léčby rakoviny. V současné době se množství terapeutické látky dávkuje na základě specifické aktivity a hmotnosti pacienta, aniž by byla známa dávka, kterou kritická tkáň pacienta obdrží. Je to podstatný nedostatek vzhledem k tomu, že léčebný účinek je závislý na dávce doručené do nádorů a léčených orgánů. Tento projekt řeší základní metrologické problémy spojené se stanovením absorbované dávky po aplikaci radionuklidu a s metrologickou návazností

takového stanovení na etalon dávky absorbované ve vodě.

Projekt se zabývá také cestami zpřesňování tzv. dozimetrických ozařovacích protokolů na základě spolehlivého a přesného měření absorbované dávky. Problém je velice složitý a vyžaduje komplexní řešení. Jedním z cílů je vytvoření a uplatnění doporučení pro standardní postupy kvantitativních měření aktivity pro MRT.

Cílem projektu je také vytvoření fantomu a jeho validace pro kalibraci PET-CT nebo SPECT kamery pro zjišťování distribuce radionuklidů v těle pacienta.

Součástí projektu je také vývoj Čerenkovova počítače pro měření aktivity „čistých“ beta radiofarmak a výzkum technologií pro konstrukci primárního etalonu absorbované dávky.

Na projektu spolupracuje pracoviště ČMI IIZ pod vedením Ing. Petra Kováře, pkovar@cmi.cz.

Výzva IV.

„Metrologie pro podporu a rozvoj průmyslu II“, „Metrologie pro redefinici jednotek SI II“ a „Otevřená výzva“

Aktuálně probíhá první kolo soutěže 4. výzvy s tématy „Metrologie pro podporu a rozvoj průmyslu II“ se zaměřením na průmyslové inovace, „Metrologie pro redefinici jednotek SI II“ se zaměřením na praktické aplikace a realizace metrologické návaznosti a „Otevřená výzva“, která má umožnit realizaci libovolných metrologických projektů nepokrytých žádnou z dosavadních výzev. Další informace o projektu EMRP naleznete případní zájemci na adrese www.emrponline.eu, nebo se mohou obrátit s dotazy na autora tohoto článku na adrese jtesar@cmi.cz.

PET-CT – Positron emission tomography – computed tomography
SPECT – Single-photon emission computed tomography



Přečetli jsme jinde:

Porovnání atomových hodin prostřednictvím datových dálnic

Společná informace PTB a MPQ (Max-Planck-Institut für Quantenoptik), <http://www.ptb.de/de/aktuelles/archiv/presseinfos/pi2012/pitext/pi120426.html>

Kabely se skleněnými vlákny mohou v budoucnu spojit všechny atomové hodiny v Evropě s velkým přínosem uživatelům ve výzkumu i průmyslu. Optické atomové hodiny měří čas s vynikající přesností. Ale teprve porovnání s jinými hodinami, umožní jejich využití pro vysoce přesná měření při ověřování fundamentálních teorií, od kosmologie až po kvantovou fyziku. Porovnání hodin, tj. porovnání optických frekvencí, se ale ukazuje jako velmi obtížné, protože na světě je jen několik exemplářů a ty jsou velmi složité; jejich přeprava vyžaduje velké náklady a úsilí. Tým vědců z PTB (Physikalisch - Technische Bundesanstalt) v Braunschweigu a z oddělení laserové spektroskopie v Ústavu Maxe Plancka pro kvantovou optiku (MPQ) v Garchingu nyní ukázal, že je možné optické frekvence přenášet s vysokou stabilitou po konvenčním telekomunikačním vedení s optickými vlákny; citován je přes 920 kilometrů dlouhý podzemní kabel, který spojuje laboratoře obou zúčastněných institucí. Tím je nyní dána principiální možnost srovnávat optické hodiny na velké vzdálenosti a využít jejich přesnosti pro měření i ve velmi vzdálených laboratořích. Výhod tohoto postupu využije především základní výzkum, například při přesném stanovení základních přírodních konstant, při ověřování obecné teorie relativity Alberta Einsteina nebo ve výzkumu kvantové elektrodynamiky.

PROBLEMATIKA PRIMÁRNÍCH ETALONŮ VELMI NÍZKÝCH TLAKŮ PLYNU – ČÁST III. Technologické aspekty realizace primárních etalonů vakua

RNDr. L. Peksa, CSc., RNDr. T. Gronych, CSc.,
Mgr. M. Jeřáb,¹⁾

Ing. Z. Krajíček, Mgr. D. Pražák, Ing. F. Staněk,
RNDr. J. Tesař, Ph.D., Mgr. M. Vičar,²⁾

Společná metrologická vakuová laboratoř MFF UK a ČMI

¹⁾ MFF UK v Praze, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8

²⁾ ČMI, Okružní 31, 638 00 Brno, Czech Republic

Ve třetí části jsou shrnuty technologické problémy a omezení ovlivňující možnost realizace etalonů vakua.

Technologické problémy realizace standardů vakua s velmi nízkou dolní hranicí měřicího oboru.

Zásadní aspekty technologie konstrukčních materiálů

V předchozí části byly shrnuty principy primárních standardů pro vyšší a vyšší vakuum překonávající skutečnost, že konstrukční materiál určitou měrou samovolně uvolňuje nežádoucí plyn a vytváří tak zdroj nejistoty. Technologickým řešením by bylo nalézt konstrukční materiály, které budou uvolňovat co nejméně plynu. Tři třídy materiálů jsou obvykle považovány za vhodné pro dosažení extrémně nízkého plynění: kovy, keramiky a skla.

Sklo bylo ve vakuové technice využíváno dlouhou dobu a jeho vakuové vlastnosti byly podrobně zkoumány. U skla již byla možnost dosahování extrémně nízkých tlaků prokázána. Jako konstrukční materiál ultravakuových aparatur jej však lze charakterizovat jako materiál minulosti. Pro tento stupeň vakua je obtížné vytvořit z něj stavebnici s přírubovými spoji, kde by bylo možné snadno vyměňovat kalibrované měřky, objemné komory apod. Kromě toho, mistrů sklářů schopných pracovat s tímto materiálem valem ubývá.

Keramiky by naopak bylo možno označit za materiál budoucnosti. Jde o velkou třídu materiálů, řada oxidových a speciálních keramik vakuovými vlastnostmi předčí všechny ostatní materiály. Obtíže jsou opět při výrobě potřebných komor a dalších prvků. Výroba některých vysoce speciálních vakuových komponent sice již byla zkoušena, vývoj a výroba jednotlivých dílů potřebné stavebnice speciálních komor by však dosud byly neúnosně nákladné.

V současné době proto zůstávají jediným dostupným hlavním konstrukčním materiálem vakuových aparatur kovy. Po dlouhou dobu je pro konstrukci vakuových zařízení dominantně užívána a z hlediska uvolňování plynu nejdůkladněji prozkoumána nerezavějící ocel. Hlavním uvolňovaným plynem je v tomto případě vodík. V řadě laboratoří byla studována možnost zbavit vakuový systém z nereze zhotovený tohoto plynu odplyněním výchozího materiálu, odplyněním hotových komor popř. omezit plynění speciálními postupy. Odplynění se zpravidla provádí

dlouhodobým (hodiny až stovky hodin trvajícím) žháním na vysoké teplotě ve vakuu. U nezpracovaného materiálu se používají teploty až 1000 °C. U hotových komor už je řadou faktorů odplyňovací teplota omezená, např. u přírub s břitými docházelo při teplotách nad 400 °C k měknutí břitů, na průchodkách vakuometrů jsou použity spoje kov-keramika s omezenou maximálně přípustnou teplotou apod. Speciální postupy spočívají např. v zahřívání komor za přítomnosti kyslíku nebo suchého vzduchu, čímž se na povrchu stěn komor vytváří silnější a kompaktnější vrstvy oxidu, fungující jako bariéra proti vystupování vodíku z hloubky materiálu.

Bez detailnějšího rozboru uvedme, že pokud chceme, aby plynění neznemožnilo u dolní hranice rozsahu primárního standardu dynamické expanze dosáhnout nejistot řádu procent, musíme dosáhnout hodnot řádu 10^{-10} Pa×m/s (jednotka je Pa×m³/s/m²) pro standard s dolní hranicí v řádu 10^{-8} Pa, ale už 10^{-12} Pa×m/s pro dolní hranici 10^{-10} Pa.

U nerezi bylo publikováno mnoho desítek, možná až set naměřených hodnot plynění. Vzhledem různým způsobům úprav a odplyňovacích postupů značně statisticky rozptýlených a obtížně porovnatelných. Spolehlivě lze zřejmě dosáhnout hodnot na rozhraní řádů 10^{-10} a 10^{-11} Pa×m/s. Už pro dosažení těchto hodnot a tím spíše hodnot nižších je nutno žíhat materiály několik set hodin a na teplotách mnoho set stupňů °C. Vytvoření umělé oxidové vrstvy výsledky prokazatelně zlepšuje. To by bylo ještě přijatelné, zásadní problém je ovšem v tom, že po zavzdušnění komory, kterému se u standardu při výměně měrek nevyhneme, se z vody adsorbující na površích nerezi obnovuje obsah vodíku v materiálu a také narušuje bariérová oxidová vrstva, takže náročnou proceduru je třeba vždy zopakovat. Nerez je tedy materiál pro konstrukci standardů do 10^{-8} nejvýše 10^{-9} Pa. Požadujeme-li dolní hranici 10^{-10} Pa, je nutno použít vakuově vhodnější materiál.

Rozsáhlé studium odplyňování na nerezi umožnilo pochopit příčiny neúspěchu při odstraňování vodíku z kovových materiálů a otevřít cestu k vhodnějším materiálům. Po zahřátí ve vakuu by měl podle zjednodušené teorie vodík z materiálu vystupovat na povrch, desorbovat a pak být odčerpán do vývěv tak rychle, že již za několik málo hodin by ho měl být materiál zcela zbaven a umožňovat dosažení extrémně vysokého vakua. Potíž je však v tom, že vodík je tzv. disociativně adsorbující plyn. V objemu komory jako plyn se může pohybovat jen jako dvouatomové molekuly. Po adsorpci na kovovém povrchu se však molekula rozštěpí na dva samostatné atomy, které mohou na povrchu zůstat nebo se ponořit mezi atomy kovu. Tyto přechody jsou v termodynamickém smyslu chemické reakce. Zároveň samozřejmě běží i opačné reakce. Důležité ovšem je, že k desorpci, tedy ke znovuuvolnění plynu z povrchu do volného prostoru a tam do vývěvy se musí na povrchu znovu vytvořit dvouatomová molekula. Teorie, které předpo-

vídaly rychlé odplynění vakuovým žiháním nepočítaly se zvláštní situací, kdy v materiálu (v rovnováze vázáno na povrchu a rozpuštěno v kovu) je stále ještě mnoho atomů vodíku, aby způsobovaly nepříjemně vysoké plynění, ale toto množství na povrchu je zároveň tak malé, že podstatně klesne pravděpodobnost asociace atomů na povrchu ve dvouatomové molekuly. Zjednodušeně řečeno, každý atom na povrchu příliš dlouho hledá partnera k vytvoření molekuly a odletu. Tato fáze prodlouží odplynění na stovky až tisíce hodin i při teplotách 1000 °C a to už je prakticky nerealizovatelné. Schůdnou cestou se jeví uzavřít rozpuštěný plyn v kovu povrchovou bariérou, která ovšem musí být odolná především proti účinkům vody, tedy chemicky stabilnější než oxidy niklu a chromu jako u nerezí.

Pro dosahování extrémně vysokého vakua je od 80. let užíván hliník, jehož uměle vytvořený oxid na povrchu (s vyloučením přítomnosti iontů OH) je mimořádně stabilní a kompaktní. Pro konstrukci primárního standardu vakua je však nevhodný proto, že ačkoli nepoužijeme nerez jako hlavní konstrukční materiál, kompatibilitu s nerezovými komponentami je nutno zachovat. Je třeba očekávat, že kalibrované měřky budou na nerezových přírubách a některé další komponenty, např. ventily, je rovněž obtížné vyrobit z hliníku. Vlastnosti a chování hliníku (koeficient tepelné roztažnosti, maximální odplyňovací teplota, tvrdost) jsou do té míry odlišné od nerezí, že primární standard vakua kombinující tyto dva materiály je velmi obtížně realizovatelný.

Dalším možným (a zkoumaným) materiálem by byla sama nerez pokrytá stabilnější bariérovou vrstvou. Takovou bariérou je např. vrstva nitridu titanu. Způsoby nanášení takové vrstvy – naprašování pohyblivým magnetronem nebo nanášení plazmovou tryskou – jsou však zatím realizovatelné pouze na nejjednodušších tvarech komor, výrobu členitějších komor a všech ostatních komponent standardu zatím neumožňují.

Vytvořit vrstvu nitridu titanu i při složitém tvaru komory by bylo dobře možné, pokud by sama komora byla vyrobena z titanu. Vrstva se na něm sama vytvoří, žažehne-li se v komoře doutnavý výboj v nízkém tlaku čistého dusíku. Problematická je při tomto řešení opět kompatibilita s nerezí. Titan má prakticky poloviční koeficient tepelné roztažnosti než vakuově vhodné nerezí a nelze jej s nimi spájet nebo svařit. Na spoji se vytváří křehká intermetalická slitina, ve které spoj praská.

Zajímavým, s nerezí dobře kompatibilním materiálem je měď. Koeficientem tepelné roztažnosti se liší jen málo. Příjemnou vlastností je i to, že rozpouští relativně méně vodíku, přesto je nutno vytvořit povrchovou bariérovou vrstvu. Měď rozpouští kyslík, pro vakuové účely je nutno použít bezkyslíkatou měď. Uměle vytvořený oxid mědi pouze na povrchu by stejně jako u nerezí nebyl dostatečně stabilní. Dostatečně stabilní z tohoto hlediska jsou oxidy vysoce elektronegativních kovů. Takovým je právě hliník nebo hliníku chemicky velmi příbuzné beryllium. Především japonský vědec dr. Fumio Watanabe objevil postup, kterým se na povrchu mědi s malou příměsí berylia resp. hliníku vytvoří bariérová vrstva oxidů těchto kovů a dosáhne se tak plynění v řádu

10^{-13} Pa \times m/s! Zdánlivě tak byl objeven ideální vakuový materiál, ale jeho rozšíření brání značná technologická obtíž. Měď s příměsí berylia nebo hliníku nelze svařovat ani pájet, protože kolem spojů vznikají mikrotrhliny a tím netěsnosti. Veškeré komponenty je proto nutno navrhnout tak, aby mohly být vyrobeny z jednoho bloku materiálu, což je obtížné a nákladné, nicméně pro výstavbu jednotlivých unikátních aparatur, např. primárního standardu vakua, použitelné.

Tím je výčet materiálů, které jsou v současné době vhodné pro konstrukci vakuových aparatur primárních standardů velmi nízkých tlaků, v podstatě vyčerpán.

Vývěvy pro primární standardy velmi vysokého vakua

Z vakuového hlediska musí být mezní tlak vakuové aparatury primárního standardu velmi nízkých tlaků podstatně nižší než dolní hranice měřicího rozsahu – pro nejistotu řádu procent o dva řády nižší. To při požadavku dolní hranice v řádu 10^{-10} Pa přináší ještě jeden problém na hranici současných technických možností, problém vhodné vývěvy.

Protože (za homogenní teploty) plyn může proudit pouze z místa o vyšším tlaku do místa s nižším tlakem, je vstup vývěvy místem s nejnižším tlakem v celé aparatuře, nelze dosáhnout nižšího tlaku než je mezní tlak vývěvy.

Obecně vývěvy rozdělujeme do dvou skupin:

- 1) Transportní vývěvy, které plyn čerpají na svém vstupu a vyvrhují na výstupu;
- 2) Vývěvy založené na vazbě plynu, které po celou dobu čerpání ukládají plyn odstraněný ze systému v sobě.

První mohou čerpat zdánlivě neomezeně dlouho stále stejnou čerpací rychlostí, druhé mají samozřejmě konečnou kapacitu, jak se blíží jejímu vyčerpání, klesá jejich čerpací rychlost. Metrologická aplikace, jakou primární standard vakua je, vyžaduje ovšem mimořádně stabilní parametry, tedy i čerpací rychlost. (Uvažujeme zde standardy pro rozsahy, kde je statický systém bez čerpání během kalibrace již zcela vyloučen.) Prakticky jediný typ vývěvy má sám o sobě z tohoto hlediska vyhovující stabilitu čerpací rychlosti. Jsou to turbomolekulární vývěvy, protože rychle se točící lopatkový rotor je vlastně elektronicky stabilizovaný setrvačnick, při frekvenci otáček např. 1000 Hz je kolísání frekvence do 1 Hz. Stabilní čerpací rychlosti v kalibrační komoře lze ovšem dosáhnout tak, že se nasadí vývěva s velkou rezervou v čerpací rychlosti a zaškrtní se pasivní vodivostí – clonou (nebo potrubím). Snadno se odvodí vzorce, jak se do výsledné čerpací rychlosti kombinace clony a vývěvy promítne kolísání čerpací rychlosti samotné vývěvy. S výjimkou turbomolekulárních vývěv je zpravidla nutné použít vývěvy s mnohonásobně větší čerpací rychlostí než je ta, které pak bude dosaženo po zaškrtnení clonou v kalibrační komoře, některým typům vývěv je nutno se vyhnout vůbec.

Uvedená úvaha opět vede k velmi náročné kombinaci požadavků extrémně nízkého mezního tlaku a vysoké a „rozumně“ stabilní čerpací rychlosti. Navíc je u každého typu vývěvy nutné uvažovat tzv. selektivitu – různou čerpací rychlost popř. kompresní poměr pro různé druhy plynů. Je proto nutné mít jasno v otázce pracovního – ka-

libračního plynu a v otázce, jak se vypořádat s „potížistickým“ vodíkem.

Současnou technologii turbomolekulárních vývěv nelze dosáhnout lepšího mezního tlaku než 10^{-10} Pa. Ani taková vývěva již není, zřejmě pro malou poptávku, komerčně k dispozici. Dlouho se předpokládalo a dosud se v některých pramenech uvádí, že důvodem je špatný kompresní poměr pro vodík. Turbomolekulární vývěva je typická transportní vývěva a jako taková může vytvořit pouze konečný poměr mezi tlakem určitého čerpaného plynu na svém výstupu a mezním tlakem tohoto plynu nad svým vstupem. Pro turbomolekulární a molekulární vývěvy je charakteristické, že tento poměr je nejhorší (nejmenší) pro nejlehčí plyny, tedy právě pro vodík. U všech ostatních těžších plynů ještě kromě hélia je tento poměr tak velký (závislost na molekulové hmotnosti je exponenciální), že katalogy uvádějí „praktické nekonečno“. U nejlepších moderních komerčně dostupných turbomolekulárních vývěv je dnes tento poměr pro vodík $10^6:1$. Okolní atmosféra obsahuje vodík o parciálním tlaku jednotek Pa, protože turbomolekulární vývěva musí být předčerpávána vhodnou primární vývěvou, na jejím výstupu je už parciální tlak vodíku např. 10^{-5} Pa. Měli bychom se tedy dobrat k meznímu parciálnímu tlaku vodíku řádu 10^{-11} Pa a situaci můžeme ještě snadno zlepšit zařazením dvou takových turbomolekulárních vývěv do série, dokonce na společné hřídeli, jak to vyzkoušeli v 90. letech v Japonsku. Přesto se mezní tlak vývěvy tvořený především vodíkem nepodařilo snížit podle očekávání. Ukázalo se, že příčina je ve zvýšeném uvolňování vodíku z nejvyšších lopatkových stupňů rotoru. Ve zbytkových magnetických polích v kovu vznikají při rychlých otáčkách bludné proudy, které rotor zahřívají. Protože se pohybuje už ve velmi dobrém vakuu, jediným efektivním mechanismem ochlazování je radiace, která nemůže zabránit zvýšení teploty rotoru o mnoho desítek °C nad pokojovou teplotu a tím zvýšenému plynění vodíku. Z nejvyšších stupňů proniká samozřejmě značná část tohoto plynu přímo do vakuového systému a zvyšuje mezní dosažitelný tlak.

Tento problém by pravděpodobně řešilo použití keramického rotoru, jehož vývoj byl v literatuře oznamován, nověji jsou ovšem zprávy o výsledcích v dostupné literatuře sporadické. V 90. letech byla zkoušena možnost pokrýt rotor povlakem s vyšší schopností vyzařovat teplo, což skutečně vedlo k dílčímu zlepšení mezního tlaku a vývěva s mezním tlakem 10^{-10} Pa byla po jistý čas komerčně nabízena.

Tato relativně podrobná poznámka o turbomolekulárních vývěvách ukazuje, proč je tato, v posledních desetiletích pro metrologické aplikace velmi žádaná vývěva použitelná zatím pouze pro stavbu standardů vakua nejvýše do 10^{-7} až 10^{-8} Pa a pro stavbu standardu s nižší dolní hranicí rozsahu musíme uvažovat vývěvy jiné.

V souvislosti s dosahováním tlaků v oboru XHV, tedy pod 10^{-10} Pa jsou nejčastěji zmiňovány vývěvy založené na vazbě plynu, titanová sublimační vývěva (TSP) a nevypařované getry (NEG). První je vlastně typem vypařovaného getru. Zahřátím drátového vypařovačla na vysokou teplotu sublimuje titan nanesený na jeho povrchu a napaří se v tenké vrs-

tvě na nějakém sousedním povrchu. Protože jde o chemicky vysoce reaktivní kov, pevně váže na čerstvě nanesené vrstvě všechny chemicky reaktivní plyny a představuje tak vývěvu o velké čerpací rychlosti. S nasycováním povrchu se ovšem tato čerpací rychlost zmenšuje, proto se musí novým „přepařením“ vrstva titanu obnovovat. Bezprostředně po napaření je ovšem systém tepelnými změnami vyveden z rovnováhy a jistou dobu se k ní vrací. Čerpací rychlost se tak mění v mezích nevhodných pro metrologickou aplikaci a aktuální stav nasycení čerpající plochy je obtížné kontrolovat.

Chování nevypařovaných getrů je v jistém smyslu obdobné. Obecné plyny adsorbují na jejich povrchu. Po zahřátí se neuvolní zpět do systému, ale rozpustí v materiálu getru. Tím se obnoví čistý povrch pro další adsorpci. Postupně se zvyšuje koncentrace rozpuštěných plynů v getru a stupeň obnovy čerpací schopnosti se zhoršuje. Kontrola aktuální kondice (s výjimkou velmi časté regenerace a výměny getrů již po malém nasycení) je obtížná.

Protože princip obou typů vývěv souvisí s chemickou reaktivitou plynů, jsou tyto vývěvy vysoce selektivní. V případě použití inertního plynu, např. argonu, jako pracovního (kalibračního) plynu, by bylo možné použít tyto vývěvy jako doplňkové pro lepší čerpání vodíku, aniž by se změny nasycení promítly do stability čerpací rychlosti pro pracovní plyn. Jako hlavní vývěvu pro standard je však třeba volit ještě jiný princip.

Mezi ostatními vývěvami bylo dosaženo mezního tlaku lepšího než 10^{-10} Pa se dvěma typy: difuzní a kryogenní.

Možnost použít difuzní vývěvu je pro řadu mladších odborníků poněkud překvapující. Dodnes jde o velmi důležitý typ vývěvy pro průmysl, ve vědeckovýzkumných aplikacích však byla téměř zcela nahrazena především turbomolekulárními vývěvami. Naprostá většina z těchto aplikací však nevyžaduje mezní tlak lepší než 10^{-8} Pa, což lze s turbomolekulárními vývěvami rutinně dosáhnout. S difuzními vývěvami (s kryogenními lapači a odražeči) bylo prokazatelně dosaženo tlaků v řádu 10^{-11} Pa, v malých skleněných aparaturách dokonce 10^{-12} Pa. Důvod, proč pro standardy vysokého vakua nebudou pravděpodobně v současnosti ani v budoucnu použity je spíše psychologický. V difuzních vývěvách vaří čerpací kapalina (dříve olej, dnes vhodná kapalina, téměř výhradně organická látka) její pára proudí nadzvukovou rychlostí z trysek, kondenzuje na chlazených stěnách a vrací se do varníku. Rezidua čerpací kapaliny, která by mohla zpětným proudem proniknout do systému, musí být zachycena na kryogenních lapačích. Lapače nemohou být chlazeny nepřetržitě, při odstavení vývěvy jsou odstavovány a regenerovány. To vše vyžaduje přesnou a promyšlenou obsluhu, zejména procedury startu a odstavování, kontrolu a zajištění proti havarijním stavům. Pak lze proniknutí zbytků par čerpací kapaliny do systému stoprocentně zabránit, taková obsluha je ovšem mnohem náročnější než u turbomolekulárních vývěv. Nasazení difuzních vývěv proto brání především skepse, že se s nimi skutečně podaří dodržet striktní „bezolejovost“ systému.

