

20 LET

ČESKÉHO METROLOGICKÉHO INSTITUTU

1993–2013

Ing. František Jelínek, CSc. a kolektiv



© Český metrologický institut

20 let Českého metrologického institutu 1993–2013

1. vydání

Autor: Ing. František Jelínek, CSc. a kol.

ISBN 978-80-905619-0-8



OBSAH

20 LET ROZVOJE ČESKÉHO METROLOGICKÉHO INSTITUTU	5
ÚVOD	7
OI PRAHA	17
OI ČESKÉ BUDĚJOVICE	23
OI PLZEŇ	26
OI LIBEREC	28
OI MOST	30
OI PARDUBICE	32
OI BRNO	36
OI JIHLAVA	47
OI KROMĚŘÍŽ	50
OI OPAVA	52
OI OLOMOUČ	54
LPM	56
TESTCOM	67
IIZ	70
PODPORA A SPOLUPRÁCE	74
ZÁVĚREM – LIDÉ INSTITUTU	76
POZNÁMKA AUTORA	79
NĚKTERÉ POUŽITÉ ZKRATKY	79

20 LET ROZVOJE ČESKÉHO METROLOGICKÉHO INSTITUTU



Český metrologický institut (ČMI) vznikl v době převratných změn v naší republice – počínaje přechodem od plánovaného hospodářství k hospodářství tržnímu a konče změnou státoprávního uspořádání. Ve vývoji ČMI se také postupně uplatnily změny vyvolané přistoupením České republiky k Evropské unii a odpovídající úpravy legislativy s přímým dopadem na vztahy institutu a uživatelů měřidel. Neméně významné bylo i to, že se do té doby nebývalým způsobem otevřely možnosti mezinárodní spolupráce. Přitom to vše probíhalo v době rychlého vědeckého a technického pokroku, na který bylo třeba reagovat stejně jako na nové požadavky uživatelů měřidel – ČR je konec konců nejprůmyslovější členskou zemí EU. Uplatnily se

nové obory metrologie a bylo nezbytné pořídit řadu špičkových zařízení.

Institutu se podařilo překonat počáteční zlom, vyvolaný oddělením od základny výzkumu a fundamentální metrologie, které zůstaly (až na malou část v LPM) ve Slovenské republice ve Slovenském metrologickém ústavu, dříve ČSMÚ. Cílevědomá investiční činnost, využití možností mezinárodních podpůrných programů (EU PHARE a PRAQ, G24 Švýcarsko, PSO Holandsko) a mezinárodní spolupráce, to vše se projevilo tak důkladnou změnou vybavení a práce institutu, že je dost obtížné vůbec porovnávat počáteční a současný stav. Jen pro ilustraci vzpomeňme několika oborů, které na počátku samostatné existence v institutu nebyly: souřadnicové měřicí stroje, interferometr TESA pro kalibraci koncových měrek, kvantové etalony elektrických veličin, nový obor nanometrologie, kalibrace hladinoměřů, analýza směsí plynů, metrologie vakua a netěsností, kryogenní radiometr a celý obor radiometrie a fotometrie, v poslední době například nová laboratoř anemometrie.

Český metrologický institut se v uplynulých dvaceti letech zařadil po všech stránkách mezi národní metrologické instituty vyspělých zemí a významně tak přispívá k zlepšování konkurenceschopnosti českého podnikatelského prostředí a k vytváření příznivého klimatu pro zahraniční investory.

Institutu se podařilo skloubit činnosti zdánlivě nesourodé a využít tohoto synergického efektu jako výhody. Mám na mysli soustředění útvarů výzkumu a fundamentální metrologie na jedné straně s útvary kalibrační služby a legální metrologie na straně druhé – výhodou je bezprostřední vazba mezi praxí a výzkumem, sdílení poznatků a identifikace potřeb. Také regionální uspořádání pracovišť, vzniklé v kontinuitě zajišťování metrologické služby v minulosti, přináší výhodu blízkosti zákazníkům a možnost oborové specializace podle metrologických potřeb převažujících v regionu. Do této struktury činností dobře zapadá i poskytování mezilaboratorního porovnávání zkoušek a účast na projektech technické pomoci v rozvojových zemích.

Rozvoj institutu samozřejmě určuje i jeho financování. Dotace ze státního rozpočtu směřují většinou do oblasti fundamentální metrologie; tento sektor byl původně ztrátový, ale postupně se podařilo ztrátu vyrovnat, mimo jiné i díky zapojení do mezinárodních výzkumných programů, v poslední době zejména do evropského projektu výzkumu a vývoje v metrologii EMRP.

Stále větší význam má budování systému managementu kvality v organizaci a jeho posouzení třetí stranou, čímž je pro kalibrační a zkušební laboratoře v současné době akreditace

podle normy ISO 17025:2005. Systém managementu kvality ČMI je budován od r. 1997, kdy bylo akreditováno první středisko podle EN 45001; nyní je již z 52 výkonných středisek 32 akreditováno v požadovaném rozsahu. Důležitá je také role institutu v rámci ujednání CIPM MRA o uznávání státních etalonů a kalibračních listů vydávaných národními metrologickými instituty, podepsaného v roce 1999. ČMI je signatářem ujednání od samého počátku; používaný systém prokazování technické způsobilosti je alternativou k akreditaci a ČMI ho plně využívá v oblastech, kde jsou pro to důvody. Systém je postupně kultivován, zejména v oblasti dokumentace systému kvality, která je nyní plně v elektronické formě.

Rozvoj vědy a techniky a na nich založený rozvoj hospodářství se nezastaví a bude pro institut vždy výzvou k pokračujícímu úsilí a k trvalému zdokonalování. Je mou milou povinností poděkovat všem spolupracovníkům, kteří se na rozvoji institutu a na zdokonalování jeho služeb podíleli. Díky jejich zaujetí pro obor, svědomité a často velmi obětavé práci se daří dosahovat úrovně srovnatelné s úrovní metrologických institucí vyspělých zemí velikosti obdobné České republice.

Všem spolupracovníkům přeji do dalších let mnoho pracovních úspěchů a pohody v osobním životě.



RNDr. Pavel Klenovský
generální ředitel ČMI

ÚVODEM TROCHU HISTORIE

V roce 2013 si připomínáme dvacáté výročí zřízení Českého metrologického institutu. Zdálo by se, že dvacet let je v historii metrologie nepatrným úsekem, ale toto období bylo v České republice časem významných změn; ostatně Česká republika v dnešním pojetí je právě stejně mladá jako ČMI. Probíhající změny ve státoprávním uspořádání, změny v hospodářství, ale také vědecký a technický pokrok se plně promítly do vývoje institutu. Poznamenejme, že vývoje provázeného usilovnou prací a ve výsledku vývoje velmi úspěšného. Laboratoře ČMI se během těchto let staly kompetentním a respektovaným základem všech metrologických služeb v zemi a institut si vydobyl uznávanou pozici i na poli mezinárodní spolupráce. Dokazuje to mimo jiné i současná pozice v počtu uznaných CMC institutu v KCDB databázi CIPM MRA: nejméně 471 – a to představuje 6. místo v Evropě, za institucemi největších zemí a Nizozemska.

Metrologická pracoviště v českých podnicích musela postupně již od začátku devadesátých let minulého století reagovat na změny, vyvolané útlumem některých oborů a naopak zaváděním nových služeb a výrob, zpravidla technicky náročnějších a zejména podporovaných moderními technickými prostředky. Vytvořila se tak poptávka po metrologickém zajištění špičkové měřicí techniky. Zároveň došlo k určitému posunu v chápání pozice legální metrologie. Od víceméně „všeobjímající“ péče a dohledu státu na měřidla k odpovědnosti uživatelů za jejich pracovní měřidla a k úloze státních orgánů v ochraně veřejného zájmu a korektnosti obchodního styku.

V Českém metrologickém institutu to bylo období nebyvalé obnovy a rozvoje technického vybavení pracovišť, významného rozšíření okruhu poskytovaných služeb a zároveň velikého pokroku v oblasti kvalifikace pracovníků. Pracovníkům institutu se otevřely zcela nové možnosti osobního rozvoje, možnosti zvyšování kvalifikace, získali přístup ke špičkové technice a informacím a zároveň se jim dostalo odpovídajícího hodnocení a odměňování. Intenzivní rozvoj institutu se odráží mimo jiné i v doslova neuvěřitelném množství nově zavedených nebo zcela obměněných oborů. Namátkou jenom příklady:

- etalonáž měřidel velmi vysokého tlaku do 1GP,
- metrologie netěsností, etalonáž velmi malých netěsností od 1g/rok,
- metrologie velmi vysokého vakua od 10^{-6} Pa,
- aparatura pro vážení za vakua a stálého tlaku,
- kalibrace měřidel koncentrace plynů,
- nanometrologie,
- dynamické měření síly,
- kalibrace souřadnicových měřicích strojů a etalonů pro ně,
- měření rovinnosti přesných optických ploch,
- etalonáž výkonu ultrazvuku,
- validace SW,
- etalonáž dozimetrických veličin směsných polí neutronů a fotonů,
- radiometrie a fotometrie,
- bezdotykové měření teploty,
- anemometrie,
- zkoušky EMC,
- akreditovaná certifikace personálu pro metrologické činnosti,
- posuzování technické způsobilosti metrologických středisek,
- činnosti notifikované osoby.

Český metrologický institut samozřejmě nevznikl na zelené louce. Kořeny metrologických orgánů na našem území sahají hluboko do historie. Metrologie byla v českých zemích na úrovni srovnatelné s okolními zeměmi dávno před obnovením samostatného československého státu v roce 1918. Připomeneme si alespoň v náznaku důležité období od zavedení metrické soustavy a vzniku Metrické konvence.

Už v roce 1871 byla v tehdejším Rakousku-Uhersku zavedena metrická soustava a od 1. ledna 1876 bylo její používání povinné v celé monarchii. Přistoupení Rakouska-Uherska k Metrické konvenci se uskutečnilo již jejím podpisem 20. května 1875. MK byla vyhlášena v Rakouském říšském zákoníku z roku 1876 pod číslem 20. Je ovšem třeba poznamenat, že již od roku 1867 byla monarchie rozdělena na dva do jisté míry nezávislé státy a v uherské části platily jiné předpisy. To mělo své důsledky v metrologii na dlouhou dobu a projevilo se to i po vzniku Československa, například ve velmi důležité části státní správy – v katastru. Pozemky na Slovensku a Podkarpatské Rusi byly totiž vedeny ve starých jednotkách a převod na metrickou soustavu trval řadu let a vyžádal si velké náklady.

Vysledovat předchůdce Českého metrologického institutu a jeho oblastních inspektorátů není právě snadné, protože se často měnilo začlenění ve strukturu státní správy, názvy a působnost a podklady, pokud existují, jsou roztržštěné. Nicméně – v Národním archivu ČR a v osobních archivech pracovníků ČMI lze získat řadu informací a zde uvedeme alespoň výběr z nich.

V Rakousku-Uhersku byla metrologická služba (Eichung, podle nového pravopisu někdy také Aichung!) řízena Ministerstvem obchodu (Handelsministerium) a centrálním odborným a správním orgánem byla **c. k. Normální komise cejchovní** (Normal Eichungs Kommission). Tato instituce byla vedena skupinou asi dvanácti vysokoškolských profesorů, vědců, úředníků ministerstva a podobně. Měla samozřejmě své technické i administrativní orgány. Výkonnými orgány byly **cejchovní úřady**, z nichž **Cejchovní úřad ve Vídni** zajišťoval i to, co nyní označujeme jako fundamentální metrologii. Byly zde uloženy státní etalony, od roku 1890 prototypy metru č. 19 a č. 15 a prototypy kilogramu č. 33 a č. 14.

Cejchovní úřady byly obecně orgány legální metrologie. Jejich umístění vycházelo ze zásady tehdejší státní správy, podle které měl mít občan zajištěno vyřízení své záležitosti během jednoho dne včetně cesty na úřad a zpět. Proto bylo cejchovních úřadů mnoho; tato situace přetrvávala velmi dlouho, například ještě v roce 1929 se cituje 150 cejchovních úřadů. Tam někde jsou kořeny dnešních oblastních inspektorátů ČMI. Dr. Goblirsch (BEV, Rakousko) zmiňuje například ve své knize *Die Normal-Eichungs-Kommission und ihre Zeit* cejchovní úřady v Praze, Plzni, Hořovicích, Kolíně, Pardubicích, Litoměřicích a Liberci. Ze sdělení pana Venkrbce víme, že cejchovní úřady byly také v Klatovech, Stříbře a v Karlových Varech. Kromě cejchovních úřadů byly v centrech zemí (Land) nebo oblastí Inspektoráty pro věci cejchovní (Aichinspektorat), na území dnešní České republiky byly v Praze a v Brně. Inspektoráty kromě dozoru také školily a zkoušely personál a hodnotily činnost cejchovních úřadů (s velkou pozorností věnovanou výběru poplatků).

Československo vycházelo po roce 1918 z kontinuity právního řádu a institucí tam, kde to bylo možné a mnohé zákony platily až do doby po druhé světové válce. Důležitým novým aktem bylo Nařízení ministerstva veřejných prací č. 52 ze dne 20. listopadu 1918 o zřízení **Československého ústředního inspektorátu pro službu cejchovní**. Ústřednímu inspektorátu byly uloženy i úlohy fundamentální metrologie, jmenovitě „zhotovení a ověření měř prvotních, měř a vah normálních...“. V říjnu 1923 se ústřední inspektorát přestěhoval do budovy na Smíchově, V Botanice 4. Teprve zde se mohla dále rozvíjet technická základna.

V době tzv. první republiky, tedy v letech **1918–1939**, byly záležitosti metrologie řízeny Ministerstvem veřejných prací (české země) a Ministerstvem obchodu (Slovensko a Podkarpatská Rus). Sjednoceno to bylo potom v roce 1930. Odborným a správním orgá-

nem byl **Československý ústřední inspektorát pro službu cejchovní**. V roce 1937 se uvádí **Ústřední úřad pro míry a váhy** (Metronomie délek, Dr. Jaroslav Nussberger, 1937). Orgány legální metrologie byly **Cejchovní inspektoráty** v Praze a v Brně, další od roku 1919 na Slovensku a **Cejchovní úřady** v okresních a větších městech (převzaté v podstatě z předchozího období). Cejchovních úřadů bylo 150, pro ilustraci například také v Ústí nad Orlicí, Milevsku, Jaroměři, Volarech atd. Fundamentální metrologii se zabýval Československý ústřední inspektorát s postupně budovanými laboratořemi v budově dnešních Laboratoří primární metrologie. V r. 1929 byly zakoupeny prototypy metru a kilogramu, metr č. 7 a kilogram č. 41 (BIPM).

Nové etalony délky a hmotnosti pro ČSR.



Stojící zleva:

Prof. Dr. Jaroslav Nussberger (metrologie délky, geodézie), vládní rada Chaloupka (přednosta ústř. inspektorátu zmiňovaný v dokumentech v roce 1938). Sedící zleva: Vládní rada Ing. Josef Svoboda (přednosta ústř. insp. uváděný v roce 1928), gen. Alois Eliáš (voják, politik, vojenský expert gen.

štábu, účastník domácího odboje za druhé světové války a předseda protektorátní vlády mezi léty 1939 a 1941. Za svou odbojovou činnost nacisty popraven), dále ministr Dostálek. Sedící zcela vpravo prof. Posejpal (údaje podle vpisku na staré fotografii, Ing. Bartoš, LPM).

Prof. Dr. Václav Posejpal *1874 – †1935, profesor experimentální fyziky na UK, byl koresp. členem Sociétés française de Physique, za zásluhy byl jmenován rytířem Čestné legie, čestné doktoráty mu udělily univerzity v Nancy a v Poitiers. Byl členem CIPM v letech 1928–1935.

Prof. Dr. Jaroslav Nussberger *1899 – †1974, ředitel státní metrologické služby a předseda Státního úřadu pro míry, váhy a drahé kovy (1949 až 1956). Zabýval se metrologií délky a jejími aplikacemi zejména v geodézii. V roce 1953 byl zvolen členem Mezinárodního výboru pro míry a váhy (CIPM). Kromě prof. Posejpal a prof. Nussbergera se z Československa dostalo tohoto uznání zatím už jen prof. Skákalovi.

Rozsah činnosti ústředního inspektorátu dobře ukazuje výňatek z textu *Deset let cejchovní služby 1918 – 1928*, části publikace *Deset let Československé republiky*:

Dnes (pozn. – 1928) zaměstnává ústřední inspektorát 10 technických sil, mezi nimi 8 inženýrů a dva fysiky, 2 úředníky vyšší pomocné technické služby, 7 úředníků pomocné technické služby, 11 úředníků účetních, 4 úředníky kancelářské, 9 kancelářských pomocných sil a 8 podúředníků a zřízců.

Vnitřně je rozdělen na referát administrativní, všeobecně technický, elektrotechnický a odbor účetní a obstarává též přesné práce pro měření délky, plochy, prostoru, hmoty, měření elektrické-

ho proudu, plynu a vody, pak měření teploty, tlaku vzduchu, hustoty, pevnosti a pružnosti, roztažitelnosti, prostupnosti, přilnavosti, vlhkosti, vznětlivosti atd. a uschovává prototypy metru a kilogramu. V první řadě ovšem přísluší úřadu opatřovati podřízeným úřadům veškerou technickou výzbroj a rozhodovati o připuštění nových typů měr a měřidel do veřejného obchodu.

Zvláštní situace nastala v době **Protektorátu Čechy a Morava, v letech 1939 až 1945**. V českých zemích se udržela určitá kontinuita, odpadla ovšem pracoviště na územích zabraných po Mnichovu Německem a Maďarskem; po oddělení Slovenska a Podkarpatské Rusi samozřejmě i pracoviště v těchto oblastech. Dále působil, teď už ovšem ne československý, **Ústřední inspektorát pro službu cejchovní** (od r. 1943 Cejchovní a puncovní ředitelství). Od r. 1944 byly inspektoráty zahrnuty jako organizační složky do ředitelství, v okresech dále působily **Cejchovní úřady**. V archivech je možné dohledat dokumenty Ústředního inspektorátu z té doby, které dokládají kontinuitu činnosti, ale také snahy tehdejšího německého PTR (Physikalisch-Technische Reichsanstalt) o sjednocování metrologických postupů. Pod jakým tlakem a za jakých okolností se jednání vedla, není ze záznamů zřejmé.

Po skončení války se v mnoha směrech navazovalo na předválečnou situaci (především do roku 1948), ale proti minulosti se mezi lety 1945 a 1992 výrazně zvýšila četnost organizačních změn (vůbec ne jen v metrologii a ne vždy provedených ve prospěch věci).

V letech **1945 až 1955** byl vývoj orgánů, řídicích metrologii, hodně nepřehledný. Charakteristikou doby je časté slučování, rozdělování, tvoření a zase rušení orgánů normalizace, metrologie, puncovní služby a zkušebnictví, v nejrůznějších kombinacích. Také v roli ústředního orgánu státní správy se střídala různá ministerstva, Státní výbor pro rozvoj techniky, Státní komise pro vědeckotechnický a investiční rozvoj, ale stále působilo **Cejchovní a puncovní ředitelství a Cejchovní inspektoráty** převzaté v podstatě z předchozího období jako organizační složky ředitelství. V okresech (které se ale také průběžně měnily) to byly pořád **Cejchovní úřady**. Pokračovala činnost a působnost **Ústředního inspektorátu pro službu cejchovní**. Stále přetrvávalo rozdílné zabezpečování metrologie v českých zemích a na Slovensku, sjednocené teprve v roce 1962.

Mezi lety **1955 až 1993** turbulentní vývoj pokračoval. Už sám stát se měnil, postupně ČSR, od r. 1960 ČSSR, od r. 1968 ČSFR. Měnily nebo alespoň přejmenovávaly se i metrologické orgány. Ústředními orgány státní správy byly Ministerstvo financí pro Česko a Povereníctvo financií pro Slovensko, od r. 1959 Státní výbor pro rozvoj techniky.

Státní úřad pro míry, váhy a drahé kovy působil od roku 1955, později byl vytvořen **Úřad pro normalizaci** a konečně v roce 1962 **Úřad pro normalizaci a měření (ÚNM)**. V roce 1962 byl také vydán zákon č. **35/1962 Sb., o metrologii**.

Úřad se samozřejmě stal v souvislosti se změnou státoprávního uspořádání federální institucí, tedy od 1968 **Federálním úřadem pro normalizaci a měření (FÚNM)**. Od 1. 8. 1975 byl FÚNM ústředním orgánem státní správy pro obor státní měrové služby (a ústředním orgánem zůstal až do roku 1992).

Pracoviště, která byla předchůdci dnešních oblastních inspektorátů ČMI i v těchto dobách organizačních změn musela fungovat a (za většinou velmi těžkých podmínek) fungovala. Orgány především legální metrologie byly **obvodní zkušebny měr a vah**, od roku 1963 do r. 1981 **krajská metrologická pracoviště – krajská oddělení** jako součásti ÚNM, od r. 1981 pracoviště legální metrologie, dislokované útvary ČSMÚ. V roce 1965 byl jako výzkumná základna a orgán fundamentální metrologie zřízen **Metrologický ústav** se sídlem v roce 1968 přesunutým do Bratislavy a s názvem změněným na **ČSMÚ, Československý metrologický ústav**. Jeho součástí byly až do roku 1992 dnešní Laboratoře primární metrologie (LPM) jako dislokovaná organizační jednotka. Od 1. 2. 1991 byla pracoviště označena jako **oblastní inspektoráty**. Důležitým mezníkem bylo vydání zákona č. 505 Sb. ze dne 16. listo-

padu 1990, o metrologii (vícekrát novelizovaného), který mimo jiné definoval úlohy **Federálního úřadu pro normalizaci a měření (FÚNM), Československého metrologického ústavu (ČSMÚ), Státního metrologického inspektorátu** a Státních metrologických středisek.

K dalším změnám došlo po rozdělení Československa, po vzniku opět nového státu, **České republiky, 1993**. *Ústředním orgánem státní správy pro metrologii se stalo Ministerstvo hospodářství*, později (a dodnes) **Ministerstvo průmyslu a obchodu, odborným a správním orgánem je Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví** (zákon 20/1993 Sb.) a výkonným orgánem je **Český metrologický institut**, zabezpečující úlohy fundamentální metrologie, legální metrologie a vybrané okruhy kalibrační služby.