Jako velmi perspektivní pro aplikace v primárních standardech velmi vysokého vakua se jeví kryogenní vývěvy.

V současnosti jsou dostupnější i lážňové kryogenní vývěvy, ve spolupráci s dodavatelem chladiv je lze ještě přijatelně ekonomicky provozovat i v laboratořích, kde není vybudováno nákladné heliové hospodářství, daleko pohodlnější jsou však refrigerátorové typy, na jejichž druhém stupni lze už běžně dosáhnout teplot kolem 4 K. Vývěvy mají velkou čerpací rychlost, která se přijatelně pomalu zmenšuje až po vyčerpání relativně velkých množství plynu, takže čerpací rychlost je rozumně stabilní i při dlouhé kalibraci a dává velkou rezervu pro stabilizaci zaškrčením clonou.

Ani použití kryogenních vývěv ovšem není bez potíží. Vývěva ve standardu bude součástí vakuové aparatury, která musí být nevyhnutelně odplynitelná („vypékatelná“) za teploty několik set °C při každém čerpacím cyklu. Firma Leybold vyvinula refrigerátorovou vývěvu, která je během odplyňování zbytku aparatury v chodu, proti teplu chlazená přidáním dusíkem chlazeným štítem. Pro standard je však mnohem přirozenější, aby byla vývěva bez heliové náplně odplyněna jako součást systému za čerpání pomocnou, např. turbomolekulární vývěvou, která pak po vypěčení a startu kryogenní vývěvy bude od systému oddělena ventilem. Jak takový postup realizovat u lážňových vývěv je zřejmé, v posledních letech je i u refrigerátorových vývěv nabízena možnost jednoduchého vymontování teplem poškoditelného mechanismu z tělesa vývěvy před odplyňováním, znovunamontování a napuštění heliového okruhu po vypěčení a zchlazení před startem kryogenní vývěvy. Technologickým problémem, jehož uspokojivé řešení je rovněž k dispozici jen u některých dodavatelů a to až v poslední době, je vypékatelný tepelný štít vývěvy. Aby tepelné záření ze stěn vakuového systému, které jsou na pokojové teplotě, nepronikalo do vývěvy a nezvyšovalo tepelnou zátěž kryogenního chladicího okruhu, stojí mu v cestě žaluziový štít přerušující optickou spojnici mezi teplým a nejchladnějším místem. Nelze však využít příliš mnoha odrazů záření – komplikovaný labyrint, protože stejnou cestou a podle analogických pravidel jako tepelné paprsky pronikají do vývěvy také molekuly čerpaného plynu. Komplikovaným uzavřením cesty infračerveným paprskům bychom uzavřeli cestu i jim. Proto se musí při jediném dopadu paprsku na povrch štítu maximum energie absorbovat a minimum odrazit. Toho se docílí vhodnými povlaky na tepelném štítu, ale většina takových povlaků vypékání na několik set °C nesnese, olupuje se. V naprosté většině ostatních současných aplikací kryogenních vývěv totiž vypékání není třeba.

V primárním standardu vysokého vakua v sobě kryogenní vývěva nese samozřejmě potenciálně i problém zmiňovaný několikrát dříve: vnesli jsme jí do systému části na značně odlišné teplotě od pokojové teploty, na které bude pravděpodobně pracovat většina aparatury. Přes velmi dobré stínění nelze zcela vyloučit určité narušení rovnováhy, které bývá ve všech aplikacích kromě metrologických zcela zanedbáváno.

I při použití kryogenní vývěvy činí problémy čerpání vodíku. Kryogenní způsob čerpání není dostatečně účinný v případech tří plynů: helia, neonu a vodíku. Zatímco přítom-

ností prvních dvou v systému se dokážeme vyhnout, u vodíku se to nepodaří. Tlak nasycených par vodíku je i při teplotách kolem 4 K příliš vysoký, nelze se spolehnout na kondenzaci. Musí být čerpán v režimu adsorpce nejvýše do zlomku úplně monovrstvy buď na hladkém kovovém povrchu, nebo na porézní látce typu aktivní uhlí, nebo na porézní substanci, tzv. *jinovatce* (*frost*) vzniklé za určitých podmínek kondenzací jiných plynů (argonu, dusíku a pod.). Další možností je použít jen pro čerpání vodíku samostatnou pomocnou vývěvu, jak už bylo zmíněno, např. nevypařované gettry pokryté tenkou vrstvou paladia, aby se zabránilo jejich nasycení jinými plyny. Tento aspekt nasazení kryogenních vývěv v oblasti primárních standardů vakua je v současnosti zkoumán.

Závěr

Problematika primárních standardů vakua se vyvíjí již několik desítek let tak, jak se postupně rozšiřuje rozsah průmyslově využívaného vakua. Do určité dolní hranice lze ještě zkonstruovat měрку (někdy ovšem velikostí a složitostí spíše aparaturu), jejímuž výstupnímu signálu lze přiřadit hodnoty měřeného tlaku – stanovit tlakoměrnou stupnici – pouze na základě měření základních veličin. V současnosti se tuto hranici podařilo úspěšně posunout do řádu jednotek Pa, ale dalšímu vývoji tímto směrem brání důvody fyzikální.

Pro nižší tlaky se jako primárního standardu užívá prostředí s nízkým známým tlakem plynu vytvořené v komoře vakuové aparatury s měrkou bez stupnice definovaným termodynamickým procesem provedeným s plynem v aparatuře. Tak se stanoví stupnice připojené měřky a ta následně slouží jako přenosový standard pro sekundární kalibrace.

Obtíže při nižších a nižších tlacích pramení jednak z nutnosti provést v aparatuře pouze žádoucí termodynamické procesy vedoucí k definovanému nízkému tlaku a potlačit důsledky spontánních procesů způsobujících nejistoty, jednak z faktu, že tlak plynu je metrologicky uspokojivě definován pouze, je-li plyn v termodynamické rovnováze s Maxwellovým rychlostním rozdělením. Ve snaze vyrovnat se s těmito problémy co nejlépe, bylo a je využíváno několik postupů optimálně vhodných pro různé podrozsahy a aktuální stav technologie. Jedním z nevhodnějších je princip dynamické expanze a různé kombinace několika dalších principů.

Již asi padesát let jsou takto v zásadě uspokojeny potřeby pro část rozsahu rutinně do 10^{-5} až 10^{-7} Pa, extrémně pečlivým využitím možností ojediněle až do 10^{-9} Pa. Ustálily se nevhodnější principy, využívání novější technologie se do vývoje promítalo spíše evolučně než revolučně. V posledních desetiletích se množí aplikace velmi vysokého vakua a roste tlak na posunutí rutinně dosahované dolní hranice. Tímto požadavkem se však již blížíme hranici současných technologických možností a pro dosažení cíle je nutné využít zároveň jak všech dostupných možností týkajících se principů, tak progresu v technologii.

O primární standard pro rozsah do 10^{-10} Pa v současnosti usiluje několik států. Úspěch bude pravděpodobně spočívat spíše v dokonalém využití všech špičkových znalostí než ve vynaložení zcela enormních nákladů.

VLIVNÁ DATA A KVALITA ODHADU KALIBRAČNÍ PŘÍMKY

Ing. Václav Hora

AMS – Laboratoř ionizujícího záření
VZ 4935 Lázně Bohdaneč, pracoviště Olomouc

1. Úvod

Metoda nejmenších čtverců je velmi citlivá na přítomnost vlivných hodnot, které mohou obsahovat naměřená empirická data. Stačí, aby se v naměřených datech vyskytovala nějaká problematická hodnota a odhady parametrů kalibrační přímky jsou zkreslené a tím i průběh přímky. Je proto nutné při použití regresních metod znát také metody testování jednotlivých předpokladů a umět správně interpretovat získané závěry.

V tomto článku se budeme zabývat tzv. vlivnými daty. Přitom nebudeme výpočty demonstrovat na konkrétní fyzikální veličině. Výpočty provedeme obecně (nezávislá veličina X, závislá veličina Y). Závěry jsou zcela obecné a platí pro kalibrační přímku v každém konkrétním případě té které fyzikální veličiny. Daná problematika patří do tzv. *diagnostických nástrojů* při hodnocení kvality regresní funkce, v našem případě kvality kalibrační přímky. Zásadní význam má analýza reziduí, která patří k základním postupům ověřování kvality modelu a kvality empirických dat a to jak ve fázi konstrukce modelu, tak ve fázi jeho následného ověřování.

2. Základní vztahy lineární regrese dvou proměnných

Často potřebujeme vědět, zda dvě nebo více veličin jsou spolu vázány a pokud ano, jaký je jejich vzájemný vztah. V souvislosti s nastolenou tematikou se budeme zabývat volnou závislostí. Tou rozumíme vztah, kdy hodnotám například jedné veličiny odpovídají různé hodnoty jiné veličiny, ale při změnách hodnot těchto veličin se projevuje určitá obecná tendence. Závislost může být jednostranná nebo vzájemná. K poznání a matematickému popisu statistických závislostí a k hodnocení závěrů o vztahu zkoumaných veličin slouží metody regresní a korelační analýzy. Jednostrannými závislostmi se zabývá regresní analýza. Jedná se o situaci, kdy proti sobě stojí nezávislá veličina a závislá veličina nebo veličiny a obvykle se zkoumá obecná tendence ve změnách závislé veličiny vzhledem ke změnám nezávislých veličin. Vzájemnými, většinou lineárními závislostmi, se zabývá korelační analýza, kde se klade důraz více na sílu (intenzitu) vzájemného vztahu mezi veličinami. Z výpočetních a interpretačních hledisek dochází ke značnému prolínání obou přístupů. Naše vytyčené téma patří do lineární regrese. Příkladem může být např. kalibrační přímka udávající závislost průměrné četnosti (vypočítané z k hodnot četností f) \bar{f}_i impulsů na hodnotě kermového příkonu K_i , jedná se zřejmě o i-tý kal. bod.

Připomeneme si některé důležité vztahy z lineární regrese, které bezprostředně souvisí s odhadem kalibrační přímky a které budeme potřebovat při dalších výpočtech. V laborato-

řích různého zaměření se bude zřejmě vyskytovat nejvíce případ, kdy pro jednu hodnotu (na jedné úrovni) x_i ($i=1,2,\dots,n$) naměříme několik hodnot závislé náhodné proměnné Y.

Budeme předpokládat případ, kdy počet hodnot závislé proměnné Y je na každé úrovni veličiny X stejný. Jejich počet je např. k. *Empirické průměry* \bar{y}_i využíváme z obvyklého důvodu, kterým je ta skutečnost, že jde o nejpravděpodobnější (nejvěrohodnější) hodnoty naměřené náhodné veličiny. i-tý průměr bude potom dán vztahem

$$\bar{y}_i = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k y_{ij} \quad (1)$$

na jedné úrovni x_i a pro všechny úrovně x_i ($i=1,2,\dots,n$)

je výsledný průměr $\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \bar{y}_i$. Variance (disperze)

těchto náhodných veličin bude dána následujícími vztahy

$$\text{var}(\bar{y}_i) = \frac{\sigma^2}{k} \quad \text{a} \quad \text{var}(\bar{y}) = \frac{\sigma^2}{n \cdot k}$$

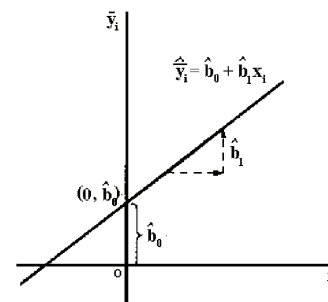
Obecný teoretický tvar rovnice kalibrační přímky je

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_i + \varepsilon_i = \mu_y + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (2)$$

kde y_i je skutečná hodnota náhodné veličiny Y v bodě i, x_i je i-tá hodnota veličiny X (také i-tá úroveň), β_0 je hodnota y_i pro $x_i = 0$ (úsek kde přímka protíná osu Y; tzv. absolutní parametr), β_1 je směrnice (sklon) přímky, která určuje, o kolik se změní y_i , jestliže se x_i změní o jednu jednotku, ε_i je náhodná chyba veličiny Y pro i-té měření a $\mu_y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_i$ je teoretická střední hodnota základního souboru, okolo které náhodně kolísají hodnoty y_i .

Odhad teoretické kalibrační přímky je potom dán vztahem (zde je již výpočet proveden pomocí všech y_j ($j=1,2,\dots,k$)), viz. **obr. 1**.

$$\hat{y}_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 \cdot x_i, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (3)$$



Obr. 1

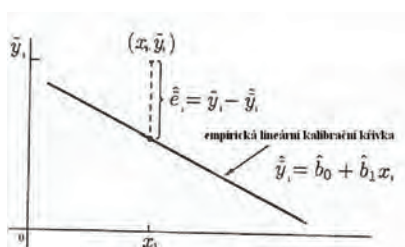
Stříškou budeme značit odhad, čárka pod stříškou znamená, že jde o odhad pomocí průměrů \bar{y}_i . Naším cílem je regresivní přímku zvolit tak, aby náhodné rozdíly (i-té reziduum) (viz. **obr. 2**)

$$\hat{e}_i = \bar{y}_i - \hat{y}_i \quad (4)$$

byly minimální. Rezidua ve tvaru (4) nazýváme *klasická*. Pro-

tože mohou být tyto rozdíly jak kladné, tak záporné, jejich suma se potom pro $i = 1, 2, \dots, n$ vždy rovná nule, a proto minimalizujeme součet čtverců vztahu (4), tedy žádáme, aby

$$\sum_{i=1}^n \hat{\epsilon}_i^2 = \sum_{i=1}^n (\bar{y}_i - \hat{y}_i)^2 = \sum_{i=1}^n (\bar{y}_i - \hat{y}_i - b_0 - b_1 \cdot x_i)^2 = \min \quad (5)$$



Obr. 2

Minimalizaci provedeme známou metodou nejmenších čtverců. Proložení empirických dat přímkou je v tomto případě optimální. Pro odhad parametrů platí

$$\hat{b}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \bar{y}_i}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (6)$$

$$\hat{b}_0 = \bar{y} - b_1 \bar{x} \quad (7)$$

Mírou nevychýlené variability \bar{y}_i kolem regresivní přímky $\hat{y}_i = b_0 + b_1 \cdot (x_i - \bar{x})$, je nevychýlená standardní odchylka reziduí $\hat{\epsilon}_i$, tedy

$$\hat{\sigma}_{rez} = \sqrt{\frac{k}{n-2} \cdot \sum_{i=1}^n \hat{\epsilon}_i^2} = \sqrt{\frac{k}{n-2} \cdot \sum_{i=1}^n (\bar{y}_i - \hat{y}_i)^2} \quad (8)$$

Např. směrodatná odchylka odhadu přímky je dána vztahem

$$\hat{\sigma}_{\hat{y}_i} = \hat{\sigma}_{rez} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(x_i^* - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}} \quad (9)$$

kde x^* v čitateli pod odmocninou je *pevně zvolený* bod, tzn. šířka $\hat{\sigma}_{\hat{y}_i}$ se mění bod od bodu (pro každý bod x_i je jiná). V dalším textu si tento výraz pod odmocninou budeme značit h_{ii} , tedy

$$h_{ii} = \frac{1}{n} + \frac{(x^* - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (10)$$

Ke vztahu (10) se budeme v dalším textu průběžně vracet, protože pro naše potřeby, jak uvidíme, bude mít zásadní význam. Jedná se o diagonální prvky projekční matice H.

3. Vlivná data

Vlivná (influential) jsou taková naměřená data, při jejichž vypuštění dojde k výrazné změně regresivních charakteris-

tik. Jejich změna může mít např. značný vliv na změnu sklonu kalibrační přímky. Je tedy zcela přirozené stanovit, zda tato vytypovaná data nejsou chybná. Obecně se rozlišují dva základní typy vlivných dat:

a) *vybočující (odlehlá) data (outlier)*: data y_i , která se co do velikosti na ose Y výrazně liší od ostatních naměřených y-vých dat. Jinak řečeno za odlehlá považujeme ta, která nevyhovují modelu, tedy taková, jejichž střední hodnota je jiná, než udává model. Jde o taková empirická data y_i , ležící relativně daleko od regresní přímky vzhledem k ostatním empirickým datům. Může jít o chyby měření, záznamů, apod. Jestliže zjistíme, že jde o vybočující (odlehlou) hodnotu, vyloučíme ji ze souboru naměřených dat,

b) *extrémní data (high leverage: velká páka)*: úroveň x_i , která se výrazně liší v hodnotách na ose X od ostatních x-vých úrovní. Můžeme říci, že čím se hodnota takového data více a více vzdaluje od průměru \bar{x} , který můžeme chápat jako těžiště přímky, tím více na přímku tento bod působí v tom smyslu, že se jí snaží vychýlit a ostatní data nejsou schopna této snaze čelit (působí na přímku jako páka, kde „podpěrou“ je právě těžiště). Jeho odstranění způsobí, že se regresní rovnice (tedy i přímka) značně změní. Není-li žádné zřejmé vysvětlení pro extrémní hodnotu, pak rozhodnutí o tom, zda odstranit nebo neodstranit tuto hodnotu z daného souboru dat je obtížné a vyžaduje vyjádření experimentátora, který prováděl příslušná měření. *Extrémní hodnota může být zcela legitimní hodnotou a naopak posiluje navržený model.*

Na obr. 3 vidíme několik možností naměřených empirických dat. Data A, B mohou být data odlehlá, jelikož jsou nejvíce vzdálená od proložené přímky. Bod D je možným datem extrémním, protože je nejvíce vzdáleno od ostatních nezávislých dat ve směru osy x, ale nebude pravděpodobně datem odlehlým (je celkem málo vzdálené od přímky). Bod B může být datem odlehlým a zároveň extrémním. Z pohledu naší analýzy by tento bod mohl nejvíce působit jako páka, tzn. nejvíce ovlivnit tvar přímky ve smyslu jejího vychýlení.



Obr. 3

4. Vybočující (odlehlá) data

4.1 Charakteristiky založené na vynechání jednoho průměru \bar{y}_i

Budeme vycházet z difference mezi výsledky regrese s plným počtem jednotlivých průměrů \bar{y}_i , ($i = 1, 2, \dots, n$) a výsledky, při nichž vynecháme nějaký i-tý průměr \bar{y}_i , u libovolné charakteristiky, ať ji použijeme k jakémukoliv účelu. *Vynechání i-tého průměru budeme značit dolním indexem (-i).*

Nejprve si bez odvození napíšeme některé pomocné vztahy. Půjde nám hlavně o „filosofii“ a „kostru“ daného problému. S jejich odvozením se čtenář může seznámit v některé speciální literatuře, např. v [4] a [5].

i -tý **rozptyl reziduí** $D(\hat{e}_i)$: je nekonstantní (v důsledku h_{ii}) a je roven

$$D(\hat{e}_i) = (1 - h_{ii}) \frac{\sigma^2}{k} \quad (11)$$

- **kovariance reziduí** $\text{cov}(\hat{e}_i, \hat{e}_j)$: je nekonstantní a je rovna

$$\text{cov}(\hat{e}_i, \hat{e}_j) = -\frac{\sigma^2}{k \cdot n} \frac{(x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \frac{\sigma^2}{k} = -\frac{\sigma^2}{k} h_{ij}, \quad (12)$$

kde

$$h_{ij} = \frac{1}{n} + \frac{(x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}. \quad (13)$$

Jedná se o nediagonální prvky projekční matice **H**. Na rozdíl od vztahu (10) je veličina h_{ij} smíšeným členem.

i -té **standardizované reziduum** \hat{e}_{Si} :

Rozptyl (11) je nekonstantní. Zavedeme si proto standardizovaná (normovaná) rezidua, která již konstantní rozptyl mají. Toho docílíme obvyklým způsobem tak, že podělíme reziduum jeho směrodatnou odchylkou, tj. odmocninou z výrazu (11). Tato rezidua budeme značit \hat{e}_{Si} . Také se nazývají **vnitřně studentizovaná** rezidua. Platí pro ně vztah

$$\hat{e}_{Si} = \frac{\hat{e}_i \cdot \sqrt{k}}{\sigma \sqrt{1 - h_{ii}}}, \quad (14)$$

kde jsme za disperzi dosadili výraz (11). Dá se ukázat, že mají střední hodnotu rovnou nule a rozptyl rovný jedné. Směrodatnou odchylku neznáme, proto ji nahradíme jejím odhadem (8), tedy

$$\hat{e}_{Si} = \frac{\hat{e}_i \cdot \sqrt{k}}{\hat{\sigma}_{rez} \sqrt{1 - h_{ii}}}. \quad (15)$$

i -té **jack-knife reziduum** \hat{e}_{ji} :

Čitatel a jmenovatel ve vztahu (15) jsou vzájemně závislé náhodné veličiny. Tuto závislost odstraníme tak, že ve směrodatné odchylce $\hat{\sigma}_{rez}$ vynecháme i -tou hodnotu(-i), resp. v našem případě i -tý průměr \bar{y}_i .

$$\hat{e}_{ji} = \frac{\hat{e}_i \cdot \sqrt{k}}{\hat{\sigma}_{rez(-i)} \sqrt{1 - h_{ii}}}. \quad (16)$$

Tato rezidua nazýváme **plně studentizovaná** a podle techniky užitých v jejich definici se jim také říká **jack-knife** (*jack-*

nožik) **rezidua** (nožikem je vyříznuto jedno měření). Značíme je \hat{e}_{ji} . Čitatel a jmenovatel jsou po této úpravě nezávislé veličiny. Rozptyl s vynecháním jednoho průměru (bez jednoho rezidua) lze vyjádřit pomocí rozptylu bez vynechání tohoto průměru!! Platí důležitý vztah

$$\hat{\sigma}_{rez(-i)}^2 = \hat{\sigma}_{rez}^2 \left(\frac{n - 2 - \hat{e}_{Si}^2}{n - 3} \right). \quad (17)$$

Výraz (17) dosadíme do rovnice (16) a dostaneme hledanou náhodnou veličinu, kterou označíme \hat{t}_i . Po jednoduchých úpravách dojdeme ke tvaru

$$\hat{t}_i = \hat{e}_{Si} \cdot \sqrt{\frac{n - 3}{n - 2 - \hat{e}_{Si}^2}}. \quad (18)$$

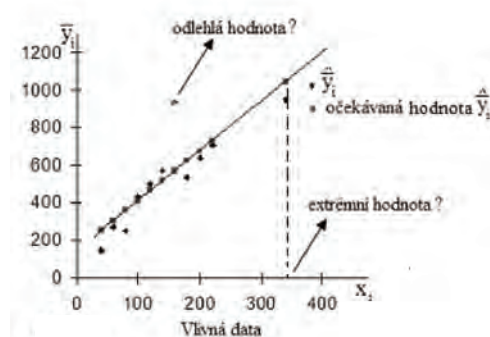
i -tá náhodná veličina \hat{t}_i má Studentovo- t rozdělení o $n-3$ stupních volnosti, tedy pro dvojstranný symetrický případ platí

$$\hat{t}_i = \hat{e}_{Si} \cdot \sqrt{\frac{n - 3}{n - 2 - \hat{e}_{Si}^2}} \sim t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n - 3). \quad (19)$$

Jestliže bude náhodná veličina větší než příslušná kritická hodnota, tedy $|\hat{t}_i| > t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n - 3)$, potom jde o odlehlou hodnotu průměru \bar{y}_i a tento průměr vypustíme, tedy vypustíme všechny hodnoty y_i , z kterých byl tento průměr vypočten na úrovni proměnné x_i . Nepřehlédneme jednu skutečnost, která nám usnadní výpočet. Vztah (16) obsahuje v čitateli \sqrt{k} . Při dosazení výrazu (8) do vztahu (17), který má v čitateli také \sqrt{k} , dojde k vykrácení počtu měření k , takže tento počet nemusíme při výpočtech uvažovat. Při výpočtech v následujících dvou příkladech se jedná o hodnotu $\sqrt{5}$.

Metodický příklad 1:

Ověřte, zda některý z průměrů \hat{y}_i je odlehlou hodnotou. Pro každou úroveň x_i bylo vždy naměřeno pět hodnot y_i , tzn. $k = 5$. Z těchto hodnot byl vypočten příslušný i -tý průměr \bar{y}_i (viz **obr. 4** následná tabulka). Je potřebné zdůraznit, že hodnoty reziduí jsou v příkladu větší. V technické praxi by tomu tak zřejmě nebylo. Měření jsou daleko přesnější. Zde nám jde o pochopení dané problematiky.



Obr. 4

i	x_i	\bar{y}_i	Očekávaná \hat{y}_i	Rezidua	Normovaná rezidua		
1	40	148	253,9851	-105,9851	-0,7837		
2	60	273	306,6045	-33,6045	-0,2485		
3	80	253	359,2239	-106,2239	-0,7854		
4	100	430	411,8433	18,1567	0,1343		
5	120	501	464,4627	36,5373	0,2702		
6	140	570	517,0821	52,9179	0,3913		
7	160	940	569,7015	370,2985	2,7380	$h_{77} =$ 0,0925	$t_i =$ 6,316
8	180	536	622,3209	-86,3209	-0,6383		
9	200	640	674,9403	-34,9403	-0,2583		
10	220	710	727,5597	-17,5597	-0,1298		
11	340	950	1043,2761	-93,2761	-0,6897		

Odlehlá (vybočující) hodnota: sloupec 8

Výpočty provedeme podrobněji tak, aby byl zřejmý praktický postup výpočtů.

$$\hat{b}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \bar{y}_i}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \frac{1079540 - (1640 \cdot 591) / 11}{73090,91} = 2,6197$$

(viz vztah (5))

$$\hat{b}_0 = \bar{y} - \hat{b}_1 \bar{x} = \frac{1}{11} [5971 - (2,6109) \cdot 1640] = 148,74;$$

(viz. vztah (6)), takže regresní rovnice má tvar

$$\hat{y}_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 \cdot x_i = 148,74 + 2,6109 x_i;$$

$i = 1, 2, \dots, 11$ a jim odpovídající hodnoty x

(2. sloupec v tabulce); (viz. vztah (2))

$$\hat{\sigma}_{rez} = \sqrt{\frac{5 \cdot \sum_{i=1}^n \hat{e}_i^2}{n-2}} = \sqrt{\frac{182912,4}{9}} = \sqrt{5} \cdot 142,56$$

(viz. vztah (8))

$$\hat{e}_i = \bar{y}_i - \hat{y}_i = 940 - 569,7015 = 370,2985;$$

(viz. vztah (3))

$$h_{77} = \frac{1}{11} + \frac{(160 - 149,0909)^2}{73090,91} = 0,092537$$

(viz. vztah (10))

$$\hat{e}_{Si} = \frac{\hat{e}_i \cdot \sqrt{5}}{\hat{\sigma}_{rez} \sqrt{1 - h_{ii}}} = \frac{370,2985 \cdot \sqrt{5}}{\sqrt{5} \cdot 142,56 \cdot \sqrt{1 - 0,092537}} = 2,7380$$

(viz. vztah (16))

$$\hat{\sigma}_{rez(-i)}^2 = \hat{\sigma}_{rez}^2 \left(\frac{n-2-\hat{e}_{Si}^2}{n-3} \right) = 5 \cdot 20323,6 \left(\frac{9-2,7380}{8} \right) =$$

$$5.15908,35 \Rightarrow \hat{\sigma}_{rez(-i)} = \sqrt{5} \cdot 126,1283$$

(viz. vztah (17))

Konečný výsledek je (hladina významnosti $\alpha = 0,05$):

$$\hat{t}_i = \hat{e}_{Si} \cdot \sqrt{\frac{n-3}{n-2-\hat{e}_{Si}^2}} = 2,7380 \cdot \sqrt{\frac{8}{9-2,7380^2}} = 6,3158 >$$

$$t_{1-\alpha/2}(n-3) = t_{(0,975)}^8 = 2,306.$$

Hodnota $i = 7$, tedy ($x_7 = 160$; $\hat{y}_7 = 940$) je odlehlou hodnotou a je potřebné ze souboru ji vyloučit, což také provedeme a další výpočty budou provedeny bez této hodnoty, tzn. celkový počet dat je $n = 10$.

5. Extrémní data

Odlehlá data se mohou ve výběru nacházet samostatně. Totéž platí i o naměřených empirických datech, která mohou být vzhledem k odhadu přímky extrémní. Další možností je, že se v souboru dat budou vyskytovat jak data odlehlá tak extrémní. Touto problematikou se budeme zabývat v následující kapitole.

5.1 Váhová interpretace bodového odhadu parametru b_1 kalibrační přímky

Z důvodu pochopení problému, který budeme v této kapitole řešit, si ukážeme jednu zajímavou interpretaci parametru b_1 kalibrační přímky. Pro jednoduchost budeme předpokládat, že pro všechna i platí $x_i \neq \bar{x}$. Parametr b_1 si vyjádříme ve tvaru

$$\hat{b}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(\bar{y}_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \sum_{i=1}^n \left[\frac{(x_i - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \frac{(\bar{y}_i - \bar{y})}{x_i - \bar{x}} \right] = \sum_{i=1}^n w_i \cdot \operatorname{tg} \alpha_i, \quad (20)$$

kde váha $w_i = \frac{(x_i - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$. α_i je úhel, který s vodorovnou

osou svírá přímka spojující body (x_i, \bar{y}_i) a (\bar{x}, \bar{y}) . Lehce se přesvědčíme, že suma vah se rovná jedné, tedy $\sum_{i=1}^n w_i = 1$,

jak má být. Proto směrnice kalibrační přímky je váženým průměrem směrnic všech přímek, které procházejí naměřenými daty (x_i, \bar{y}_i) a jejich těžištěm (\bar{x}, \bar{y}) . Je ihned vidět, že každý bod má tím větší váhu (důležitost), čím více je jeho složka vzdálena od průměru \bar{x} . Obecně se musí dbát toho, aby zejména tyto body nebyly zatíženy nějakými chybnými

daty, protože by potom mohlo dojít ke zvlášť významnému zkruslení odhadů parametrů přímky.

5.2 Vyvážení

Napišme si vztah (10), tedy

$$h_{ii} = \frac{1}{n} + \frac{(x^* - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Hodnota h_{ii} je diagonální prvek tzv. projekční **H** matice. Samotná hodnota h_{ii} je v počítačových výstupech uváděna pod označením leverage. Jestliže porovnáme tuto charakteristiku s výrazem (20), ihned vidíme souvislost. Hodnota h_{ii} je úměrná vzdálenosti i -tého pozorování x_i od těžiště. Je úměrná (vedle hodnoty $1/n$) i -té váze w_i . Měření s velkou hodnotou h_{ii} mohou tedy značně ovlivnit odhad parametru \hat{b}_1 .

Zpravidla se za mezní hodnotu považuje dvojnásobek průměrné hodnoty h_{ii} . V současné době převažuje hodnota trojnásobku průměrné hodnoty [6]. *Jde o přibližné kritérium.* Lehce se přesvědčíme, že platí

$$\bar{h}_{ii} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n h_{ii} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{n} + \frac{(x_i - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \right) = \frac{2}{n}$$

a trojnásobek je roven hodnotě $6/n$.

Kritérium má potom tvar

$$h_{ii} > 6/n. \tag{21}$$

Jestliže tedy platí nerovnost $h_{ii} > 6/n$, úroveň x_i vyloučíme jako extrémní. Ještě jednou zdůrazníme, že se jedná o hodnoty x_i , které jsou značně vzdáleny od průměru \bar{x} , tedy i od ostatních „normálních“ hodnot x_i . Nejedná se o pravděpodobnostní kritérium, ale o určitou mez, zjištěnou simulačním modelováním.

Metodický příklad 2:

Ověřte pomocí charakteristiky h_{ii} , zda desátá úroveň x_{10} (viz. tabulka) je hodnotu extrémní.

$$h_{22} = \frac{1}{10} + \frac{(340 - 148)^2}{73090,01} = 0,6043 > 6/10 = 0,60.$$

Hodnota se pohybuje těsně na hranici kritéria.

Bude hodnota na úrovni x_2 extrémní hodnotou?!

5.3 Úroveň x_i může být extrémní a zároveň naměřená hodnota na této úrovni y_i je podezřelá z odlehlosti

Pro vyjádření vlivu i -tého bodu na odhad kalibrační přímky určíme rozdíl $\hat{y}_i - \hat{y}_{i(-i)}$ (jde o diferenci i -tého bodu kalibrační přímky minus hodnoty kal. přímky bez tohoto bodu); platí

$$\hat{y}_i - \hat{y}_{i(-i)} = \frac{h_{ii}}{1 - h_{ii}} \cdot \hat{e}_i, \tag{23}$$

kde $\hat{e}_i = \bar{y}_i - \hat{y}_i$ (viz vztah (3)).

Opět je výhodné provést normování a to odhadem směrodatné odchylky kalibrační přímky, která je rovna

$$\sigma_{\hat{y}_i}^2 = \frac{\sigma^2}{k} \cdot h_{ii} \tag{24}$$

Tuto normovanou charakteristiku budeme značit DF_i . Dostaneme

$$DF_i = \left(\frac{h_{ii}}{1 - h_{ii}} \right) \cdot \frac{\hat{e}_i \cdot \sqrt{k}}{\sigma \sqrt{h_{ii}}} = \left(\frac{h_{ii}}{1 - h_{ii}} \right) \cdot \frac{\hat{e}_i \cdot \sqrt{k}}{\hat{\sigma}_{rez(-i)} \sqrt{h_{ii}}} = \sqrt{\frac{h_{ii}}{1 - h_{ii}}} \cdot \frac{\hat{e}_i \cdot \sqrt{k}}{\hat{\sigma}_{rez(-i)} \sqrt{1 - h_{ii}}} = \sqrt{\frac{h_{ii}}{1 - h_{ii}}} \cdot \hat{t}_i,$$

Kde jsme využili následující vztahy (8), (14), (15); (16); (17) a (18).

Tedy konečný tvar hledané statistiky má tvar

$$DF_i = \sqrt{\frac{h_{ii}}{1 - h_{ii}}} \cdot \hat{t}_i. \tag{25}$$

Rovnice (25) se skládá ze dvou členů, které „působí součastně“. Druhý člen \hat{t}_i je kritériem pro odlehlý (vybočující) i -tý průměr \bar{y}_i a první člen (výrazy pod odmocninou) vyjadřuje kritérium pro extrémní úroveň x_i . Vztah (25) můžeme zapsat také takto:

$$DF_i = \sqrt{\frac{\text{var } \hat{y}_i}{\text{var } \hat{e}_i}} \cdot \hat{t}_i = \sqrt{\frac{\sigma^2 h_{ii}}{\sigma^2 (1 - h_{ii})}} \cdot \hat{t}_i = \sqrt{\frac{h_{ii}}{(1 - h_{ii})}} \cdot \hat{t}_i. \tag{26}$$

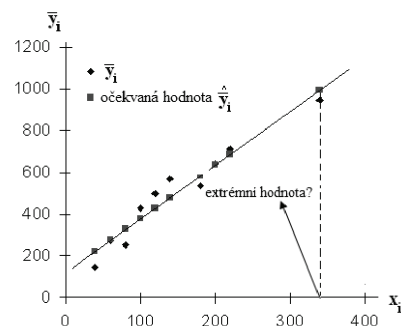
První člen pod odmocninou vyjadřuje tedy míru citlivosti regrese na polohu i -tého bodu.

Aby nešlo o vlivný i -tý průměr, musí být splněno následující kritérium

$$DF_i = \sqrt{\frac{h_{ii}}{1 - h_{ii}}} \cdot \hat{t}_i < 2 \cdot \sqrt{\frac{2}{n}}. \tag{27}$$

Jestliže jsou data jak extrémní tak vybočující, na jejich konečný vliv rozhoduje především to, že jsou extrémní.

Charakteristika DF_i je doporučena předními statistiky R. E. Welschem, E. Kuhem a D. A. Belseyem jako *základní diagnostika charakterizující vliv jednotlivých bodů na tvar odhadnuté přímky \hat{y}_i (respektive $\hat{\bar{y}}_i$)*. [6] Někdy se v literatuře tato charakteristika nazývá Welschova – Kuhova vzdálenost a některými matematiky je preferována před tzv. Cookovou vzdáleností.



Obr. 5 Kalibrační přímka po odstranění odlehle hodnoty na úrovni x_7

Metodický příklad 3:

Po vynechání sedmé úrovně bude mít rovnice kalibrační přímky tvar $\hat{y}_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 \cdot x_i = 120,73 + 2,57 x_i$ a následující hodnoty veličin byly vypočítané z charakteristik této přímky. Máme zjistit, zda úroveň x_{10} je extrémní hodnotou viz. obr. 5. Vypočítáme následující údaje:

$$\hat{e}_{rez} = -44,5526; e_{s1} = -0,7494; h_{1010} = 0,604364 \text{ a } |t_i| = 0,72699.$$

Veškeré veličiny byly vypočítané postupem provedeným metodickým příkladem č. 1. Spočítáme veličinu DF_i , tedy

$$DF_i = \sqrt{\frac{0,604364}{1-0,604364}} \cdot 0,72699 = 0,89853 > 2 \cdot \sqrt{\frac{2}{10}} = 0,89443.$$

Hodnota se opět pohybuje těsně na hranici kritéria. Je úroveň x_{10} extrémní hodnotou? Je vhodné provést další měření (pokud je to možné) před touto úrovní. Obě kritéria ale spolu korespondují, jsou na hranici vyloučení (obě kritéria se liší od vypočítaných statistik až v tisícínách...), takže je možno úroveň x_{10} ponechat v souboru dat a považovat ji za legitimní. Z předešlého vztahu je vidět, že kritérium (27) zohledňuje jak kritickou, tak odlehlou hodnotu. Jestliže by se výběrový průměr na úrovni x_{10} nacházel dále od přímky, potom by hodnota t_i byla větší nežli 0,72699 a hodnota DF_i by dosáhla také z tohoto důvodu větší hodnoty než 0,89853. Analogicky by dosáhla hodnota DF_i větší velikosti, jestliže by se nacházela x_{10} dále od průměru \bar{x} . Přestože se veličina x_{10} nachází relativně daleko od úrovně x_9 , je na „hraně“ kritéria. Důvodem je také

ta skutečnost, že úrovně $x_1 \div x_9$ pokrývají velkou část přímky (nejsou nežádoucím způsobem seskupeny hustě vedle sebe), a proto je v jejich rozmezí přímka pevně „zakotvena“. Nežádoucí malé rozmezí jednotlivých úrovní x_i je však v našich silách při experimentu do značné míry ovlivnit.

6. Závěr

Viděli jsme, že klasická rezidua $\hat{e}_i = y_i - \hat{y}_i$, respektive pro průměry $\hat{e}_i = \bar{y}_i - \hat{\bar{y}}_i$, jsou korelovaná, mají nekonstantní rozptyl (viz. vzorec(11), tzn. mění se od jedné úrovně x_i k druhé) a nemusí zdaleka indikovat silně odlehlá data. Pro tento účel jsou běžně využívána místo klasických reziduí tzv. Jackknife rezidua. Tato rezidua však nemusí být spolehlivá v případě extrémů.

Diagonální prvky h_{ii} projekční matice na druhé straně indikují přítomnost extrémních dat (bodů), které nezachytíme pouze analýzou reziduí. Jenom doplníme, že tyto diagonální prvky projekční matice mají řadu vlastností, které vyplývají ze symetrie a idempotentnosti této matice **H**.

7. Doporučená literatura

- [1] Anděl, J.: *Základy matematické statistiky*. Matfyzpress, vyd. MFF UK, Praha 2007
- [2] Hatle, J. -Likeš, J.: *Základy počtu pravděpodobnosti a matematické statistiky*. Praha, SNTL, 1973
- [3] Kubáček, L. Kubáčková, L.: *Statistika a metrologie*. UF Palackého, Olomouc, 2000
- [4] Tvrdlík, J.: *Analýza vícerozměrných dat*. Ostravská univerzita, 2003
- [5] Hebák, P.: *Regrese*. SNP, Praha 1988
- [6] Belsey, D. A., Kuh, E. Welsch, R. E.: *Regression Diagnostics*. Wiley, New York 1980



STRATEGICKÁ VIZE PRO EVROPSKÉ NORMY - OPATŘENÍ NA NÁRODNÍ ÚROVNI

Ing. Jiří Kratochvíl

Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví

Technické normy a jejich užívání má přímý vliv na kvalitu výrobních činností. Systém technické normalizace je v současné době na evropské a národní úrovni přímo ovlivňován aktivitami Evropské komise.

Evropská komise zveřejnila dne 1. června 2011 dlouho očekávaný normalizační balíček a následně ho předložila Radě EU a Evropskému parlamentu k legislativnímu projednávání.

Balíček zahrnuje

- **Sdělení Komise:** Strategická vize pro evropské normy: Posun vpřed s cílem posílit a urychlit udržitelný růst evropské ekonomiky do roku 2020
- **Návrh nařízení Evropského parlamentu a Rady** o evropské normalizaci

Jedná se o soubor nelegislativních (Sdělení) a legislativních (návrh nařízení) opatření, jejichž účelem je především

posílení evropské konkurenceschopnosti a získání vedoucího postavení v oblasti technologií na světových trzích, a posílení a urychlení udržitelného rozvoje evropské ekonomiky.

V tomto příspěvku se budeme zabývat podrobnějším pohledem na Sdělení komise a jeho dopady na činnost Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ) jakožto národní normalizační organizace (NNO).

Sdělení EK zdůrazňuje a vysvětluje význam evropské normalizace ve stále větším spektru oblastí od podpory evropské konkurenceschopnosti, ochrany spotřebitele, zlepšení přístupnosti pro osoby se zdravotním postižením a starší osoby až po řešení změny klimatu a účinné využívání zdrojů.

Ve Sdělení EK je formulováno 29 opatření adresovaných evropským normalizačním organizacím (ENO) (CEN, CENELEC, ETSI), NNO, členským státům a Evropské komisi. Přímý dopad na fungování NNO má celkem 9 opatření. V následujícím textu se seznámíme s těmito opatřeními a současným stavem jejich naplňování ze strany ÚNMZ.

Opatření č. 5

Očekává se, že ENO, členské státy a další normalizační orgány zlepší povědomí a vzdělávání v oblasti normalizace a potenciální vazby s výzkumnými projekty. Informovanost veřejnosti o normalizaci by měla být zlepšena prostřednictvím odborné přípravy, osvětových činností a cílených seminářů.

Současný stav - v současné době jsou na webových stránkách ÚNMZ průběžně aktualizovány informace o tvorbě a přístupu k normám. Je realizována výuka technické normalizace na vysokých školách. Pro vzdělávací programy, podporu účasti spotřebitelů v technické normalizaci a tvorbu informačních publikací jsou využívány úkoly v rámci Plánu rozvoje technické normalizace (PRTN).

V rámci činnosti 69 Center technické normalizace (CTN) je realizováno komplexní zvyšování povědomí o technické normalizaci (tato činnost je zakotvena v rámcové smlouvě CTN s ÚNMZ - webové stránky, semináře, vzdělávací činnost).

Opatření č. 8

Členské státy by měly zajistit, aby se do normalizace na vnitrostátní úrovni efektivně zapojily zúčastněné strany, nevládní ekologické organizace a zástupci osob se zdravotním postižením a starších osob (slabší strany).

Současný stav - stávající systém zajištění připomínkování tvorby technických norem (sít technických normalizačních komisí a jejich statut) zajišťuje účast a efektivní zapojení nejen zástupců průmyslu, ale i malých a středních podniků, spotřebitelů, vědeckých a univerzitních pracovišť a slabších stran.

Ze zkušeností ale víme, že zastoupení slabších stran, které nemohou finančně přispívat svým členům za práci v technické normalizaci, resp. nemají přímý benefit z této práce, je obtížné zajistit.

Opatření č. 9

Orgány ENO a národní normalizační orgány by měly zajistit, aby normy plně zohledňovaly faktory významné pro spotřebitele, životní prostředí a přístupnost, a aby byly přiměřeně zapojeny reprezentativní zúčastněné strany.

Současný stav - ÚNMZ úzce spolupracuje a podporuje činnost tzv. Kabinetu pro standardizaci, který vytvořilo Sdružení českých spotřebitelů a který sdružuje všechny spotřebitelské organizace. Úlohou tohoto kabinetu je ovlivnit normalizační práci z hlediska důležitosti pro zájmy českých spotřebitelů na národní, evropské a globální úrovni. V oblasti životního prostředí je v současné době k dispozici překlad pokynu CEN - Technická normalizační informace (TNI 01 0964) „Pokyn pro začlenění environmentálních problémů do norem produktů“. Tato TNI uvádí návod jak při tvorbě technických norem zohledňovat životní prostředí a související aspekty - této problematice a informaci o vydaných normách je věnována zvláštní stránka webu ÚNMZ (Environmentální aspekty v technických normách).

Opatření č. 11 a 12

Komise požádá orgány ENO a národní normalizační orgány, aby zavedly dobrovolné schéma, které bude prokazovat, že národní normalizační orgány dodržují kritéria členství založená na zásadách WTO o technických překážkách obchodu a že ENO toto dodržování pravidelně monitorují.

Komise bude kromě toho požadovat, aby ENO a národní normalizační orgány vyvinuly systém vzájemného hodnocení s cílem aktivně monitorovat mimo jiné širokou účast na normalizačním procesu.

Současný stav - provedeno samohodnocení podle CEN-CENELEC Guide 20:2011.

V současné době CEN a CENELEC pracují na systému, který by umožnil vzájemné hodnocení národních normalizačních orgánů. Tento systém vyžaduje dodatečné financování ze strany hodnocených systémů.

Opatření č. 13

Členské státy by měly podporovat účast národních organizací zastupujících malé a střední podniky a národních zúčastněných společenských subjektů, včetně případné finanční podpory.

Současný stav - webové stránky ÚNMZ obsahují samostatnou sekci věnovanou malým a středním podnikům (SME) a jejich vztahu k technické normalizaci. V některých oblastech zapojení zástupců SME do technické práce již existuje.

Opatření č. 14

Národní normalizační orgány se vyzývají, aby malým a středním podnikům a zúčastněným společenských subjektům poskytovaly normy za zvláštní sazby nebo za zvýhodněné ceny balíku norem.

Současný stav - v ČR je zaveden od roku 2009 zvýhodněný přístup k technickým normám prostřednictvím internetu pro všechny zájemce aplikací s názvem „ČSN online“. Cena přístupu do knihovny technických norem je odstupňována tak, aby umožnila přístup za nízkou cenu - základní přístup bez možnosti tisku - 1000 Kč/12 měsíců, úplný přístup s neomezeným tiskem - 3500 Kč/12 měsíců. Tento systém je všemi uživateli velmi pozitivně hodnocen a za dobu provozování této služby ÚNMZ nezaznamenal žádnou stížnost na výši poplatků.

Opatření č. 22

Členské státy by měly při zadávání veřejných zakázek v oblasti ICT více využívat norem, včetně vybraných norem pro oblast ICT (pozn. vytvořených fóry a konsorcii), aby se podpořila interoperabilita a inovace a zabránilo se patovým situacím.

Současný stav - zákon o veřejných zakázkách je v kompetenci MMR.

Opatření č. 27

Komise očekává, že ENO a národní normalizační orgány budou předkládat více návrhů mezinárodních norem v oblastech, kde má Evropa na globální úrovni vedoucí úlohu. Komise dále ENO žádá, aby aktivně monitorovaly evropské výsledky na poli mezinárodní normalizace a aby o nich každoročně Komisi podávaly zprávu.

Současný stav - v současné době zajišťuje ČR na evropské úrovni v gesci ÚNMZ sekretariáty technických komisí pro obory nanotechnologie a prevence kriminality při plánování a navrhování staveb.

ÚNMZ jakožto NNO České republiky připravuje v současné době ve spolupráci se svými odbornými partnery další kroky k naplnění opatření ze Sdělení EK.

ZKOUŠENÍ VĚCNÝCH PROSTŘEDKŮ POŽÁRNÍ OCHRANY

Ing. Vladislav Straka

vedoucí pracoviště autorizovaných činností TÚPO-AO 221

1. Úvod

Důležitou a nezastupitelnou společenskou funkci na poli ochrany života, zdraví a majetku plní jednotky Hasičského záchranného sboru ČR spolu s příslušníky dobrovolných hasičských sborů. Hasiči jsou v dnešní době povoláváni k řešení nejrůznějších krizových situací, už se zdaleka nejedná pouze o likvidaci požárů, ale v podstatě zasahují u všech mimořádných událostí, u kterých dochází k ohrožení osob či majetku. Pro svou činnost jsou hasiči vybaveni širokou škálou věcných prostředků požární ochrany. Tyto prostředky lze rozčlenit na dvě základní skupiny. Jedná se o prostředky plnicí ochrannou funkci, které mají zasahující hasiče ochránit a zabezpečit jejich bezpečí během prováděného zásahu, a do druhé skupiny lze zařadit technické prostředky, které slouží hasičům k vlastnímu řešení a k likvidaci následků vzniklé mimořádné situace.

Aby byly garantovány požadované vlastnosti, je většina věcných prostředků požární ochrany podrobována na základě zákonného požadavku posouzení shody autorizovanou osobou. Technický ústav požární ochrany (TÚPO) je jmenován Úřadem pro normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví Autorizovanou osobou (AO) č. 221 pro posuzování věcných prostředků požární ochrany. K zabezpečení plnění této úlohy je v rámci AO 221 zřízen Certifikační orgán pro certifikaci výrobků (COV) č. 3080 a Autorizovaná zkušební laboratoř (AZL) č. 1011.2, která vyhovuje požadavkům ČSN EN ISO/IEC 17025 „Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří“. Její nedílnou součástí je Oddělení technických prostředků požární ochrany (OTPPPO), jenž v rámci AZL zabezpečuje pro potřeby AO 221 většinu zkoušek věcných prostředků požární ochrany.