Již jsme si připomněli, že Český metrologický institut nevznikl na zelené louce. Jeho laboratoře v podobě před 1. lednem 1993 byly součástí různých institucí, jak se vyvinuly podle potřeb hospodářství a státní správy a v souvislosti s mnoha změnami státoprávního uspořádání. Navazovaly samozřejmě na staleté kořeny metrologie v českých zemích. Právním rámcem uspořádání státních orgánů v oblasti technické normalizace, metrologie a státního zkušebnictví po 1. lednu 1993 se stal zákon České národní rady č. **20/1993 Sb.** Podle tohoto zákona „Český metrologický institut zabezpečuje odbornou a výkonnou činnost státní metrologie v rozsahu stanoveném zákonem (zákon č. 505/1990 Sb. o metrologii) Československému metrologickému ústavu a Státnímu metrologickému inspektorátu“. Tento zákon nabyl účinnosti 1. 1. 1993.

Částmi ČMI se staly:

- Dosavadní pobočka ČSMÚ (Praha, V Botanice),
- česká pracoviště Státního metrologického inspektorátu
- a Inspektorát pro ionizující záření (IIZ), který byl již od května 1992 součástí Státního metrologického inspektorátu (po vyčlenění z dřívějšího Ústavu pro výzkum a výrobu radioizotopů).

Ve snaze vyhovět potřebám zákazníků a ve snaze kompletovat odbornou a přístrojovou základnu byla do institutu začleněna v roce 1993 ještě laboratoř mikrovlnné techniky (nyní středisko 1013), v roce 1994 laboratoř vlhkosti s kalibrační sítí vlhkoměrů na obiloviny, nyní středisko 5011 a v roce 2006 pracovníci a vybavení pro obor teploty a vlhkosti a tlaku z bývalé kalibrační laboratoře ČKD.

V roce 2008 se součástí ČMI stala ještě organizační jednotka ČMI TESTCOM, která zajišťuje zkoušky telekomunikačních a elektrických zařízení a komplexní technickou podporu plánování a návrhu kmitočtů pro telekomunikační služby a certifikaci vybraných výrobků.

Je zřejmé, že v souvislosti se vznikem nového státu a s přijatými principy dělení majetku mezi ČR a SR bylo nutné řešit problémy se zabezpečením služeb, ale také s převody majetku i zaměstnanců. Začátky byly ve srovnání se situací zavedených metrologických institutů relativně skromné. Bylo tomu tak mimo jiné proto, že vzhledem k územnímu principu dělení majetku mezi ČR a SR a také s ohledem na existenci laboratoří zůstala rozhodující část přístrojového vybavení a státních etalonů ČSFR v Bratislavě, kde byly soustředěny v dřívějším ČSMÚ (pobočka ČSMÚ v Praze se zabývala jen malou částí problematiky).

Původní zřizovací listina Českého metrologického institutu byla vydána Ministerstvem hospodářství 21. 12. 1992. Zde, stejně jako v pozdějších úpravách, jsou zachyceny hlavní úlohy institutu. Je to plnění funkcí náležejících do působnosti státní správy, které vyplývají ze zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii, ve znění pozdějších předpisů, jednak plnění funkcí národního metrologického institutu v oblasti vědy, výzkumu a aplikace poznatků metrologie do praktického užití, jakož i zabezpečování funkcí výkonného metrologického

orgánu legální a průmyslové metrologie jak pro podnikatelské i nepodnikatelské subjekty a občany České republiky. Dále prezentace České republiky v rámci mezinárodní spolupráce a další odborné technické činnosti. Český metrologický je chápán jako národní metrologický institut České republiky, který svou činností vytváří základní předpoklady pro zabezpečení jednotnosti a správnosti měřidel a měření ve všech oborech vědecké, technické a hospodářské činnosti.

Nepřipadalo přitom v úvahu budování nového ústavu typu ČSMÚ a proto bylo nutné využít stávajících kapacit, vybavení a odborníků na českých pracovištích. Tento proces vedl k tomu, že větší oblastní inspektoráty, hlavně v Brně a v Praze, převzaly podle své specializace i úkoly primární etalonáže včetně uchovávání státních etalonů a koncepčně směřovaly i k výzkumu v oboru. Menší část úloh převzaly i inspektoráty v Pardubicích a v Liberci. V tomto směru samozřejmě působí i LPM a IIZ.

Během prvních let institutu se v dost turbulentní situaci velkých změn diskutovalo na různých úrovních o řadě koncepčních otázek, jako například o tom, zda je rozumné slučovat v jediné instituci laboratoře a úlohy fundamentální metrologie na jedné straně a služby legální metrologie s kalibračními laboratořemi na straně druhé. Stejně tak se v počátcích diskutovala potřeba existence vlastních státních etalonů ČR, když je možné všechny služby „nakoupit“ v zahraničí. Naštěstí se postupně prosadila koncepce, obsažená už ve zřizovací listině. Naštěstí proto, že výstavba laboratoří fundamentální metrologie šla ruku v ruce s rozvojem kvalifikace pracovníků a s intenzivní mezinárodní spoluprací. Také synergický efekt bezprostřední spolupráce laboratoří státních etalonů, kalibračních laboratoří a služeb legální metrologie se ukázal jako přínosný z hlediska uplatňování „zpětné vazby“, formulování požadavků na zajištění metrologické návaznosti a šíření znalostí.

Prvořadým úkolem institutu v prvním období samostatné existence bylo budování technické základny metrologické návaznosti, protože, jak již bylo zmíněno, většina etalonů na národní úrovni zůstala ve Slovenském metrologickém ústavu (SMÚ). Naštěstí se zachovaly kolegiální vztahy mezi pracovišti obou institucí a bylo tak možné velmi rychle zajistit i v přechodném období potřeby metrologických služeb. Významnou pomocí bylo také přímé porovnávání etalonů ČMI s etalony Mezinárodního úřadu pro váhy a míry v Paříži a v neposlední řadě využití projektů mezinárodní pomoci; byly to projekty švýcarské pomoci, projekt EU Phare, projekt G24 a jiné. Připomeňme jako příklady pořízení souřadnicového měřicího stroje SIP CMM 5,

vybavení pro etalonáž měřících transformátorů nebo pořízení prototypu kilogramu, který je dosud státním etalonem jednotky hmotnosti pro ČR. Technický rozvoj ČMI byl velmi cílevědomě zaměřen na dosažení vysoké technické úrovně zařízení, odpovídající kvalifikace pracovníků a na výstavbu nebo rekonstrukci laboratoří, které splňují nejnáročnější požadavky na udržování podmínek měření. Zařízení a přístroje, které při svém pořízení znamenaly zpravidla zcela novou úroveň práce a řádové zlepšení kalibračních měřicích schopností (CMC) institutu, není v této publikaci možné úplně vyčíslit, ale příklady budou uvedeny v kapitolách jednotlivých organizačních jednotek.



*Okamžik podpisu Ujednání CIPM MRA v roce 1999 –
RNDr. Klenovský a T. J. Quinn, ředitel BIPM.
Originální snímek ani negativ se bohužel nedochovaly.*

Strukturu národního metrologického systému na nejvyšší úrovni (státních etalonů a vztahů k ujednání CIPM MRA) doplňují také tzv. přidružené laboratoře. Působí ve specifických oborech, kde některé aspekty slibují efektivnější uspokojení potřeb hospodářství, než zřízení příslušné laboratoře v ČMI. Řešení pomocí přidružené laboratoře se volí například tehdy, jestliže laboratoř pokrývá svými výkony potřeby omezeného počtu uživatelů, nebo se zabývá extrémními hodnotami veličin, nebo pracuje ve velmi specializovaném oboru. Soustava přidružených laboratoří není uzavřená. ČMI je zastupuje v činnostech souvisejících s ujednáním CIPM MRA a s působením ve sdružení EURAMET. Laboratoř akceptuje prvky systému řízení jakosti ČMI související se státními etalony, klíčovými porovnáními, prezentací CMC a s prací kontaktních osob EURAMET. Způsobnost přidružené laboratoře je prověřena akreditací podle ČSN EN ISO/IEC 17025 nebo posouzením expertní komisí ČMI a Technickou komisí pro jakost EURAMET. Přidruženými laboratořemi (2013) jsou pro metrologii v chemii Český hydrometeorologický institut (plyny), Vysoká škola chemicko-technologická (biologické materiály), Institut fotoniky a elektroniky AV ČR (čas a frekvence) a Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický (velká délka, gravimetrie).

Národní metrologický systém (NMS) se soustavně zdokonaluje. Jeho koncepcí se v podstatě řídí i Český metrologický institut. Koncepce a z ní vyplývající úkoly jsou formulovány především ÚNMZ a ČMI, jsou projednány na mezirezortní úrovni a zpravidla předloženy vládě ČR jako návrh jejího usnesení. První takový dokument byl schválen v roce 2000 jako usnesení vlády č. 812/2000. Přílohou usnesení byl komentář s analýzou tehdejšího stavu NMS a s popisem záměrů. Druhou přílohu tvoří souhrn uložených úkolů. Pro navazující etapu (2005 až 2010) byla navržena a usnesením vlády ČR č. 1250/2004 schválena koncepce, která zahrnuje další rozvojové programy a úkoly (viz <http://www.vlada.cz>).

Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví spolu s Českým metrologickým institutem zpracovaly v roce 2011 aktuální analýzu národního metrologického systému ČR. K tomu bylo následně přijato Usnesení vlády ČR ze dne 7. 12. 2011 č. 901 Koncepce rozvoje národního metrologického systému české republiky na období let 2012–2016.

Důležitou a náročnou součástí vývoje institutu v posledních dvaceti letech bylo také **budování systému managementu kvality**, na počátku označovaného (při stejném obsahu pojmů) jako systém řízení jakosti. Důležitost systému spočívá v tom, že jeho existence a uznání je nezbytnou podmínkou uplatnění výkonů institutu u zákazníků a podmínkou efektivní spolupráce s partnerskými institucemi. Tento druhý aspekt je předmětem periodického posuzování v technické komisi TC Q EURAMET (pro ČMI zatím naposledy v roce 2009), v rámci které národní metrologické instituce vyjádřily plnou důvěru v systém managementu laboratoří primární metrologie ČMI a v jejich schopnost plnit požadavky vyplývající z ujednání MRA. Z hlediska působnosti ČMI jako národního metrologického institutu České republiky je prokázání způsobilosti nutným předpokladem odstraňování technických překážek obchodu – metrologie zde hraje jednu z klíčových úloh. **Budování systému managementu kvality** započalo v roce 1995. Již v tomto roce zavedly jednotlivé VOJ klíčové prvky systému a dokumentovaly je ve svých příručkách jakosti. Tento stav však nemohl vyhovovat, protože nezaručoval stejné nároky a postupy u výkonů sice stejných, ale prováděných na různých pracovištích. Proto bylo v roce 1996 rozhodnuto budovat jednotný systém managementu kvality, který postupně nahradil dosud izolované systémy vnitřních organizačních jednotek. Vzhledem k šíři náplně práce institutu musí být prokazování způsobilosti založeno pro různé typy práce a organizačních jednotek na různých kritériích. Přesto se podařilo vybudovat konzistentní systém a úspěšně jej obhájit.

Pro všechny prováděné kalibrace a zkoušky má ČMI zaveden jednotný systém managementu kvality, který splňuje požadavky normy ČSN EN ISO/IEC 17 025. Tento systém

managementu kvality je dokumentován v příručce jakosti organizace ČMI (sjednocuje systém managementu celého ČMI a současně je příručkou jakosti pro kalibrační a zkušební laboratoř) a v příručkách jakosti speciálních vnitřních organizačních jednotek (Certifikační orgán pro certifikaci pracovníků, Certifikační orgán pro měřidla, atd.).

Způsobnost **laboratoří průmyslové a legální metrologie** ČMI (kalibrační i zkušební laboratoře) byla prověřena **akreditací** podle normy ČSN EN ISO/IEC 17025:2005 a je dokladována úspěšnou účastí v mezilaboratorních porovnáních.

Další pracoviště ČMI byla posouzena nezávislými akreditačními nebo certifikačními orgány a jejich způsobilost je prokazována:

- **Certifikační orgán pro certifikaci pracovníků** (metrologů ve státní správě) podle ČSN EN ISO/IEC 17024:2003,
- **Certifikační orgán pro měřidla** (v rozsahu stanoveném přílohou akreditačního osvědčení) podle ČSN EN 45011:1998,
- **Certifikační orgán pro certifikaci výrobků** (ČMI TESTCOM, pro certifikaci výrobků z hlediska elektromagnetické kompatibility, EMC) podle ČSN EN 45011:1998,
- **Referát MPZ** (Organizace programů zkoušení způsobilosti v oblasti metrologie) podle ČSN EN ISO/IEC 17043,
- **Oddělení výroby etalonů IIZ** (Vývoj a výroba sekundárních etalonů radionuklidů, výroba dozimetrických diod pro měření rychlosti neutronů, měření aktivity radionuklidů a zkoušení těsnosti uzavřených zářičů) podle ISO 9001:2008.

Systém managementu kvality v současné vyspělé podobě se stal nedílnou součástí života institutu a prokázal svou účelnost. Jeho zavádění bylo doprovázeno i soustavným doplňováním a zdokonalováním informačního systému institutu; vzpomeňme alespoň postupně zavedené verze stránek web, elektronicky sdílenou databázi organizace se systematickým přístupem k záznamům funkcí a jim přiřazených pracovníků, řízený oběh dokumentů, elektronický účetní systém, řízení zakázek a další moduly.

Kromě budování technické základny se institut musel přizpůsobit i novým požadavkům legislativy a mnoho se změnilo i ve **službách legální metrologie**. Příkladem je totální generační obnova vybavení ČMI pro ověřování výdejních stojanů na pohonné hmoty, a to nejen z hlediska závažnosti této problematiky (práce v prostředí se zvýšeným nebezpečím výbuchu), ale i z hlediska společenského významu správnosti měření výdejními stojany, jejich optimální



metrologické návaznosti a v neposlední řadě i výše nákladů, které ČMI do této obnovy investoval. Bylo pořízeno 12 speciálních vozidel umístěných na oblastní inspektoráty ČMI (a pracovníci všech inspektorátů toto opatření velmi ocenili a ve svých příspěvcích pro tuto publikaci se o něm obšírně zmiňovali). Vozidla disponují etalonovými měřicími sestavami moderní

konstrukce, která odstranila řadu technických a metrologických problémů dřívějšího řešení a současně umožňují efektivnější práci. Vozidla jsou vybavena veškerým potřebným zařízením pro zajištění bezpečnosti, jako je aktivní zemnicí člen, odvod par z etalonů a sběrné nádrže zakončené protizášlehouvou pojistkou apod. Bezpečnost těchto vozidel pro použití v prostředí se zvýšeným nebezpečím výbuchu je doložena certifikátem vydaným autorizovanou zkušebnou. Pozornost byla věnována i zázemí pro pracovníky ČMI při těchto metrologických výkonech.

Kromě novel zákona o metrologii je možno považovat za nejvýznamnější krok v předpisové základně pro legální metrologii zavedení evropských směrnic 2004/22/ES MID, 2009/23/ES NAWID (resp. její předchůdkyně) a směrnice 93/42/EHS MDD. Účelem těchto směrnic je uvedení měřidel jimi pokrytých na vnitřní trh EU a zajištění jejich volného pohybu po něm, až po uvedení měřidel do provozu ve kterémkoli členském státě EU, včetně použití v národně regulované oblasti, jinak řečeno odstranění potenciálních technických překážek při uvádění těchto měřidel na jednotný vnitřní trh EU a při uvádění do provozu. Filozoficky zcela nové pojetí legislativy představují tyto směrnice, pokud jde o práci s tzv. harmonizovanými normami, relativně novým je postavení tzv. notifikované osoby jako jakéhosi nezávislého kvalifikovaného schvalovatele typů měřidel a exemplářů měřidel; směrnice znamenaly v metrologii i relativně nové pojetí pozice výrobce měřidel. S cílem předcházení vzniku technických překážek obchodu souvisí i zapojení se do notifikačního procesu návrhů národních regulačních právně závazných předpisů před jejich přijetím členským státem.

V zájmu ochrany stran zainteresovaných na měření před důsledky nesprávného měření byla ve filozofii české právní úpravy metrologie zařazena i oblast poctivého hotově baleného zboží (HBZ). Založena je na směrnicích 75/106/EHS, 76/211/EHS a 80/232/EHS, které byly do české právní úpravy zavedeny zákonem č. 119/2000 Sb. jako reflexe těchto směrnic při implementaci evropského práva do národní právní úpravy ČR. V české právní úpravě je speciálním právním předpisem pro oblast HBZ v současnosti vyhláška č. 328/2000 Sb., v platném znění. V souvislosti se zavedením metrologických kontrol HBZ v ČR vyřešil úspěšně ČMI nejen úkol vypracování vlastních detailních metodik a postupů provádění kontrol včetně měření množství zboží v balení, ale vybavil i šest ze svých regionálních pracovišť kompletním technickým vybavením pro stanovování objemu, hmotnosti, hustoty a dalších parametrů zboží a obalů potřebných k provedení metrologických kontrol HBZ a lahví.

ČMI je v současné době personálně a technicky připraven provádět metrologické kontroly HBZ zcela obecně, a to nejen HBZ balené v jednotkách hmotnosti či objemu, ale i délky, plochy či počtu kusů, jak prakticky prokázal v rámci spolupráce na projektech ČOI zaměřených na kontrolu množství zboží v balených HBZ symbolem „e“ neoznačených.

Významným aspektem „cejchovní služby“, tedy ověřování stanovených měřidel, byly vždy ověřovací značky a bylo by zajímavé zaznamenat jejich vývoj i v tomto krátkém historickém přehledu. Rozsah publikace to ale nedovoluje a proto jen ukážka starších značek (podle Věstníku ÚNM z roku 1961) a pro porovnání současná značka (podle vyhlášky č. 262/2000 Sb.), v reálném provedení na červeném podkladu.



Poznamenejme, že v roce 1961 se ve Věstníku Úřadu pro normalizaci uvádí obvodní zkušebny s identifikačními čísly, uváděnými v ověřovací značce: 1 – Praha, 2 – České Budějovice, 3 – Plzeň, 4 – Liberec, 5 – Pardubice, 6 – Brno, 7 – Olomouc.

V roce 1993 vzniklo také logo Českého metrologického institutu, používané dodnes. I logo se ale přizpůsobuje vývoji a v roce 2013 se začíná používat nová verze, zachovávající ovšem kontinuitu podstatných znaků. Toto nové logo v provedení bez názvu institutu je použito i v této publikaci. Původní logo, užívané od roku 1993, je na připojeném obrázku.



Připomeňme si ještě v chronologickém řazení některé důležité okamžiky v rozvoji Českého metrologického institutu:

- 1993 Zákon č. 20/1993 Sb. ČNR o zabezpečení výkonu státní správy v oblasti technické normalizace, metrologie a zkušebnictví.
- 1993 Zřízení Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.
- 1993 Zřízení Český metrologický institut (ČMI).
- 1995 Zřízení úsek fundamentální metrologie, probíhá obnova a rozšíření soustavy českých státních etalonů.
- 1996 ČMI přijat za přidruženého člena EUROMET, za člena v roce 1997, nyní EURAMET e. V.
- 1996 Zahájení výstavby systému jakosti ČMI podle ČSN ISO řady 9000 a ČSN EN řady 45000, zavedení řízené dokumentace.
- 1997 1. vydání příručky jakosti ČMI a další řízené dokumentace SJ + vnitřního kontrolního systému, od tohoto roku postupně akreditace laboratoří průmyslové a legální metrologie a certifikace výroby RM na IIZ, do roku 1999 systém managementu kvality v podstatě dobudován.
- 1999 Začátek budování informačního systému metrologie ČR a elektronizace agend.
- 1999 Podepsáno Ujednání o vzájemném uznávání státních etalonů a certifikátů, vydávaných národními metrologickými instituty.
- 2000 Schválení koncepce rozvoje do roku 2008.
- 2000 Dobudování systému jakosti a certifikace podle ČSN ISO 9001 mezinárodně uznávaným certifikačním orgánem pro certifikaci SJ.
- 2000 Po r. 2000 aktivní role v EUROMETu, postupně účast na projektech MERA, iMERA a EMRP (European Metrology Research Programme).
- 2000 Převzetí směrnic EU starého přístupu v rámci přistoupení ČR k EU s důsledky pro vnitřní trh a činnosti ČMI.
- 2002 Posouzení a uznání systému managementu kvality ČMI mezinárodním auditem v rámci pracovní skupiny EUROMET QS FORUM (nyní Technická komise pro jakost EURAMETu (EURAMET TC-Q)).
- 2002 Legislativní změna – odstranění limit mezd a počtu zaměstnanců.
- 2002 Již druhá verze webové stránky ČMI, rozvoj informačního systému potom už je stálý, vede k zavedení elektronického ekonomického systému, řízeného oběhu dokumentů, řízení zakázek – proces pokračuje.
- 2002 Katastrofální povodně, zničení laboratoří LPM, začátek obnovy a rekonstrukce.
- 2003 Zaveden účinný motivační systém různých odměn.
- 2004 Schválení koncepce rozvoje na léta 2005 až 2010.
- 2004 V rámci ČMI ustavena notifikovaná osoba (NB č. 1383) pro posuzování shody u metrologických směrnic EU (NAWI, MID).
- 2006 Akreditace ČMI jako organizátora mezilaboratorního porovnání zkoušek.
- 2006 Přechod z akreditací na jednotlivé inspektoráty na jednotnou kalibrační a zkušební laboratoř (78 kalibračních a 7 zkušebních postupů), spuštění nové verze Řízeného

- oběhu dokumentů, vznik jedné „centrální příručky jakosti“ pro zkušební a kalibrační laboratoře, sjednocení dokumentů na ni navazujících a sjednocení technických postupů.
- 2006 Zřízení a akreditace Certifikačního orgánu pro certifikaci výrobků (měřidel) a Certifikačního orgánu pro systémy managementu (výrobci měřidel), autorizace a notifikace ČMI pro směrnice NAWI a MID.
- 2008 Začlenění části organizace TESTCCOM do ČMI, nyní VOJ TESTCOM.
- 2010 Dokončena přístavba nových laboratoří OI Praha a laboratoří OI Brno.
- 2011 Přijetí koncepce na léta 2012 – 2016.