Povinnost provádět posuzování shody u stanovených výrobků je dána obecně zákonem č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky. Výrobky pro potřeby hasičů jsou dále vyjmenovány v příslušných nařízeních vlády. Většina věcných prostředků požární ochrany, prověřovaných v AO 221, je uvedena v příloze č. 2 NV č. 173/1997 Sb., kterým se stanoví vybrané výrobky k posuzování shody. V menší míře jsou pro účely posuzování vybraných prostředků požární ochrany v AO 221 využity též další nařízení vlády. Stavební výrobky (stabilní hasičské zařízení - hadicové systémy - hadicové navijáky s tvarově stálou hadicí a hydrantové systémy se zploštitelnou hadicí) jsou uvedeny v NV č. 190/2002 Sb. a č. 163/2002 Sb., a osobní ochranné prostředky (hasičské zásahové oděvy) jsou zařazeny v NV č. 21/2003 Sb.

Konkrétní technické vlastnosti a parametry vybraných výrobků jsou posuzovány na základě požadavků technických norem a dalších technických předpisů, mezi něž patří

vyhlášky příslušných úřadů, v našem případě především vyhlášky ministerstva vnitra. Jedná se především o vyhlášku č. 35/2007 Sb., o technických podmínkách požární techniky, ve znění změny č. 53/2010 Sb. Tato vyhláška stanoví ve spojení s celou řadou dalších norem technické požadavky na požární zásahové automobily. Další vybrané výrobky jsou uvedeny ve vyhlášce č. 255/1999 Sb., o technických podmínkách věcných prostředků PO, ve znění změny č. 456/2006 Sb. Vyhláška stanoví technické podmínky vybraných věcných prostředků PO, jejichž splnění je podmínkou pro jejich zařazení do vybavení jednotek PO.

V současnosti má AZL akreditováno 118 zkušebních postupů a metodik pro zkoušení výrobků v rámci posuzování shody. Kromě své prioritní činnosti, kterou je provádění zkoušek požární techniky a věcných prostředků požární ochrany podle akreditovaných zkušebních metod uvedených v příloze k Osvědčení o akreditaci, se AZL dále podílí na zpracování technických požadavků pro zkoušení parametrů požární techniky, věcných prostředků požární ochrany a osobních ochranných prostředků pro hasiče a hasiv, spolupracuje v rámci tuzemských a mezinárodních komisí a institucí zabývajících se zkoušením, certifikací, výzkumem a vývojem v oblasti požární techniky, věcných prostředků požární ochrany a osobních ochranných prostředků pro hasiče, podílí se na řešení normalizačních úkolů formou zpracování připomínek k jednotlivým úrovním návrhů českých a evropských norem v oblasti technických prostředků požární ochrany a provádí kontrolní zkoušky na základě požadavků zadavatelů – výrobců technických prostředků požární ochrany a generálního ředitelství HZS ČR, kterými se ověřují stanovené parametry výrobků.

V souladu se zavedeným systémem kvality je zkušebna vybavena adekvátním zkušebním a měřicím zařízením, obsluhovaným dostatečně kvalifikovanými pracovníky a má zpracované potřebné zkušební postupy a metodiky. Zárukou udržení potřebné kvality prováděných úkonů je každoroční prověřování formou dozoru ze strany akreditačního orgánu – Českého institutu pro akreditaci. Samozřejmostí je pravidelná kalibrace všech měřidel v souladu se schváleným plánem. K dispozici je potřebné vybavení zkušebních pracovišť výpočetní technikou ve spojení s příslušným softwarem.

2. Zkoušky a zkoušené výrobky

Tlakové požární hadice

Požární hadice tvoří významnou část výrobků, které jsou v OTPPO podrobeny zkouškám. Lze je rozdělit do dvou základních skupin. V první skupině se nachází tlakové hadice používané hasiči při zásazích a likvidaci požárů, a které jsou standardní součástí výbavy zásahových požárních automobilů. Ve druhé skupině jsou hadice, které tvoří pevnou součást stabilních požárních hadicových systémů.

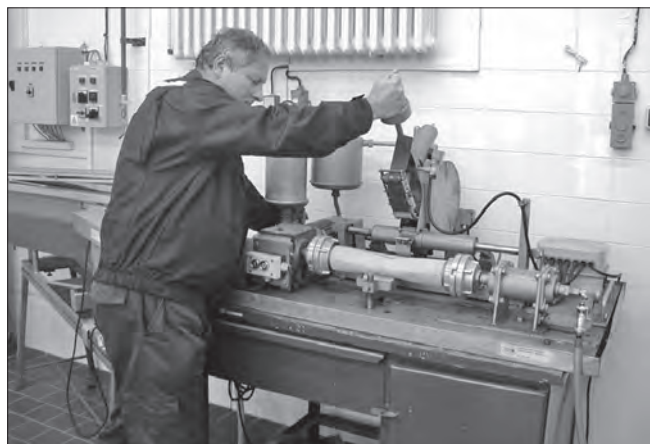
Pro požární hadice jsou prioritní především tlakové zkoušky. Při tlakových hydrostatických zkouškách požárních hadic bývá ověřována jejich odolnost při nejvyšším pracovním tlaku, úroveň nejnižšího destruktivního tlaku a pevnost a těsnost jejich úvazů. Je kontrolováno, zda nedochází nebo při jakých hodnotách dochází k poškození a k deformacím zkoušeného vzorku. Pro dané účely je zkušebna vybavena zkušební stolicí, osazenou tlakovým čerpadlem, zkušebními manometry a odvzdušňovacím ventilem. Po napojení zkoušeného vzorku k čerpadlu a uzavření druhého konce hadice dojde k natlakování hadice vodou na požadovanou hodnotu při současném odvzdušnění vzorku. Požadované hodnoty tlaků a časů zkoušky jsou stanoveny dle druhu hadice a jsou dané požadavky příslušných zkušebních norem.

Pro zjišťování tlakové ztráty na hadici je využívána opět zkušební stolička, přizpůsobená zkoušce dle požadavku normy.

Další skupinu prováděných zkoušek tvoří stanovení rozměrů, hmotnosti a napojitelnosti hadic. Pro tyto účely je zkušebna vybavena řadou kalibrovaných délkových a měřidel, kalibrů na zjišťování vnitřních průměrů hadic a přesnými váhami.

K dalším zjišťovaným parametrům patří prodloužení hadice v podélném i příčném směru při daném zvýšení zkušebního tlaku vody v hadici.

Odolnost povrchu hadice proti opotřebení oděrem je zjišťována na zkušebním zařízení, umožňujícím odírání otáčejícího se, upnutého a natlakovaného vzorku hadice za přesně stanovených podmínek. Oděr je zabezpečen pohybem odíracího ramene se smirkovým pásem (**obr. 1**).



Obr. 1: Zkouška opotřebení oděrem tlakové požární hadice

Při stanovení odolnosti proti působení plamene je natlakovaný vzorek umístěn do zkušební skříně, kde je po stanovenou dobu podroben působení plamene. Poté co je plamen zhasnut, je měřen čas dožehu nebo doutnání.

Stanovení tepelné odolnosti zahrnuje dvě nezávislé zkoušky. Při zjišťování ohebnosti při nízké teplotě je vzorek natlakovaný na zkušební tlak ohnut přes válec o průměru 12 x větším než je průměr hadice a za daný čas se při teplotě $(-20\pm 2)^\circ\text{C}$ nesmí objevit žádné známky lámání či popraskání. Při zkoušce odolnosti proti kontaktnímu teplu nesmí po přiložení žhavé zkušební tyče při teplotě $(200\pm 2)^\circ\text{C}$ vznik-

nout po danou dobu kratší než je dáno normou nebo po jejím oddálení po stanovenou dobu vzniknout žádné netěsnosti.

Stanovení soudržnosti vrstev je prováděno na speciálním trhacím zařízení. Při zkoušce za stanovených podmínek je zjišťována síla potřebná k oddělení jednotlivých vrstev hadic. Zkouška se provádí na vzorku, který tvoří pás z rozstřížené hadice, upnutý mezi čelisti (**obr. 2**).



Obr. 2: Stanovení soudržnosti vrstev tlakové požární hadice

Zkouška rozbitelnosti je prováděna s cílem zjištění schopnosti hadice k samovolnému rozbalování, provádí se na nakloněné plošině.

Zkouška urychleného stárnutí spočívá v urychlení procesů, které nastávají během předpokládaného používání hadic. Podmínky urychleného stárnutí se simulují v tepelné skříně, ve které za určených podmínek cirkuluje vzduch. Po určené době jsou vzorky vyjmuty a opět po dané době jsou podrobeny zkoušce destruktivním tlakem a stanovení soudržnosti mezi vrstvami při separaci.

Požární čerpadla

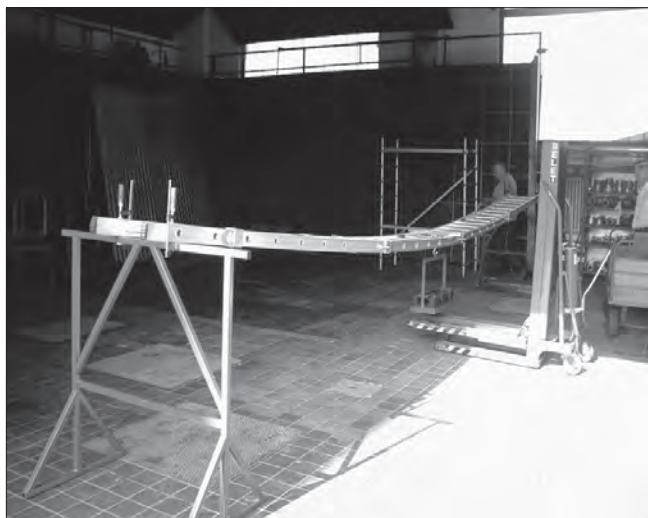
Další skupinou výrobků, u kterých je prováděna tlaková zkouška, je oblast požárních čerpadel. Požární čerpadla nacházejí široké využití u profesionálních i dobrovolných hasičských jednotek. Pokud čerpadla tvoří nedílnou součást zásahového vozidla, tvoří s ním jeden systém a tak jsou také zkoušena. Jako samostatná jednotka jsou zkoušena přenosná požární čerpadla, kterých je ve vybavení hasičských jednotek celá řada typů.

Tlakové zkoušky čerpadel probíhají ve zkušební hale, kde je možné využít uzavřený okruh oběhu používané vody. Pro vlastní zkoušky disponuje zkušebna souborem potřebného vybavení (tlakové čerpadlo, hnací motor, tlakoměry, otáčkoměry, průtokoměr, měřič času).

Vedle tlakových zkoušek je určujícím parametrem, zjišťovaným u požárních čerpadel při zapojení do zkušebního okruhu, jejich průtok. Tato hodnota charakterizuje typ jednotlivých čerpadel a jako taková je součástí jejich označení.

Pro ověření, zda zkoušené čerpadlo a vývěva je schopná dosáhnout v předepsaném čase požadovaného podtlaku a zda je zařízení dostatečně těsné se provádí zkouška sání na sucho. Zkouška se provádí na odvodněném čerpadle s uzavřenými veškerými vstupními i výstupními částmi čerpadla. Z čerpadla se vysaje vzduch a v daných intervalech je měřen podtlak ve vstupní části čerpadla.

Významnou zkouškou přenosných požárních čerpadel je zkouška trvalého chodu. Při této zkoušce je čerpadlo, zapojené do zkušebního okruhu, podrobeno nepřetržitému chodu po dobu 8 hodin za předepsaných podmínek, přičemž nesmí dojít k překročení přípustné teploty motoru a převodového ústrojí k čerpadlu.



Obr. 3: Zkouška průhybu přenosného požárního žebříku

Požární proudnice a armatury

Jednotlivé typy požárních proudnic jsou stejně jako další požární armatury (sběrače, spojky, rozdělovače, sací koše, hydrantové nástavce a další) podrobeny tlakovým a hydrostatickým zkouškám, kdy je při působení zkušební tlaku zjišťována hydraulická pevnost a těsnost. Při těchto zkouškách nesmí dojít k netěsnostem, či dokonce k deformacím či poškození zkoušených armatur. Důležité jsou též zkoušky ovladatelnosti ovládacích prvků armatur při jejich natlakování. Z ostatních zkoušek je možné uvést zjišťování průtoku, délky dostřiku a tvar proudu u požárních proudnic či zkoušky tlakových ztrát, stanovení rozměrů, hmotnosti či napojitelnosti.

Pro každou zkoušku je zkoušený vzorek zařazen do zkušební sestavy, vybavené dle požadavku příslušných norem a zkoušky probíhají postupy za podmínek dle přijatých interních metodik.

Požární žebříky přenosné a automobilové

Zkušebna provádí především pevnostní zkoušky jak jednotlivých konstrukčních prvků přenosných požárních žebříků (příčle, štěřiny, západky), tak i pevnostní zkoušky a zkoušky průhybů žebříků jako celku, přičemž část zkoušek je destruktivních (**obr. 3**).

Zkoušky automobilových požárních žebříků se řídí požadavky normy pro výškovou požární techniku a probíhají v rámci předepsaných kompletních zkoušek pro zásahový požární automobil – automobilový žebřík. Zkoušky automobilového žebříku musí probíhat z důvodu stability na volném rovném prostranství. Přitom jsou prověřovány veškeré funkční požadavky, schopnost dosažení předepsaných pohybů a ploch v závislosti na čase a zatížení, pevnost automobilového žebříku, je prověřován záchranný koš a funkčnost ovládacích a bezpečnostních prvků.

Hasicí přístroje pojízdné

V AZL je posuzována a zkoušena skupina pojízdných hasicích přístrojů především na těsnost a odolnost proti

zkušebnímu tlaku, je prověřována doba činnosti, prováděna zkouška mechanické odolnosti a zkouška korozní odolnosti.

Stabilní hasicí zařízení – Hadicové systémy

Jedinými zástupci stavebních výrobků, zařazených v NV 190/2002 Sb., zkoušených v TÚPO, jsou stabilní hasicí zařízení členěné na hadicové navijáky s tvarově stálou hadicí a hydrantové systémy se zploštitelnou hadicí. Časově nejnáročnější ze souboru zkoušek stabilních hasicích zařízení je zkouška odolnosti proti korozi zavodňovaných částí, kdy je celý systém zaplněn 1% roztokem chloridu sodného v demineralizované vodě a skladován za podmínek daných normou 3 měsíce. Poté je ověřováno, zda jsou všechny pracovní části neporušené a zda uvnitř či vně nejsou žádné výrazné korozní vady. Následují tlakové zkoušky, které na zkušebním stanovišti vybaveném průtokoměrem, tlakoměrem a uzavíracím



Obr. 4: Zkouška mezinápravové průchodnosti

ventilem ověří odolnost jednotlivých částí proti vnitřnímu přetlaku a těsnost všech spojů. Dále je měřen průtok, úhel a délka dostřiku a jsou zjišťovány rozměry, hmotnost a napojitelnost systému, provádí se zkouška mechanické odolnosti a ovládací moment armatur. Je posuzována odvíjecí schopnost hadice z navijáku a k tomu potřebná síla a u výkyvných navijáků je prováděna zkouška vykyvováním.

Zásahové požární automobily

Zásahové požární automobily mají největší podíl na využití kapacity OTPPO. Požární automobily svým technickým řešením tvoří celý systém, na který je uplatňován rozsáhlý soubor zkoušek, jehož rozsah je dán typem a druhem zásahového požárního automobilu.

Jednou ze základních podmínek úspěšného nasazení požárních automobilů na místě zásahu je jejich dobrá průchodnost předpokládaným typem terénu. Z toho důvodu jsou zásahové požární automobily rozděleny na kategorie silniční, smíšené a terénní. Pro každou z uvedených kategorií jsou normou předepsány charakteristické rozměrové hodnoty. Mezi zjišťované parametry patří přední a zadní nájezdový úhel, přechodový úhel, nejnižší světlá výška nad terénem, světlá výška pod nápravami a mezinápravová průchodnost (**obr. 4**).

ZKUŠEBNICTVÍ

Dále je zjišťován maximální vnější obrysový průměr zatáčecí a dílčí délkové rozměry vozidla.

Pro měření předepsaných úhlů mají pracovníci zkušebny k dispozici zkušební přípravek. Hodnota úhlů je poté na základě zjištěných hodnot stanovena výpočtem.

Pro zjišťování hmotnosti má zkušebna k dispozici mobilní přejezdové váhy o rozsahu 0,5 až 10 t na jednu nápravu požárního automobilu s možností použití až pro třínápravové automobily.

Významnou část zkoušek tvoří stanovení dynamických jízdních parametrů vozidel. Charakter těchto zkoušek, kdy je zjišťováno dosahované zrychlení, maximální rychlost a v souvislosti s tím i stabilita plně zatíženého vozidla při brzdění nedovoluje provádění těchto zkoušek v prostoru TÚPO ani na veřejné komunikaci za běžného provozu. Jsou proto prováděny na letištní ploše. Při zkouškách je plně využíván optický systém měření rychlosti Correvit Corrsys, který s rozlišovací schopností 0,1 km/h m nahradil předchozí, méně přesné měření pomocí ručních stopek.

Jsou prověřovány veškeré ovládací a řídicí přístroje a kontrola a provedení jednotlivých konstrukčních prvků jak v kabině, tak i na podvozku či nástavbě.

Jestliže výše typy zkoušek probíhají v podstatě u všech druhů zásahových požárních automobilů, pak další zkoušky jsou členěny v závislosti na druhu a způsobu užití automobilu (obr. 5).



Obr. 5: Funkční zkouška užití hasicího média CO₂ u kombinovaného hasicího automobilu



Obr. 6: Provozní zkouška čerpadla cisternové automobilové stříkačky

U automobilů vybavených stabilním požárním čerpadlem, které tvoří většinu zkoušených vozů, jsou prováděny provozní zkoušky, zkoušky výkonu, průtoku, dostřiku a odolnosti proti tlaku (obr. 6).



Obr. 7: Zátěžová a funkční zkouška automobilové plošiny

U výškové techniky, automobilových plošin a automobilových žebříků, jsou to především zátěžové zkoušky a časy pohybů výškové mobilní techniky, spojené se zkouškami jednotlivých ovládacích prvků a konstrukčních podskupin (obr. 7).

Zvedací vaky

Zvedací vaky společně s tlakovými hadicemi, redukčními a pojistnými ventily, tlakoměry a ovládacím zařízením tvoří systém, sloužící například k vyprošťování osob zaklíněných pod těžkým břemenem, který je vystaven značnému zatížení. Musí proto vykazovat vysokou míru spolehlivosti a bezpečnosti. V průběhu zkoušek jsou proto prověřovány jak jednotlivé prvky, tak i systém jako celek.

U hadic s koncovkami a spojkami je prověřována jejich pevnost, těsnost, ohebnost, odolnost spojek proti axiálnímu zatížení a možnosti manipulace se spojkami při jejich rozpojování a spojování. U redukčních a pojistných ventilů jsou posuzovány možnosti jejich nastavení a řízení žádaných parametrů průtoku. Dále je zkoušena pevnost a těsnost tlakoměrů a ovládacího zařízení, provedení ovládacího zařízení, rychlost napouštění a vypouštění vaku v závislosti na mani-

pulaci s ovládacím zařízením a schopnost zabezpečení vaku proti nenadálému vypuštění.

Tlakovými zkouškami vzduchem celého systému na požadovanou hodnotu a po stanovenou dobu se kontroluje ztráta celistvosti nebo konstrukční porucha. Závěrečnou zkouškou je zkouška odolnosti proti průniku. Při tom se používá speciální zkušební zařízení s trnem. Vak je natlakován tak, že dojde k jeho propíchnutí trnem. Poté se trn uvolní, tlak ve vaku se zvyšuje a je kontrolován únik vzduchu z vaku v závislosti na čase. Tato zkouška je destruktivní, dochází při ní k znehodnocení vaku, který se již nesmí dále používat. Proto je také v případě, že výrobce zadá posouzení celé typové řady zvedacích vaků o různých rozměrech, vybírání k destruktivní zkoušce z finančních důvodů pouze jeden představitel celé řady.

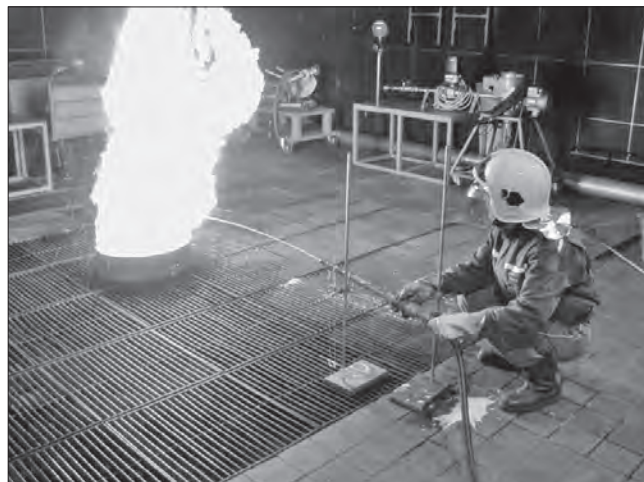
Hasiva

Zkoušky hasiv lze rozdělit dle druhu. Jsou prováděny jak zkoušky hasiv práškových, hasiv na bázi vody – pěnidel a smáčedel, tak i hasiv plyných. Zkoušky hasiv jsou často prováděny jako součást posuzování hasicích přístrojů a zařízení, v menší míře je posuzováno samostatné hasivo. Při provádění zkoušek spolupracuje úsek OTPPO s oddělením výzkumu a vývoje (OVV) AZL TÚPO, které má vhodné laboratorní vybavení.



U všech druhů hasiv je prováděna zkouška hasební schopnosti (obr. 8). U práškových hasiv se dále ověřuje jejich sypná hustota, je prováděna síťová analýza, zjišťována odolnost proti spékání, odpudivost vůči vodě a obsah vlhkosti.

Největší podíl mezi zkoušenými hasivy tvo-



Obr. 8: Zkouška hasební schopnosti

ří pěnidla. U nich je zjišťován obsah sedimentu před a po teplotním kondicionování, viskozita, měrná hmotnost, hodnota pH, bod tuhnutí povrchové napětí, součinitel rozprostření a napěnění a doba rozpadu pěny.

Zásahové oděvy

Zásahové oděvy pro hasiče jsou zkoušeny v OVV v laboratorních podmínkách. Jsou prováděny zkoušky odolnosti použitých materiálů proti pronikání kapalin, je stanovena odolnost plošných textilií vůči povrchovému smáčení a především stanovení odolnosti proti teple.

Závěr

Dlouhodobě bylo v průběhu let 2001 až 2011 v AZL TÚPO vydáno v rámci posouzení shody přibližně 600 akreditovaných zkušebních protokolů, reprezentujících celé spektrum dotčených stanovených výrobků. Pro většinu věcných prostředků PO je AZL TÚPO jedinou řádně akreditovanou zkušebnou v ČR a jako taková má jako součást AO 221 významné místo v systému posuzování daných výrobků pro potřeby HZS ČR.



Nový sborník technické normalizace Bezpečnost výrobků určených pro spotřebitele v Evropě - EMARS II.



Sborník obsahuje přehled podnikatelských postupů k provádění nápravných opatření výrobcem nebo distributory, včetně stažení výrobků z oběhu, která jsou zaměřena na odstranění bezpečnostního rizika představovaného spotřebitelským výrobkem, který byl uveden na trh. Nejedná se o soubor pevně stanovených pravidel, která musí být za všech okolností dodržena, ale jde spíše o popis procesu a zdůraznění klíčových prvků, které je třeba zohlednit v případě, kdy se uvažuje o stažení výrobku nebo o dalších nápravných opatřeních. Pokud jste tedy výrobcem nebo distributorem výrobků pro spotřebitele, které jsou na trhu v EU, tato příručka vám poskytne obecné doporučení jak postupovat v případě, že máte důkazy o tom, že jeden z vašich výrobků je nebezpečný.

Sborník najdete na www.unmz.cz - Sborníky technické harmonizace.

Náš časopis přináší mimo jiné celou škálu informací o národním metrologickém systému České republiky. Tento systém by nemohl existovat a rozvíjet se bez lidí, zejména odborníků, kteří jej budují a zdokonalují. Proto je na místě si zde připomínat i významná životní jubilea osobností české metrologie.

Mezi tyto osobnosti bezpochyby patří RNDr. Pavel Klenovský, generální ředitel Českého metrologického institutu.



RNDr. Pavel Klenovský, generální ředitel Českého metrologického institutu, oslavil dne 13. května 2012 šedesátiny. Je absolventem Masarykovy university v Brně. Po ukončení studia nastoupil do laboratoře brněnského pracoviště Úřadu pro normalizaci a měření. V roce 1991 se stal náměstkem ředitele Státního metrologického inspektorátu se sídlem v Brně; po ustavení Českého metrologického institutu v roce 1993 byl jmenován jeho ředitelem, resp. generálním ředitelem.

Důkazem o technických i manažerských schopnostech jubilanta a o jeho pracovních úspěších je dnešní Český metrologický institut, který je moderním všestranně aktivním a prosperujícím technickým orgánem státu pro metrologii, spoluvůdce předpisové základny české metrologie, realizátorem řady výzkumných úkolů v metrologii, řešitelem rozsáhlého souboru evropských projektů v metrologii a v neposlední řadě i notifikovanou osobou pro oblast posuzování shody měřidel. RNDr. Klenovský zastupuje Českou republiku v mezinárodních metrologických organizacích (OIML, WELMEC a dalších) a k aktivní prezentaci ČR na mezinárodním metrologickém poli vede i další pracovníky ČMI - díky jeho personální politice vyrůstají v ČMI známí a uznávaní odborníci v různých oborech metrologie. Svoje znalosti a zkušenosti prezentuje jako přednášející na četných metrologických tuzemských i mezinárodních seminářích a publikuje v odborných časopisech.

Za vykonanou práci pro českou metrologii jubilantu děkujeme a přejeme, jistě i s metrologickou veřejností, RNDr. Pavlu Klenovskému hodně zdraví a elánu do dalšího metrologického díla a osobního života.



Redakce časopisu Metrologie považuje za milou povinnost vzpomenout životního jubilea pana Ing. Jiřího Krause, dlouholetého ředitele odboru metrologie Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví a dlouholetého předsedy redakční rady našeho časopisu.



Pan Ing. Jiří Kraus se narodil 19. dubna 1942. Po absolvování ČVUT fakulty strojní v roce 1965 byl krátce zaměstnancem v ČSPLO Děčín. Od roku 1966 nastoupil do ÚNM (Úřad pro normalizaci a měření). Po dobu svého působení v tomto úřadě zastával různé funkce, počínaje vedoucím laboratoře KO ÚNM až po vedoucího a posléze ředitele odboru metrologie ÚNM. V této funkci přispěl ke zlepšení úrovně řízení státní metrologie, k rozvoji metrologického systému České republiky.

V souvislosti s odchodem do důchodu ukončil v roce 2005 své působení ve funkci ředitele odboru metrologie. V odboru metrologie pak působil aktivně po dobu několika následných let v odborné funkci.

K životnímu jubileu přejeme Ing. Krausovi především pevné zdraví a neutuchající životní elán.



V únoru 2012 oslavil 70. narozeniny Doc. Ing. Jiří Horský, CSc, dlouholetý člen redakční rady našeho časopisu.



Doc. Ing. Jiří Horský, CSc absolvoval Vysoké učení technické v Brně (VUT) v roce 1965. Na VUT též v roce 1977 získal vědeckou hodnost CSc. a stal se docentem pro obor měřicí technika v roce 1991.

Od roku 1965 až do roku 1986 pracoval v TESLA Brno nejprve jako výzkumný pracovník metrologie, pak jako vedoucí oddělení metrologie, normalizace a spolehlivosti. Od roku 1986 do roku 1993 byl vedoucím odboru standardizace (metrologie, normalizace, jakost, spolehlivost a design) ve Výzkumném ústavu měřicí techniky v Brně. Od roku 1993 až do odchodu do důchodu pracoval v Českém metrologickém institutu, v primárních laboratořích elektrických veličin. V ČMI byl garantem pro elektrické veličiny a pro státní etalon kapacity.

Stále aktivně předává zkušenosti jako technický posuzovatel při akreditacích kalibračních laboratoří v ČR, na Slovensku a v Chorvatsku, jako člen výboru Českého kalibračního sdružení a také uveřejňuje články v časopisu Metrologie, kde rovněž působí jako člen redakční rady.

Srdečně blahopřejeme

SVĚTOVÝ DEN METROLOGIE 2012

Ing. František Jelínek, CSc.

Český metrologický institut

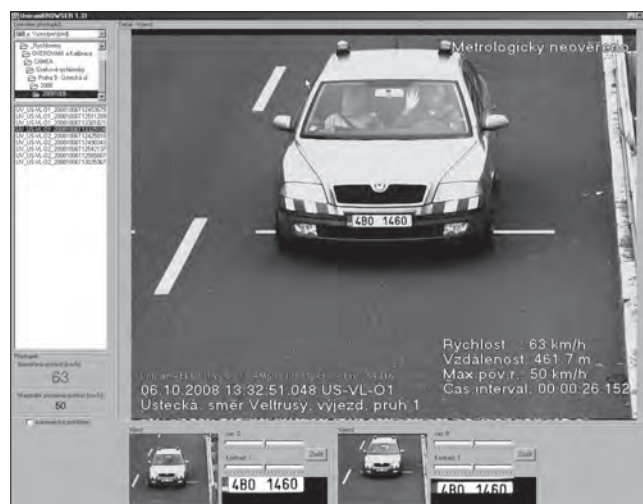


Tradice Světového dne metrologie, připomínaného 20. května, v den výročí podepsání Metrické konvence v roce 1875, umožňuje připomenout každoročně význam metrologie a její pokroky pracovníkům v oboru, ale zejména široké veřejnosti. Tradiční je také výběr užšího hlavního tématu pro akce, pořádané v každém roce. Letos, v roce 2012, je to úloha metrologie v zajištění bezpečnosti.

Volba motto „Metrologie pro bezpečnost“ upozorňuje na význam spolehlivých výsledků měření pro bezpečnost při práci, odpočinku i zábavě. A skutečně – když si uvědomíme šířku záběru metrologie i různorodost bezpečnostních rizik, zjistíme možná ke svému překvapení, kde všude je mezi měřeními a zajištěním bezpečnosti bezprostřední vztah. Ostatně časopis Metrologie věnuje těmto otázkám systematickou pozornost. Příkladem je řada článků zabývajících se měřeními při zkouškách stanovených výrobků nebo kalibrací pro měření rychlosti motorových vozidel nebo snímačů rázů pro tzv. crash testy.

Na pracovišti a v pracovním procesu nás zajímá například hluk, osvětlení, kvalita ovzduší, teplota, ale i provozní parametry, například tlak v rozvodech a další.

Značným rizikům jsme vystaveni v dopravě a měříme zde rychlost, tlak v pneumatikách, hmotnost vozidel, ale i odolnost dopravních prostředků (crash test a kalibrace snímačů), kvalitu vozovek (drsnost, osvětlení v tunelech) atd. To vše s přímým vlivem na bezpečnost osob i majetku.



Obrazový záznam z ověřování úsekového rychloměru (na snímku měřící vozidlo ČMI)



Ověřování lidarového rychloměru na simulátoru, ČMI

Samostatnou kapitolou je metrologie pro leteckou dopravu. Stačí připomenout si nedávné problémy zaviněné vysokými nebo špatnými údaji o rychlosti letu. O bezpečnosti provozu rozhodují i parametry komunikačních zařízení a radiolokační techniky (u té je ostatně důležité i měření vlivu na obydlené okolí radiolokátorů).

Mnohým z nás je blízká elektrotechnika, jejíž výrobky mohou být často zdrojem nebezpečí. K bezpečnosti přispívá a pro její zajištění je rozhodující široké spektrum měřících techniky pro zkoušky spotřebičů a zařízení, pro provozní kontrolu a například také metrologie spojená s kontrolou elektromagnetické kompatibility.

Světový den metrologie propagují Mezinárodní úřad pro váhy a míry a Mezinárodní úřad pro legální metrologii. Letos upozorňují v dokumentu „Message from the Directors of the BIPM and the BILM, WORLD METROLOGY DAY 2012“ Michael Kühne, ředitel BIPM a Stephen Patoray, ředitel BILM mimo jiné na důležitost kalibrační služby v oblasti ionizujícího záření, kterou BIPM zabezpečuje pro členské státy Metrické konvence, pro národní metrologické ústavy a také pro Světovou

zdravotnickou organizaci a Mezinárodní agenturu pro atomovou energii (WHO / IAEA). Po celém světě tyto služby podporují správnost léčby asi sedmi milionů pacientů podstupujících radioterapii. Dalších miliony výkonů se týkají radiodiagnostiky. Nelze také pominout význam měření veličin ionizujícího záření pro bezpečnost osob i provozů v jaderném průmyslu.

Podle slov ředitelů BIPM a BIML je toto vše poselství veřejnosti o významu metrologické služby v globálním mě-

řítku. Tato služba umožňuje současné moderní high-tech společnosti spolehlivě a bezpečně fungovat.

Redakce časopisu Metrologie je přesvědčena, že čtenáři na svých pracovištích využijí upozornění na význam metrologie pro bezpečnost k propagaci významu své práce s cílem zvýšit ve veřejnosti povědomí o přínosu k uspokojování každodenních potřeb a podpořit zájem o práci v oboru.

Ilustrační foto poskytl pan Ing. M. Prášil, CSc., ČMI



PLZEŇSKÁ KONFERENCE MĚŘICÍ TECHNIKA PRO KONTROLU JAKOSTI VSTOUPILA LETOŠNÍM ROČNÍKEM DO DRUHÉ DVACÍTKY

Ing. Václav Bursa

Česká metrologická společnost

V roce 2011 hostila Plzeň jubilejní, dvacátý ročník mezinárodní konference Měřicí technika pro kontrolu jakosti. Byla to příležitost k ohlédnutí za minulými ročníky této tradiční akce, k bilancování, co se v našem průmyslu a v průmyslové metrologii změnilo a jak na tyto změny reagovala Česká metrologická společnost a jak se v souvislosti s těmito změnami vyvíjelo i naše plzeňské setkání. Loňský ročník byl ale také výzvou k zamyšlení, jak pokračovat dál, jak zajistit další vývoj této konference, která patří k nejvýznamnějším odborným akcím ČMS.

Zkušenosti minulých ročníků ukázaly, že základní princip spojení přednáškové části s výstavou měřicí, kontrolní a zkušební techniky je správný a nadále perspektivní. Rovněž zaměření na metrologii a technické kontrolory, tedy pracovní profese, které v průmyslových podnicích ovlivňují úroveň měření a kontrolních operací, je účelné. Přínosem jsou také workshopy, které jsou zařazovány do programu konference v posledních letech. Termín konání konference v druhé polovině března se osvědčil, stejně jako umístění akce do Plzně, která byla a je významným průmyslovým centrem.

Při přípravě 21. mezinárodní konference Měřicí technika pro kontrolu jakosti bylo nutno, kromě zachování osvědčených zásad, hledat další cesty ke zlepšování. Byly stanoveny tyto cíle:

- rozšíření oborů měření prezentovaných na konferenci a výstavě,
- rozšíření okruhu posluchačů o další profese, kromě metrologů a technických kontrolorů,
- zlepšení komfortu přednášejících i posluchačů volbou konferenčních a výstavních prostor na úrovni odpovídající významu akce,
- posílení propagace a oslovení širšího okruhu zájemců o měřicí techniku, s využitím moderních komunikačních prostředků (webové stránky, e-mail).

Nepodařilo se zcela splnit všechny stanovené cíle (např. výstava byla ochuzena o elektrotechnické obory vinou termínového souběhu s výstavou Ampér), ale průběh a výsledky 21. mezinárodní konference Měřicí technika pro kontrolu ja-



kosti ukázaly, že nastoupená cesta je správná. Podařilo se zejména, navzdory složité ekonomické situaci, podstatně zvýšit počet vystavujících firem i počet účastníků konference.

Letošní konference se konala pod záštitou předsedy Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví Ing. Milana Holečka ve dnech 20. a 21. března 2012 v kongresovém centru Primavera v Plzni. Program byl zahájen v úterý 20. 3. v 9:30 h a byl ukončen ve středu 21. 3. 2012 v poledních hodinách. Byl dodržen plánovaný program v plném rozsahu, včetně obou workshopů zařazených na závěr programu. Na konferenci a výstavě měřicí techniky bylo zaregistrováno 115 návštěvníků, z toho 85 platících posluchačů a 30 studentů (ZČU, FE). Do celkového počtu účastníků nejsou započítáni hosté, vystavovatelé a delegace odborníků z Mongolska. Návštěvníci byli zejména ze strojírenství a z automobilového průmyslu, ale zastoupena byla i elektrotechnika a samostatné laboratoře. Jednalo se především o metrologii a technické kontrolory. Mezi účastníky byli také zkušební technici, ale ostatní profese byly zastoupeny jen několika jednotlivci. Velmi malá účast byla (nepočítáme-li posluchače ZČU) z oboru školství.

Bylo předneseno 19 referátů. Úvodní referát na téma Významné aktivity (priority) ÚNMZ v oblasti metrologie, technické normalizace a státního zkušebnictví přednesl předseda ÚNMZ Ing. Milan Holeček a na něj navázal Ing. Veselák, rovněž z ÚNMZ, který podal informaci k metrologii z hlediska legislativy a mezinárodní spolupráce. Další přednášky se týkaly měřicí problematiky. Tématický rozsah byl neoby-

čejně široký, takže každý účastník mohl najít oblast, která jej zajímá (a také řešení případného problému v této oblasti). Je poměrně obtížné striktně oddělovat přednáškovou a výstavní část konference, obě naopak splývaly: posluchač vyslechl při přednášce způsob řešení určitého metrologického problému a tento problém mohl prodiskutovat ve výstavní expozici přímo u příslušného měřicího přístroje. Tento postup můžeme demonstrovat na přednášce o flexibilním měření ozubení v dílenských podmínkách. Po přednášce byla tato operace předvedena na souřadnicovém měřicím stroji Zeiss.



Velkou skupinu tvořily přednášky z oboru geometrických veličin (počínaje jednoduchými dílenskými měřidly až po složité souřadnicové měřicí stroje) a referáty z oblasti negeometrických veličin, jako jsou zkoušky tvrdosti a zkoušky mechanických vlastností materiálu, kamerové systémy, založené mj. na strojovém vidění apod. Další informace z oblasti zabezpečování jednotnosti a přesnosti měření (ať již jde o délkové a negeometrické veličiny nebo o nedestruktivní testování) mohli získat zájemci ve stáncích kalibračních laboratoří, popř. při přednáškách o kalibraci souřadnicových měřicích a obráběcích strojů.

Během dvou dnů konference byly předneseny, až na jednu desetiminutovou informaci, všechny plánované referáty a je nutno kladně hodnotit, že i letos se podařilo dodržet časový harmonogram.

Technické zajištění konference bylo letos na potřebné úrovni, odpovídající tradici a významu akce. Všeobecnou spokojenost se zvolenými prostory vyjadřovali účastníci osobně a odrazilo se to i ve vyplněných dotaznících. Jediným závažným nedostatkem byl stísněný prostor výstavy, což bylo způsobeno opožděnými přihláškami některých vystavovatelů, kdy již nebyla možnost zajistit další výstavní plochu.

Všichni platící posluchači a vystavovatelé obdrželi sborník o rozsahu 160 stran.

Výstavy se zúčastnilo 32 přímých vystavovatelů, kteří zastupovali 122 výrobců (nepřímých vystavovatelů) z 21 zemí.

Na výstavě měli účastníci příležitost seznámit se s řadou exponátů reprezentujících moderní vývojové trendy v oblasti měřicí techniky. Jako příklady lze uvést:

- 3D měřicí stroj DuraMax, který představila pražská pobočka německého výrobce Carl Zeiss. Stroj je určen pro ruční nebo automatický (CNC) režim v dílenském prostředí a je vybaven skenovací hlavou.
- Přístroj pro kalibraci souřadnicových strojů Laser TRACER, vyvinutý společností ETALON AG ve spolupráci s německým spolkovým úřadem PTB a Národní fyzikální labo-

ratoří ve Velké Británii, který vystavovala firma PRIMA BILAVČIK s.r.o., Uherský Brod. Jedná se o laserový systém, který slouží ke kalibraci obráběcích strojů a také souřadnicových měřicích strojů v submikronové přesnosti.

- Měřicí rameno Absolute Arm amerického výrobce ROMER, které vystavovala firma HEXAGON METROLOGY s. r. o. Praha. Jedná se o sedmiosé měřicí rameno integrované se skenerem RS 1.
- CCI HD optický profiloměr značky Taylor Hobson z Velké Británie, vystavovaný firmou IMECO TH s. r. o., Modřice. Jde o bezkontaktní přístroj pro měření textury povrchu tenkých i tlustých vrstev.
- Univerzální trhací stroj pro zkoušky materiálu AG-IC (20 až 300) kN japonské výroby, který představila pražská kancelář firmy Shimadzu Handels GmbH.
- Termokamera Ti 32 amerického výrobce Fluke Corp., kterou vystavovala společnost TSI SYSTEM Brno. Je to termokamera s velkým jasným displejem pro rozsah teplot 20 °C až 600 °C.

Tento výčet není zdaleka úplný. Více informací poskytuje katalog výstavy, který je součástí Sborníku konference.

Výstavy mediálních partnerů se letos přímo zúčastnili zástupci časopis Metrologie. Dále byly svými výstavními stolky zastoupeny časopisy Jemná mechanika a optika, Strojářstvo/Strojirenství, MM Průmyslové spektrum, Elektro a Automa.

Dne 20. 3. 2012 v odpoledních hodinách si výstavu prohlédla delegace odborníků z Mongolska v doprovodu předsedy Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.



V závěru konference byly zařazeny dva workshopy, po nichž následovalo závěrečné shrnutí a ukončení konference.

Svou spokojenost nebo nespokojenost s organizačním zajištěním a odbornou úrovní konference a výstavy mohli účastníci vyjádřit prostřednictvím dotazníku. Známkovalo se jako ve škole od jednotky do pětky a výsledky jsou velmi lichotivé: za organizaci dostali pořadatelé průměrnou známku 1,4, odborná úroveň přednášek byla hodnocena průměrnou známkou rovněž 1,4 a výstava po odborné stránce získala průměr 1,5.

Na závěr lze konstatovat, že 21. mezinárodní konference Měřicí technika pro kontrolu jakosti naplnila své motto: „Poznejte měřicí techniku pro 21. století“. Při přípravě 22. konference budou využity všechny kladné i záporné zkušenosti letošního ročníku, a již dnes mají pořadatelé představu o dalších možných organizačních i technických zlepšeních.

Přijďte s přesvědčit o stoupající úrovni konference Měřicí technika pro kontrolu jakosti 19. a 20. března 2013 do kongresového centra Primavera v Plzni.

VYHODNOCENÍ PROGRAMU ROZVOJE METROLOGIE 2011, ÚKOLY ČESKÉHO METROLOGICKÉHO INSTITUTU

Ing. Jiří Beran

Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví

RNDr. Jiří Tesař, Ph.D.,

Český metrologický institut

Cílem článku je doplnit informaci, uvedenou v č. 1/2012 tohoto časopisu o výsledcích některých úkolů, které v Programu rozvoje metrologie (PRM) 2011 řešil Český metrologický institut.

V uvedeném Programu se jednalo o 23 úkolů v širokém spektru metrologie, které zabezpečuje.

Tato informace uvádí základní výstupy a výsledky řešení úkolů z kapitoly II. Uchovávání státních etalonů a III. Rozvoj etalonáže měřidel PRM 2012.

II/1/11 Uchovávání státních etalonů

Úkolem byly práce spojené s uchováváním a pravidelným udržováním metrologických vlastností státních etalonů ČR provozovaných v ČMI s cílem zajištění jejich požadované funkčnosti a využitelnosti pro navazování měřidel nižších řádů. Seznam příslušných etalonů je uveden na webových stránkách ÚNMZ v části metrologie v rubrice metrologický systém. Obdobnou informaci (jen podrobnější a jinak členěnou) je možno nalézt i na web. stránkách ČMI ve složce Metrologický systém – Státní etalony.

III/1/11 Rozvoj etalonáže hmotnosti a hustoty

V rámci jednotlivých částí úkolu bylo provedeno:

Sledování teploty v nové laboratoři primární metrologie hmotnosti vzhledem k její nestabilitě na konci roku 2010.

Rozšíření měření hmotnosti ve vakuu o měření hustoty a objemu speciálních závaží.

Rešerše a vyhodnocení možností laboratoře hmotnosti v oblasti vlivu povrchových vrstev na závažích.

III/2/11 Rozvoj etalonáže síly a momentu síly

Úkol byl zaměřen na dokončení rekonstrukce etalonového siloměrného zařízení ESZ 1 MN a jeho přemístění do nově vybudované laboratoře na oblastním inspektorátu ČMI OI Praha a vyjustování zatěžovacích těles etalonu momentu síly EZMS 100 N·m.

III/3/11 Rozvoj primární etalonáže tlaku

Metrologie středního tlaku v plynném mediu

Byla provedena obě plánovaná porovnání etalonu FPG8601 dle schváleného protokolu (s LNE a PTB). Tím bylo dokončeno klíčové porovnání EURAMET.M.P-K4.2010.

Metrologie vakua

V oboru primární etalonáže vakua byly vypracovány konstrukční podklady přechodové dynamické expanze.

Nad plán byla provedena pomocná studie vodivosti multiclony pro etalon dynamické expanze v přechodovém režimu.

Metrologie netěsností

V oblasti metrologie freonových netěsností byl navržen a teoreticky, včetně rozboru nejistot, rozpracován a úspěšně experimentálně prověřen systém primární návaznosti sekundárních etalonových atmosférických netěsností, opírající se o metodu statické i dynamické gravimetrie, a byla navržena metodika těchto kalibrací. Vše je připraveno pro zavedení do běžné praxe. ČMI se tím řadí mezi omezený počet národních metrologických institutů poskytujících tuto službu.

Metrologie průtoku plynu pomocí diferenčních prvků

V oblasti etalonáže průtoku plynu pomocí diferenčních prvků byl na modelových příkladech numericky i experimentálně prověřen model přepočtu teploty zemního plynu měřené za primárním prvkem na teplotu zemního plynu před primárním prvkem na základě Joule-Thomsonova koeficientu. Výsledky jsou připraveny pro bezprostřední praktické využití.

V této oblasti byl dále vytvořen a validován program pro metrologickou kontrolu diferenčních průtokoměrů na principu segmentových clon. Tento kontrolní program bude plnit nejen funkci kontrolní v procesech kalibrace a ověřování předemných měřidel, ale i v procesech schvalování typu měřidel uvedených aplikací a v procesech validace či testování případných nově vzniklých kontrolních programů.

III/4/11 Rozvoj etalonáže tvrdosti a drsnosti povrchu

V rámci řešení úkolu byla v jeho první části vypracována kompletní dokumentace pro porovnávací měření profilometrů.

V druhé části proběhla první etapa nahrazení stávajících měřicích systémů (laserinterferometrů LOS) u státního etalonu tvrdosti Rockwell – výběr a posouzení jednotlivých alternativ.

III/5/11 Rozvoj etalonáže elektrických a magnetických veličin

Hlavní cíle a výsledky úkolu:

Etalonáž ss a nf veličin

V oblasti metrologie stejnosměrného napětí byla odvozena nová stupnice DC napětí a byl nově zkalibrován referenční kalibrátor Datron 4808. Bylo vyzkoušeno zapojení scanneru DP-160 se sadou odporů a ověřeno, že je možné přesné měření v této sestavě do 100 k Ω , s korekcemi do 1 M Ω . Dále byl upraven program *mericR* a zautomatizována kalibrace odporů kalibrátorů. Bylo provedeno porovnání kvantových etalonů napětí na úrovni 10 V s BIPM. Výsledky byly použity při vyhotovení nové dokumentace ke státnímu etalonu a nové metodiky pro kalibrace referenčních zdrojů stejnosměrného napětí.

V části metrologie střídavého napětí a proudů byly odvozeny nové stupnice AC-DC difference napětí a proudů a nově byl zkalibrován referenční kalibrátor Datron 4808.

V části týkající se AC-DC difference do 100 MHz byla uvedena do provozu měřicí sestava.

V oblasti AC-DC malých napětí byly osazeny a zkalibrovány dva mikropotenciometry s planárními termokonvertory, které umožní odvozování milivoltové stupnice s nižšími nejistotami díky menšímu počtu kroků.

V oblasti metrologie impedancí byly prověřeny vlastnosti mostů a bylo potvrzeno, že pro oblast měření kapacit s $D < 0,001$ je v praxi použitelný pouze most AH2500A, rozsah kapacit, které tímto mostem lze změřit, je ale omezen na kmitočet 1 kHz a hodnoty C cca do 1,6 μF . Byla provedena kalibrace etalonů THD a zachována návaznost pro zákaznické přístroje. Rešerše měření THD analýzou spektra signálu ukázala nedostatek literatury v této oblasti. Výsledkem rešerše měření fáze digitálním vzorkováním je nalezení několika inspirativních článků, na jejichž základě je možné vybudovat digitální etalon fáze s velmi nízkými nejistotami.