Významné kroky v rozvoji institutu představují také akce obnovy, rekonstrukce a doplňování staveb, laboratorních prostor a přístrojového vybavení. Více k tomuto tématu bude uvedeno v kapitolách, věnovaných jednotlivým pracovištím institutu.

OBLASTNÍ INSPEKTORÁT V PRAZE

Oblastní inspektorát v Praze měl již v době cejchovních úřadů značnou váhu vzhledem k umístění v metropoli a k velkému území působnosti s velkou populací a tedy s velkým objemem obchodu a následně také ověřovaných měřidel. Kromě samotné cejchovní služby vykonával také funkce Inspektorátu pro věci cejchovní, zajišťoval metrologický dozor i výchovu nových pracovníků. Opravdu těžkými podmínkami inspektorát prošel počínaje koncem sedmdesátých let minulého století a konče zhruba rokem 1994. V této době se laboratoře inspektorátu postupně stěhovaly, se všemi negativními průvodními jevy, ze sídla v ulici V Celnici č. 5/1027 (muselo být uvolněno kvůli stavbě metra a asanaci území) do provizorní (nebylo známo, na jak dlouhou dobu provizorní) budovy na Betlémském náměstí. Tato budova byla silně zdevastovaná a do podoby, kdy zde bylo možné umístit laboratoře, musela být uvedena rekonstrukcí, často vlastními silami zaměstnanců. V této budově bylo sídlo inspektorátu od roku 1980 do r. 1994.



Obrázek z prvního zmíněného stěhování dokumentuje dobře atmosféru doby a podmínky práce.

Druhý obrázek charakterizuje vnější stav budovy na Betlémském náměstí, mimochodem už po částečné rekonstrukci. Tento stav přetrvával potom až do devadesátých let. Bylo to sice

místo poetické, v centru prastaré historické části města, ale pro laboratoře zcela nevhodné. Změna nastala až po roce 1989 a zejména v době vzniku ČMI. Inspektorát se sice opět stěhoval, tentokrát už ale do perspektivních prostor v Hostivaři (stěhování bylo skončeno v roce 1994).



(o vybavení a činnostech níže) je dokladem ohromného rozvoje celého institutu v posledních dvaceti letech.

Z původního stavu se opláštění budovy (včetně výměny oken) změnilo v roce 2003 k nepoznání, v roce 2010 potom byla dokončena výstavba nové paralelní budovy s laboratorními prostory, včetně laboratoří umístěných pod úrovní terénu.

Poznamenejme, že i pracovníci úseku fundamentální metrologie prošli obdobnou anabází, ovšem nesrovnatelně snazší; nároky na kancelářské prostory lze uspokojit leckde. Úsek se stěhoval z budovy ÚNMZ na Václavském náměstí na Betlémské náměstí, potom do Hybernské, potom na Smíchov do Botaniky a až nyní (2008–2013) zakotvil v Hvoždanské.

Pražský oblastní inspektorát se v roce 1994 přestěhoval do budovy v Radiové, která byla původně v majetku federálního ministerstva financí a to ji nadále nepotřebovalo (působily zde i peripetie dělení majetku mezi ČR a SR). Značné úsilí si potom, zejména při přípravě rekonstrukce, vyžádalo rozpletení vlastnických nároků k parcelám, na kterých jsou budovy a zřízení inspektorátu umístěny. Vývoj Oblastního inspektorátu v Praze



V legální metrologii byly aktivity inspektorátu rozšířeny podle potřeb a vývoje legislativy, takže inspektorát pokrývá nyní všechny obory stanovených měřidel a hotově baleného zboží. Zásadně bylo obměněno například vybavení pro metrologii hmotnosti. Do nové podoby byla rekonstruována laboratoř, která je nyní špičková a disponuje nejpresnějšími váhami Mettler (pořízeno v rámci švýcarské pomoci); laboratoř může pracovat v rozsahu 1 mg až 20 kg s nejpresnějšími závažími v oboru sekundární metrologie.

Také **kalibrační služby** na sekundární úrovni byly za posledních dvacet let podstatně rozšířeny. Tak například laboratoř měřících transformátorů a dalších měřidel vysokého napětí a proudů a elektrické práce (elektroměry) prošla od roku 1977, kdy se metrologické výkony prováděly v prostorách na Betlémském náměstí, velkým vývojem. Velký problém v té době se týkal zejména dopravy měřidel zákazníků do vlastní laboratoře, protože vstup do laboratoře měl nástrahy v podobě složitého zaparkování na ulici, vydláždění „kočičími hlavami“ v průchodu do budovy a i několika schodů uvnitř. S měřidly vážícími někdy i více než 100 kg byla situace nadmíru složitá. Po přestěhování do Radiové ulice, kdy nové prostory byly upraveny „na míru“, je už příjem měřidel bezproblémový. Po roce 1994 rozvoj podpořilo vybavení novými měřicími přístroji v rámci projektu finanční pomoci Švýcarska G24. Toto nové vybavení se týkalo nejen ověřování měřících transformátorů, ale následně i laboratoře pro ověřování elektroměrů. V současné době laboratoř ověřuje (kalibruje) měřící transformátory



Pracoviště ověřování elektroměrů

proudu a napětí prakticky ve všech požadovaných rozsazích až do 100 kV a 5 000 A. Tato oblast je i plně pokryta akreditací.

V oblasti vysokého napětí se jedná o kalibraci velkého množství druhů kilovoltmetrů, VN sond, zdrojů, testerů a podobných měřidel. Oblast elektrické práce se zabývá zejména kalibrací etalonů, ale i ověřováním a kalibrací jednotlivých kusů elektroměrů.

V neregulované sféře působí také **odd. ss a stř. elektrických veličin**, orientované na kalibraci etalonů a pracovních

měřidel. Činnost tohoto střediska je, stejně jako u mnoha dalších, v přímém konkurenčním střetu s řadou kalibračních laboratoří. Služby a rozsah akreditace byly a jsou postupně rozšiřovány v návaznosti na požadavky zákazníků. Kalibrace jsou zčásti automatizovány pomocí programů Portocal, MTS a Metcal a automatizace se též postupně rozšiřuje. Kalibrují se voltmetry, ampérmetry, klešťové ampérmetry, ohmmetry, odporové můstky, wattmetry, multi-metry a kalibrátory napětí, proudu, odporu, kapacity, výkonu a frekvence, zkoušečky a detektory stejnosměrného napětí, stejnosměrné napěťové děliče, předřadné odpory, zdroje napětí a proudu, odporové dekády, etalony odporu, proudové bočníky, elektrické simulátory a měřidla termočlánků a odporových teploměrů, měřidla RLC, elektrické revizní přístroje, měřiče izolačního, přechodového a zemního odporu, měřidla odporu ochranného vodiče, měřidla unikajících proudů, měřidla dotykových proudů a napětí, měřidla vypínacích časů a vybavovacích proudů chráničů, měřiče a analyzátory nelineárního zkreslení, elektrické části pH-metrů, osciloskopy a další.

Kalibrační služby a ověřování měřidel zajišťují ovšem na OI Praha i další střediska (oddělení primární etalonáže), která se zabývají i vývojem a uchováváním státních etalonů a výzkumem.

Jak už bylo uvedeno v úvodní stati, bylo nutné, aby laboratoře, zabývající se dříve kalibrací a ověřováním měřidel, převzaly i úlohy **fundamentální metrologie**. Oblastní inspektorát Praha měl na základě výchozích podmínek předpoklady k této činnosti v oborech ss elektrického odporu, teploty a po převzetí laboratoře mikrovlnné techniky i elektrických veličin velmi vysokých kmitočtů. Je pověřen uchováváním státních etalonů (stav 2013):

- VF výkonu,
- činitele odrazu a přenosu,
- intenzity elektromagnetického pole,
- teploty v rozsahu od 196 °C do 1084,62 °C a
- ss elektrického odporu na bázi kvantového Hallova jevu.

Všimněme si postupně rozvoje jednotlivých oddělení.

V **oddělení primární metrologie ss elektrického odporu** začala v roce 1993 nová etapa budování základů primární metrologie ss elektrického odporu v České republice. Po rozdělení federativní republiky zůstalo v podstatě veškeré etalonové zařízení v nynějším SMÚ Bratislava. První dílčí etapa zahrnovala výzkumné práce na třech primárních etalonech; jednalo se o 2 etalony jmenovité hodnoty 1 Ω a etalon jmenovité hodnoty 10 k Ω . První dílčí etapa vyvrcholila vyhlášením výše uvedených etalonů etalony státními v roce 2000. Etalony

byly v té době navazovány v BIPM. Druhá etapa se již týká prací s etalonáží na bázi kvantového Hallova jevu, zahrnuje teoretické a experimentální práce provedené od roku 2003 po předání kvantové laboratoře do experimentálního provozu výrobcem kvantového měřicího systému firmou CRYOGENIC Ltd. Postupně budování kvantové laboratoře bylo zahájeno již r. 1999 po dodání měřicího systému QHR 2010 a dalšího příslušenství v několika následných etapách. Po mnoha opravách v ČMI a na pracovišti dodavatele, včetně řady neúspěšných testovacích měření a experimentů, se podařilo realizovat první vyhovující experiment až v červnu r. 2003.

Základním podkladem pro vyhlášení etalonu odporu na bázi KJH etalonem státním byla jeho dokumentace zpracovaná na základě teoretické a experimentální práce v letech 2003 až 2008 a etalon byl za státní vyhlášen v listopadu r. 2008. V současné době působí laboratoř již v nových prostorách s mnohem lepšími podmínkami, srovnatelnými se světovou úrovní.

Dosažené vynikající výsledky jsou doloženy úspěšnou účastí na klíčovém porovnání i bilaterálních porovnáních, zejména v letech 2004 až 2008. Nové prostory se stíněnými laboratořemi jistě přispějí k dalšímu pokroku.



Na ilustrační fotografii je heliový kryostat s kapalným ^4He ve kterém je umístěn kryogenní proudový komparátor a jednotka s veškerou elektronikou kvantového měřicího systému QHR 2010.

Druhý snímek ukazuje transportní heliovou nádobu s kapalným ^4He , za ní je kryostat se supravodivým magnetem a vnitřním kryostatem, pracujícím s ^3He a umožňujícím ochladit kvantovou polovodičovou strukturu na pracovní teplotu $T \approx 0,35 \text{ K}$.

Zcela novým oborem byla v roce 1993 pro OI Praha i pro celý institut **měření v oboru velmi vysokých frekvencí**, měření vf výkonu, činitele odrazu, imitance až do frekvence 50 GHz. Laboratoř se stala součástí ČMI právě v roce 1993 s pracovníky a se základním vybavením. Vedl ji tehdy Ing. František Hejsek. Vybavení pro tento obor se během posledních dvaceti let změnilo dříve nepředstavitelným způsobem. Brzy po vzniku nového oddělení – laboratoře mikrovlnné techniky – byla zajišťována etalonáž vf výkonu (zpočátku v pásmu kmitočtů do 18 GHz) a veličin odvozených jako je vf napětí a zeslabení. Nezbytným doplňkem bylo zavedení kalibračních služeb pro obor měření kmitočtu a časových intervalů. Postupně bylo pořízeno rozsáhlé přístrojové vybavení (například vektorový analyzátor obvodů), aby mohla být pokryta většina požadavků na metrologické výkony v oboru především ze strany tuzemských, ale i zahraničních zákazníků.

V současné době je zajištěna metrologická návaznost pro vf výkon v kmitočtovém rozsahu do 40 GHz, pro měření kmitočtu do 46 GHz, pro měření rozptylových parametrů (činitel odrazu a přenosu) do 50 GHz a pro měření intenzity elektromagnetického pole do 18 GHz.

Je možno kalibrovat širokou škálu přístrojů a zařízení jako jsou např. měřiče vf výkonu, vf voltmetry, spektrální analyzátory, měřicí přijímače, analyzátory obvodů, čítače, signální generátory, osciloskopy, testery stanic GSM, sondy, pasivní prvky atd. Vedle kalibrací pro zákazníky laboratoř působí také v oblasti fundamentální metrologie, ve svém oboru uchovává tři státní etalony a podílí se na mezinárodních výzkumných projektech.

V poslední době získala laboratoř mikrovlnné techniky při dostavbě OI Praha perfektní stíněné komory i bezodrazovou komoru, umožňující provádět kalibrace sond pro měření intenzity elektromagnetického pole a trychtýřových antén v kmitočtovém pásmu do 18 GHz s možností rozšíření až do 60 GHz. Tím vším se dosavadní rozvoj oboru završil a možnosti labora-



Část nové laboratoře mikrovlnných měření

toře se proti stavu z roku 1993 rozšířily tak, že dnes patří do zcela jiné, vyšší ligy.

Reflexí vývoje komunikační techniky je přechod k digitálním modulacím a přenosům. Laboratoř je zapojena v několika výzkumných projektech programu EMRP, například projektu ULTRAFast, zaměřeného na metrologii pro velmi rychlou elektroniku a vysokorychlostní komunikace. Nové výzvy se týkají přesného měření amplitudy a fáze, zvláště u impulsních 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 - tuto část zajišťuje ČMI.

Jiným zajímavým projektem je budování metrologické návaznosti pro zdroje a detektory záření v submilimetrové a THz kmitočtové oblasti, užívané například pro osobní tělesné skenery a zobrazovací systémy pro bezpečnostní aplikace. Úkolem ČMI je charakterizace spektrometrů založených na principu vektorového analyzátoru obvodů a analýza nejistot.

Dnešní **oddělení primární metrologie tepelně-technických veličin** pracovalo v roce 1993 jako klasická kalibrační laboratoř s hlavní náplní práce v oblasti ověřování a kalibrace snímačů teploty. Po rozhodnutí o vybudování primární laboratoře bylo pořízeno moderní přístrojové vybavení a proběhlo velké množství experimentálních prací. Poměrně pozdě, po základním metrologickém zhodnocení a klíčovém mezinárodním porovnání, byl v roce 2003 vyhlášen státní etalon teploty (v rozsahu od -38 °C do +419 °C), v roce 2011 byl rozsah teplot rozšířen od -196 °C do + 1084 °C.

Bouřlivá modernizace průmyslu a personální posílení laboratoří (rozdělených na primární a sekundární) umožnily vybudování a koupi moderních měřících přístrojů a zavedení celé řady nových oborů, i těch souvisejících s tepelně – technickými vlastnostmi materiálů. ČMI se v tomto oboru stalo dobře etablovaným partnerem v různých oblastech průmyslu, jako např. automobilovém, petrochemickém a leteckém.

Samostatnou oblastí je bezkontaktní měření teploty; ta prošla v uplynulých desetiletích výrazným pokrokem, kdy jsou jasové pyrometry nahrazovány měřidly modernějšími a pro lidské oko příjemnějšími. Na základě těchto skutečností proběhla v uplynulých pěti letech modernizace a rozšíření laboratoře pro bezkontaktní měření teploty. V současné době laboratoř pokrývá pro kalibrace bezkontaktních teploměrů rozsah teplot od (-30 do 1700) °C. Dále laboratoř poskytuje kalibrační služby v oblasti kalibrací černých těles a termokamer. Laboratoř se věnuje i výzkumné činnosti, např. měřením spojeným s určováním emisivity povrchu různých materiálů, popřípadě přípravě vlastních pyrometrických pevných bodů (včetně eutektik). Vyhlášení státního etalonu v tomto oboru je plánováno na roky 2014/2015.

Od roku 2010 je budován nový obor – vlhkost energetických plynů za zvýšeného tlaku. V současné době je již primární etalon vybudován a připravuje se k vyhlášení státním etalonem (ve spolupráci s primárním etalonem vlhkosti vzduchu za atmosférického tlaku v brněnské laboratoři teploty a vlhkosti). Zařízení je využíváno ke kalibracím rosnobodových vlhkoměrů hlavně v přepravní soustavě zemního plynu. Intenzivní úsilí se věnuje měření termálních vlastností materiálů. Součástí laboratoře je zcela nové vybavení (guarded hot plate a diferenciální kalorimetr), které je budováno v rámci projektu EMRP.

Bohatá je výzkumná činnost oddělení, jak pro vlastní úkoly, tak v rámci evropských projektů EMRP (laboratoř je zapojena v devíti z nich!). Jediné možnosti spolupráce mezi různými evropskými metrologickými instituty při řešení netriviálních problémů současné metrologie garantují další rozvoj. Témata jsou zaměřena na zkoušky vibrační odolnosti odporových teploměrů (možnost metrologicky popsat chování při aplikacích v náročných provozech tepelných elektráren), na dlouhodobé a krátkodobé testy termoelektrických článků při jejich expozici ve vysokých teplotách a získání dat potřebných pro sestavení matematického modelu pro měření emisivity (zapojeni jsou i partneři z ČR, firmy ZPA Nová Paka, Vítkovice testing centre, Pemit či Safina). Další projekt se zabývá vývojem nových definičních pevných bodů, studiem vlivu nečistot v již známých a používaných bodech, nebo optimalizací kalibračních postupů pro speciální typy teploměrů.

Mohli bychom takto pokračovat k dalším tématům až po sběr historických záznamů teploty vzduchu, stanovení nejistot a vývoj programového vybavení umožňujícího rekalkulaci historických dat na současnou teplotní stupnici (data poskytl Český hydrometeorologický ústav).

Dalším zcela nově zavedeným oborem na OI Praha je analýza plyných směsí včetně vlastní gravimetrické přípravy referenčních materiálů (plynných směsí). Touto činností se zabývá **oddělení primární metrologie plyných směsí a certifikace referenčních materiálů**. V oblasti regulované sféry se oddělení zabývá *analýzátory alkoholu v dechu a procesními plynovými chromatografy pro stanovení energetické hodnoty zemního plynu*, které jsou zařazeny dle zákona 505/1990 do kategorie pracovních měřidel stanovených. V roce 2013 bylo úspěšně automatizováno ověřování analýzátorů alkoholu v dechu.



Část pracoviště plyných směsí

Oddělení je akreditováno Českým institutem pro akreditaci, o.p.s. jako kalibrační laboratoř pro analýzátory alkoholu v dechu (pracovní měřidla nestanovená) a také jako zkušební laboratoř pro odběr a analýzu vzorků CNG (zemní plyn pro pohon motorových vozidel). Nedávno bylo vybudováno pracoviště pro gravimetrickou přípravu plyných směsí (referenčních materiálů). Vlastní příprava/výroba plyných směsí je důležitá z hlediska nezávislosti na komerčních subjektech, dále dává možnost realizovat MPZ v oblasti plyných směsí přípravou vlastních RM o daném chemickém složení.

V podstatě lze připravit jakoukoliv plynou směs dle požadavků zákazníka, samozřejmě s ohledem na bezpečnost a stabilitu připravované plyné směsi.

Pražský oblastní inspektorát je co do počtu pracovníků druhou největší vnitřní organizační jednotkou ČMI a svými výkony slouží velké sídelní a průmyslové aglomeraci. Jeho nevídaný rozvoj v posledních dvaceti letech, popsany (byť kuse a jistě neúplně) v této kapitole, významu pracoviště odpovídá vynaložené úsilí a prostředky se jistě v budoucnu dobře zúročí.

OBLASTNÍ INSPEKTORÁT V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Vývoj oblastního inspektorátu v Českých Budějovicích navazuje na poměrně složitou historii cejchovní služby tak, jak byla popsána v úvodu. Ve starší době sloužily cejchovní službě prostory v budově, postavené v letech 1909–1910 v ulici J. Š. Baara (č.p. 11), kde jí byly vyhrazeny prostory zvýšeného přízemí. Tento stav vydržel až do roku 1959 (to už bylo pracoviště Obvodní zkušebnou měř a vah), kdy bylo třeba pořídit garážové prostory pro vozidlo „těžké“ ambulance pro zkoušení mostových vah. K tomu byl zahájen výkup pozemků v plánované průmyslové části Českých Budějovic, v té době označovaných jako „pozemky u kafilérie“; výstavba garáží se realizovala v letech 1961 až 1964. Předpokládaná rekonstrukce objektu Úřadu pro normalizaci, obvodní zkušebny měř a vah pro Jihočeský kraj v Baarově ulici se neuskutečnila.

Protože měla být asanována část města včetně ulice J. Š. Baara, bylo v letech 1970–1972 rozhodnuto o přestavbě objektu garáží „u kafilérie“ tak, že část byla přestavěna na administrativní prostory a laboratoře a v roce 1972 se již Krajské oddělení Úřadu pro normalizaci a měření přestěhovalo do nových prostor na nynějším místě, v ulici U Sirkárny. Ještě před vznikem ČMI byl objekt rozšířen přístavbou administrativní budovy (1985) a v této podobě byl v roce 1993 převeden do majetku Českého metrologického institutu. Stavební vývoj pracoviště byl do dnešní doby završen přístavbou 2 garáží pro parkování osobních vozidel (2004) a v letech 2008 až 2012 proběhly rekonstrukce vjezdové brány, oplocení, střechy, oken a zateplení obvodového pláště. Budova tak získala novou kvalitu a vzhled.

V roce 1993 obsluhoval oblastní inspektorát České Budějovice okresy v současném Jihočeském kraji a také okr. Pelhřimov. Měl 12 zaměstnanců a zabýval se šesti obory měření – zejména ověřováním stanovených měřidel hmotnosti, délky, objemu, průtoku, času a tlaku. Byl vybaven jedním osobním vozidlem, dodávkou a těžkou ambulancí Tatra 815. V současné době je inspektorát vybaven třemi osobními vozidly, dodávkou a speciálním vozidlem pro ověřování výdejních stojanů PHM, stejně jako ostatní oblastní inspektoráty.



Nyní (2013) vykonává Oblastní inspektorát v Českých Budějovicích činnosti pouze na území Jihočeského kraje; má 8 zaměstnanců a zabývá se následujícími měřeními:

- Ověřování a kalibrace závaží a vah s automatickou i neautomatickou činností všech rozsahů vážení, ověřování obilních zkoušečů.
- Ověřování a kalibrace stacionárních nádrží včetně chladicích nádrží na mléko.
- Ověřování výdejních stojanů na pohonné hmoty a měřidel protečeného množství zkapalněných plynů (LPG).

- Ověřování kontrolních lihových měřidel.
- Ověřování délkových měřidel na střížní zboží a měřících zařízení pro měření délky navínutelných materiálů.
- Ověřování měřicích sestav taxametrů a vozidel taxislužby.
- Ověřování rtuťových a deformačních tonometrů.
- Ověřování měřidel tlaku v pneumatikách silničních motorových vozidel.
- Kalibrace měřidel časového intervalu (stopky mechanických a digitálních).
- Metrologické kontroly hotově baleného zboží.
- Posuzování systémů jakosti autorizovaných metrologických středisek (ředitelka inspektorátu působí jako vedoucí posuzovatel oddělení 0319 s celorepublikovou působností).

Od roku 2001 realizuje OI metrologické kontroly hotově baleného zboží u 13 výrobců potravin a průmyslového zboží působících v regionu Jižních Čech. Disponuje technickým vybavením pro realizaci hmotnostních kontrol hotově balených výrobků



Na fotografii je základní vybavení pro metrologické kontroly HBZ – váha komunikující se speciálním SW.

včetně vybavení potřebného pro stanovení hustoty produktů, jsou-li jmenovitá množství hotových balení vyjadřována v jednotkách objemu. V roce 2010 se inspektorát zúčastnil projektu konaného ve spolupráci ČMI, ČOI a Sdružení českých spotřebitelů, který byl zaměřen na zjištění skutečných obsahů v hotových baleních průmyslových výrobků (prostředků bytové kosmetiky, pracích prášků, gelů, barev, potravinářských fólií a toaletních papírů). Cílem projektu bylo porovnat správnost různých způsobů balení výrobků a vyjadřování skutečného množství na obalech. Spolupráce s ČOI pokračuje i nadále v případech řešení stížností spotřebitelů na obsah výrobků v hotových baleních (např. plnost vteřinových lepidel). V současné době (2013) adaptuje pracoviště vhodné laboratorní prostory pro rozšíření těchto činností.

V roce 1993 se na OI ČB kalibrovaly (tehdy ověřovaly) pouze mechanické stopky. Od roku 2008 se provádí také kalibrace stopek elektronických s displejem LCD. Principem zkoušky je



Na snímku je Sestava zařízení pro kalibraci digitálních stopek.

zde měření kmitočtu signálu kapacitně snímaného z displeje a výsledkem je stanovení relativní chyby kmitočtu vnitřní časové základny kalibrovaného měřidla. Etalonem je zde čítač Tesla BM 642 C navázaný na OI Brno. Snímání kmitočtu se provádí zařízením na kalibraci elektronických stopek s LCD ESW2000, MTT Bratislava.

Rozvoj vybavení inspektorátu za posledních dvacet let ukazuje v několika příkladech porovnání stavu v roce 1993 a stavu v roce 2013.

1993



Etalonová závaží III. řádu 1993

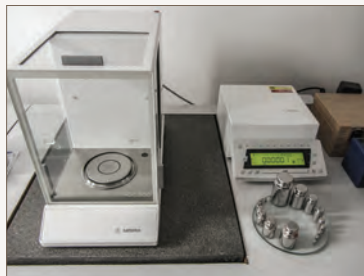
2013



Etalonová závaží tř. F2 2013



Etalonové váhy II. řádu 1993



Etalonové váhy II. řádu 2013



Etalon objemu 20 l 1993



Etalonové objemové průtočné měřidlo 2013



Skleněná etalonová nádoba na zkoušení výdejních stojanů PHM 1993



Sestava odměrných etalonových nádob na zkoušení výdejních stojanů PHM ve speciálním vozidle 2013

Oblastní inspektorát České Budějovice je součástí akreditované kalibrační laboratoře ČMI. Vysoký standard realizovaných činností v legální a průmyslové metrologii si pracoviště udržuje také pravidelnou účastí v programech mezilaboratorního porovnávání zkoušek. Od roku 2000 proběhlo 15 porovnání v různých oborech měření, vždy s kladným výsledkem. Snahou inspektorátu je neustále reagovat na změny potřeb odehrávající se ve společnosti v oblasti metrologie. Součástí toho je nejenom udržování vysoké úrovně poskytovaných služeb zajištěných nákupem nového technického zařízení v laboratořích, ale také proškolení a zvyšování odborné kvalifikace zaměstnanců.

OBLASTNÍ INSPEKTORÁT V PLZNI

Plzeň je přirozenou metropolí západních Čech a úřady, zabývající se měřením jsou zde od nepaměti. Na historické fotografii je „Městský úřad k vážení a měření“ před rokem 1905.

Historie pracoviště je natolik zajímavá (a v mnohém obdobná historii jiných OI), že stojí za to uvést zde výňatky z práce pana K. Venkrbce z roku 2000:



Původní Cejchovní úřad, který byl v Plzni zřízen dne 29. 12. 1875, sídlil v Solní ulici. Na přelomu století musel tento dům spolu s několika dalšími ustoupit výstavbě nové budovy Poštovního úřadu. Již v roce 1905 byla pro účely úřadu zakoupena budova, ve které dnes sídlí Oblastní inspektorát Plzeň a postupně byla přizpůsobována novým požadavkům.

V letech 1963 až 1965 byly v objektu provedeny podstatné stavební rekonstrukce. Bylo přistavěno třetí podlaží-podkroví a celkově byl objekt modernizován. Bylo například zavedeno plynové etážové vytápění, zrušena cejchovna sudů (proměněna na garáž) a byly zřízeny laboratoře tlaku a hmotnosti, ovšem se starým přístrojovým vybavením. V roce 2012 proběhla úplná rekonstrukce laboratoří – stavební úpravy i vybavení laboratorním nábytkem.

Dále opět podle p. Venkrbce (ředitel OI Plzeň do r. 2001):

Cejchovní úřad měl pověření pro t. zv. „působnost obyčejnou“, tedy cejchování obchodních vah a závaží, přesných vah a závaží, měř na tekutiny, měř na sutiny, délkových měř obchodních, dále sudů, nádrží a sudoměrů. K cejchování sudů byla v objektu zřízena cejchovna, která byla zrušena až po roce 1945.

V městské plynárně byla ve dvacátých letech tohoto století zřízena cejchovna plynoměrů, kam cejchovní úředníci docházeli. V roce 1925 bylo zahájeno cejchování vodoměrů v nové zkušební stanici v Městské vodárně v Plzni.

Koncem třicátých let zřídila Západočeská elektrárenská společnost v Plzni cejchovní stanici na cejchování elektroměrů ve Cvokařské ulici. Na cejchování elektroměrů ale dojížděl cejchovní úředník z Cejchovního úřadu v Praze.

...

Po ukončení války v r. 1945 byla zahájena činnost v rozsahu předválečného stavu v původním území politických i soudních okresů. V roce 1949 bylo zrušeno t. zv. zemské zřízení, okresy politické správy i soudní správy a vznikl Plzeňský kraj a nové správní okresy Plzeň, Plasy, Rokycany, Blatná, Blatná, Horažďovice, Sušice, Klatovy, Přeštice, Domažlice, Horšovský Týn, Stod, Stříbro a Tachov. Na tomto území působily tři Cejchovní úřady a to v Plzni, Klatovech a Stříbře. Úřady v Klatovech a ve Stříbře byly zrušeny do roku 1953: tím Cejchovní úřad v Plzni převzal působnost nad celým Plzeňským krajem.

V roce 1960 byla provedena další změna ve státoprávním uspořádání a původní Plzeňský kraj se stal krajem Západočeským se sídlem v Plzni. Územně byla do tohoto kraje převedena převážná část okresů bývalého kraje Karlovarského. V té době byl v Karlových Varech rovněž Cejchovní úřad asi se čtyřmi cejchovními úředníky, který byl zrušen v roce 1962.

Pracoviště prošlo všemi změnami organizačního zařazení v orgánech státní správy jako ostatní inspektoráty, změnami územního působení a zabezpečovaných oborů, až se na rozhraní let 1992 a 1993 stalo organickou částí Českého metrologického institutu. V následujících dvaceti letech proběhla v mnoha krocích výrazná modernizace laboratoří, vybavení a pracovních postupů. Od 1. 1. 2000 bylo obnoveno (před tím zrušeno v roce 1962) detašované pracoviště v Karlových Varech-Dalovicích s působností pro ověřování základních druhů obchodních měřidel v okresech Karlovy Vary, Sokolov a Cheb.

Přístrojové vybavení je trvale obměňováno. V posledních deseti letech došlo k úplnému dovybavení výpočetní techniky a doplnění vozového parku (naposledy speciální vozidlo pro ověřování stojanů na pohonné hmoty – 2013). Tím může OI pružněji reagovat na požadavky zákazníků a zajišťovat kvalitu v oblasti metrologických výkonů.



Laboratoř hmotnosti

Zcela rekonstruována a vybavena novým zařízením byla laboratoř metrologie hmotnosti.

Oblastní inspektorát Plzeň je akreditován jako kalibrační laboratoř v oboru hmotnosti závaží a vah s automatickou i neautomatickou činností. To odpovídá rozhodující náplni práce i ve výkonech legální metrologie.

Špičkové průmyslové prostředí Plzně vedlo k tradičně silné pozici podnikových metrologických středisek a po roce 1989 ke vzniku specializovaných firem, které se zabývají

kalibrací širokého spektra měřicí techniky. Příkladem může být akreditovaná laboratoř 2246 - Výzkumný a zkušební ústav Plzeň s.r.o., zabývající se kalibrací v oboru geometrických veličin nebo akreditovaná laboratoř 2254 - ENERGIZE GROUP s.r.o., pracující v oboru kalibrace měřidel elektrických veličin, frekvence, tlaku a teploty. Kalibrační měřidel v oboru tlaku (deformační a elektromechanické tlakoměry), kalibrace měřidel v oboru teploty (skleněné, indikační a odporové teploměry) se zabývá laboratoř 2308 - GASCALIBRATION PRESSTEMP, spol. s r.o. Tyto skutečnosti, konkurenční výhody tradičních metrologických středisek a také omezené prostorové možnosti přirozeně vedou k tomu, že se činnosti inspektorátu soustředily hlavně na oblast výkonů legální metrologie. Stěžejní práce se týkají metrologie hmotnosti a ověřo-

vání čerpacích stojanů na pohonné hmoty. Zcela opuštěn byl obor metrologie tlaku, kromě ověřování měřičů tlaku v pneumatikách na čerpacích stanicích.

Současný ředitel IO Plzeň také spolupracuje s referátem posuzování způsobilosti laboratoří (útvár 319) a pro tento útvár vykonává funkci vedoucího posuzovatele, popř. odborného posuzovatele pro oblast ověřování tachografů. Tyto činnosti nejsou omezeny pouze na územní působnost OI Plzeň, ale jsou zajišťovány podle potřeby útvaru 319 na celém území ČR.

Na pracovišti OI Plzeň je věnována velká pozornost rozvoji oboru hotově baleného zboží, včetně vývoje a budování přípravků a specializovaného vybavení. V poslední době byla na základě vlastní konstrukce zbudována zařízení pro výkony metrologie hotově baleného zboží a k ověřování tonometrů.



Pracoviště metrologické kontroly hotově baleného zboží

Lze očekávat další rozvoj tohoto oboru. OI již nyní (2013) zabezpečuje kontrolu HBZ u 18 subjektů a s dalšími se vede jednání. Těmto požadavkům dobře vyhoví jednoúčelové zařízení, navržené pro efektivnější a časově výhodnější provádění kontrol. Cílem pracoviště je rozvíjet současně zabezpečované obory a zvyšovat kvalitu služeb při zachování ekonomické efektivity.

OBLASTNÍ INSPEKTORÁT V LIBERCI

Stejně jako jiné oblastní inspektoráty prošlo pracoviště peripetiemi organizačních změn, názvů a nadřízených celků (mezi jinými ÚNM, ČSMÚ) až po SMI a v roce 1993 se stalo součástí Českého metrologického institutu. V té době byla součástí OI i pobočka v Mostě, ta se však v roce 2003 stala samostatným oblastním inspektorátem pro Ústecký kraj a původní OI Liberec působí dále pro Liberecký kraj a okresy Děčín a Semily. Toto územní vymezení se samozřejmě týká především výkonů legální metrologie.

Z původního sídla v centru Liberce (Sokolovské nám.) se tehdejší Krajské oddělení ÚNM přestěhovalo v roce 1970 do budovy bývalé sodovkárny,



rekonstruované postupně od roku 1966. V následujících letech byla vybudována přístavba budovy a garáží a objekt nabyl dnešní velikosti. Tato etapa byla ukončena kolaudací v březnu 1983.

Dalším rozvojem prošly prostory OI Liberec v roce 1994, kdy byly rekonstruovány laboratoře v suterénu a přístřeží včetně klimatizace, v roce 1996 proběhla rekonstrukce topení a změna vytápění z elektrické energie na plyn. Další podstatnou rekonstrukcí byla v roce 2001 rekonstrukce budovy, výměna oken a zateplení pláště. Budova tak nabyla v podstatě dnešního zjevu. Popsaný vývoj zajistil vhodné pracovní podmínky jak z hlediska nároků na laboratorní prostředí, tak z hlediska určitého komfortu pro pracovníky.

Průmyslovému charakteru území, na kterém OI Liberec působí, odpovídal i význam metrologicky zabezpečovaných oborů mechanických veličin a délký. V současnosti (2013) pracuje inspektorát v oborech:

- délka – základ sekundární etalonáže pro celou ČR (do 300 mm),
- rovinný úhel – základ etalonáže pro celou ČR, OI uchovává státní etalon,
- trhací stroje, síla, moment síly (od r. 2002),
- hmotnost, průtok technických kapalin,
- krevní tonometry, měřiče tlaku v pneumatikách,
- tachografy,
- taxametry,
- měřičky délek navinutelných materiálů.



Z oborů, které OI dříve zabezpečoval, odpadl pouze obor areometrie, protože činnosti převzalo AMS Exatherm, Železný Brod.

Určitým mezníkem v rozvoji vybavení bylo v roce 1994 pořízení laserového interferometru NPL TESA, jako základu návaznosti sekundární metrologie délky (prostřednictvím kalibrovaných koncových měrek) v ČR i pro zahraniční zákazníky. Toto zařízení, první v bývalém socialistickém bloku, bylo teprve šestnácté na celém světě. Jeho pořízení bylo také výsledkem cílevědomé mezinárodní spolupráce a politiky vedení ČMI.

Interferometr byl potom ještě rekonstruován v roce 2009. Pracoviště je zobrazeno na fotografiích.

Oblastní inspektorát Liberec měl tradičně v ČMI nejsilnější pozici v etalonáži planárního úhlu a vývoj v tomto směru pokračuje. V roce 2006 zde byl vyhlášen státní etalon rovinného úhlu.



Státní etalon rovinného úhlu



Kalibrace libely

Odtud se odvíjí široký obor kalibrace měřidel, jako libel, autokolimátorů, úhlových měrek, dělicích hlav, dělicích stolů, goniometrů, přístrojů na kontrolu úhlových dělení, úhломěrných převodníků, polygonů, úhломěrů nebo sklonoměrů. Vybavení laboratoře tvoří mj. optický šestatřicetiboký polygon (0 až 360)°, fotoelektrický autokolimátor, generátor malých úhlů pro rozsah (0 až 200)°.

Inspektorát nabízí od začátku roku 2008 také kalibrace strojů, měřících kubický obsah dřevěných klád, s elektronickým odměřováním průměru a délky (do 20 m, průměr do 1 m). Další směry rozvoje jsou samozřejmě uchování a posílení pozice v oboru metrologie délky, nově zavedení služby metrologické kontroly hotově baleného zboží a zdokonalování ve stávajících oborech, které již mají v OI Liberec tradici – planární úhel, délka, síla a moment síly.

OBLASTNÍ INSPEKTORÁT V MOSTĚ

Pracoviště OI Most prošlo mnoha organizačními změnami v uspořádání metrologické služby, změnami působnosti a navíc i změnou sídla. Historie a důvody umístění OI v Mostě jsou spletité, stejně jako samo územní a samosprávné uspořádání České republiky. Máme totiž (v roce 2013) dvě platné soustavy krajů – územních, pocházejících v platné podobě z reorganizace v roce 1960 a samosprávných, na základě zákona č. 176/2001 Sb. Takže Severočeský kraj (s některými korekcemi) se dělí na Ústecký a Liberecký. Územní působnost oblastních inspektorátů se této situaci také přizpůsobila a je v podstatě definována podle okresů. Krajské oddělení ÚNM bylo původně v Ústí nad Labem, ale po změnách uspořádání krajů v roce 1960 bylo sídlo přesunuto z důvodu rovnoměrné dostupnosti pro Ústecký kraj do Mostu.



V roce 1993 se změnou z pobočky libereckého inspektorátu SMI stalo pracoviště v Mostě součástí Českého metrologického institutu, stále jako pobočka OI Liberec. Následně v roce 2003 se stalo samostatným oblastním inspektorátem pro Ústecký kraj se sídlem v Mostě, ulice Vladislava Vančury.

Nejprve byl inspektorát v nájmu, později byla část budovy zakoupena. V roce 2005 došlo k rozsáhlé rekonstrukci a k opravám prostor OI Most, čímž vznikly nové laboratoře, především pro jemnou hmotnost a potom v roce 2007 pro oční tonometry.

Z tradičních oborů činnosti bylo ukončeno ověřování a kalibrace obilních zkoušečů z důvodů malého zájmu zákazníků (2009). Naproti tomu byla v roce 2011 nově zahájena akreditovaná činnost v oblasti kalibrace posuvných měřitek a mikrometrů. Důležitým momentem v rozvoji služeb a vybavení bylo převzetí oční tonometrie od německého PTB v roce 2007, čímž se OI Most stal jedinečným v rámci ČMI v ověřování očních tonometrů a kalibraci etalonů potřebných pro oční tonometrii.

V současné době vykonává Oblastní inspektorát v Mostě svou činností na území Ústeckého kraje, kromě Děčína a má 6 zaměstnanců. Zabezpečované obory jsou:

- Ověřování a kalibrace vah, závaží,
- ověřování chladicích nádrží na mléko,
- ověřování výdejních stojanů na pohonné hmoty,
- kalibrace mikrometrů a posuvných měřitek (od roku 2011),
- ověřování krevních tonometrů a očních tonometrů (kontaktních a bezkontaktních),
- kalibrace etalonů pro oční tonometrii (převážně pro zákazníky z Německa), zavedeno v roce 2007, převzetím této činnosti od PTB,
- ověřování měřidel rozměrů a měřiček délek.

Inspektorát je vybaven dvěma osobními vozidly, dvěma dodávkami a speciálními vozidlem pro ověřování výdejních stojanů PHM, které znamenalo v oboru zásadní pokrok. Výsledkem systematického vývoje pracoviště je vybavení laboratořemi na potřebné úrovni a stabilizace vykonávaných služeb. Dosažený stav včetně specializovaného pracoviště metrologie očních tonometrů ukazuje několik následujících obrázků.

Inspektorát prošel v minulých letech opravdovou generační obměnou pracovníků. V současné době má 6 zaměstnanců a patří tak k menším organizačním jednotkám, to ale nic neubírá na rozsahu, důležitosti a kvalitě jeho výkonů.

Na prvním připojeném snímku je laboratoř jemné hmotnosti, zbývající tři dávají přehled o vybavení pro ověřování aplanačních a impresních tonometrů a pro kalibraci etalonů tonometrie.



Laboratoř jemné hmotnosti



Pracoviště ověřování aplanačních tonometrů



Pracoviště pro impresní tonometry



Kalibrace etalonů pro tonometrii

OBLASTNÍ INSPEKTORÁT V PARDUBICÍCH

V době vzniku ČMI v r. 1993 sídlil Oblastní inspektorát Pardubice v pronajatých prostorách Okresního soudu Pardubice v ulici Na Třísle 44. V té době pracovalo na OI Pardubice 22 pracovníků v oborech metrologie hmotnosti, průtoku kapalin jiných než voda, objemu a areometrie, průtoku plynu, tlaku, délky, vlhkosti pevných látek, síly a v oboru mechanických zkoušek materiálu.

Pronajaté laboratorní prostory umožňovaly skromnou činnost v oblasti ověřování stanovených měřidel a v té době i podnikových etalonů. Byla zde laboratoř malého objemu a areometrie, laboratoř délky pro tehdejší ověřování koncových měrek, laboratoř hmotnosti pro ověřování závaží a tlakoměrů. K tomu byly přiřazeny maličká kancelář ředitele a naopak velká kancelář techniků. Ostatní metrologické výkony byly prováděny u zákazníků a také formou „podílového ověřování“ za využití měřicích zařízení jiných organizací pracovníky ČMI. Bylo tomu tak v případě průtoku plynu – u plynoměrů a později přepočítávačů množství plynu, průtokoměrů a měřičů tepla, vlhkosti pevných látek. Taxametry byly ověřovány na pásmem vyměřené dráze na okraji města.

Krátce po vzniku ČMI započal i na OI Pardubice rozvoj a modernizace vybavení měřicími přístroji a také postupně výpočetní technikou. V pronajatých prostorách Okresního soudu nebylo možné z prostorových důvodů činnosti inspektorátu rozvíjet a rozšiřovat. Byl proto zakoupen pozemek k nové výstavbě v části Černá za Bory a hned v roce 1993 byla započata výstavba budovy s laboratorními a kancelářskými prostory. V té době musel OI opustit dosavadní pronajaté prostory a přesídlit do provizorních prostor Středního strojírenského učiliště v Černé za Bory. Za vedení tehdejšího ředitele OI Václava Štěrbý byla stavba nového inspektorátu v r. 1994 uvedena do provozu a tím byl umožněn další vývoj – vznikly moderní laboratoře s kancelářským zázemím pro



ověřování koncových měrek, jemného závaží, bubnových a laboratorních průtokoměrů, přepočítávačů množství plynu, teploměrů, deformačních tlakoměrů, měřidel malého objemu – většina z laboratoří byla vybavena moderní klimatizací a započalo se s rozsáhlejším využíváním výpočetní techniky, zpočátku s tiskem ověřovacích listů z textového editoru MAT.