V oblasti metrologie elektrického výkonu a práce byla provedena kalibrace výkonového analyzátoru Yokogawa WT3000 a vytvořen kalibrační postup pro tento přístroj. Byl vytvořen popis teorie měření flickrů metodou digitálního vzorkování. Bylo zjištěno, že v ČMI jsou již dostupné přístroje vhodné pro sestavení referenčního flickrmetru obdobnému konstrukci v NPL. Dále bylo provedeno porovnání digitálního vzorkovacího wattmetru s cestovním etalonem elektrického výkonu a práce COM1003 firmy Zera. Ze zatím známých naměřených hodnot vyplývá, že porovnání skončilo kladným výsledkem.

Etalonáž ss odporu

Primární kvantová laboratoř ss el. odporu

Referenční etalon odporu Tinsley 1000 Ω byl přímou metodou navázán na kvantovou strukturu (QHD). Kombinovaná standardní nejistota: $u_c = 0,025$ ppm.

Nízkoohmová laboratoř ss el. odporu

Postupnou metodou byly navázány referenční etalony odporu Tinsley (100 Ω , 10 k Ω), TEGAM (10 k Ω a 12,9 k Ω), Tinsley (10 Ω , 1 Ω) za účelem realizace části nízkoohmové stupnice dekadických hodnot. Kombinovaná standardní nejistota: $u_c = 0,035 \div 0,05$ ppm (v závislosti na měřené hodnotě).

Vysokoohmová laboratoř ss el. odporu do 1 G Ω

Byl realizován přenos jednotky ss el. odporu z referenčních etalonů odporu 10 k Ω (RE 2) a 100 k Ω (RE 1) na referenční vysokoohmové etalony odporu dekadických hodnot 1 M Ω ÷1 G Ω (RE 4) pomocí MI 6000 B. Kombinovaná standardní nejistota: $u_c = 1 \div 3,5$ ppm (1 M Ω ÷ 1 G Ω).

Ultravysokoohmová laboratoř ss el. odporu do 100 T Ω

Proveden přenos jednotky ss el. odporu z referenčního etalonu odporu 1 G Ω (RE 4) na referenční vysokoohmové etalony odporu dekadických hodnot 10 G Ω ÷ 100 T Ω (RE 5) pomocí K 6517 B + WAWETEK 4800. Kombinovaná standardní nejistota: $u_c = 26 \div 2250$ ppm (v závislosti na hodnotě a napětí).

Rozvoj etalonáže vf el. výkonu a EMC

Intenzita elmag. pole

V prvé polovině měsíce května byly dodány antény pro klíčové porovnání CCEM.RF-K23.F a následně byly zahájeny přípravné práce spočívající ve vyřešení upevnění antén a zajištění jejich potřebné polohy. Měření bylo dokončeno

v červnu a artefakty byly odeslány počátkem července dalšímu účastníkovi. Výsledky měření již byly odeslány do pilotní laboratoře. Byla doplněna metodika pro kalibraci měřičů elektromagnetického pole o měření v bezdrázové komoře a připraven pracovní postup pro kalibraci trychtýřových antén.

Vektorový analyzátor obvodů

Při testování byla zvolena varianta rozděleného výpočtu – kalibrace byla provedena standardně v programu STATISTICAL, parametry chybového modelu exportovány do textového souboru a dále použity ke korekci měřených objektů v samostatném modulu, který je součástí programu. Data získaná tímto postupem odpovídají předpokládaným.

Vf výkon

Byl vytvořen jednoduchý program v prostředí Agilent VEE, který provádí odečty napětí na analogovém výstupu wattmetru pomocí voltmetru Solartron 7081 a umožňuje sledovat časový průběh ustalování výstupního napětí.

Rozvoj etalonáže měřicích transformátorů

V rámci řešení úkolu bylo dosaženo následujících výsledků:

1. Byla navržena a realizována proudová smyčka, která umožňuje rozšíření rozsahu kalibrace měřicích transformátorů proudu a dalších měřidel velkých proudů do hodnoty 10 kA při frekvenci 50 Hz v laboratoři ČMI LPM Praha. Funkce proudové smyčky byla ověřena při měření chyb MTP s převodem 10 kA/5A. Dimenze realizované proudové smyčky umožňuje při 120 % jmenovité hodnoty proudu (odpovídá 12 kA) dobu měření 10 s, což je dostačující.
2. V oblasti magnetických měření byly ověřeny parametry nového zařízení EP-350 na měření ztrát a bylo provedeno jeho navázání na výsledky laboratoře PTB Braunschweig. Dále byly pomocí analyzátoru Yokogawa WT 210 porovnány údaje efektivní a střední hodnoty napětí měřené Digital Epstein Testerem EP-350. Výsledky kalibrace odpovídají údajům výrobce. Dále byl proveden rozbor nejistot při měření ztrát při střídavém magnetování. V rámci řešení úkolu bylo provedeno třístranné porovnání měřičů ztrát při střídavém magnetování. Porovnání se kromě laboratoře ČMI zúčastnila laboratoř PTB a UNIIM Jekatěrinburg jako pilotní laboratoř.
3. Poslední část řešení úkolu byla věnována použití nových nanokrystalických materiálů na bázi železa pro konstrukci měřicích transformátorů proudu určených k měření v širším pásmu tónových kmitočtů. Parametry těchto materiálů byly porovnány s parametry dosud používaných magnetických obvodů. Jedná se především o frekvenční závislost zdánlivé permeability a ztrátového úhlu feromagnetika. Na základě těchto charakteristik byl proveden návrh MTP a vypočtena jeho frekvenční závislost chyb vlivem magnetického obvodu pro reálnou indukčnostní zátěž. Použití nanokrystalického materiálu dává nejlepší výsledky pro frekvenční závislost chyb.

III/6/11 Rozvoj etalonáže délky

Výsledkem části víceletého projektu v roce 2011 je:

- přizpůsobení nové elektroniky MOLAS-3 pro primární etalony vlnové délky 532 nm a 1542 nm a vyhod-

nocení jejich metrologických parametrů a výroba dvou kusů nové verze elektroniky. Nová elektronika řeší problém kompatibility se současnou výpočetní technikou a je univerzálnější a rychlejší než předchozí verze MOLAS2. Především díky nezávislosti na polaritě zpětné vazby (odstranění problému s nelinearitou vyššího řádu ve vstupním zesilovači předchozí verze) dosahuje lepší opakovatelnosti a přesnosti; tyto vlastnosti spolu s absolutními měřeními optické frekvence pomocí fs hřebene ČMI umožňují snížení celkové nejistoty primárních etalonů vlnové délky. Pro etalony 633 nm již bylo 4-násobné snížení nejistoty prokázáno v klíčovém porovnání CCL-K11 a snížená CMC publikována v KCDB.

- a vývoj, realizace a testování elektroniky pro přesný interferometr a ovládání komparátoru IK-1. Tím je ukončena první etapa modernizace systému IK-1.

III/7/11 Rozvoj etalonáže akustických a kinematických veličin a vibrací

V rámci řešení předmětného úkolu

- 1) Byl navržen a realizován etalonový zdroj otáček pro kalibraci pracovních otáčkoměrů v pásmu velmi nízkých otáček (0,1-150) min⁻¹ se stabilitou ±0,001 min⁻¹ po dobu 1 minuty a relativní rozšířenou nejistotou lepší než 0,01 % (k=2).
- 2) Byla navržena a provedena úprava etalonového otáčkoměru Schmidt PH-200-LC, takže nyní lze otáčkoměr dálkově ovládat.
- 3) Bylo navrženo a realizováno dálkové ovládání etalonového rychloměru řidičem.
- 4) Úspěšně uskutečněno první mezinárodní porovnání etalonového rychloměru ČMI s etalonovým rychloměrem BEV v Rakousku.

Vyřešením úkolu byl rozšířen měřicí rozsah pracoviště měření otáček směrem k velmi nízkým otáčkám, bylo vyřešeno dálkové ovládání etalonového otáčkoměru i etalonového rychloměru v měřicím voze ČMI.

První mezinárodní porovnání etalonového rychloměru ČMI s etalonovým rychloměrem BEV v Rakousku prokázalo deklarované nejistoty.

Dosažené výsledky umožňují rozšířit rozsah a možnosti kalibrací otáčkoměrů a zvyšují produktivitu měření při ověřování policejních rychloměrů.

III/8/11 Rozvoj etalonáže teploty

Hlavní cíle úkolu byly:

- Rekalibrace pracovních odporových teploměrů a termoelektrických článků
- Periodická kontrola neporušenosti kyvet, které nejsou součástí SET
- Údržba a kontrola pecí a lázní, které nejsou součástí SET
- Kontrolní porovnání jednotlivých kyvet realizace teplotní stupnice ITS-90
- Kontrola a údržba zařízení pro bod varu dusíku a porovnání odporových teploměrů v tomto bodě
- Pyrometrie – zhodnocení parametrů vybudované laboratoře v rozsahu 0 °C až 1270 °C

- Vylepšení parametrů metody malého množství pro termoelektrické články.

III/9/11 Rozvoj etalonáže veličin ionizujícího záření

Úkol sestával ze 3 částí:

A. Rozvoj etalonáže aktivity radionuklidů

V rámci zapojení tlakového proporcionálního počítače do koincidenčního systému pro měření záchytových nuklidů byla provedena kontrolní měření s nuklidem ⁶⁵Zn, která potvrzují funkčnost zařízení a předpoklad o zvýšení detekční účinnosti a snížení nejistoty pro EC nuklidy s nízkoenergetickými Augerovými elektrony.

V části úkolu týkající se rozšíření měřicích možností sestavy TDCR na alfa nuklidy a nuklidy beta s vyšší energií bylo provedeno měření aktivity ⁴⁵Ca. Metoda TDCR v porovnání s dosud používanou stopovací metodou pro ⁴⁵Ca snižuje pracnost měření i kombinovanou nejistotu výsledku. Výsledky stanovení aktivity nuklidu ²⁴¹Am potvrdily možnost rozšíření měřicích schopností zařízení na oblast alfa nuklidů s energií do 5 MeV.

Podrobnější metoda výpočtu korekčních faktorů pro upřesnění oprav pravých sumací v objemových zdrojích dává hodnoty vyšší než jednoduchá, zejména pro nízké energie. V některých případech až 3%. Její nevýhodou je časová náročnost. Zpřesnění metody výpočtu korekčních faktorů povede ke zvýšení kvality standardizace radionuklidů se složitým rozpadovým schématem používaných v objemových zdrojích. Zjištěné rozdíly byly potvrzeny výsledky mezinárodního porovnání.

Pro optimalizaci geometrického uspořádání při měření objemových vzorků byly upraveny MC modely HPGe koaxiálního detektoru a BEGe detektoru včetně měřicích geometrií.

B. Rozvoj etalonů expozice, dávky a kermu a etalonu absorbované dávky ve vodě

V rámci řešení podúkolu byl vytvořen a validován výpočetní model ozařovače Chisobalt s nově instalovaným zdrojem záření ⁶⁰Co, byla aktualizována sada parametrů popisujících kolimované svazky realizované pomocí ozařovače G7, byla vytvořena aplikace KBETA pro sběr dat z extrapolační komory a dozimetrická laboratoř se zúčastnila auditu IAEA.

C. Etalonáž dozimetrických veličin směsných polí neutronů a fotonů

Zdroj neutronů typu ²⁵²Cf, který již nevyhovoval pro ozařování křemíkových diod, byl vyjmut z ozařovacího zařízení a byly změřeny jeho emise a anisotropie. Zdroj je v současnosti vhodný pro ověřování/kalibraci měřidel prostorového dávkového ekvivalentu a dozimetrů neutronů.

Pro Bonnerův spektrometr byl pořízen nový pasivní detektor, fólie z čistého manganu. Metodika měření s tímto typem detektoru byla prověřena při měření fluence fotonů generovaných mikrotronem a neutronů z reakce protonů o energii 19.1 MeV na beryliovém terči instalovaném na cyklotronu v ÚJV AV ČR.

Vyjmutím zdroje ²⁵²Cf z doslouživšího ozařovače byly ušetřeny investiční prostředky na nákup nového zdroje pro ověřování měřidel.

III/10/11 Rozvoj etalonáže fotometrických a radiometrických veličin

Výsledkem první části úkolu je zpracovaná metodika etalonáže celkového světelného toku spektrálně výrazně závislých pevnolátkových světelných zdrojů.

V rámci měření celkového světelného toku spektrálně výrazně závislých pevnolátkových světelných zdrojů byla provedena nezbytná dodatečná charakterizace aparatury a aplikovány potřebné opravné korekce.

Na předem připravené, odladěné a najustované aparatuře byla úspěšně dokončena charakterizace plošné homogenity spektrální rezpozivity sady přenosových etalonů spektrální rezpozivity v infračervené spektrální oblasti. Měření bylo provedeno na třech pro měření významných vlnových délkách. Byl vyvinut software pro automatizované zpracování výsledků měření do formy grafů. Naměřená data byla využita pro charakterizaci vlivu nejistoty nastavení polohy měřicího svazku na aktivní ploše detektoru a vliv velikosti stopy svazku na měřenou veličinu (spektrální rezpozivitu detektorů).

V rámci příprav na charakterizaci teplotní citlivosti spektrální rezpozivity přenosových etalonů byl v ČMI vyvinut vlastní systém teplotní stabilizace integrovaný přímo do samotného přenosového etalonu. Bylo navrženo a vyrobeno nové pouzdro přenosových etalonů a vznikla tak nová sada teplotně stabilizovaných etalonů, obsahujících původně používané polovodičové fotodiody, takže jejich metrologická historie zůstala zachována.

Byla úspěšně dokončena charakterizace teplotní citlivosti spektrální rezpozivity přenosových etalonů spektrální rezpozivity typu InGaAs v infračervené spektrální oblasti. Pro měření bylo využito nového, v ČMI vyvinutého, systému teplotní stabilizace. Výsledky charakterizace prokázaly očekávanou značnou citlivost spektrální rezpozivity etalonů ve spektrálních oblastech (900–950 a 1600–1650) nm.

Nový systém teplotní stabilizace byl testován na dosaženou teplotní stabilitu s prokázanou dlouhodobou absolutní změnou teploty během 45 minut maximálně 0,1°C. Vzhledem k velké teplotní citlivosti spektrální rezpozivity přenosových etalonů to bude přínosem pro snížení nejistoty měření především v nejcitlivějších spektrálních oblastech.

V oblasti rozvoje sekundární etalonáže radiometrických a fotometrických veličin byla provedena metrologická návaznost přenosových etalonů zrcadlového lesku, spektrální difusní odraznosti v oblasti VIS pro měřicí geometrie 0/45, d/8, t/8, spektrální záře a ozáření v oblasti VIS a UV. Současně byla zajištěna návaznost sekundárního etalonu zářivého toku pro laserovou radiometrii.

III/11/11 Rozvoj etalonáže průtoku a objemu plynu

V rámci řešení úkolu bylo provedeno:

- výběr teplotně-vlhkostní komory pro zkoušení membránových plynoměrů a její dodavatel,
- výběr testovacího zařízení pro dlouhodobé zkoušky membránových plynoměrů zemním plynem a jeho dodavatel,
- výběr etalonového plynoměru G16 na plánované rozšíření stanice P2 a jeho dodavatel,
- úprava řídicích systémů na stanicích P2 a P3 pro zautomatizování výpočtů nejistot a pro zkoušení průtokoměrů

s proudovým nebo napětovým výstupním signálem u stanice P2,

- porovnání zkušební stanice P1 s PTB přes etalonový plynoměr Instromet G250,
- kalibrace etalonových plynoměrů s rotujícími komorami IGA na stanici P3,
- kalibrace měřidel teploty na stanici P2,
- kalibrace měřidel teploty na stanici P4,
- kalibrace digitálního barometru na stanici P3,
- kalibrace měřidel tlaku na stanici P1.

III/21/11 Zabezpečení etalonáže fyzikální chemie

Cílem úkolu bylo:

Konduktivita

Příprava na porovnání CCQM-K92 „Electrolytic conductivity at 0,05 S/m and 20 S/m“. V rámci porovnání bylo provedeno měření a výpočet změřených hodnot a nejistot a vypracována technická zpráva z měření, která byla zaslána pilotní laboratoři SMÚ Bratislava, který vypracoval „Report of key comparison CCQM – K92 – Draft A.“

Ionometrie

Vypracování rešerše o měření aktivity iontů Na⁺, K⁺, Ca²⁺ a Cl⁻.

Laboratoř se zúčastnila porovnání METAS Švýcarsko – „International interlaboratory exercise „Ion activity measurement of Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ and Cl⁻“. Výsledky tohoto cvičného porovnání nejsou dosud známy.

Byla vypracována metodika na přípravu RM směsi fyziologických iontů pro kalibraci iontově selektivních elektrod.

III/22/11 Rozvoj primární etalonáže průtoku kapalin a zavedení anemometrie

Hlavní výstupy řešení úkolu jsou:

Zajištění dodavatele (v rámci výběrového řízení) na aerodynamický tunel a na LDA etalon a dodavatele stavební části laboratoře.

Dokumentace k vítěznému projektu anemometrické laboratoře (zadávací dokumentace, nabídka, výkresy) a vypracovaný časový harmonogram výstavby této laboratoře.

Data z měření na vodoměrné stanici SENSUS a na jejich základě provedené úpravy, vedoucí ke zlepšení jejich technických a metrologických parametrů.

III/24/11 Rozvoj etalonáže vlhkosti pevných látek a kvalitativních ukazatelů obilovin

V rámci řešení úkolu byla provedena aktualizace metrologické návaznosti hmotnosti – kalibrace vah. Laboratoř se 8x zúčastnila MPZ BIPEA v okruhu 01 – pšenice potravinářská a v okruhu 09 – vlhkost obilovin a olejnin a 2x MPZ v okruhu 10 – olejnatá semena. Dále se laboratoř úspěšně zúčastnila 2x DPMZ se Službami legální metrologie SR, pracoviště Bánská Bystrica – na vlhkost dřeva (květen 2011) a na vlhkosti obilovin a olejnin (září 2011).

Současně byl zpracován návrh metodiky na stanovení nízkých obsahů vody v plastech a jiných pevných látkách.

Na závěr této stručné informace je možno konstatovat splnění všech výše uvedených úkolů v souladu s jejich zadáním.

INFORMACE O PRÁCI A PLÁNECH ČESKÉHO KALIBRAČNÍHO SDRUŽENÍ (ČKS)

Doc. Ing. Jiří Horský, CSc.,

za výbor ČKSS

44. konference

ČKS pořádalo 44. konferenci se zaměřením na legislativu, akreditaci a autorizaci metrologických pracovišť, aktuální dění v metrologii, informace o zahraničních metrologických pracovištích, ekonomii metrologických pracovišť, bezpečnost informací, informace z některých specifických oborů měření a na tachografy. Konference se konala 3. 4. a 4. 4. 2012 v hotelu Skalský Dvůr, Lísek u Bystřice nad Pernštejnem.



Jednání konference bylo rozděleno do několika částí. Základem bylo tradičně vystoupení zástupců ÚNMZ, ČIA a ČMI k záležitostem týkajících se aktuálních záležitostí metrologie, akreditace a autorizace metrologických pracovišť.

Na 44. konferenci byly rovněž předneseny poznatky z akreditace kalibračních laboratoří v zahraničí, tentokrát ze Slovinska (navazovalo na předchozí vystoupení o problematice kalibračních laboratoří v Rakousku a v Německu). Domníváme se, že je pro AKL v České republice vhodné vědět, jak postupují v jiných státech při naplňování kritérií normy ISO/IEC 17025. Byla podána rovněž informace o aktivitách ČKS směřující k vytvoření mezinárodního zájmového sdružení kalibračních laboratoří v členských státech EA. Toto sdružení by se mělo zabývat problémy specifickými pro oblast akreditace kalibračních laboratoří. Tentokrát byly v programu i přednášky, týkající se ekonomiky AMS a AKL, které jsou v dnešní době, charakteristické úspornými opatřeními velmi aktuální. Část přednášek byla zaměřena i na oblast ochrany informací a SW na metrologických pracovištích.

Základem konference byla skupina referátů k obecným a právním předpisům a aktualitám. *Informace k aktuálnímu dění v působnosti ÚNMZ* přednesl Ing. Milan Holeček, předseda ÚNMZ, Ing. Zbyněk Veselák, ředitel odboru metrologie ÚNMZ, *Aktuální informace v oblasti akreditací* podal Ing. Jiří Růžička, ředitel ČIA, o.p.s.. *Zkušenosti z posuzování akreditovaných kalibračních laboratoří ve Slovinsku*, přednesl podle své obsáhlé praxe z posuzování ve Slovinsku RNDr. Jiří Tesař, Ph.D., ředitel fundamentální metrologie ČMI. Tato část byla velmi zajímavá a podnětná, protože

Slovinsko, jako malá země má složitější situaci, než je ve velkých zemích, kde je návaznost a mezilaboratorní posuzování snaze zajištělné. Ve velkých zemích není problém organizovat oborové skupiny, které rozvíjí obory měření, jako je například DC/LF club a Anamet ve Velké Británii nebo odborné skupiny elektro v Německu. Slovincům můžeme závidět i obecně lepší jazykovou vybavenost pracovníků na všech úrovních. Informace o snaze založit Evropskou organizaci kalibračních laboratoří „Eurocal“ podal Ing. Roman Honig, místopředseda ČKS.

Základní referáty doplnily přednášky z oblasti praxe kalibračních laboratoří. Byly to referáty *Bezpečnost a ochrana informací v kalibračních laboratořích ve vztahu k pořizování údajů, přenosu dat a jejich ukládání v elektronické podobě*, Ing. Lubomír Kolek, CERTLINE Brno, *Počítačová podpora řízení jakosti v kalibračních laboratořích*, Palstat Vrchlabí, *Základní požadavky na validaci SW* Ing. Jiří Kazda, ČKS, *Ekonomické aspekty provozování AKL*, Ing. Karel Hyánek, MEROS spol. s r.o., *Kalibrace přístrojů podle doporučení výrobce*, Ing. Martin Hudlička Ph.D., ČMI Praha, *Mechanické zkoušky materiálů – průřez problematikou*, Ing. Ladislav Kander, Ph.D., *Materiálový a metalurgický výzkum s.r.o. Ostrava-Vítkovice*, *Požadavky na kalibrační laboratoře dle čl. 5.2, normy 17025* doc. Ing. Jiří Horský, CSc. ČKS, *Monitorování prostředí v laboratořích, měřidla, rozsahy a kalibrace*, Milan Beneš, ČEZ – JE Dukovany, *Zkušenosti z akreditací a dozorů ČIA z pohledu odborného posuzovatele*, Ing. Jindřich Šabata, ČEZ – JE Dukovany, Jan Střelec, *Revize kalibračních postupů na váhy – zahrnutí stupňů volnosti do výpočtu nejistot*, Ing. Ivan Kříž, ČMI Brno.



Sekce tachografy

Rovněž samostatné jednání sekce Tachografy obsahovalo řadu zajímavých témat; umožňuje přímé jednání se zástupci firem dodávajících tachografy AMS a zainteresovaných stran působících v oblasti dozoru (ČMI, CDV). Byly to *Aktuální problémy v silniční dopravě* Ing. Vojtěch Máša, ČESMAD Bohemia, pracoviště Brno, *Změny legislativy v autodopravě*, Ing. Josef Gerža, Autoslužby Novotný s.r.o., *Novinky v boji proti podvodům při používání tachografů*, Ing. Jiří Novotný – CDV, *Informace o změnách v organizaci prověřování*

způsobilosti AMS a mezilaboratorního porovnávání, Lukáš Rutar, ČMI, *Informace o výsledcích jednání mezi ÚNMZ, MD, ČMI a zástupci výrobců tachografů ve věci doškolování pracovníků AMS*, Václav Šenkyřík, ČMI, *Změny řízené dokumentace AMS související s Nařízením (ES) č. 1266/2009* Pavel Souček, KAR-mobil s.r.o. Ostrava, *Nová generace produktů na stahování dat – DLKPro, Nové produkty (tachografy) VDO DTCO 1381 Rel. 2.0 (mont. od 1. 10. 2012)*, Jan Hlavatý, Mechanika Teplice v.d., závod Tachografy, Děčín, *Zpracování „Zprávy o kontrole na manipulaci“ v souladu s Nařízením (ES) č. 1266/2009*, Ing. Karel Jelínek, HALE spol. s r.o., *Ekonomické aspekty provozování AMS*, Ing. Josef Gerža, Autoslužby Novotný s.r.o., Petr Hnátko, SCANIA CZECH REPUBLIC s.r.o., Ing. Lubomír Laski, TKLAS Karviná s.r.o..

Tradičně se představili i výrobci či dovozci měřicí techniky.