Rozšířil se vozový park a s ním možnosti rozsahu a objemu metrologických výkonů prováděných u zákazníků. Postupně bylo modernizováno vybavení v oboru hmotnost – inspektorát byl vybaven např. novými sadami závaží F1, F2, E2, zatěžovacími bloky a řadou etalonových vah, etalonovou soupravou pro ověřování výdejních stojanů na pohonné hmoty a později i LPG, lázní pro ověřování teploměrů, etalony pro ověřování přepočítávačů množství plynu, souborem zařízení pro stanovení vlhkosti pevných látek – obilovin a dřeva a stanovení dal-

ších jakostních znaků obilovin – dusíkatých látek, oleje a dalších parametrů. V r. 1994 byl rozšířen obor měření vlhkosti pevných látek o ověřování a správu kalibrační sítě vlhkoměrů na obiloviny, s níž přibyli 4 noví pracovníci a pracoviště v Dobřenicích. V r. 1998 byl převzat z LPM etalon objemové hmotnosti obilí a v roce 2002 byl vyhlášen jako státní etalon.

V r. 1999 byla do OI Pardubice pro ověřování rotačních a turbínových plynoměrů zakoupena trať Sonical s rozsahem měření $(0,06 \text{ až } 1200) \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ a v r. 2003 byla do ČMI integrována laboratoř ověřování rotačních a turbínových plynoměrů, zakoupeny byly 2 zkušební tratě v rozsahu měření $(20 \text{ až } 10\,000) \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ a $(0,3 \text{ až } 1600) \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. V r. 2009 byla zřízena měřící trať pro ověřování a kalibraci membránových plynoměrů a v r. 2013 rozšířena o ověřování elektronických plynoměrů v rozsahu $(0,02 \text{ až } 16) \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.

Oddělení průtoku plynu ve své činnosti zaznamenalo výrazný pokrok vzrůstem rozsahu akreditovaných činností podle MID. Činnost vzrostla o provádění ES schválení typu a prvotního ES ověření objemových a rychlostních plynoměrů a průtokoměrů pro plyn – laboratoř je vybavena zkušebními tratěmi na dlouhodobé zkoušky rotačních, turbínových a membránových plynoměrů, klimati-zační komorou pro zkoušky v řízených teplotních a vlhkostních podmínkách pro schválení typu i při ověřování plynoměrů s teplotní kompenzací.



Státní etalon objemové hmotnosti obilí



Pracoviště ověřování plynoměrů



Státní etalon průtoku plynu EZKUM



Kalibrace mikropipet

V r. 1994 byly od Východočeských plynáren převzaty do ČMI oba státní etalony průtoku plynu a v roce 2000 byly vyhlášeny jako státní etalony EZKUM s průtokem plynu v rozsahu 4 m³/hod až 400 m³/hod na principu kubické míry a etalon EZEM s průtokem plynu v rozsahu 0,15 m³/hod až 17 m³/hod na principu ekvivalentního množství. Oblastní inspektorát Pardubice je specializován v rámci ČMI na výkony v oboru průtoku plynu, což vychází historicky ze silné tradice plynárenství v regionu.

Oddělení délky bylo rozšířeno o další klimatizované prostory a vybaveno délkoměrem a výškoměrem a činnost rozšířena o kalibraci mikrometrických a posuvných měřidel, měření přípravků a rozměrů. Laboratoř byla vybavena profilprojektorem na ověřování zkušebních a obilních sít.

Oddělení malého objemu bylo vybaveno pro kalibraci pístových měřidel a rozšířilo svou činnost o činnosti v oblasti hotově baleného zboží, aby byl pokryt zájem producentů hotově baleného zboží o možnost uvádět na výrobcích symbol „e“. Tato činnost zahrnuje prověření systému kontroly správnosti množství u žadatele a prověření dodržení dovolených odchylek obsahu hotově baleného zboží v obalu, které je prováděno ČMI pro vydání osvědčení a periodicky při opakovaných kontrolách.

Oddělení mechanických zkoušek materiálu bylo vybaveno tenzometrickými snímači tlakové a tahové síly, siloměry, zařízením pro kalibraci průtahoměrů, širokou škálou pomocných měřidel a speciálních přípravků.

V současné době je OI Pardubice třetí největší vnitřní organizační jednotkou ČMI co do počtu pracovníků. Tomu odpovídá i rozsah zajišťovaných výkonů. Pracoviště je od roku 1998 akreditovanou kalibrační laboratoří, v jednotné kalibrační laboratoři ČMI potom od roku 2006; níže jen výčet akredit. oborů, detailní metody jsou uvedeny v příloze akreditačního osvědčení, přístupné na webových stránkách institutu.

Akreditace byla podmíněna a zároveň znamenala obrovský rozvoj systému managementu kvality a společně s autorizací pro činnosti ČMI jako AO/NB v oblasti uvádění měřidel na trh spoluvytváří nové činnosti na OI Pardubice. Inspektorát je jako jediný ve ČMI akreditovaný na kalibraci nádrží, na kalibraci strojů pro mechanické zkoušky materiálu – samoustavení horní tlačné desky nebo kalibraci průtahoměrů.

V oblasti činností AO/NB se jedná o prvotní ES ověřování vah, měřiček délky a měřidel průtoku plynu a o zkoušení podle postupu A1 u výčepních a odměrných nádob.

Hlavním úkolem OI Pardubice zůstává plnění požadavků ověřování stanovených měřidel podle požadavků jejich uživatelů. V současné době je OI Pardubice vybaven a provádí ověřování měřidel

- v oboru hmotnost – ověřuje váhy s neautomatickou činností I, II, III a IIII, váhy s automatickou činností, závaží obchodní a speciální běžná, přesná a jemná v rozsahu akreditace, obilní zkoušeče,
- v oboru délka – ověřuje taxametry na etalonové trati, délková měřidla na střižní zboží a navinutelné materiály,
- v oboru objem – ověřuje stanovená měřidla v oboru objem jako laboratorní sklo, odměrné kovové nádoby, úschovné nádrže na mléko a líh, přepravní sudy a tanky, měřidla protačeného množství plynu membránová, laboratorní, rychlostní, s otáčivými písty, výdejní stojany na kapaliny jiné než voda – pohonné hmoty vč. LPG,
- v oboru chemie – ověřuje refraktometry, vlhkoměry na obiloviny,
- v oboru tlak – ověřuje měřidla tlaku v pneumatikách,
- v oboru teplota – teploměry lékařské a zvěrolékařské.

OI Pardubice byl jako jedno z prvních pracovišť vybaveno pro ověřování výdejních stojanů na PHM speciálním vozidlem. To obsahuje etalonovou měřicí sestavu, speciálně konstruovanou pro umístění v dodávkovém voze a doplněnou o všechny potřeby při ověřování – pomocná měřidla jako stopky a simulátor teploty pro ověřování VS na PHM s teplotní kompenzací, dále prvky pro PO a BOZP – zabezpečovací prvky pro zamezení vstupu cizích osob do uzavřeného prostoru při ověřování, nejiskřivé nářadí, uzemňovací člen, nehořlavé a anti-statické osobní pracovní a ochranné pomůcky, hasicí přístroj PHP, stáčecí hadice se spojkami, sběrná nádrž na měřené pohonné hmoty. Takové vybavení dovolilo zvýšit produktivitu ověřování a komfort obsluhy zařízení a především také bezpečnost práce a ochranu zdraví při práci s hořlavými a zdraví škodlivými produkty.

Nezanedbatelná je také účast na evropských vědeckých programech EMRP, kde se OI Pardubice účastní projektu EMRP SRT 23 „Metrology for moisture in materials“. Cílem projektu je vytvořit pro uživatele jednoduchý způsob kontroly přesnosti a opakovatelnosti měření vlhkosti elektronickými vlhkoměry např. při stavbě dřevostaveb nebo pokládce podlah a podlahových krytin. Oddělení termometrie bude vytvářet matematický model rozložení teploty na povrchu a uvnitř materiálů v ustálených i dynamických stavech. Dále bude zkoumat vlastnosti materiálů, jako je tepelná vodivost a to jak početně, tak experimentálně.

V současné době je připravována dostavba OI Pardubice, která umožní postupné soustředění doposud detašovaného pracoviště vlhkosti pevných látek a průtoku plynu; v první řadě zde bude instalován nový etalon průtoku plynu EZKUM. V přístavbě vznikne prostor pro rozvoj stávajících laboratoří OI Pardubice – např. měřící trať pro měřická pásma, rozšíří se možnosti kalibrace vah s vyšší váživostí atd.

OBLASTNÍ INSPEKTORÁT V BRNĚ

Pro brněnský oblastní inspektorát se v okamžiku ustavení ČMI mnoho nezměnilo, zato v následujících dvaceti letech téměř vše. Sídlem inspektorátu byla už od roku 1976 budova v Okružní ulici na Lesné, když byl předtím, coby Krajské oddělení ÚNM, umístěn v ulici Uhelná, č. 13. Stavba budovy na Lesné byla zahájena v roce 1966 a kolaudována v roce 1976. Inspektorát sdílel nové prostory od počátku s nadřízeným ředitelstvím ČMI (dříve SMI). Po roce 1993 se rozvoj ČMI odráží, stejně jako u ostatních pracovišť, i ve vývoji staveb a laboratoří. Již v roce 1994 byla dokončena nástavba druhého nadzemního podlaží v bloku ředitelství nad trafostanicí, garážemi a dílnou, potom v roce 2004 bylo dokončeno nové opláštění budovy a nástavba třetího nadzemního podlaží, kde vznikly nové laboratoře, kanceláře



a přednáškový sál, sloužící celému institutu. Oba bloky budovy dostaly také nové zastřešení.

Z původních garáží se v roce 2004 staly přestavbou laboratoře průtoku vody. Časem bylo potom dobudováno pracoviště na kalibraci hladinoměrů. V letech 2010 až 2011 proběhla přístavba západního křídla budovy, vzniklo podzemní podlaží s moderními laboratořemi a nové přízemní podlaží. Nejnovější akvizicí je nová laboratoř anemometrie (2012 až 2013), která nahradí výkony až dosud zajišťované dost problematicky v externí spolupráci.

Je zřejmé, že sídlo Oblastního inspektorátu Brno se za posledních dvacet let změnilo k nepoznání vnějším vzhledem, ale hlavně disponibilní plochou a kvalitou laboratoří. Stavební vývoj zhruba ilustrují obrázky.

Okruh výkonů OI Brno se po roce 2003 podstatně rozšířil, jak pokud se týká

druhů měřidel, tak objemu prováděných výkonů. Inspektorát převzal v souladu s koncepcí budování ČMI jako národního metrologického institutu kromě původních úloh legální metrologie a kalibrační služby i podstatnou část úloh metrologie fundamentální, včetně uchovávání skupiny státních etalonů a metrologického výzkumu. To vše se promítá i v tom, že OI Brno je co do počtu zaměstnanců největší organizační jednotkou ČMI.

V legální metrologii pokrývá inspektorát všechny druhy stanovených měřidel a metrologickou kontrolu hotově baleného zboží. Stejně jako v ostatních oblastních inspektorátech bylo zásadně modernizováno vybavení.

Provádí se ověřování a kalibrace závaží 1. až 3. třídy přesnosti a etalonových závaží I. až III. sekundárního řádu pro rozsah 1 mg až 20 kg, ověřování a kalibrace závaží 4. až 5. třídy přesnosti a etalonových závaží IV. sekundárního řádu pro rozsah 1 mg až 150 kg, kalibrace speciálních závaží v rozsahu 1 mg až 150 kg, ověřování vah s neautomatickou činností 1. až 4. třídy

přesnosti a vah s automatickou činností pro vážení materiálů pro všechny váživosti, kalibrace vah – sekundárních etalonů I. až IV. řádu pro všechny váživosti, kalibrace vah v rozsahu všech váživostí. Dále se ověřují délková měřidla na střížní zboží v rozsahu do 1000 mm a ověřují se taxametry.

V oboru průtoku kapalin zajišťuje OI Brno ověřování měřících souprav do průtoku $200 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$, ověřování měřících souprav na LPG do průtoku $200 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$, ověřování kovových odměrných nádob a ověřování měřidel tlaku v pneumatikách vozidel.

Z mechanických zkoušek se jedná o ověřování a kalibrace tvrdoměrů kovových materiálů, o ověřování zkušebních trhačích strojů a lisů a kyvadlových kladiv.

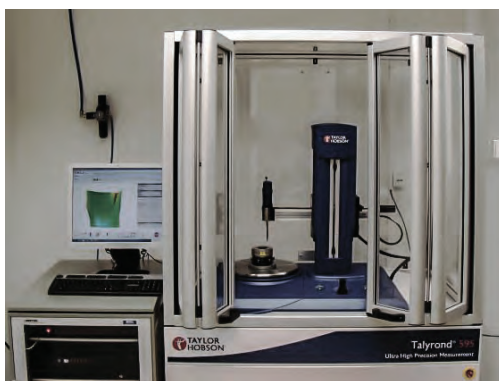
Kalibrační služby na sekundární úrovni byly za posledních dvacet let na OI Brno podstatně rozšířeny; nové obory, kterými se OI Brno zabývá, jsou například:

- Etalonáž měřidel velmi vysokého tlaku do 1 GP,
- metrologie netěsností, etalonáž velmi malých netěsností od 1g/rok,
- metrologie velmi vysokého vakua od 10^{-6} Pa ,
- nanometrologie,
- validace SW,
- anemometrie.

Kalibrací měřidel se zabývá také specializované **oddělení délky**, zajišťující kalibrace délkoměrů, měřících mikroskopů, souřadnicových měřících strojů, průměrných desek a čárkových měrek pomocí laserových interferometrů, kalibrace koncových měrek, nástavných kroužků, koncových měrek, úhelníků a průměrných válců. Oddělení délky provádí také kalibraci kruhovitosti pomocí přístroje Talyrond 3 a nejnověji od ledna 2013 měření úchylek tvaru přístrojem Talyrond 595 S.

Přístroj Talyrond 595 S je nejpřesnějším typem z nabízených přístrojů tradičního

anglického výrobce Taylor Hobson. Jeho významnými přednostmi jsou automatické středění a nivelace součásti, aktivní antivibrační základna a skříň chránící proti rušivým vlivům, vysoce přesné CNC posuvy ve vodorovné a svislé ose, které umožňují měřit přímostí ve vodorovném i svislém směru, válcovitost a komplexní rovinnost. Je zde i možnost měření drsnosti povrchu, například na vnitřní ploše kroužků. Na přístroji lze kalibrovat například: nástavné kroužky a trny, válce a písty, kroužky pro vzduchová měřidla, kvalifikační koule k 3D strojům, etalony zvětšení ke kruhoměrům, skleněné hemisféry, rovinná skla atd.



Přístroj Talyrond 595 S

Součástí OI Brno je také **oddělení akustiky**; historie jeho vzniku je spojena s vybudováním nových prostor na Lesné kolem roku 1976, kam se původní inspektorát přestěhoval. V rámci ČMI bylo v oboru akustiky prvním pracovištěm. Hlavní náplní činnosti bylo vždy ověřování hlukoměrů, pásmových filtrů, měřících mikrofonů, akustických kalibrátorů a pistonfonů. Postupem času přibývaly do portfolia i další druhy měřidel, jako hlukové expozimetry a tónové audiometry. S vývojem této měřicí techniky a nástupem výpočetní techniky v posledních

dvaceti letech se významně zvýšil podíl automatizace měření, kdy většinu typů používaných zvukoměrů je v současnosti možné ověřovat automatizovaně na systému 3630 PULSE firmy Bruel & Kjaer.

V oblasti ověřování audiometrů po zavedení poptávané možnosti provádění výkonu na místě uživatele tento způsob ověřování nad očekávání trvale výrazně převažuje nad zakázkami v laboratoři ČMI. Ověřování audiometrů a zkoušky hlukového pozadí vyšetřovacího prostoru pracoviště nabízí jako jediné v ČR.

V posledních letech byly služby oddělení rozšířeny zejména o kalibrace etalonových zařízení k ověřování tachografů. Byla tím jednak posílena kapacita pražského pracoviště ČMI již provádějícího tyto výkony a současně byla zkrácena dojezdová vzdálenost uživatelů z východní části republiky.

Oddělení metrologie **teploty a vlhkosti** má široký program kalibrace teploměrů, snímačů teploty, pyrometrů a provádí také ověřování stanovených měřidel ve svém oboru měření. Věnuje se také kalibraci všech druhů vlhkoměrů vzduchu – vyhodnocení v relativní vlhkosti a teplotě rosného bodu. V této oblasti je oddělení zdrojem návaznosti pro ostatní pracoviště v ČR. V současné době (2013) nemá Česká republika státní etalon vlhkosti. Návaznost je



Celková sestava etalonu teploty rosného bodu

zajišťována každoročně v PTB na primární etalon SRN. Vyvíjí se nový etalon, založený na generování teploty rosného bodu, umožňující nezávislou realizaci jednotky vlhkosti, s návazností teplotních měřidel na etalony primární laboratoře teploty ČMI OI Praha. Předpokládá se, že bude možné realizovat teploty rosného bodu až do +90 °C. Provoz generátoru teplot rosného bodu je potřebný pro další rozvoj metrologie vlhkosti, neboť stoupají požadavky na kalibrace rosnobodových měřidel právě v nízkých teplotních rozsazích.

Na připojeném obrázku sestavy etalonu je zleva odporový teplotní most, zrcátkový vlhkoměr a kapalinná lázeň se saturátorem.

Další střediska OI Brno se také zabývají kalibrací měřidel, ale ve svém oboru pracují také v oblasti **fundamentální metrologie**, podílejí se na výzkumných projektech a na vývoji a uchování státních etalonů. Jak již bylo řečeno, bylo po rozdělení Československa nutné řešit i problematiku nejvyšších pater metrologické návaznosti a z hlediska využití stávajících kapacit, vybavení a odborníků bylo výhodné, aby OI Brno převzal tyto úlohy v oborech (na úrovni státních nebo referenčních etalonů):

- ss a nf elektrických veličin (ss napětí, AC/DC přenos, kapacita, indukčnost, výkon a práce st proudu, st napětí a proud, imitance do 1 MHz),
- hmotnosti,
- tlaku, vakua a malého hmotnostního průtoku,
- vlhkosti vzduchu,
- průtoku, rychlosti proudění a tepla (průtok vody, průtok technických kapalin),
- fyzikální chemie (pH a elektrokonduktivita).

Oddělení **primární etalonáže elektrických veličin** provádí kalibrace etalonů a měřidel:

- etalony napětí a poměru napětí,
- AC/DC termokonvertory,
- číslicové multimetry,
- kalibrátory,
- měřiče a etalony elektrických prvků,
- RLCG mosty,
- měřiče a kalibrátory výkonu,
- etalonové elektroměry,
- měřiče fázového posuvu,
- měřiče nelineárního zkreslení a zkreslení generátorů.



Sestava státního etalonu ss napětí

Oddělení uchovává státní etalon stejnosměrného napětí, který je založen na využití Josephsonova jevu (dříve byla etalonem skupina referenčních zdrojů se Zenerovými diodami). Na základě porovnání s BIPM a předchozích porovnání i s jinými instituty byl v roce 2013 kvantový etalon ss napětí ČMI schválen a vyhlášen státním etalonem ss napětí ČR. Etalon je schopen generovat ss napětí v rozsahu od -10 V do 10 V s krokem 155 μ V a nejistotou 11 nV. Do budoucna se předpokládá vývoj kalibrace voltmetrů a nanovoltmetrů přímo pomocí kvantového etalonu napětí. Na obrázku je vidět sestava kvantového etalonu a napěťových referencí. Oddělení dále uchovává státní etalon elektrického výkonu a práce při průmyslových frekvencích a státní etalon elektrické kapacity.

Významnou složkou práce oddělení primární metrologie elektrických veličin je také výzkum v oboru, mimo jiné v rámci projektů EMRP, ve spolupráci s mnoha zahraničními i tuzemskými metrologickými, akademickými i průmyslovými subjekty. Oddělení se podílelo na řešení projektu, který se zabýval *problémy tzv. chytrých elektrických sítí*, ve kterých se měří nejen elektrický výkon, ale i další parametry. Předmětem řešení byl například vývoj metod vzdálené kalibrace tzv. chytrých měřidel a také kalibrace neinvazivních měřičů spotřeby elektrické energie v domácí síti. ČMI vytvořilo systém pro kalibraci těchto měřičů. Dalším předmětem zájmu byla kalibrace měřičů jakosti elektrické energie, kalibrace měřičů v přítomnosti vysoce rušivých zdrojů elektrické energie a modelování přenosových sítí.

Projekt *metrologie odporu na bázi kvantových jevů v grafénu* se zabývá vyvinutím účinnějších metod výroby grafénu a výzkumem kvantového Hallova jevu v grafénu. Jde o základní výzkum, protože pochopení samotného jevu a jeho teorie stále není kompletní. Cílem je vytvoření primárního etalonu odporu bez použití kapalného helia. Úkol ČMI je právě konstrukce a měření na tomto etalonu. Úkol je řešen spolu s OI Praha.

Další projekt řeší problémy spojené s *vývojem kvantových etalonů napětí v oblasti střídavého elektrického napětí*. Budou vyvinuty nové struktury a čipy vykazující Josephsonův jev. Ty budou poté použity v konstrukci primárních etalonů střídavého napětí se zvýšeným rozsahem

hem výstupního napětí a frekvence. Součástí budou techniky a algoritmy digitalizace a rekonstrukce elektrických signálů obecných průběhů s velmi malými nejistotami. ČMI se účastní při vývoji softwaru k výpočtu nejistoty obecného signálu pocházejícího z kvantového etalonu napětí nebo digitalizovaného AD převodníkem.

Oddělení spolupracuje s oddělením primární metrologie tlaku také na projektu *Nové matematické a statistické přístupy k vyhodnocení nejistot*; více o tomto projektu ve statí o metrologii tlaku.

Oddělení primární etalonáže hmotnosti se kromě údržby a uchovávání státního etalonu hmotnosti zabývá také kalibrací etalonových závaží třídy přesnosti dle OIML E1, E2, F1 v rozsahu 1 mg až 10 kg a výzkumnými pracemi.



Vakuový komparátor hmotnosti

Současným (2013) státním etalonem hmotnosti 1 kg je platino-iridiový prototyp číslo 67, dodaný BIPM v roce 1998, když předtím byla referenčním etalonem ČMI etalonová závaží z austenitické oceli o jmenovité hmotnosti 1 kg.

Vybavení oddělení primární etalonáže hmotnosti bylo kompletováno komparačními vahami AT 1006 Mettler Toledo s opakovatelností < 0.002 mg a komparačními vahami AT 10 005 Mettler Toledo s opakovatelností < 0.02 mg.

V současnosti nabývá na významu možnost měření hmotnosti v podmínkách vakua, a to z důvodu navrhovaných změn v definici kilogramu. Laboratoř primární etalonáže hmotnosti se zapojuje do celoevropského výzkumu chování závaží v nízkých tlacích či obecněji v prostředích jiných než vzduch v rámci projektů EMRP, a to mimo jiné díky vlastnictví vakuového komparátoru hmotnosti. Tento komparátor umožňuje měření standardně ve vzduchu a ve vakuu při tlaku až 10^{-4} Pa, ale byla již provedena měření například v dusíkové atmosféře. V současnosti tak lze v laboratoři měřit rozdíl skutečných hmotností závaží nebo například hustotu vzduchu a změnu hmotnosti na jednotku povrchu v důsledku sorpčních jevů probíhajících na povrchu.

V roce 1996 začala na **oddělení primární metrologie tlaku** v Brně po létech útlumu, způsobeného rozdělením federativní republiky, kdy v podstatě veškeré etalonové zařízení zůstalo v nynějším SMÚ v Bratislavě, nová etapa budování základů primární metrologie tlaku v České republice. První dílčí etapa zahrnovala výzkumné práce na třech primárních etalonech. Jednalo se o etalon přetlaku, podtlaku a absolutního tlaku v plynném médiu, etalon přetlaku v kapalném médiu a etalon malého přetlaku, podtlaku a diferenčního tlaku v plynném médiu. Tato etapa byla dokončena vyhlášením výše uvedených etalonů etalonu státními v letech 2001 až 2002.

Druhá etapa budování primární metrologie tlaku zahrnovala teoretické a experimentální práce provedené od roku 2000 na primárním etalonu vakua, primárním etalonu diferenčního tlaku za vysokého statického tlaku a primárním etalonu vysokého vakua. Kromě etalonu vysokého vakua byly již všechny tyto etalony vyhlášeny etalony státními. Etapa bude ukončena vyhlášením etalonu vysokého vakua státním etalonem, neboť všechny experimentální práce zahrnující charakterizaci etalonu včetně prokazování metrologické úrovně etalonu na bázi mezinárodních porovnání již byly ukončeny.

Již v probíhající druhé etapě byly od roku 2005 zahájeny práce na třetí a zatím závěrečné etapě zahrnující teoretické a experimentální práce na primárním etalonu vakuových netěs-

ností, primárním etalonu ultravysokého vakua a na primárním etalonu přechodové dynamické expanze. Ukončení závěrečné etapy formou vyhlášení státních etalonů se předpokládá do konce roku 2015. V případě úspěšného dokončení plánovaných prací se ČMI zařadí mezi několik málo národních metrologických institutů, jež budou mít primárními etalony zajištěnou tlakovou stupnici od 10^{-9} Pa do 10^8 Pa.



Státní etalon tlaku, podtlaku a absolutního tlaku v plynném médiu



Vývoj etalonu pro metrologii extrémního vakua (spolupráce s MFF UK)

Dosahované výsledky práce oddělení umožňují i účast ve velmi náročných výzkumných projektech v rámci EMRP, ve spolupráci s předními metrologickými institucemi.

V projektu *Metrologie vysokého tlaku pro průmyslové aplikace* (vede PTB) je cílem vyjít vstříc výrobcům i uživatelům měřidel vysokého tlaku až do 1,5 GPa. Projekt se tedy zaměří na konstrukci adekvátního primárního etalonu s rozsahem do 1,6 GPa, studium vlastností vhodných konstrukčních materiálů i tlakoměrných kapalin a v neposlední řadě i vývoj odpovídajícího transfer-etalonu. ČMI se zabývá také modelováním vysokotlakých pístových měrek pomocí metody konečných prvků.

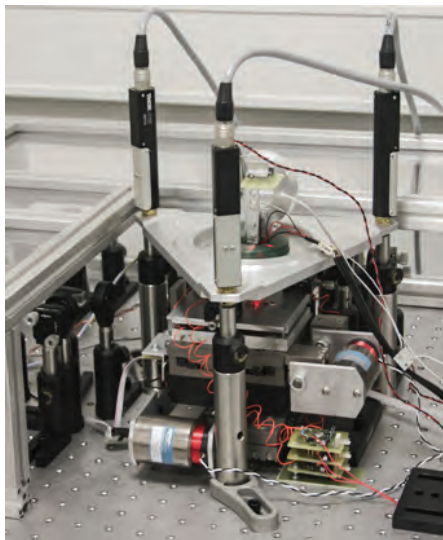
Projekt *Metrologie vakua pro výrobní prostředí* se zabývá etalonáží dynamických tlaků ve vakuu, charakterizací atmosférických i vakuových netěsností a konečně měřením parciálních tlaků a plyněním vakuových konstrukčních materiálů.

Projekt *Nové matematické a statistické přístupy k vyhodnocení nejistot*, pod vedením PTB a za účasti řady metrologických institutů a partnerů z průmyslové sféry, je zaměřen na nové obory metrologie jako je medicína, biologické a chemické analýzy, nanometrologie, nerovnovážné procesy, atd., kde nelze aplikovat zavedené postupy podle známého GUM. Základní vybrané problémy jsou regrese a inverzní problémy, výpočetně náročné systémy a konečně prokazování shody včetně rozhodovacích procesů. ČMI se účastní prací v první oblasti řešení konkrétních problémů v oboru regrese.

Oddělení nanometrologie bylo založeno v roce 2007 ve snaze uchopit nové požadavky na metrologické výkony v oblasti elektrotechnického průmyslu i přesného strojírenství. Záhy se ukázalo, že oblast nanometrologie, tj. měření různých fyzikálních veličin s prostorovým rozlišením v řádu nanometrů, je velmi rozsáhlá a zasluhuje si být podrobněji zkoumána. V souvislosti s řešením různých výzkumných projektů tak byla zakoupena nebo vznikla řada experimentálních zařízení v oboru rastrovací sondové mikroskopie, vnikacích zkoušek či optické analýzy tenkých vrstev.

V oblasti výzkumu a vývoje se oddělení zaměřuje na následující témata:

- Vývoj přístrojového vybavení pro speciální měření v oboru nanometrologie.
- Vývoj metod kvantitativní analýzy SPM technikami, zahrnující metody pro měření mechanických, elektrických, termálních, magnetických a optických vlastností.



Zařízení pro mikroskopii s velkým laterálním rozsahem

- Vývoj software pro zpracování a interpretaci SPM dat.
- Poskytování návaznosti a vytváření metod pro návaznost různých měření v nano- a mikroměřítku.

Velmi významným prvkem práce se ukázal být především vývoj softwaru a související numerické modelování, což je oblast, která se v metrologii prosazuje stále více. V současné době se oddělení nanometrologie aktivně zapojuje do řešení projektů programu EMRP, které tvoří, spolu s dalšími výzkumnými programy hlavní náplň práce. Výzkum a vývoj je doplňován kalibracemi v oboru topografie povrchů, drsnosti a tvrdosti v mikro- a nanoměřítku.

Samostatnou kapitolou práce všech oddělení primární etalonáže je účast ve výzkumných projektech EMRP. Pro oddělení nanometrologie jsou to v současnosti projekty, popsané zde jen ve zkratce.

Náročnost výzkumných projektů EMRP vysvitne i ze složení konsorcií, která je řeší. Partneři řešení jsou špičkové instituce světové úrovně, jako například NPL (UK), LNE (Francie), PTB (SRN), VSL (Nizozemsko), vědci z Aalto university (Finsko), Fraunhoferova institutu pro integrované systémy a technologie (SRN), DFM (Dánsko), MIKES (Finsko), nebo odborníci z Technické univerzity v Drážďanech, University v Helsinkách, Kings College z UK.

Projekt *Metrology for the manufacturing of thin films* řeší otázky charakterizace tenkých vrstev, s dílčími problémy, jako je 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.

ČMI se bude v rámci projektu zabývat měřením odrazivosti na velké ploše vzorku. Jedná se o metodu známou jako digitální reflektometrie, kdy ze série snímků vzorku osvětleného světlem o různých vlnových délkách lze sestavit sadu reflektometrických spekter, ze které se pak určí optické vlastnosti vzorku.

Metrology of Small Structures for the Manufacturing je zaměřen na rychlou a vysoce přesnou analýzu geometrických vlastností nanostruktur, která 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).

Metrology of electro-thermal coupling for new functional materials se týká 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 se v projektu zaměřuje na otázku měření elektromechanických vlastností v mikro- a nanoměřítku.

V projektu *Traceable measurement of mechanical properties of nano-objects* je cílem 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.

Dalšími řešenými projekty jsou *Metrology for Raman spectroscopy* (ČMI se v tomto projektu věnuje otázkám numerických výpočtů interakce světla s materiálem) a *Traceable characterisation of nanostructured device*, jehož cílem je vyvinout měření a charakterizaci s návazností fyzikálních a chemických vlastností integrovaných strukturovaných nano součástí nové generace.

Oddělení primární etalonáže průtoku kapalin, rychlosti proudění a tepla prošlo za dvacet let své historie intenzivním rozvojem, jehož dynamika ani v posledních letech nepolevuje.

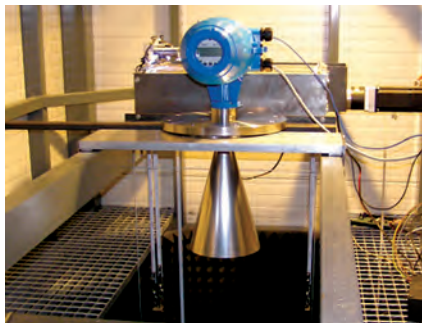
Již v roce 1993 byly prostory bývalé autodílny v budově OI Brno rekonstruovány a přeměněny v laboratoř průtoku vody. Laboratoř byla vybavena vodoměrnou tratí určenou primárně pro ověřování bytových vodoměrů do průměru DN 25. Měření bylo prováděno gravimetrickou metodou, díky čemuž mohla být stanice využívána i pro návaznost dalších měřidel používaných v ČMI. V roce 1995 byla pro účely externích kalibrací pořízena dvojice indukčních průtokoměrů o průměrech DN 25 s rozsahem průtoku od 0,2 m³/h do 15 m³/h a DN 80 s rozsahem průtoku od 5 m³/h do 100 m³/h resp. 150 m³/h. Větší z uvedených průtokoměrů je jako vysoce stabilní měřidlo dodnes používán.

V oblasti měření průtoku dále vyvstala potřeba kalibrací průtokoměrů na kapaliny jiné než voda na místě jejich instalace (například průtokoměrů na produktovodech firmy ČEPRO). Tuto potřebu vyřešil pístový etalon průtoku v mobilním provedení od výrobce Brooks, který byl uveden do provozu roku 1997. Tento objemový etalon průtoku (small volume prover) umožňuje kalibrovat průtokoměry v rozsahu průtoku od 0,4 m³/h do 400 m³/h s nejistotou typicky menší než 0,1 %.

V letech 2002 až 2003 byl zahájen provoz několika zařízení určených především pro oblast zkoušek měřidel na silničních cisternách. Jedná se o hmotnostní průtokoměr Micro Motion CMF50 určený pro měření LPG s nejistotou do 0,2 % a dále o etalon průtoku kryogenních kapalin (kapalný dusík, kyslík a argon) Hoffer s turbínovým snímačem průtoku. Nejvýznamnějším zařízením v této oblasti je mobilní sada etalonových odměrných nádob (krychloměrů) o objemech 200 dm³, 500 dm³, 1500 dm³ a 3000 dm³, vyrobená firmou Willig podle návrhu pracovníků ČMI, která je určena pro kalibrace a zkoušky silničních cisteren a výdejních lávek na pohonné hmoty s typickou nejistotou měření 0,1 % a menší.

Rok 2004 přinesl otevření dvou zcela nových laboratoří a to konkrétně laboratoře průtoku technických kapalin a laboratoře výšky hladiny. V první jmenované je provozován pístový objemový etalon průtoku od výrobce Flow Dynamic, který pokrývá rozsah průtoku od 1 dm³/min do 1000 dm³/min s nejistotou měření 0,05 %. Předností tohoto zařízení je možnost výměny kapaliny, takže měření je možné provádět pomocí kapalin s různými fyzikálně-chemickými vlastnostmi.

Zařízení pro zkoušky hladinoměrů, které se nachází v laboratoři výšky hladiny, bylo navrženo a z podstatné části také sestrojeno pracovníky oddělení průtoku. Toto zařízení umožňuje zkoušet hladinoměry (tedy měřidla výšky hladiny v nádržích) v rozsahu do 10 m s nejistotou měření 0,1 mm.



Pohled na radarový hladinoměr při kalibraci

Roku 2007 byla zařízení Brooks Compact Prover a Flow Dynamic vyhlášena skupinovým státním etalonem průtoku a protečeného množství kapalin jiných než voda.

Roky 2009 a 2010 přinesly díky dvěma novým zařízením v oblasti průtoku vody rozšíření spektra prováděných výkonů i rozsahu měření za současného zlepšení nejistoty měření. Prvním ze zmíněných zařízení je stanice pro provádění dlouhodobých zkoušek vodoměrů a měřidel tepla, popř. průtokoměrných částí měřičů tepla. Zařízení od výrobce Enbra umožňuje provádění zkoušek životnosti v průběhu schválení typu daného měřidla a to i na přehřáté vodě do teploty 130 °C.

Druhým zařízením je stanice výrobce SENSUS pro zkoušky vodoměrů a průtokoměrů vodou v rozsahu světlostí do DN32, rozsahu průtoku od 0,005 m³/h do 10 m³/h, v rozsahu

teplot od 5 °C do 90 °C a rozsahu tlaku od 0,3 bar do 16 bar s nejistotou měření 0,05 %, přičemž zkušební metoda je opět gravimetrická. Zařízení využívá měření s pevným i letmým startem, synchronizací impulsů a lze využít měření objemovou metodou, kdy jsou indukční průtokoměry navázány na hlavní etalony – váhy. Výhodou stanice je možnost nezávislé kalibrace vah pomocí integrovaných sad závaží. Navíc je stanice připravena i pro budoucí měření dvoufázového průtoku (směs voda – vzduch). Z tohoto důvodu jsou na vstupu měřící tratě instalovány 3 hmotnostní průtokoměry a přívod stlačeného vzduchu. Kalibrace jsou řízeny elektronikou, zobrazující okamžitý průtok, teplotu, tlak, aktuální frekvenci a počet impulsů. Elektronika zabezpečuje automatické řízení ventilů, výkonu čerpadla a dalších funkcí systému.



Etalonální zařízení pro realizaci jednotky průtoku a protečeného množství vody

Dále byla stávající sestava sekundárních etalonů průtoku kapalin doplněna sadou hmotnostních průtokoměrů Micro Motion pro měření v rozsahu průtoku $(0,005 - 7) \text{ m}^3/\text{h}$. Tyto etalony jsou využívány k funkčním zkouškám zařízení v působnosti akreditovaných a autorizovaných subjektů, resp. k dalším kalibracím.

V roce 2013 proběhla rekonstrukce prostor laboratoře vody. Stávající prostory byly rozšířeny a byla vybudována vzduchotechnika s klimatizací, což zabezpečuje dlouhodobou stabilitu podmínek prostředí v laboratoři. V průběhu rekonstrukce laboratoře byla modernizována stanice na dlouhodobé zkoušky. Přidáním průtokoměru o nominální světlosti DN2 byl snížen minimální průtok na $0,02 \text{ m}^3/\text{h}$. Dále byly instalovány impulsní vstupy a vstupy pro optické snímače. V rekonstruované laboratoři se také nachází nové pracoviště pro akreditovanou kalibraci měřidel obsahu vzduchu v čerstvém betonu.

I nadále probíhá v oblasti primární etalonáže průtoku kapalin a proudění stálý rozvoj, což v poslední době lze ilustrovat vývojem primárního zařízení na kalibraci v oblasti mikroprůtoků kapalin v rozsahu $(0,010 - 6000) \text{ ml/h}$. Kalibrace se provádí přímým porovnáním proteklé hmotnosti měřidlem s hmotností na vahách, respektive s hmotností proteklou referenčními etalony, při uvažování relevantních korekcí a korekčních součinitelů.



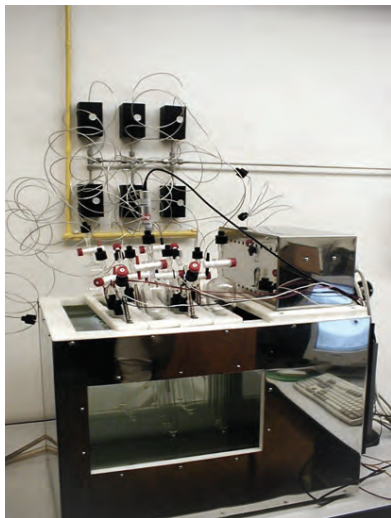
Aerodynamický tunel ČMI

Zcela novým oborem, zajišťovaným v ČMI, je **anemometrie**. V České republice se kalibrace měřidel rychlosti větru dosud prováděly zejména na dvou pracovištích – na VVUÚ Ostrava a ČHMÚ Praha. Z důvodu rozšíření možností kalibrací i na anemometry svojí přesností srovnatelné s etalony výše zmíněných laboratoří (Prandtlovy trubice, termální a vrtulkové anemometry) a na anemometry pro nízké rychlosti od $0,05 \text{ m/s}$ vedení ČMI rozhodlo o zřízení nové laboratoře pro

kalibrace anemometrů v areálu ČMI Brno. V květnu 2012 byla realizována první část laboratoře – aerodynamický tunel pro rozsah rychlostí $(0,5 - 50) \text{ m/s}$. V roce 2013 bude tato laboratoř rozšířena o přímou tažnou trať pro kalibrace v rozsahu menších rychlostí $(0,05 - 1) \text{ m/s}$. Nová anemometrická laboratoř ČMI v současné době (2013) umožňuje kalibrace anemometrů v rozsahu rychlostí od $0,5 \text{ m/s}$ do 50 m/s s vyhlídkou na rozšíření dolního konce rozsahu až na $0,05 \text{ m/s}$ v příštím roce. Laboratoř využívá nejpresnější technologii měření rychlosti proudění vzduchu – laserovou dopplerovskou anemometrii. V blízké budoucnosti se předpokládá mezilaboratorní porovnání s některými evropskými instituty a firmami. Toto porovnání bude zajímavé i ve světle dříve provedených porovnání anemometrických laboratoří v Evropě a ve světě, jejichž výsledky poukázaly na potřebu lepšího podchycení rozdílů v interakci zkoušeného měřidla se vzdušným proudem v různých typech kalibračních zařízení.

Dalším pracovištěm Ol Brno je oddělení primární **etalonáže fyzikální chemie**. Toto oddělení muselo v ČMI zákonitě vzniknout, protože kapacity vybudované před rokem 1993 byly v Bratislavě a po rozdělení státu byly v ČR z tohoto oboru jen zlomky, roztroušené zčásti v inspektorátech ČMI, zčásti ve výrobních zařízeních a ústavech akademie a vysokých škol. Reálná metrologická návaznost nebyla zajištěna.

V roce 1996 se začalo na tehdejší oddělení tepla, průtoku a fyzikální chemie s budováním primárního etalonu pH. Primární etalon se skládal z šesti Harnedových článků bez převodu.



Etalon pH

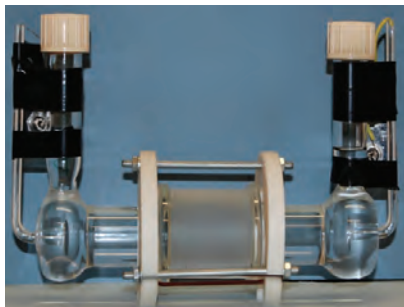
Problémem byla konstrukce vlastní nádoby s články. V roce 2005 se začala používat nádobka jednodušší konstrukce a nový systém měření. Měří se standardní potenciál všech pěti referenčních elektrod a těmito elektrodami se aciditní funkce pufru měří v pěti bodech. Etalon se úspěšně účastnil klíčových porovnání pod KCDB CCQM K18 a K20. Dosud (2013) nemá statut státního etalonu.

Primární etalon elektrolytické konduktivity se začal budovat v roce 1999. Primární etalon sestává z primární konduktometrické cely, vysoce přesného LCR mostu HP 4284 A, olejové lázně Hart s termostatem s regulací teploty na ± 0.005 K, odporového teplooměru Tinsley 5187 SA a multimetru Keithley 2001. Primární konduktometrická cela se skládá z tří částí. Prostřední část má přesně proměřené délkové parametry. Měření impedance referenčních materiálů o různých hmotnostních koncentracích roztoku chloridu draselného se provádí ve dvou pozicích – měření impedance roztoku se střední částí a měření

impedance téhož roztoku bez střední části. Elektrolytická konduktivita se vypočítá z rozdílů impedancí měřených v těchto dvou pozicích článku a z poměru plochy střední části cely k její délce. Etalon se úspěšně účastnil studií a klíčových porovnání pod KCDB CCQM P22, P47, K36 a K92. V roce 2003 byl pořízen sekundární etalon s průtočnou celou Mettler Toledo Transmitter 7500 s čidlem InPro 7001 na kalibraci provozních konduktometrů měřících velmi nízké vodivosti. V roce 2013 probíhá porovnání tohoto etalonu na nízké vodivosti EURAMET Study 1271.

Okruh činností oddělení primární etalonáže fyzikální chemie je ovšem v souladu s koncepcí laboratoří primární metrologie ČMI podstatně širší, než je výzkum a uchovávání primárních etalonů. Oddělení zajišťuje také:

- Ověřování a kalibraci odměrného skla (odměrné baňky, byrety, pipety, automatické byrety, odměrné válce, digitální byrety a automatické pipety),
- ověřování a kalibraci laboratorních skleněných hustoměrů, lihoměrů, cukroměrů, moštoměrů a mlékoměrů, kalibraci a ověřování oscilačních hustoměrů, přípravu a proměřování referenčních materiálů hustoty,
- kalibraci kapilárních viskozimetrů typu Ubbelohde,
- kalibraci referenčních materiálů, rotačních viskozimetrů, kuličkových viskozimetrů a výtokových pohárků,
- přípravu a proměření primárních a sekundárních certifikovaných referenčních materiálů stupnice pH,
- přípravu a proměření primárních a sekundárních certifikovaných referenčních materiálů elektrolytické konduktivity,
- kalibraci laboratorních a provozních průtočných měřidel konduktivity (také na místě u uživatele).