Úkoly ČKS

České kalibrační sdružení vzniklo v roce 1991, koná konference dvakrát ročně a mimo ně i řadu oborově zaměřených seminářů. ČKS má cca 100 členů

Cílem sdružení je zprostředkování informačního toku z oblasti státní metrologie (ČMI, ÚNMZ, Ministerstva dopravy v oblasti tachografů), akreditace (ČIA), a významných metrologických subjektů. Pro možnost porovnání výkonnosti akreditace a činnosti akreditovaných laboratoří spolupracuje i se zahraničními subjekty. Tradiční je velmi dobrá spolupráce se Slovenským kalibračním sdružením. Sdružení poskytuje svým členům informace formou zajištění zahraničních lektorů a jejich přednášek na konferencích. Sdružení pořádá dvakrát ročně konference se zaměřením na problematiku metrologie a podle potřeby další odborné semináře zaměřené na jednotlivá odvětví hospodářství. Tyto akce bývají zpravidla doprovázeny výstavkou a prezentací firem vyrábějících a dodávajících metrologický hardware a software.

Další plánované akce ČKS

45. konference je plánována na podzim 2012. Základem je tradičně vystoupení zástupců ÚNMZ, ČIA a ČMI

k záležitostem týkajících se aktuálních záležitostí metrologie, akreditace a autorizace metrologických pracovišť. Další obsah podle aktuálních potřeb a požadavků bude upřesněn.

Seminář elektrických veličin a frekvence, JE Dukovany, 3 října 2012

Metrologové elektro v praxi se v zahraničí pravidelně scházejí. Například v Anglii se organizují ve dvou organizacích (DC/LF club, Anamet), metrologové v Německu se také scházejí každoročně, ale s programem na 3 dny, ale i v Bulharsku jsou metrologické semináře každoročně. Ve velkých zemích je to snazší, ale i my v ČKS jsme se pokusili dělat seminář pro elektro častěji a periodicky. Po první akci v roce 2006 následovaly další semináře v roce 2010 a 2011. Na těchto seminářích účastníci projeví zájem, aby akce pro oblast měření elektrických veličin byly každoroční, ale účastníci měli zájem hlavně, aby se spíše opakovala základní témata a výpočty nejistoty, o rozšíření přehledu a hlubší specializaci není zájem.

Pro rok 2012 je navržen program semináře rozdělený do 3 bloků, ve kterých předpokládáme obsah:

kalibrace multimetrů, měření a kalibrace odporů, kalibrace a měření frekvence a času.

Seminář ČKS je organizován ve spolupráci s ČEZ, bude dne 3. října, jednodenní v budově Informačního centra na JE Dukovany. Informační centrum se nachází před hlavním vstupem do areálu JE Dukovany a není tedy potřeba vyřizování žádných vstupů. Případné Vaše požadavky na upřesnění náplně semináře zasílejte na email (horsky1@upcmail.cz) nebo (jindrich.sabata@cez.cz). Součástí semináře bude možnost návštěvy Informačního centra JE Dukovany a akreditovaných kalibračních laboratoří JE Dukovany (K2245). Všechny tyto objekty jsou umístěny mimo hlavní areál ČEZ.

Sekce tachografy zvažuje zorganizovat ve druhém pololetí 2012 seminář na téma „Změny vyplývající z Nařízení č. 1266/2009 a z Doporučení č. 60/2009“.

Podrobná nabídka všech akcí ČKS je trvale k dispozici na webové stránce ČKS, www.cks-brno.cz, e-mail: cks-brno@volny.cz. Na těchto stránkách naleznete rovněž informace o podmínkách členství v Českém kalibračním sdružení.



Přečetli jsme jinde:

Chcete vědět více o přenosu času a frekvence prostřednictvím stanice DCF77 ?

V lednu 1959 byl zahájen na frekvenci 77,5 kHz provoz všeobecně známé DCF77. Vysílání řídí PTB a signál šíří vysílač v Mainflingen. DCF77 je důležitou součástí státem garantované infrastruktury Německa, ale vzhledem k mnoha výhodám je její signál využíván miliony radiem řízených hodin všech velikostí a užití v mnoha zemích. Výhodou je velký dosah vysílače, levná konstrukce přijímacího zařízení a návaznost na státní etalony SRN. Charakteristiky vysílaného signálu, způsob modulace, kódování informace o čase v sledu minuta-hodina-kalendářní den-den v týdnu-měsíc-rok v minutovém rámci a mnoho dalšího uvádí článek *A. Bauch, P. Hetzel, D. Piester: Time and Frequency Dissemination with DCF77. PTB Mitteilungen special Issue, Volume 119 (2009) No. 3*

on line: <http://www.ptb.de/cms/publikationen/zeitschriften/ptb-mitteilungen.html>

SEMINÁŘ KALIBRACE MĚŘIDEL TLAKU POŘÁDANÝ ČKS VE SPOLUPRÁCI S ČMI A ČEZ

Ing. Jindřich Šabata

ČEZ, a.s., Divize výroba, JE, AKL 2245

České kalibrační sdružení, ve spolupráci s Českým metrologickým institutem a za významného přispění ČEZ, a.s. JE a D-Ex Instruments, uspořádalo pracovní seminář „Kalibrace měřidel tlaku“. Seminář se konal 1. března 2012 v Hrotovicích. Původní místo konání semináře mělo být v budově Informačního centra JE Dukovany, ale s kapacitních důvodů (cca 140 účastníků) musel být přesunut do hotelu SPORT - V v Hrotovicích.

Cílem semináře bylo získání teoretických znalostí a praktických dovedností potřebných k provádění kalibrací měřidel tlaku v souladu s obecnými kritérii normy ČSN EN ISO/IEC 17025 „Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří“ a dále v souladu s platnými právními a technickými předpisy, které se vztahují ke kalibraci měřidel tlaku. Účast na semináři bylo možné považovat za naplnění požadavku čl. 5.2 normy ČSN EN ISO/IEC 17025 „Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří“ a čl. 7.6 Řízení monitorovacích a měřicích zařízení normy ČSN EN ISO 9001:2001 „Systémy managementu jakosti - Požadavky“. Na semináři obdržel každý účastník sborník přednášek a na závěr semináře potvrzení o absolvování semináře „Kalibrace měřidel tlaku“ s programem semináře. Po skončení semináře, mohli účastníci semináře navštívit informační centrum o jaderné elektrárně Dukovany a metrologickou laboratoř AKL 2245 JE Dukovany. Této možnosti využilo více jak 50 účastníků.



Na semináři byly přednesena následující témata

1. Současné předpisy a vývoj v oblasti metrologie (Ing František Staněk, ČMI Brno)

Obsahem přednášky byl vývoj metrologických předpisů, aktuální stav metrologické legislativy, očekávaný vývoj a trendy v této oblasti, kompatibilita kalibračních postupů a předpisů v evropském regionu, problematika mezilaboratorních porovnávacích zkoušek, aktuální plán MPZ pro obor tlak, implementace evropských dokumentů v ČR.

2. Základní aspekty volby nového etalonu tlaku a členů kalibračního systému (Mgr. Martin Vičar, ČMI Brno)

Obsahem přednášky byl postup při volbě druhu etalonu tlaku, zohlednění priorit a optimalizace hledisek výběru, výhody a nevýhody jednotlivých druhů potencionálních etalonových měřidel, význam servisní podpory, metrologická návaznost měřidel v laboratoři a v externích podmínkách, současné trendy.

3. Kalibrace měřidel tlaku pomocí pístových tlakoměrů (Ing. Zdeněk Krajíček, ČMI Brno)

Obsahem přednášky byl výklad konstrukce pístových tlakoměrů, kalibrační postupy, specifika kalibrace s ohledem na druh tlaku a druh kalibrovaného měřidla, praktické aspekty vlastní kalibrace, ovlivňující veličiny a základní zdroje nejistot, význam dílčích zdrojů nejistot ve vztahu k přesnosti kalibrovaného měřidla a možnosti jejich minimalizace, práce s informacemi v kalibračním listu, současné trendy ve světě v oblasti využívání pístových tlakoměrů.

4. Nejistoty měření při kalibraci měřidel tlaku (Ing. Tomáš Hajduk, ČMI Brno)

Tento příspěvek pojednával o různých přístupech k problematice vyjadřování nejistot měření, základní změny vyplývající z aplikace EA 4/02 oproti původnímu přístupu, číselné vyjádření a porovnání jednotlivých přístupů, přímé a nepřímé měření tlaku ve vztahu k vyjadřování nejistot měření, aktuální stav implementace dokumentu EA 4/02 do prostředí kalibračních laboratoří, nové trendy a vize v oblasti vyjadřování nejistot měření, zásady vyjadřování nejistot měření v kalibračních listech.

5. Metodické postupy a vyjadřování nejistot při kalibraci deformačních tlakoměrů (Ing František Staněk, ČMI Brno)

Příspěvek pojednával o standardní kalibrační metodě používané v podmínkách kalibračních laboratoří ČR, normativních zdrojových dokumentech, přístupu k vyjadřování nejistot měření, alternativní postupy v zahraničí, příklady vyhodnocení výsledků kalibrace a vyjádření nejistot měření, porovnání výsledků kalibrace.

6. Kalibrace elektromechanických tlakoměrů (číslicové tlakoměry a převodníky tlaku) (Ing. Tomáš Hajduk, ČMI Brno)

V přednášce byly popsány standardní kalibrační metody používané v podmínkách kalibračních laboratoří ČR, zdrojové dokumenty, přímé a nepřímé měření, přístupy k vyjadřování nejistot měření, alternativní postupy v zahraničí, příklady vyhodnocení výsledků kalibrace a vyjádření nejistot měření, porovnání výsledků kalibrace.

7. Metrologická návaznost specifických druhů měřidel (Ing František Staněk, ČMI Brno)

Přednášející v tomto příspěvku rozebral problematiku metrologické návaznosti měřidel absolutního tlaku (barometric-

kého tlaku, vakua), diferenčního tlaku za vysokého statického tlaku, přístrojů pro měření tlaku krve, měřidel tlaku v pneumatikách silničních vozidel a některých typů měřidel pro specifické účely použití (např. spínače vakua, tlakové netěsnosti apod.), „konfliktní“ situace klasické a legální metrologie v praxi.

Závěr

Semináře se zúčastnilo na 140 osob. Seminář byl účastníky hodnocen velmi pozitivně. To vyplynulo z osobních reakcí účastníků a z vyhodnocení anonymní ankety, kterou odevzdala asi polovina účastníků.

V dotazníku byla možnost hodnotit (známkování jak ve škole 1 až 5) jednotlivých přednášek. Celková průměrná známka přednášek byla 1,5. Bylo též možno hodnotit úroveň organizace akce. Zde bylo hodnocení 1,3.

Přesto nutno konstatovat, že seminář měl několik nedostatků, které vyplynuly z dotazníků, z reakcí účastníků a pochopitelně i z poznatků organizátorů. Šlo především o délku programu na jeden den. Seminář v takovémto rozsahu přednášek a témat měl být rozdělen do dvou dnů. Bylo kritizováno, že bylo málo času na diskuzi a nebyly zde praktické ukázky kalibrace až na předvádění způsobu seřizování deformačních tlakoměrů p. Jiřím Sadovým - Metrosys. Byly též kritizovány

menší prostory sálu pro zúčastněný počet účastníků.

Dále byli účastníci dotázáni, v jakých oborech by se rádi zúčastnili školení. Nejvíce byl zájem o teplotu, elektrické veličiny a vlhkost.

ČKS ve spolupráci s ČEZ, bude dne 3. října pořádat jednodenní seminář v oblasti elektrických veličin a to v budově Informačního centra na JE Dukovany. Informační centrum se nachází před hlavním vstupem do areálu JE Dukovany a není tedy potřeba vyřizování žádných vstupů.

Seminář bude zaměřen především na praktické problémy při kalibraci multimetrů a kalibrátorů a také například na problémy při kalibraci simulace výstupu odporových teploměrů a termočlánků. Případné Vaše požadavky na náplň semináře zasílejte na Doc. Ing. Horského, CSc (horskyl@upcmil.cz) nebo na mě (jindrich.sabata@cez.cz).

Součástí semináře bude možnost navštívit Informační centrum JE Dukovany a akreditovanou kalibrační laboratoř JE Dukovany (K2245). Všechny tyto objekty jsou umístěny mimo hlavní areál ČEZ.

Na rok 2013 (duben, květen) ČKS plánuje dvoudenní seminář pro oblast teplota a vlhkost. Případné Vaše náměty na náplň semináře zasílejte na Ing. Jiřího Kazdu (jkazda@volny.cz) a na mě (jindrich.sabata@cez.cz).



PADESÁT LET CESTY K MODERNÍ METROLOGII

Ing. Jindřich Běťák

Česká metrologická společnost Praha

ÚVOD

Pro měrovou službu platil u nás devadesát let Rakousko-Uherský zákon č. 16/1872, který řešil přesnost měřidel jen pro obchodní vztahy, poněvadž stanovil povinnost mít „cejchovaná“ měřidla. Vyšel čtyři roky před přijetím mezinárodní metrické konvence, která byla podepsána zástupci 14 států dne 20. května 1875. Problémy měření v průmyslu a ve vědě se v něm neřešily. Snaha strojírenských podniků z roku 1955 kontrolovat některá délková a elektrická měřidla celý problém nemohla vyřešit.

Zákon č. 35/1962 Sb. ze dne 29. března 1962 o měrové službě stanovil, že je nutné zajistit jednotnost a správnost měření v celém hospodářství. K tomu bylo nutné:

- určit zákonné míry, které budou uvedeny ve státní technické normě,
- měrovou službu začlenit do Úřadu pro normalizaci, jeho název byl změněn na Úřad pro normalizaci a měření,
- Úřad měl zřídit v jednotlivých krajích svá oddělení,
- dostal řadu povinností včetně výzkumu a vývoje v oboru státní etalonáže,
- každá organizace zajistí jednotnost a správnost provozních měřidel, které nepodléhají povinnosti být úředně zkoušené; musí je systematicky porovnávat s úředně ověřenými hlavními podnikovými etalony.

Na zákon č. 35/1962 Sb. navázala vyhláška ÚNM č. 36/1962 Sb., která upřesnila a doplnila zákon. O rok poz-

ději byla nahrazena vyhláškou č. 61/1963 Sb. a byly v ní uvedeny další podrobné pokyny.

V roce 1972 na 14. Generální konferenci pro váhy a míry byla přijata jednotka látkového množství: mol, který pak byl zařazen do Mezinárodní soustavy jednotek jako sedmá základní jednotka. Další změnou bylo u nás zavedení federace. Proto v roce 1975 byl přijat zákon č. 57/1875 Sb., kterým se změnil a doplňoval zákon č. 35/1962 Sb. o měrové službě.

NORMY

Už od roku 1953 pro oblast měření bylo u nás přijato několik norem:

- 1953: ČSN 34 5571 Elektrotechnické značky pro tisk
- 1954: ČSN 01 1701 Základní veličiny v oboru světla a záření
ČSN 01 1710 Poměrná světelná účinnost jednobarevného záření

- ČSN 01 1711 Světelné jednotky
- 1956: ČSN 34 5200 Elektrotechnické jednotky
- 1957: ČSN 01 1301 Veličiny, jednotky a značky ve fyzice

Po vyjití zákona č. 35/1962 Sb. se začala připravovat norma „Zákonné měrové jednotky“ za účasti zástupců ministerstev a vysokých škol. Byla schválena 3. 1. 1963. Norma uvedla přehled veličin a jednotek, které se měly používat. U některých doporučila určité změny:

- pro název veličiny „hmota“ byl doplněn název „hmotnost“.
- veličina „váha“ s jednotkou „kilogram“ měla dvojnásobný význam: v některých vědních oborech (například v mechanice) se považoval za sílu, proto má mít jednotku new-

ton, a na přechodnou dobu se zaváděl kilopond. V těchto případech se má místo slova „váha“ užít výrazy „tíha, „tíhová síla“. Pro ostatní „váha“ byl pojem množství látky zjištěné vážením, a pak to má význam fyzikální veličiny hmoty (hmotnosti) a vyjadřuje se v jednotce kilogram.

- vyjadřování tlaku výškou sloupce kapaliny se nemá používat
- z dílčích jednotek hmotnosti nebyl do normy zařazen dekagram

Norma byla čtyřikrát upravována; druhý text byl schválen 2. 5. 1974 a v tomto roce vyšel také její slovenský překlad. Poněvadž slovo „měrové“ se do slovenštiny nedalo vhodně přeložit, český název normy v dalších dvou vydáních se musel změnit: „Zákonné měřicí jednotky“.

Třetí úprava byla schválena 16. 10. 1979, čtvrtá byla schválena 10. 4. 1987.

Mezi roky 1974 až 1987 vyšlo 12 norem pro jednotlivé skupiny fyzikálních veličin. V té době už byly k dispozici návrhy norem ISO 31. Když vyšlo jejich konečné znění, byly přeloženy. Nyní se všechny upravují a mají označení 80000.

METROLOGICKÝ ÚSTAV

Zákon č. 35/1962 Sb. stanovil, že bude zřízeno výzkumné pracoviště. Československý metrologický ústav byl zřízen v Praze 1. ledna 1966 převedením tří odborných oddělení z ústředí státní měrové služby v Praze. Ústav neměl vyhovující umístění, zatímco v Brně v Lesné začala výstavba krajského oddělení a tento objekt by vyhovoval, ale nebyly vhodné byty pro pracovníky. To vše slíbili zajistit zástupci metrologie z Bratislavy. Československý metrologický ústav v Bratislavě byl založen 1. 4. 1968. Řadu let byl provizorně umístěn v Podunajských Biskupicích, definitivní budovy v Bratislavě – Karlově Vsi byly dokončeny až v roce 1991.

ZÁKON Č. 505/1990 Sb.

Po dvaceti osmi letech byl zákon č. 35/1962 Sb. nahrazen zákonem č. 505/1990 Sb. Na něj navázala vyhláška č. 69/1991 Sb. Po rozdělní federace na dva státy vyšel zákon č. 20/1993 Sb. Byl jím zřízen Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, který řídil Český metrologický institut a Český institut pro akreditaci. To bylo později změněno. Zákon č. 505/1990 byl osmkrát upravován. Řada úprav reagovala na státoprávní, politické a hospodářské změny, které byly v uplynulých 21 letech.

SLOVNÍKY

V roce 1969 vydal OIML Slovník legální metrologie, jeho překlad vyšel v roce 1970 jako příloha časopisu „Měrová technika“. Čtyři mezinárodní organizace (ISO, IEC, OIML a BIPM) jej přepracovaly a v roce 1984 vydaly. Český překlad vyšel v roce 1991 jako ČSN 01 0115 Názvosloví v metrologii (Je označován: VIM 1). Další vydání vyšlo v roce 1996: ČSN 01 115 Mezinárodní slovník základních a všeobecných termínů v metrologii (VIM 2). Nyní je schválen VIM 3. Jako norma má označení: TNI 01 0115 Mezinárodní metrologický slovník – Základní a všeobecné pojmy a přidružené termíny (VIM). Byl vydán v únoru 2009.

CEJCHOVÁNÍ, ZKOUŠKA, KONTROLA, KALIBRACE

Až do roku 1955 byl u nás cejchovní úřad, který cejchoval měřidla. Zákonné opatření č. 2/1955 místo cejchovních orgánů zavedlo „státní službu pro míry a váhy“ a slovo „cejchování“ se přestalo používat a bylo nahrazeno slovem „zkouška“, popřípadě „kontrola“.

Slovo „kalibrace“ definoval slovník OIML takto: vyznačení polohy měřicích značek u měřidla (případně jen některých hlavních značek) odpovídajících určitým hodnotám měřené veličiny. Ve slovnících z té doby je uvedeno: kalibr – (z franc. = ráže) světlost, průměr otvoru.

Význam slova „kalibrace“ se změnil, když ve Velké Británii v roce 1966 byla organizována „Sřediska kalibrační služby“. Pod vedením National Physical Laboratory (NPL) byla založena British Calibration Service (BCS). V říjnu 1985 v rámci NPL byla zřízena Státní akreditovaná služba pro měření (National Measurement Accreditation Service - NAMAS), a Státní akreditovaná služba pro laboratoře ve zkušebnictví (National Testing Laboratory Accreditation Service - NATLAS) Poznámka: Pro kalibraci ve francouzském textu slovníku VIM 3 je použit termín „etalonnage“

Podle zkušeností z Velké Británie vznikla kalibrační služba v jiných zemích, hlavně v Německu, v Dánsku, ve Francii, v Itálii, v Holandsku, ve Švédsku apod. U nás se kalibrační služba podobně organizovaná začala zavádět po roce 1992.

METROLOGICKÁ LITERATURA

Od roku 1961 začal vycházet časopis „Měrová technika“, končil v roce 1975, vyšlo 14 ročníků. V roce 1975 začal vycházet časopis „Československá standardizace“. Měl tematiku rozdělenou do těchto tematických částí: standardizace, normalizace, jakost a zkušebnictví, metrologie, zprávy z ČSVTS, diskuse, osobní zprávy. Vydávání skončilo v roce 1990, vyšlo 15 ročníků. V roce 1992 začal vycházet časopis „Metrologie“, který má letos už 20. ročník.

Na metrologických pracovištích byla vytvořena řada instrukcí a pokynů pro ověřování, kontrolu, zkoušení a kalibraci pro celou oblast metrologie.

Mezi roky 1964 až 1978 bylo vzniklo 53 instrukcí. Mezi roky 1980 až 1988 bylo vytvořeno 96 podnikových norem ústavu PNU. Technických předpisů metrologických TPM mezi roky 1991 až 2007 bylo sepsáno 82. Metodických pokynů ÚNMZ MPM mezi lety 1991 až 2007 vyšlo 20.

ZÁVĚR

Když se porovnáme stav metrologie před padesáti lety a dnes, zjistíme, že většina oborů se podstatně změnila. Vedle několika drobností, které byly v předchozím textu uvedeny celou metrologii ovlivnil pokrok ve fyzice, výpočetní technika, digitalizace, lasery a podobně. To se projevilo hlavně v přístrojovém vybavení laboratoří.

Před padesáti lety byl veliký luxus, když pracovníci měli k dispozici mechanický psací stroj, literatura se pracně ofotografovávala, zprávy se psaly na blány, aby se mohlo udělat několik kopií. Dnes na běžném počítači se dají napsat rovnice tak, jak to kdysi zvládl jen vysoce kvalifikovaný tiskař. To jsou sice okrajové problémy, ale dobře charakterizují pokrok, který proběhl v uplynulých padesáti letech.

ALTERNATIVNÍ ŘEŠENÍ SPORŮ V EVROPSKÉM KONTEXTU



ROZHODČÍ SOUD

při Hospodářské komoře České republiky
a Agrární komoře České republiky

Když se letos na jaře v českých médiích psalo či hovořilo o rozhodčím řízení, převládaly informace o legislativních změnách, upravujících řešení spotřebitelských sporů v rozhodčím řízení. Změny byly reakcí na praktiky některých společností, které do spotřebitelských smluv vkládaly rozhodčí doložky, podle nichž případné spory řeší jeden rozhodce, určený právě onou společností. Z právního hlediska se tedy v těchto případech jednalo o řešení sporů rozhodci ad hoc. Mezi hlavními změnami, které novela zákona přinesla, je povinnost, aby rozhodčí doložka byla uzavřena na samostatné listině a dále aby spotřebitelské spory řešili rozhodci zapsaní na listině Ministerstva spravedlnosti ČR. Je třeba podotknout, že uvedené změny se týkají spotřebitelských sporů (a slovo spotřebitelský je třeba podtrhnout, neboť právě toto slovo ve zprávách či komentářích médií často chybělo, a přitom je podstatné). Ostatních sporů řešených rozhodci nebo v rozhodčím řízení se tyto změny netýkají. A je třeba připomenout, že firmy pro řešení svých případných sporů plynoucích z jejich obchodních či jiných vztahů využívají rozhodčí řízení před institucionálním rozhodčím soudem stále více, neboť oceňují všechny výhody, které z tohoto způsobu řešení sporů vyplývají. To ostatní potvrzují i statistiky Rozhodčího soudu při Hospodářské komoře ČR a Agrární komoře ČR, který je v České republice jediným stálým rozhodčím soudem. A co je důležité, rozhodčí řízení je i rychlou cestou domoci se svého práva i v zahraničí. Legislativní úprava týkající se rozhodčího řízení, zejména v souvislosti se spotřebitelskými spory, není jen českou „specialitou“, touto problematikou se zabývá i Evropská unie, jak nedávno ukázalo diskusní fórum konané v Praze.

Připomeňme, že arbitráž, nebo-li rozhodčí řízení, a mediace patří mezi mechanismy alternativního řešení sporů. Alternativními jsou proto, že jde o jinou možnost urovnání sporu, než je cesta soudní. Takové řešení má celou řadu výhod – je rychlejší, levnější, strany neodcházejí jako nepřátelé, ale jako dva subjekty, které svůj spor vyřešily smírně. Jelikož jsou ale takové mechanismy napříč členskými státy EU řešeny různě, komplikuje to jejich využití v přeshraničních sporech. S cílem zjednodušit mimosoudní řešení přeshraničních sporů přijala Evropská komise 29. listopadu 2011 návrh o alternativním řešení sporů (Alternative Dispute Resolution – ADR) a návrh nařízení o online řešení spotřebitelských sporů (Online Dispute Resolution – ODR). O tom, jak systém ADR funguje v ČR a jak by fungovat mohl v budoucnu v návaznosti na návrh ODR, diskutovali účastníci debaty v Evropském domě, kterou letos 14. února pořádaly Zastoupení Evropské komise v ČR a Informační kancelář Evropského parlamentu v ČR s Konfederací zaměstnavatelských a podnikatelských svazů KZPS ČR a CEBRE – Českou podnikatelskou reprezentací při EU v rámci projektu zaměřeného na prosazování prioritních témat EU.