Etalon elektrické konduktivity

Intenzivní vývoj Oblastního inspektorátu Brno za posledních dvacet let je důkazem správné orientace na potřeby uživatelů metrologické služby a na trvalé inovace v metodách měření i zařízení. Na rozvoji se podílí i soustavná péče o růst kvalifikace zaměstnanců, projevující se mimo jiné i rostoucím počtem úspěšných absolventů doktorského studia. Oblastní inspektorát Brno se může také vykázat četnými publikacemi a účastí na mezinárodně koordinovaných výzkumných projektech.

OBLASTNÍ INSPEKTORÁT V JIHLAVĚ

Oblastní inspektorát v Jihlavě navazuje na dlouhou historii jak cejchovního úřadu, tak Státního úřadu pro míry, váhy a drahé kovy, později přeměněného na Úřad pro normalizaci a následně na Úřad pro normalizaci a měření. Dlouhá léta sídlilo pracoviště ve vile na Vrchlického ulici naproti pivovaru pod vedením přednosty pana Königa. Pozdější krajské oddělení vedl od roku 1969 Pavel Charvát, v té době již v Havlíčkově ulici. V sestavě 4 úředníků zabezpečovali metrologické činnosti v oborech hmotnost a objem pro celý kraj. Z důvodu menších prostor se v roce 1984 opět stěhovalo a to do samotného centra města na ulici Brněnská 28 v městské zástavbě. Vznikly nové laboratoře hmotnosti na zkoušení závaží, navázalo se na zkoušení nádrží, pivovarnických sudů, kontrolních lihových měřidel pro celý tehdejší Jihomoravský kraj, měřiček délek a nově taxametrů. Tolik ke starší historii.

Po roce 1993 se pracoviště v Jihlavě stalo pobočkou OI Brno (stejně jako pobočka v Kroměříži). Rok na to se vedoucím pobočky stal již zesnulý pan Pavel Pánek. Jako fundovaný odborník na hmotnost měl vizi vybudovat v Jihlavě primární pracoviště oboru hmotnost. Tento záměr se mu nepodařil úplně, ale chopil se vybudování nové budovy na periférii města, která by mimo jiné vyhovovala potřebě zkoušení závaží velké hmotnosti, které v České republice tehdy nikdo jednotně nezajišťoval.



Budova pobočky v centru města, Brněnská 28 do roku 1996



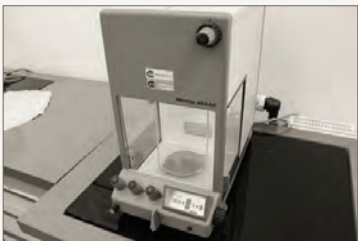
Budova nového inspektorátu postaveného v roce 1997

V roce 1997 byla slavnostně zkolaudována nová budova v ulici Romana Havelky 17 s hlavním zaměřením na metrologii hmotnosti, především na kalibraci 500 kg a 1000 kg závaží. Objekt byl navržen tak, aby zde mohla být špičková laboratoř. Pracoviště bylo stále modernizováno nákupem zařízení, především hmotnostních komparátorů.

V roce 2003 se z pobočky OI Brna stal samostatný Oblastní inspektorát. Laboratoře jsou vybavovány nejmodernějším zařízením, leckdy jedinečným v ČR (robotický systém). Po náhlé smrti tehdejšího ředitele bylo pracoviště přechodně vedeno jako pobočka OI Brno a po stabilizování situace je od začátku roku 2013 opět Oblastním inspektorátem.

OI Jihlava zabezpečuje běžné metrologické činnosti v oborech objem, tlak a délka a komplexní služby v oboru hmotnost. Mezi špičkové zařízení pracoviště patří hmotnostní komparátor 1 200 kg s rozlišením 1 g, automatický komparátor 50 kg s rozlišením 1 mg, robotický systém 5 g s rozlišením 0,1 µg, sestava hmotnostních komparátorů pokrývající rozsah od 1 mg do 1 200 kg s nejvyšší přesností, tak i sada hlavních etalonů třídy E1 v rozsahu 1 mg až 50 kg a státní etalon velké hmotnosti 500 kg.

Modernizaci zařízení v posledních dvaceti letech ilustrují ve zkratce následující obrázky:

1993	2013
 <i>Etalonové váhy do 50 kg</i>	 <i>Automatický komparátor do 50 kg</i>
 <i>Etalonové váhy do 100 g</i>	 <i>Robotický systém do 5 g s přesností 0,0001 mg</i>
 <i>Etalonové závaží 20 kg z šedé litiny</i>	 <i>Etalonové závaží 20 kg z nerezové oceli</i>

Oblastní inspektorát v Jihlavě se zabývá především na území kraje Vysočina v počtu šesti zaměstnanců následujícími činnostmi:

- Metrologické kontroly hotově baleného zboží.
- Ověřování a kalibrace vah v celém rozsahu v oblasti NAWI i AWI.
- Ověřování a kalibrace závaží v rozsahu 1 mg až 1 000 kg v CMC ČMI.
- Zajišťuje MPZ v oboru hmotnost jako pilotní laboratoř na primární úrovni.
- Kalibrace chladicích nádrží na mléko.
- Ověřování výdejních stojanů na pohonné hmoty.
- Ověřování KLM.
- Ověřování a kalibrace měřičů tlaku v pneumatikách.
- Ověřování a kalibrace krevních tonometrů.
- Ověřování a kalibrace měřiček délek navinutelných materiálů.
- Ověřování a kalibrace základních měřidel síly.
- Ověřování taxametrů.

Inspektorát představuje v rámci ČMI přední pracoviště etalonáže hmotnosti a tomu odpovídá i to, že uchovává v tomto oboru jeden státní etalon – SE velké hmotnosti 500 kg, vyhlášený v roce 2009.



Laboratoř velké hmotnosti do 1 000 kg



Státní etalon velké hmotnosti – 500 kg

Pracovníci OI Jihlava zajišťovali pro ostatní OI výrobu etalonů 500 kg a 1 000 kg o celkové hmotnosti 20 000 kg v ČKD Hradec Králové. Nyní se v laboratoři kalibrují veškeré etalony 500 kg a 1 000 kg pro dalších dvanáct pracovišť hmotnosti ČMI a pro všechny subjekty v ČR, zabývající se problematikou vážení nad 1000 kg (např. Mettler Toledo, Schenck, Tamtron, Sartorius) a často i pro zahraniční subjekty (např. NMI Malta Metrology Institute, Bulgarian Institute of Metrology, National Metrology Institute Lithuania). Státní etalon velké hmotnosti slouží jako referenční bod pro návaznost etalonů velké hmotnosti v ČR a hlavní kontrolní bod pro přenos jednotky hmotnosti od 10 kg do 1000 kg, nutný pro realizaci stupnice hmotnosti do 1000 kg. Existence etalonu a provedená porovnání posunuly hodnotu CMC na 250 mg a ČMI se tak zařadil v tomto oboru mezi nejlepší národní laboratoře.

OBLASTNÍ INSPEKTORÁT V KROMĚŘÍŽI

Zatím se nepodařilo zjistit více o předchůdcích OI Kroměříž (např. cejchovní úřad) ve starší době, ačkoliv vzhledem k významu města a regionu jsou pravděpodobní. Je známo, že detašované pracoviště (s jedním pracovníkem) vzniklo v Kroměříži v r. 1974 proto, aby se racionalizovaly služby pro místní silnou váhařskou základnu v OPP Kroměříž (pod kterou patřila pracoviště Prostějov a Uherské Hradiště) a aby nebylo nutné stálé dojíždění pracovníků oblastního inspektorátu SMI v Brně. V r. 1978 se pracoviště přestěhovalo na ul. Bílanskou, kde detašované pracoviště OI Brno působilo do r. 1991. Následovalo stěhování do malých prostor



na ul. Gen. Svobody, kde již byli tři pracovníci a vznikla pobočka ČMI OI Brno. V roce 1995 byla postavena nová budova ČMI v Kroměříži, Kotojedy 73; pobočka se sedmi pracovníky se v roce 2004 stala Oblastním inspektorátem. Od této doby začal intenzivní rozvoj pracoviště; mimo jiné byla zřízena laboratoř jemné a hrubé hmotnosti, laboratoř síly, mobilní zařízení na kalibraci u zákazníků atd.

Pozornost zaslouží také vývoj přístrojového vybavení; do r. 1999 bylo tvořeno hlavně repasovaným zařízením z OI Brno a po nastěhování do nových prostor bylo postupně obměňováno. Pořízeny byly například elektromechanické váhy Sartorius a Mettler, které nahradily stávající mechanické váhy – poslední mechanické váhy byly nahrazeny v letech 2011–2012 váhami RADWAG s maximální váživostí 2 g a 2 kg.



Vývoj laboratoří a zařízení dokumentují následující fotografie – první z nich byla pořízena ve staré laboratoři v ul. Gen. Svobody, druhý obrázek znázorňuje první laboratoř v nové budově v Kotojedech a třetí již současnou (2013) laboratoř hmotnosti.





V r. 1997 byl na OI zaveden nový obor – metrologie momentu síly do 1000 N·m, postupně rozšířený až do 3000 N·m. V r. 1999 se tento obor rozšířil i o metrologii síly; za tím účelem byla zbudována laboratoř síly do 200 kN (na fotografii) a na základě požadavků zákazníků se z kalibrací v laboratoři rozšířily služby i na externí kalibrace.

Pracoviště se zaměřuje v oboru síla také na kalibraci atypických měřidel, na která je zapotřebí zhotovit speciální přípravky. Etalonovým zařízením, zejména čtyřmi referenčními momentovými klíči (jmenovité rozsahy 10 N·m, 100 N·m, 1000 N·m a 3000 N·m), které byly dodány firmou HBM a GTM, je možné realizovat kalibraci momentu síly na velmi dobré úrovni. V rámci technického rozvoje pracoviště vyvíjí ve vlastní konstrukci a zhotovuje další kalibrační zařízení.

Příkladem vývoje speciálního kalibračního zařízení a odpovídající metody kalibrace je řešení problému kalibrace napínacího zařízení výrobní linky pro stabilizaci drátů do předpjatého betonu (Železářny a drátovny Bohumín). Pro korektní provozní funkci zařízení je nutné zajistit metrologickou návaznost. K řešení byla využita originální konstrukce upínacích přípravků a napínací soupravy na předpjatý beton. Vyvinuta a validována byla také metoda kalibrace. Na obrázku je sestava zařízení ve výrobní lince.



Oblastní inspektorát působí samozřejmě i v oblasti regulované sféry, a to v okresech Kroměříž, Zlín, Prostějov, Uherské Hradiště a Hodonín.

Jak je zřejmé z předchozího textu, specializuje se OI Kroměříž na kalibraci specifických zařízení, zejména v momentu síly a některými službami je unikátní v celostátním měřítku. V budoucnu je perspektivní zaměření na dynamické měření síly, což se zdá být oborem dosud poněkud opomíjeným. Pracoviště je v tomto směru také zapojeno do vývoje kalibračního systému pro dynamické měření momentu síly, projektu EMRP. Během roku 2014 se plánuje rozšíření akreditace a vývoj v oboru momentu síly z 3 000 N·m na 10 000 N·m.

OBLASTNÍ INSPEKTORÁT V OPAVĚ

Opava, jako historické centrum Opavského knížectví, později tzv. Rakouského Slezska, jistě byla vybavena cejchovním úřadem. Město samo prošlo mnoha zvraty a změnami obyvatelstva. Dlouho bylo hlavním městem české části Slezska (i když s převahou německého obyvatelstva) se zemskými úřady a nyní je statutárním městem. Cejchovní úřad v Opavě je zmiňován mimo jiné i v publikaci *Deset let cejchovní služby 1918–1928* s tím, že v této periodě převzal úkoly i pro Hlučínsko, území se snad nekomplikovanější historií až do padesátých let minulého století.

Dnešní územní působnost inspektorátu zahrnuje okresy Bruntál, Frýdek-Místek, Karviná, Nový Jičín, Opava, Ostrava město. Původně byla součástí OI Opava i pobočka Olomouc, která je od roku 2006 samostatným oblastním inspektorátem.



Pracoviště ČMI OI Opava je umístěno od roku 1961 v budově, která pochází z roku 1929 (architekt Otto Reichner, 1888–1961; budova byla zařazena do publikace „Slavné vily Moravskoslezského kraje, Foibos, Praha 2008“). *Fotografie použita s laskavým svolením vydavatele citované publikace.*

Po získání sídla byly provedeny nezbytné úpravy pro provoz laboratoří hmotnosti, délky, provozních kanceláří a služebního bytu. Prakticky do roku 1990 pak byly prováděny pouze drobné práce zajišťující nezbytný provoz a údržbu tohoto objektu. Teprve po roce 1990 a zejména od roku 1993 po zřízení Českého metrologického institutu se podařilo ve spolupráci s vedením ČMI řešit postupně již kritický stav provozních prostorů jak uvnitř budovy, tak i jejích přilehlých prostor.

Stav výrazně zlepšila výměna oken, náročná oprava izolace budovy, oprava opěrné zdi celého areálu, garáže a vybudovaná zpevněná příjezdová cesta do areálu, včetně odstavné plochy a parkoviště. Současně bylo provedeno připojení odpadů dešťové vody a septiku na městskou kanalizaci.

Kromě provozních předpokladů zaznamenal OI Opava také obnovu a doplnění vybavení. V rámci sjednocení technického vybavení pro metrologii hmotnosti v ČMI bylo pracoviště vybaveno závažími F1 a F2 (sekundární etalony II. a III. řádu) a byla doplněna závaží M1 (4. třídy). Sjednotilo se také programové vybavení pro vyhodnocování výsledků měření včetně výpočtu nejistot.

Pro obor měření délky byly obměněny sady koncových měrek TESA a SOMET 2. řádu a pořízen nový přístroj TESA pro kalibraci koncových měrek do 100 mm.

V **oboru měření objemu** se pracoviště od roku 2005 podílelo v úzké spolupráci s výrobcem na vývoji nového etalonového zařízení pro ověřování průtočných měřidel na technické kapaliny, umístěného do mobilních zařízení. Podrobněji je toto vybavení zmíněno v úvodní kapitole.

Nové je také zařízení pro obor měření tlaku, číslicové tlakoměry Wallace & Tiernan a tlakoměr Druck pro ověřování stanovených měřidel tlaku krve a tlaku v pneumatikách.



Od roku 2007 OI jako druhé pracoviště v ČR započalo s ověřováním a kalibrací analyzátorů alkoholu v dechu. Byla vybudována laboratoř se zkušební stolicí, analyzátozem alkoholu v dechu Dräger a průběžně certifikovaným referenčním materiálem etanol v dusíku. Zdrojem metrologické návaznosti je OI Praha. Interiér laboratoře je na fotografii.

Obor síly a mechanických zkoušek materiálu byl v průběhu dvaceti let postupně vybaven sadami tenzonometrických snímačů do 5 MN místo původních mechanických siloměrných třmenů. Pro kalibraci tvrdoměrů je pracoviště vybaveno tvrdoměrnými destičkami HV, HBW, HRC, HRB a HRA v celém rozsahu. V tomto oboru se odborná způsobilost pracoviště mimo trhacích strojů a lisů postupně rozšířila o kalibraci tvrdoměrů, zkušebních kyvadlových kladiv a průtahoměrů.

Oblastní inspektorát Opava byl od roku 2001 jedním ze čtyř pracovišť v rámci ČMI, která začala zabezpečovat kontrolu hotově baleného zboží značeného symbolem „e“. Pro tuto činnost byl OI vybaven potřebným etalonovým zkušebním zařízením firmy METTLER včetně softwaru pro vyhodnocování výsledků zkoušek. V regulované sféře zajišťuje OI služby v oborech hmotnost, délka, objem a průtok, tlak a analyzátorů alkoholu v dechu.

V oboru **hmotnosti** je to:

- Ověřování a kalibrace závaží třídy F1 (2. třída) a sekundárních etalonů hmotnosti II. řádu v rozsahu 1 mg až 20 kg,
- ověřování a kalibrace závaží třídy F2 (3. třída) a sekundárních etalonů hmotnosti III. řádu v rozsahu 1 mg až 20 kg,
- ověřování a kalibrace závaží třídy M1 (4. třída) a sekundárních etalonů hmotnosti IV. řádu v rozsahu 10 mg až 150 kg,
- ověřování a kalibrace závaží třídy M2 (5. třída) v rozsahu 100 mg až 50 kg,
- ověřování a kalibrace vah s neautomatickou činností 1. až 4. třídy přesnosti a vah s automatickou činností pro všechny váživosti,
- ověřování obilních zkoušečů pro rozsah: 1/4 l až 1 l.

V oboru **délky**:

- Ověřování délkových měřidel na metrové zboží do 1000 mm,
- ověřování taxametrů,
- kalibrace koncových měrek 0,5 mm až 100 mm,
- kalibrace zkušebních sít podle ČSN ISO 3310, ČSN ISO 5223.

V oboru **objem a průtok**:

- Kovové nádoby odměrné,
- přepravní sudy a tanky,

- stacionární nádrže používané jako měřidla objemu (chladicí a úschovné nádrže na mléko, dřevěné sudy a nádrže, betonové a zděné skladovací nádrže, sudy a nádrže z ostatních materiálů),
- objemová měřidla na kapaliny,
- měřidla protečeného množství kapalin (pohonné hmoty), včetně měřících soustav,
- zkušební stanice na vodoměry.

V oboru **metrologie tlaku**:

- Tonometry – přístroje pro měření tlaku krve (deformační, rtuťové a elektronické),
- měřidla tlaku v pneumatikách silničních motorových vozidel s výjimkou měřidel tlaku používaných výlučně pro měření tlaku v pneumatikách uživateli motorových vozidel,
- kalibrace deformačních tlakoměrů, rozsah 60 kPa až 60 MPa.

Oblastní inspektorát poskytuje také služby v oboru **síla a mechanické zkoušky materiálu**:

- Kalibrace trhacích strojů a lisů do 5 MN,
- kalibrace strojů na zkoušení tečení v tahu,
- kalibrace zkušebních kyvadlových kladiv pro zkoušky vrubové a rázové houževnatosti materiálu,
- kalibrace tvrdoměrů na kovy,
- kalibrace průtahoměrů.

Oblastní inspektorát Opava se svými dvanácti pracovníky (2013), vybavením a rozsahem služeb patří k středně velkým organizačním jednotkám ČMI a rozvíjí se koordinovaně s ostatními složkami ČMI a podle potřeb regionu.

OBLASTNÍ INSPEKTORÁT V OLOMOUCI

První zmínky o cechovním úřadu v Olomouci nalezneme v archívech již v roce 1876. Jistá kontinuita činnosti byla zřejmě od té doby (ale i zpět v čase) zachována. Předjeme-li do doby, kterou mnozí ještě pamatují, zjistíme, že se pracoviště stalo v roce 1961 administrativním rozhodnutím (pravděpodobně v souvislosti s formováním nových krajů) pobočkou inspektorátu Opava. Sídlo tehdy bylo v centru Olomouce na bývalé ulici Leninova 25.

V roce 1990 se pobočka přestěhovala do pronajatých prostor na ulici Palackého. V roce 1991 bylo rozhodnuto vedením tehdejšího ČSMÚ zakoupit část nově budovaného objektu včetně garáží na ulici Pekařská 9. Stěhování se uskutečnilo v roce 1993, tedy současně se vznikem Českého metrologického institutu. Olomouc se svou strategickou polohou a významem správního centra ovlivnila vznik nového oblastního inspektorátu. V roce



Současné sídlo OI Olomouc

2006 se tedy z pobočky stává opět oblastní inspektorát s územní působností v okresech Olomouc, Šumperk, Jeseník, Přerov a Vsetín.

Po vzniku ČMI započal i v Olomouci rozvoj a modernizace vybavení jak měřicími přístroji, tak výpočetní technikou. V létech 2000–2005 probíhá dobudování laboratoře malé hmotnosti. Byla zakoupena etalonová závaží tř. F1, F2 a pořízeny etalonové váhy Sartorius a Mettler. Bylo také pořízeno 26 tun zkušebního závaží velké hmotnosti. Tím byla výrazně posílena kvalita ověřování a kalibrací měřidel hmotnosti. OI Olomouc je od roku 2004 akreditovanou kalibrační laboratoř v oboru hmotnost, nyní (2013) v jednotné kalibrační laboratoři ČMI. Akreditace znamenala velký rozvoj systému managementu kvality a společně s autorizací pro činnosti ČMI jako AO/NB v oblasti uvádění měřidel na trh spoluvytváří nové činnosti a možnosti OI.



Laboratoře hmotnosti OI Olomouc



Dalším oborem, který zaznamenal výrazný rozvoj na OI Olomouc, je obor měření objemu. V roce 2006 byl zakoupen indukční průtokoměr Krohne pro ověřování a kalibraci nádrží. V roce 2003 byl pořízen etalon k ověřování stanovených měřidel protečeného množství



Etalonové odměrné nádoby pojízdné soupravy k ověřování výdejných stojanů

zkapalněných plynů. Ověřování těchto měřidel je prováděno v celém Olomouckém a Moravskoslezském kraji. V rámci rozvoje a zkvalitnění ověřování měřidel na kapaliny jiných než voda byla v roce 2005 uvedena do provozu jako první a v té době v rámci ČMI jediná pojízdná měřicí souprava k ověřování těchto stanovených měřidel. Celý tento projekt byl navržen a realizován pracovníky OI Olomouc za podpory OI Opava a úseku legální metrologie. Stal se základem pro výrobu dalších speciálních vozidel v rámci ČMI v letech 2012–2013.

Nově byla na OI Olomouc v roce 2008 zahájena činnost v oblasti tlaku. V rámci této činnosti se ověřují krevní tonometry a kalibrují deformační tlakoměry. K plánovanému rozvoji

tohoto oboru byly uvolněny prostory v suterénu budovy, které jsou v současné době adaptovány a v budoucnu budou sloužit jako laboratoř tlaku.

Celkový výčet činností OI Olomouc v roce 2013 doplňuje přehled měřidel, jejichž ověřování a kalibraci zabezpečuje:

- Ověřování a kalibrace vah a závaží,
- ověřování taxametrů,
- ověřování a kalibrace nádrží,
- ověřování výdejních stojanů na pohonné hmoty,
- ověřování výdejních stojanů LPG,
- ověřování lihových měřidel,
- ověřování délkových měřidel navinutelného zboží,
- ověřování krevních tonometrů,
- kalibrace deformačních tlakoměrů.