Systémy ADR, či později i ODR, mohou být dobrým řešením pro obě strany sporu – spotřebitele a podnikatele – pouze tehdy, budou-li vyvážené, procesně jasné a kvalitní a veřejnosti známé. Právě slabá informovanost, vzdělání a určitá kultura ADR mohou ovlivnit využívání tohoto mimosoudního mechanismu v ČR.

Mechanismy mimosoudního řešení sporů v EU se liší svou povahou, využíváním napříč sektory i napříč územím členských zemí EU. „Návrh Evropské komise týkající se ADR i ODR může oběma stranám ušetřit čas a peníze,“ uvedla v debatě v Evropském domě Zuzana Roithová, členka Výboru pro vnitřní trh a ochranu spotřebitele Evropského parlamentu.

V ČR již do určité míry mechanismy ADR také působí, prozatím však nelze mluvit o komplexní úpravě. Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR v letech 2008–2010 realizovalo pilotní projekt ADR. „Bylo řešeno přes dva tisíce sporů, z nichž jednu třetinu se povedlo vyřešit na místě. V osmdesáti procentech sporů řešených v mediaci došlo k dohodě. Využití ADR je však stále malé. Spotřebitelé nedokážou rozlišit mezi rozhodčím nálezem a rozhodnutím soudu“, uvedla Ivana Kocová, ředitelka odboru technické harmonizace a spotřebitelské legislativy Ministerstva průmyslu a obchodu ČR. Mezi nejčastější spory již tradičně patří obuv, elektronika či v oblasti služeb stavebnictví a cestovní služby. Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR nyní hledá partnery pro pokračování tohoto projektu. Jedním z důvodů je rovněž skutečnost, že Evropská komise v návrhu směrnice tlačí na členské státy, aby systémy ADR vybudovaly. V Evropské unii existuje přes 770 různých mechanismů ADR. Pro spotřebitele, ale i obchodníky je proto těžké se v ADR v rámci přeshraničních sporů orientovat. Návrh Komise předpokládá, že mechanismy ADR by měly v EU plně fungovat do roku 2014. ODR by se pak na ně napojil v roce 2015. Systém ODR umožní řešit přeshraniční spory prostřednictvím on-line platformy. Na kontaktních místech platformy bude možné podat stížnost s pomocí elektronického formuláře ve všech jazycích Evropské unie. Platforma žádost přijme a navrhne způsob, který je k řešení daného sporu nejlepší a doporučí subjekt ADR. Procesně však zůstane ADR v členských státech různá. „Co se ODR týče, tak není jasné, jak bude fungovat a kolik nás bude stát. Jasně je, že by měl spor řešit rychleji, tedy do 30 dnů, spotřebitelům ušetřit 22,5 milionu EUR, podnikatelům pak tři miliardy“, uvedla Věra Knoblochová ze Stálého zastoupení České republiky při Evropské unii.

„Spotřebitelé princip ADR vítají, záleží však na tom, jak je implementován. Často pro ně může být zatěžující. Nemají dostatek informací a raději by uvítali vyřešení sporu v běžné reklamaci“, uvedl Libor Dupal, předseda Sdružení českých spotřebitelů. Jelikož reklamace u nás příliš nefungují, může být ADR vhodnou alternativou. „Mechanismus v České republice by však měl být nastaven tak, aby byly strany přesvědčeny, že je závazný“, dodal Dupal. Tomáš Večl, ředitel Evropského spotřebitelského centra ČR, se domnívá, že návrh Komise k ADR a ODR může být přínosný. Souhlasí

však, že mechanismy jsou často pro spotřebitele, ale i samotné mediátory, nepřehledné. Evropské spotřebitelské centrum (ESC) zajišťuje neformální mediaci v přeshraničních sporech. S využitím ESC se počítá také v navrhované platformě ODR, kde by zajišťovala službu tzv. asistentů, kteří by s řešením pomáhali.

O tom, že mimosoudní řešení přeshraničních sporů již v České republice probíhá elektronickou cestou, informovala Marie Moravcová, tajemnice Rozhodčího soudu při Hospodářské komoře ČR a Agrární komoře ČR. Rozhodčí soud například celoevropsky řeší spory o doménová jména .eu. Od roku 2006 jich vyřešil přes tisíc. Soud se také zúčastnil pilotního projektu platformy ADR MPO ČR. „Ve třetím pilíři řešil rozhodčí řízení on-line. V praxi bylo sporů velmi málo, protože se spory dařilo řešit v rámci prvního a druhého pilíře“, informovala Marie Moravcová. Podle Ivana Voleše z Hospodářské komory České republiky a člena Evropského hospodářského a sociálního výboru je ADR nástrojem, který je pro obě strany rovnoprávný. Je však potřeba zajistit, aby byl pro podnikatele zajímavý. Výbor navrhuje vytvořit značku EU pro podnikatele účastníci se mechanismů ADR. „Dále rovněž nesmíme zapomínat na spory off-line, kterých probíhá mnohem více než on-line“, dodal Ivan Voleš.

Doména .eu je v Česku populární

Podle údajů zveřejněných EURid Services, s.r.o. má Česká republika třetí nejvyšší nárůst počtu registrovaných doménových jmen .eu za pět let existence této domény. Předběhla ji pouze Litva a Polsko. Co do celkového počtu registrovaných domén .eu je pak Česko v Evropě na sedmém místě, nejvíce .eu domén je registrováno v Německu, Nizozemí a Velké Británii. Zájem Čechů o domény .eu potvrzují i zkušenosti Rozhodčího soudu při HK ČR a AK ČR, který je výhradním poskytovatelem alternativního řešení sporů o tyto domény. Češi zde podali žalobu celkem 49krát a jsou tak mezi žalobci na šestém místě. V pozici strany žalované se pak ocitli pouze 22krát a patří jim desátá „příčka“ mezi evropskými zeměmi.

Počet registrovaných domén .eu dle země držitele domény	
Německo	1 042 813
Holandsko	443 340
Velká Británie (*)	327 797
Francie	292 492
Polsko	209 954
Itálie	196 124
Česká republika	130 180
Belgie	105 747

(*) Údaje Velké Británie jsou patrně významně ovlivněny spekulativními nákupy domén.

Počet registrací domén .EU za jednotlivé roky

2006	2 444 945
2007	2 720 924
2008	2 995 022
2009	3 144 612
2010	3 332 253

Rozhodčí doložky

Aby případné spory mezi partnery mohly být řešeny formou rozhodčího řízení, je nutný souhlas obou smluvních stran s takovýmto způsobem řešení. Příslušnou rozhodčí doložku lze zahrnout do uzavírané smlouvy, v případě již existující smlouvy lze doložku uzavřít jako dodatek k této smlouvě.

Rozhodčí soud při HK ČR a AK ČR na svých webových stránkách zveřejnil následující doporučené texty rozhodčích doložek. Zde je lze také získat v angličtině, němčině a ruštině. V tištěné podobě je pak znění těchto doložek v polštině a francouzštině dostupné v sídle Rozhodčího soudu v Praze.

Doporučené znění rozhodčí doložky:

„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 a Pravidel jedním rozhodcem jmenovaným předsedou Rozhodčího soudu.“

Doporučené znění dodatku s rozhodčí doložkou k existujícím smlouvám:

Smluvní strany se dohodly na uzavření dodatku č. ke smlouvě č. ze dne v tomto znění: *zde uvést příslušné dohodnuté znění rozhodčí doložky (viz výše)*

V dne

podpisy zástupců smluvních stran

Doporučené umístění rozhodčí doložky ve smlouvě:

Smluvní strany zapracují rozhodčí doložku do úvodních nebo závěrečných ustanovení příslušné smlouvy majetkové povahy.

Strany se mohou dohodnout, že rozhodčí řízení bude probíhat v některém ze soudišť nebo kontaktním místě Rozhodčího soudu při HK ČR a AK ČR.

Spory týkající se spotřebitelských smluv mají speciální režim, včetně umístění rozhodčí doložky, postupu v řízení a s tím souvisejících práv smluvních stran, zejména spotřebitelů.

KALIBRACE TLOUŠŤKOMĚRŮ ELCOMETER 456 V APLIKAČNÍ PRAXI

Mgr. Radana Brábníková

Gamin s.r.o.

Při hodnocení kvality povrchové úpravy představuje tloušťka povrchové vrstvy jeden z významných znaků jakosti, v některých případech je dokonce rozhodujícím měřítkem kvality. Povrchová vrstva má významný bariérový efekt, ovlivňuje mechanickou, chemickou i korozní odolnost daného povlaku. Měření tloušťky povrchové vrstvy je věnována značná pozornost a s tím úzce souvisí požadavek na správnou kalibraci zařízení pro měření tloušťky – tloušťkoměrů (povlakoměrů). Tloušťkoměr Elcometer 456, na kterém budou popsány jednotlivé kalibrační metody, funguje na principu elektromagnetické indukce (feromagnetické podklady)¹ nebo na principu vířivých proudů (neferomagnetické podklady)². Jedná se o jedno z nejprodávanějších zařízení na českém a slovenském trhu, které splňuje požadavky i těch nejnáročnějších uživatelů – více o zařízení na www.tloustkomery.cz.

Standardní přesnost Elcometeru 456 v tzv. továrním nastavení je 3% nebo $\pm 3 \mu\text{m}$ (vyšší hodnota z těchto dvou). Pro získání vyšší přesnosti (1% nebo $\pm 2 \mu\text{m}$) je nutné provést kalibraci tloušťkoměru, na podkladu, na kterém bude následně testováno (nebo na univerzální kalibrační nulové destičce) a zpravidla také na kalibrační fólii o nejbližší vyšší tloušťce vzhledem k očekávané tloušťce povlaku.

Při kalibraci je zásadní zvolit kalibrační metodu nejvhodnější pro daný typ aplikace. Elcometer 456 umožňuje zvolit některou z následujících metod:

- **jednobodová (hladká)** kalibrace – také někdy nazývaná „kalibrace na nulu“ – používá se v případech, kdy je dostupný nenatřený podklad, ale není známa předpokládaná tloušťka vrstvy
- **dvoubodová kalibrace (fólie - nula)** – prvotně se provede několik měření přes kalibrační fólii o tloušťce nejbližší vyšší k předpokládané tloušťce povlaku – doporučuje se obvykle používat fólii o tloušťce max. 1,5 násobek předpokládané tloušťky a následně se provede kalibrace na nulu (hladká). Tloušťkoměr pak považujeme za kalibrovaný v rozsahu $0 \mu\text{m}$ – tloušťka fólie
- **dvoubodová kalibrace se dvěma fóliemi (fólie – fólie)** – kalibrace se provede náměry nejprve na fólii s vyšší tloušťkou a následně náměry na tenčí fólii. Doporučuje se provést na každé tloušťce větší počet měření. Tloušť-

koměr pak považujeme za kalibrovaný v rozsahu fólie – fólie, což nám umožňuje zpravidla výrazně zmenšit, a tím i zpřesnit kalibrační rozsah

Ve specifických případech, kdy je prováděno měření tloušťky na otryskaných resp. jiným způsobem zdrsněných podkladech je použita některá z následujících metod:

- **dvoubodová kalibrace na tryskaném podkladu** – pro nastavení nuly se využívá základní drsný materiál, na kterém je provedeno několik náměrů tak, aby si tloušťkoměr uložil do paměti průměr z drsnosti podkladu (používá se zde parametr R_{max}), následně je provedena kalibrace na kalibrační fólii. Při samotném měření pak tloušťkoměr od každé hodnoty odečítá průměrnou hodnotu drsnosti R_{max} a reflektuje tak drsnost podkladu
- **nastavení odchylky** – v případech, kdy není k dispozici vzorek základního drsného materiálu je možno nastavit odchylku přímo v přístroji. Vodítkem pro nastavení konkrétního parametru je norma ČSN ISO 19840, která stanovuje korekční faktor 10, 15 nebo $40 \mu\text{m}$ dle předpokládané drsnosti

Výsledky jednotlivých měření mohou být kromě drsnosti výrazně ovlivněny také tvarem měřeného podkladu (konvexní nebo konkávní zakřivení) a typem a tloušťkou podkladového materiálu. I tyto faktory lze eliminovat správnou kalibrací zařízení na vyhovujícím vzorku.

A na závěr dvě poznámky k poměrně často se vyskytujícímu omylu týkajícímu se kalibrace. V první řadě je nutno zdůraznit, že tloušťkoměr není stanovené měřidlo, které podléhá ověření. V praxi je poměrně často požadována kalibrace provedená akreditovanou laboratoří, která deklaruje správnost měření na navázaných metrologických etalonech. Tato akreditovaná kalibrace bývá velmi často směřována s kalibrací provozní, výše popsanou.

Druhý obecně vžitý omyl je, že tloušťkoměr je navázaný metrologický etalon, což přirozeně není. Navázaným metrologickým etalonem jsou kalibrační fólie, pomocí kterých je následně prováděna provozní kalibrace.



¹ Měřicí sonda obsahuje feromagnetické jádro a vytváří ve svém okolí feromagnetické pole. Je-li toto pole zesilováno přítomným feromagnetickým materiálem, dochází k měření tohoto zesílení snímací cívkou, a to pak odpovídá vzdálenosti Fe materiálu od sondy.

² Měřicí sonda obsahuje cívkou bez jádra napájenou střídavým proudem o vysoké frekvenci. Princip spočívá ve vyhodnocování zpětného působení vířivých proudů vznikajících v elektricky vodivém materiálu při přiblížení cívkou k tomuto materiálu.

 Gamin s.r.o.

Gamin s.r.o.

Heřmanická 485/45, 710 00 Ostrava

tel.: +420 596 115 008, fax: +420 596 117 686

e-mail: gamin@gamin.cz, www.gamin.cz

TESTOVACÍ NORMÁLY UMOŽNÍ NASTAVIT SPRÁVNOU CITLIVOST INDUKČNOSTNÍCH DÉLKOVÝCH SNÍMAČŮ

Ing. Jan Kůr, Michal Chamrad

MESING, spol. s r.o., Brno

1. ÚVOD

Zejména v německy mluvících zemích a také v ČR i SR jsou pro laboratorní, ale i provozní délková měření nejčastěji používány indukčnostní diferenciální polomostové snímače. Jejich předními výrobci v Evropě jsou švýcarské firmy TESA a PETER HIRT. Při velké podobnosti součástkové základny mají snímače obou těchto firem shodnou citlivost, přičemž se běžně vžil pojem „citlivost TESA standard“. V České republice je výrobcem zejména speciálních snímačů pro provozní měřicí techniku brněnská společnost MESING, která navíc provádí i opravy snímačů obou zmíněných firem. Zákazníci přirozeně požadují, aby všechny snímače byly nastaveny na citlivost TESA standard. Někteří výrobci ložisek a autodílů vlastní běžně stovky i tisíce snímačů a shodnost jejich citlivosti je proto bezpodmínečně nutná.

2. DOSAVADNÍ STAV

MESING byl vždy velmi dobře vybaven zkušební technikou na kontrolu citlivosti a linearity kompletních elektronických délkoměrů s indukčnostními polomostovými diferenciálními snímači. Takováto měřidla jsou i ve standardním nabídkovém programu firmy. Problém ale nastává při požadavku nastavení správné citlivosti samotných nově vyrobených nebo opravených snímačů. K tomu je potřeba elektronická vyhodnocovací jednotka kalibrovaná pomocí fiktivních testovacích normálů (etalonových snímačů). V ČR nebyla žádná organizace vlastníci takové testovací normály a nepodařilo se ani zajistit jejich občasné zapůjčení ze zahraničí. Jedinou možností proto bylo takovou sadu normálů u firmy TESA zakoupit, a to i přes relativně vysokou pořizovací cenu.



Obr. 1: Foto etalonů

3. REALIZACE ZÁMĚRU

MESING se rozhodl pro pořízení základní sady: $\pm 0; \pm 100 \mu\text{m} \pm 1000 \mu\text{m}$ (obr. 1). Hodnoty zakoupených normálů jsou excelentní a při teplotě $20 \pm 0,5^\circ\text{C}$ činí odchylky pro testovací normály:

$\pm 0 \mu\text{m} - 0,01 \mu\text{m} \pm 0,05 \mu\text{m}; \pm 100 \mu\text{m} - 99,99 \mu\text{m} \pm 0,05 \mu\text{m}$ a $\pm 1000 \mu\text{m} - 999,88 \mu\text{m} \pm 0,25 \mu\text{m}$.

Nákup se uskutečnil prostřednictvím Dr. M. Leimbergrové, která firmu TESA v ČR zastupuje.

4. ZÁVĚR

Realizací záměru se MESING stal v ČR jediným takto vybaveným pracovištěm (obr. 2) a může odpovědně garantovat, že expedované snímače (nové i opravené) odpovídají

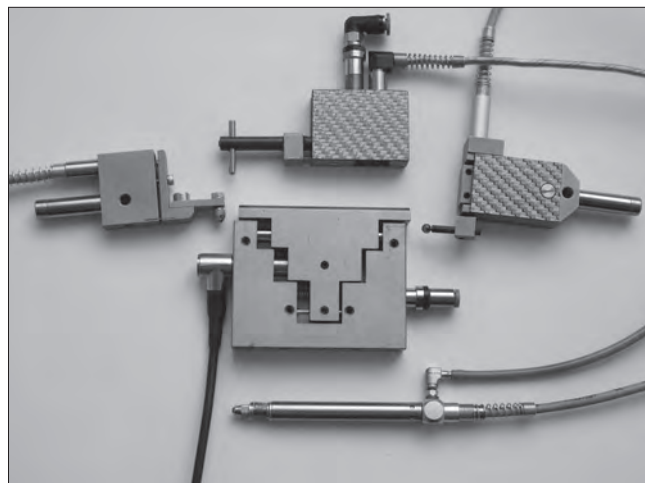


Obr. 2: Cejchovací pracoviště

po stránce citlivosti standardu TESA. S potěšením bylo také zjištěno, že před několika lety zakoupená elektronická jednotka TESA TT 80, kterou MESING pro nastavování citlivosti snímačů používá, změnila jen nepatrně citlivost.

MESING nyní věnuje velkou pozornost také vývoji speciálních snímačů, přičemž používá netradiční konstrukční řešení, výrobní technologie, ale třeba i materiály včetně málo roztažných uhlíkových kompozitů. Souběžně s vývojem přirozeně zavádí i sériovou výrobu, která je zásadní podmínkou nízké cenové úrovně a začal razit heslo, že snímač musí náležet do cenově snadno dostupné „metrologické bižuterie“.

Příklady některých nových snímačů jsou na obr. 3.



Obr. 3: Foto sady snímačů

MESING

Dělková měřicí technika

MESING, spol. s r.o.

Šámalova 60a, CZ 615 00 Brno

tel.: +420 545 426 220, fax: +420 545 426 219

e-mail: info@mesing.cz, www.mesing.cz

Neopravovat, ale koupit nový



AG-300kNIC za 790.000 Kč

AG-250kNIC za 690.000 Kč

AG-100kNIC za 450.000 Kč

AG-20/50kNIC za 390.000 Kč

**Neopravujte
staré stroje!!!**

**Vyměňte starý
stroj za nový**

**Testovací stroj
včetně softwaru
a siloměru 1%**

**Veškeré konfigurace
dle vašich
požadavků!!!**

Specifications for Autograph AG-IC

Next-Generation Standard in Performance and Convenience

Model	AG-IC Table-Top Type	AG-IC Floor Type	
	AG-20kN/50kNICD	AG-100kNIC	AG-250kN/300kNIC
Maximum Load Capacity	20kN/50kN	100kN	250/300kNIC

Nyní neopakovatelná nabídka
platná do 31.7.2012

SHIMADZU

- PŘÍMÉ ZASTOUPENÍ
- VAŠE JISTOTA NA TRHU ANALYTICKÝCH
A TESTOVACÍCH PŘÍSTROJŮ JIŽ 20 LET

Kontakt: Ing. Jiří Třeček
jiri.trecek@schimadzu.eu.com
tel.: +420 734 622 219

Kalibrační značky vyrábíme od r. 1991.

NAŠE ZNAČKY ODEBÍRÁ VÍCE NEŽ 2000 ZÁKAZNÍKŮ.

VÝROBA KALIBRAČNÍCH ZNAČEK PRO METROLOGII a samolepicích štítků pro průmyslové využití

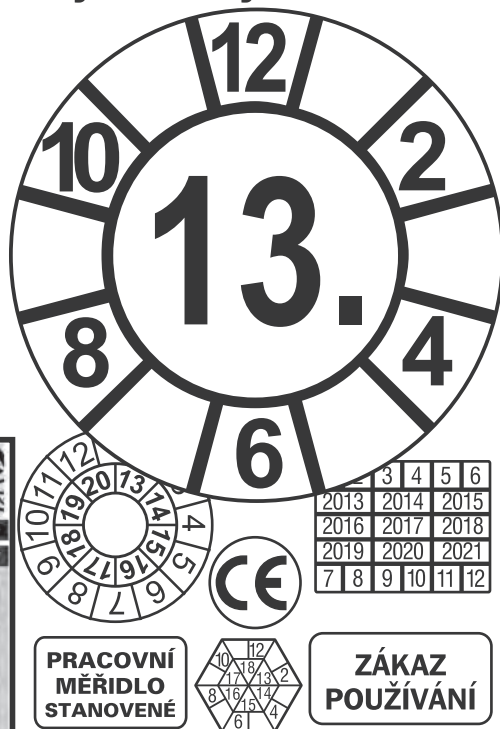
V naší stálé nabídce najdete více než 250 různých druhů kalibračních značek a štítků, které jsou neustále skladem.

Standardní expedice skladových značek je 1-3 dny.

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

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

Výrobou kalibračních značek se zabýváme více než 20 roků 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®

COPTIS spol. s r.o. • Halasova 629, 703 00 Ostrava-Vítkovice

Tel/fax: 596 111 682, e-mail: coptis@coptis.cz

www.kalibracky.cz



Dne 1. 5. 2012 byla uvedena do provozu nová verze webu České metrologické společnosti.

Bylo rozhodnuto o ponechání původní adresy:

www.csvts.cz/cms

Web bude postupně rozšiřován a doplňován o další informace. Uvítáme i Vaše náměty jak web ČMS dále vylepšovat.

*Zájemce, kteří chtějí být informováni o připravovaných akcích, kurzech či novinkách v ČMS, prosíme o vyplnění a odeslání **kontaktního formuláře** umístěného na www.csvts.cz/cms „**Registrace k odběru novinek**“*

Výbor ČMS

Redakční rada:

Ing. Emil Grajciar (předseda), Ing. František Jelínek, CSc. (místopředseda), Ing. Jiří Kraus, Doc. Ing. Jiří Horský, CSc., Ing. Zdeněk Tůma, Ing. Milan Badal, Prof. Ing. Jaroslav Boháček, DrSc., Bc. Jan Klíma, Ing. Pavel Ducháček, CSc., Ing. Jiří Kazda, Ing. Jindřich Mlejnek, RNDr. Klára Popadičová, Ing. Jaroslav Rajlich, Ing. Petr Pánek, CSc., Jitka Hrušková, PhDr. Bořivoj Kleník – šéfredaktor.

Časopis vychází 4 x ročně. Cena výtisku 80,- Kč, roční předplatné 320,- Kč + poštovné a balné + 14 % 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, Gorazdova 24, 128 01 Praha 2. IČO: 48135267. Povolení tisku: registrace MK ČR 6111, MIČ 46 676, ISSN 1210-3543.

Místo vydávání: Praha. Datum vydání: červen 2012. 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:

Zdroje záření gama a X v dozimetrické laboratoři ČMI-IIZ, které slouží pro účely státní metrologické kontroly měřidel v oblasti ochrany před ionizujícím zářením.

Photo on the front page:

Gamma and X Radiation Sources in the Dosimetric Laboratory of the ČMI-IIZ (that are used for the purposes of the metrological control of measuring instruments in the field of protection from ionisation radiation).

REKREAČNÍ ZAŘÍZENÍ ÚNMZ



Nabídka pobytů

Nabízíme pobyty v rekreačním zařízení ÚNMZ
v **Bedřichově v Jizerských horách**

Výhodná poloha v nejvyšší části tohoto známého turistického a lyžařského střediska umožňuje plně využít příležitostí k letní turistice a cykloturistice v CHKO Jizerské hory, v zimě láká bezprostřední blízkostí lyžařských vleků a upravenými běžkařskými tratěmi.

Více informací naleznete na www.unmz.cz