Z uvedeného přehledu je vidět, že OI Olomouc prošel za posledních 20 let, tedy za dobu existence ČMI, vstoupným vývojem ať už se to týká prostor, vybavení či nabídky služeb. Tento vývoj není zdaleka u konce. Cílem je další zkvalitňování a rozvíjení výše popsaných oborů měření.

LABORATOŘE PRIMÁRNÍ METROLOGIE

Laboratoře primární metrologie (LPM) mají zajímavou historii. Do budovy V Botanice 4 na pražském Smíchově se poprvé nastěhovaly laboratoře, jak už bylo uvedeno v úvodní kapitole této publikace, v říjnu 1923, kdy se zde etabloval Československý ústřední inspektorát pro věci cejchovní s úkoly národní metrologické instituce (v dnešní terminologii). Dnešní LPM od té doby byly centrálními laboratořemi institucí různých názvů, až po Státní úřad pro míry, váhy a drahé kovy. Od roku 1966 byly LPM základem Metrologického ústavu, zřízeného od 1. 1. 1966. Ten byl potom v březnu 1968 přejmenován na Československý metrologický ústav



(ČSMÚ) a sídlo bylo přesunuto do Bratislavy. Od té doby byly laboratoře primární metrologie pobočkou ČSMÚ (úsek metrologického výzkumu), až do začlenění do Českého metrologického institutu.

Laboratoře pracují v dnešních prostorách od roku 1923 bez přerušení, postupně zdokonalovány a v posledních dvaceti letech radikálně rekonstruovány a nově vybaveny. Jak vypadaly v meziválečném období (a patrně ještě dlouho po něm) vidíme na obrázku.

V roce 1928 se uvádí v seznamu laboratoří:

- Komparátorová síň pro měření délkové a váhové,
- síň váhová a pro měření chemického skla,
- síň pro zkoušení plynůměrů,
- vodoměrná stanice,
- místnost pro zkoušení elektroměrů,
- cejchovní stanice pro elektroměry,
- cejchovní stanice pro typové zkoušky elektroměrů.

Je zřejmé, že se technická základna metrologie budovala ve značné šíři. V době přechodu z ČSMÚ do ČMI byly laboratoře v Botanice specializovány na obory:

- Délka – etalony vlnové délky, komparátory, ověřování měřicích pásem,
- síla a moment síly,
- tvrdost,
- magnetické veličiny,
- měřicí transformátory.

Z těchto základů se laboratoře primární metrologie vyvinuly za posledních dvacet let v moderní pracoviště, vybavené technickými prostředky a zařízením špičkové úrovně, které mimo jiné uchovává 18 státních etalonů v oborech magnetických veličin, síly, momentu síly, tvrdosti, drsnosti, délky, elektrických veličin střídavého proudu, radiometrie a další referenční etalony v těchto oborech.



Tento pozitivní vývoj si vyžádal mimořádné úsilí všech pracovníků, zvládnutí nových technických prostředků, ale i požadavků systému managementu kvality a také požadavků ekonomických. Navíc – úspěšný rozvoj LPM narušila katastrofická povodeň v roce 2002, po které bylo třeba někde začínat zcela znovu a téměř všude repasovat zařízení. Takto například vypadala jedna z laboratoří.

Obor metrologie síly a momentu síly je specifický povahou svých zařízení s velkými rozměry a nároky na robustnost a prostor laboratoře. Mnohá (nebo lépe většina) zařízení oddělení jsou vlastní konstrukce pod vedením Ing. M. Chlumského a vyráběná v kooperaci s firmami, se kterými má laboratoř dlouholeté osvědčené kontakty a které jsou schopny vyhovět nárokům konstrukce (např. MP Nástrojárna v Úpici, KOVO IDA v Malých Svatoňovicích. TZÚS TIS Praha).

Na osudech jednoho z etalonů síly je možné dobře ukázat náročnost a složitost vývoje laboratoří síly a v mnoha směrech celého institutu. Jde o etalon síly do 1 MN, umístěný v době vzniku ČMI v Batňovicích (okres Trutnov). Byl zde umístěn na základě plánů na kooperace s tehdejší firmou Tonava (dnes Tonava, a.s.) v kraji sice poetickém, ale pro efektivní práci dosti vzdáleném. Etalon byl vyroben na zakázku pro ÚNM (Úřad pro normalizaci a měření) firmou WPM v Lipsku. Byl instalován v laboratoři síly v budově tehdejšího Krajského oddělení ÚNM

v Praze 1, V Celnici 5. Do provozu byl uveden v roce 1958 a jako etalon síly sloužil v ÚNM do vzniku ČSMÚ. Po vzniku ČSMÚ v roce 1968 byl převzat s celou laboratoří jako etalon síly pro kalibraci etalonových siloměrů v rozsahu jmenovitých sil od 200 kN do 1 MN. Zde byl etalon používán do roku 1979. V roce 1979 byl demontován a uskladněn ve firmě TONAVA. Důvodem demontáže byla likvidace budovy laboratoří v důsledku přestavby oblasti kolem



Náměstí republiky. Po výstavbě laboratoře síly areálu firmy TONAVA v Batňovicích byl etalon nainstalován do této laboratoře a znovu uveden do provozu v roce 1985. V této laboratoři byl provozován do poloviny roku 2011 (v roce 2002 byl vyhlášen státním etalonem). Po postavení nové laboratoře v areálu Ol Praha byl etalon 2011 demontován, části byly po úpravách převezeny s nově vyrobenými díly do nové laboratoře a nově byl etalon instalován v roce 2012. Na obrázku je etalon síly do 1 MN v nové laboratoři.

Oddělení síly a momentu síly disponuje ještě etalony:

- Státní etalon síly ESZ 3 kN (vlastní konstrukce), vyhlášen státním etalonem v roce 2006,
- státní etalon síly ESZ 20 kN (vlastní konstrukce), do provozu uveden v r. 2005 jako náhrada za etalon zničený povodní v r. 2002, státním etalonem vyhlášen v roce 2008,
- státní etalon síly ESZ 200 kN. Vyroben firmou WPM v Lipsku a do provozu uveden v roce 1958. Po anabázi obdobné té, která byla popsána u etalonu síly 1 MN, byl v roce 1979 přesunut do budovy LPM. Po rekonstrukci byl uveden znovu do provozu v roce 1985 a v roce 2002 byl vyhlášen státním etalonem síly a ještě v tom roce poškozen povodní. Druhá zásadní rekonstrukce proběhla v letech 2002 až 2005,
- státní etalon momentu síly EZMS 100 N·m (vlastní konstrukce), do provozu v roce 2010, vyhlášení státním etalonem proběhlo v roce 2013,
- státní etalon momentu síly EZMS 1 kN·m (vlastní konstrukce), do provozu byl uveden v roce 2004 a státním etalonem vyhlášen v roce 2006.

Počátky **metrologie akustických veličin v LPM Praha** nalézáme teprve v roce 1993, kdy bylo vedením ČMI rozhodnuto o zřízení laboratoře primárních i sekundárních veličin akustiky. V Ol Brno již existovala sekundární laboratoř léta před tím. Bylo tedy třeba vybudovat laboratoř v Praze, vybavit ji nutnými přístroji a připravit personál. Vybavení bylo pořízeno od firmy Bruel & Kjaer – byly zakoupeny měřicí 1" mikrofony BK 4160, pistonfony BK 4220 a měřicí systém na ověřování zvukoměrů BK 9600 s příslušným SW. Počátkem roku 1994 byl vyškolen Ing. M. Bartoš techniky z Dánska a sekundární laboratoř začala pracovat.

V dalších letech bylo přikoupeno zařízení pro primární etalonáž citlivosti mikrofونů a akustického tlaku BK 4143, další mikrofony BK 4160, mikrofony BK 4180, multifunkční akustický kalibrátor BK 4226, generátor BK 1051, multimetr Datron 1881 a řada dalších zařízení. Postupně se započalo s měřeními na primární úrovni. Od roku 1996 má ČMI referenční etalon citlivosti mikrofونů a akustického tlaku. V roce 1998 už se laboratoř akustiky zúčastnila řešení některých úkolů Euromet.

Během dalších let narůstal zájem zákazníků o různá akustická měření a o ověřování akustických přístrojů zejména z řad tehdejších laboratoří OHS a různých soukromých subjektů.

Povodně v roce 2002 akustickou laboratoř ve druhém suterénu budovy zničily a bylo nutné vybudovat laboratoře nové. Od roku 2003 byla laboratoř akustiky přemístěna do 2. poschodí budovy, byli přibráni a vyškoleni noví pracovníci. V roce 2013 zde pracují 2 metrologové a vedoucí. Provádějí se kalibrace a ověřování akustických měřicích zařízení a typové zkoušky.

Metrologie kinematických veličin má v LPM dlouhou tradici a týká se měřidel pohybu, jako jsou:

- silniční rychloměry používané při kontrole dodržování pravidel silničního provozu,
- taxametry a měřicí sestavy taxametry vozidel taxislužby,
- tachografy s registrací pracovní činnosti řidičů motorových vozidel,
- vibrometry pro měření vibrací používaných při hygienických měřeních, při bezdemon-
tažní diagnostice strojů a při zkouškách odolnosti výrobků,
- měřidla mechanických rázů používaná při bariérových zkouškách bezpečnosti vozidel
a při zkouškách odolnosti výrobků,
- otáčkoměry.

Dlouhou tradici řešení této problematiky dokládá archivní dokument (archiv Ing. M. Bartoše) z 23. listopadu 1938, kterým žádá vládní rada Chaloupka Ministerstvo veřejných prací o povolení k opatření tří zkušebních zařízení „ke zkoušení taxametrů zapnutých na voze, tj. při jízdě vozu“.

Významnou část práce oddělení tvoří typová certifikace všech typů silničních rychloměrů a taxametrů a úřední ověřování laserových rychloměrů (lidarů) i úsekových rychloměrů. Pro ověřování rychloměrů v pásmu rychlostí do 300 km/h je pracoviště vybaveno moderními přístroji, jako je např. simulátor zpoždění laserových impulzů pro zkoušky lidarových rychlo-
měrů v laboratoři nebo digitální etalonový rychloměr synchronizovaný s GPS v měřicím



vozidle. Nejistoty měření rychlosti 0,2 km/h etalonového rychloměru byly potvrzeny při dvojstranném mezinárodním porovnání ČMI s rakouským BEV v roce 2011.

Etalonáž přímočarého mechanického kmitání harmonického průběhu na primární i sekundární úrovni a etalonáž mechanických rázů na sekundární úrovni je v ČMI akreditována a slouží ke kalibraci vibrometrů a snímačů vibrací a rázů (na obrázku je příslušné pracoviště).

Vybudováním primárního etalonu na principu laserové interferometrie se ČMI zařadil mezi referenční světové laboratoře, které slouží k zajištění jednotnosti a správnosti měření vibrací v pásmu kmitočtů 0,1 Hz až 10 kHz.

Počátek **etalonáže tvrdosti** v LPM spadá do šedesátých let minulého století. Postupně bylo od firmy PGH Kraftmessgeräte Halle-Saale zakoupeno šest tvrdoměrů s přímým zatížením, pro měření metodami Rockwell, Vickers a Brinell. Na těchto tvrdoměrech proběhly rozsáhlé výzkumy a úpravy. Výsledkem výzkumných prací bylo vyhlášení československých státních

etalonů ve všech uvedených metodách měření tvrdosti na počátku osmdesátých let. Zároveň byly tyto etalony zvoleny za primární etalony zemí tehdejšího RVHP. Po roce 1993 pokračovaly další práce a vývoj zařízení. V letech 1995 až 1997 byly mimo jiné nahrazeny laserinterferometry u metody Rockwell novými, čímž se dosáhlo lepší spolehlivosti a přesnosti měření etalonu. Výzkumné práce pokračovaly i na etalonech Brinell a Vickers. Výsledkem bylo (vlastně už opakované) vyhlášení etalonů tvrdosti za státní etalony České republiky (2001).

Povodně v Praze v roce 2002 na krátkou dobu vyřadily státní etalony tvrdosti z provozu. Ve spolupráci s firmou TZÚS Praha byly tvrdoměry repasovány, v rámci rekonstrukce byl vyvinut nový systém hydraulického pohonu tvrdoměrů a elektronické řídicí systémy. Měřicí mikroskop etalonu Brinell byl nahrazen měřicím profilprojektorem.

V průběhu let byla činnost laboratoře tvrdosti rozšířena o měření tvrdosti pryží a plastů, konkrétně metodami Shore a IRHD. Byl zakoupen univerzální tvrdoměr DIGITEST a kontrolní zařízení na měření síly tvrdoměrů Shore a IRHD.

V současnosti (2013) laboratoř uchovává a rozvíjí státní etalony tvrdosti Rockwell, Brinell a Vickers, provádí kalibrace tvrdoměrných destiček, kalibrace vnikacích těles Rockwell a Vickers, kalibrace tvrdoměrů Rockwell, Brinell, Vickers, Shore a IRHD. Dále provádí měření výrobků a vzorků a provádí školení pracovníků výrobních podniků a organizací. Podílí se na mezinárodní spolupráci.

Etalonáž drsnosti povrchu byla v ČSMÚ soustředěna v Bratislavě a proto zůstal po rozdělení Československé republiky etalon drsnosti povrchu na Slovensku. V roce 1995 bylo rozhodnuto o vybudování etalonáže drsnosti i v laboratoři LPM. Po přípravných pracích a studiích byl v roce 1997 vybrán a zakoupen dotykový přístroj na měření drsnosti povrchu od firmy Hommelwerke. Dále byla zakoupena sada etalonů, které byly v PTB navázány na etalon délky. Na základě výzkumné a experimentální činnosti byl potom v roce 2003 vyhlášen etalon drsnosti povrchu za státní etalon České republiky.

V roce 2007 byl zakoupen další laboratorní přístroj na měření drsnosti povrchu, který je navázán na státní etalon a provádějí se na něm kalibrace etalonů a další měření pro externí zákazníky.

Dá se říci, že **metrologie délky** (spolu s metrologií času) je nejstarší metrologickou disciplínou a je v mnoha směrech základem i pro metrologii ostatních veličin. To je důvodem relativně velkého rozsahu následujícího textu, věnovaného **oddělení kvantové metrologie délky**. Primární etalony – frekvenčně stabilizované lasery jsou na pracovišti vyvíjeny desítky let. Prvním typem takového etalonu, který zde byl vyvinut pod vedením Ing. Jana Blably v letech 1978 až 1981, je helium-neonový laser 633 nm (červený), stabilizovaný na jednu z hyperjemných spektrálních komponent molekuly jódu. Tento etalon dosahuje přesnost v řádu 10^{11} a stabilitu pro několikahodinové průměry v řádu 10^{13} . První velmi úspěšné mezinárodní porovnání těchto laserů proběhlo v Mezinárodním úřadu pro míry a váhy (BIPM) v roce 1981. Pracoviště tím přispělo k přípravě nové SI definice metru a doporučení pro její realizaci. Skupina takovýchto laserů byla vyhlášena státním etalonem vlnové délky 633 nm ČSSR a inovované verze těchto laserů slouží jako nejužívanější primární etalon dodnes – jsou jimi kalibrovány především interferometry pro kalibrační laboratoře a průmysl.



Pohled do laboratoře tvrdosti

Pro některé aplikace, například pro měření délky koncových měrek statickým (vícevlňným) interferometrem, je však nutné nebo výhodné mít k dispozici etalony dalších vlnových délek. V ČMI byly postupně vyvinuty jódem stabilizované helium-neonové lasery 612 nm (oranžová, 1994) a 543,5 nm (zelená, 1996, tento etalon byl při mezinárodním porovnání a absolutním měření v roce 2002 o řád přesnější než etalony 543 nm ostatních zúčastněných institutů), jódem stabilizovaný Nd:YAG laser 1064 nm/532 nm (infračervená, zelená, 2001, nejpresnější a nejstabilnější z našich etalonů) a etalon pro oblast optických telekomunikací 1542 nm (acetylenem stabilizovaný DFB laser, infračervená, 2004). Tyto primární etalony vlnové délky dosahují celkové relativní nejistoty řádu 10^{-11} až 10^{-12} a stability 10^{-11} až 10^{-14} ; účastnily se více než deseti mezinárodních porovnání; všechna byla úspěšná. ČMI patří v této oblasti mezi deset neaktivnějších národních metrologických institutů na světě a patří i díky tomu mezi členy Poradního výboru CIPM pro délku a společné pracovní skupiny CCL a CCTF pro etalony frekvence.

Třebaže tento text není technickou zprávou nebo odborným článkem, přece jen jsou údaje primárních etalonů vlnové LPM tak přesvědčivé a názorné, že stojí za to uvést je:

Přehled hodnot primárních etalonů vlnové délky vyvinutých v ČMI:

			Alanova st. odchylka	
vakuová vlnová délka referenční komponenty etalonu [nm]	CMC Uc [rel.]	opakovatelnost po roce [rel.]	@ 1 s [rel.]	dno [rel.]
532,245 036 104	4E-12	2E-12	2E-13	1E-14
543,515 663 608	1E-11	7E-12	2E-12	5E-14
611,970 770	-	6E-11	5E-12	1E-12
632,991 212 58	1E-11	7E-12	1E-11	2E-13
771,191 856 19	-	1E-11	1E-11	5E-13
1 064,490 072 208	-	2E-12	2E-13	1E-14
1 542,383 712 38	5E-11	1E-11	1E-11	5E-13

Pozn.: “@ 1 s” označuje krátkodobou stabilitu v intervalu 1 s, „dno“ limitu při prodlužování intervalu. Podrobnosti lze nalézt například v *tematické příloze časopisu METROLOGIE* (Balling, P.: *Primární etalonáž délky, Metrologie, Tematická příloha č. 4/2009, str. 3–10*)

Absolutní měření frekvence laserů sloužící pro primární etalonáž délky byla pro značnou složitost a nákladnost v letech 1973–2000 realizována jen v několika laboratořích na světě. Velké zjednodušení a zpřesnění přinesla metoda využívající hřeben frekvencí generovaný stabilizovaným femtosekundovým laserem (fs hřeben), oceněná Nobelovou cenou za fyziku 2005. ČMI se do těchto měření zapojil od roku 2002; lasery, vyvinuté v oddělení kvantové metrologie délky, byly měřeny pomocí fs hřebenů v BIPM, BEV a MPQ. Koncem roku 2005 byl fs hřeben instalován i v ČMI, několikrát mezinárodně porovnán a od roku 2009 má ČMI jako jeden z několika málo institutů uznanou kalibrační měřicí schopnost (2E-13 relativně). Daří se využívat fs hřeben i k dalším zajímavým aplikacím – k absolutnímu měření vzdálenosti (projekt EMRP Long Distance), přesné spektroskopii (patentová přihláška) a bezkontaktnímu měření délky a indexu lomu.

Dalším předmětem zájmu oddělení kvantové metrologie délky jsou **Interferometry**, sloužící přenosu hodnot etalonů vlnové délky do metrologické praxe. V oddělení bylo vyvinuto několik typů interferometrů, dva z nich jsou součástí státního etalonu. **Interferometrický komparátor IK-1**, který měří posunutí s konstantní složkou nejistoty 1 nm a délkově závislou nejistotou $1 \cdot 10^{-7}$ relativně, slouží pro kalibraci průmyslových interferometrů. Konstantní složka nejistoty tohoto přístroje je nejlepší v KCDB. IK-1 se zúčastnil porovnání EURAMET 610, ve kterém byl ČMI pilotní laboratoří.

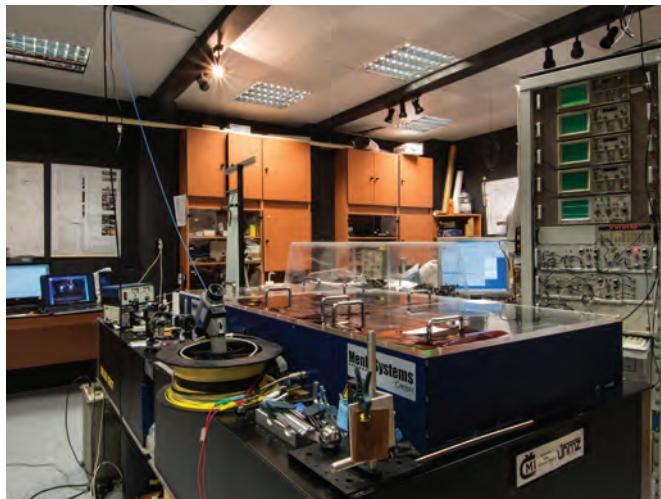
Interferometr pro dlouhé koncové měřky IDKM je statický (vícevlňný) interferometr pro měření délky koncových měrek do jednoho metru. Zúčastnil se klíčového porovnání měření délky EUROMET v roce 2004 a 2013 a doplňkového porovnání měření teplotní roztažnosti ocelových a keramických měrek v roce 2005. S nejistotou 110 nm pro měřky délky 1 m se IDKM řadí mezi pět nejlepších v KCDB.

Pomocí interferometru IK-1 doplněného o jednoduchý CCD mikroskop je možné kalibrovat přesná čárková měřítka s nejistotou od 28 nm a přesné inkrementální, indukční, kapacitní nebo jiné snímače polohy nebo aktuátory.

V oddělení kvantové metrologie délky byla vyvinuta i nová metoda pro měření rovinnosti přesných (i velkých) optických ploch řádkovacím diferenciálním (deflektometrickým) interferometrem.

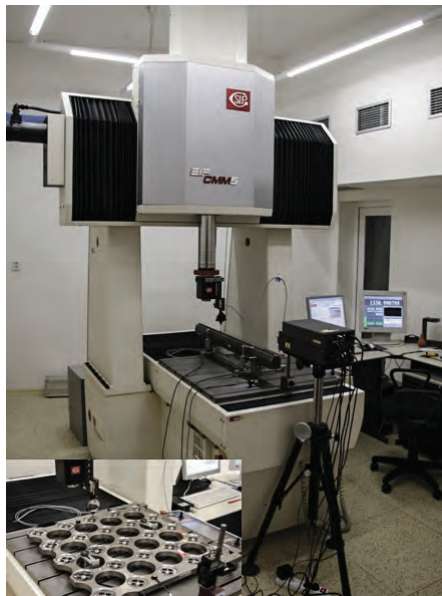
V posledních letech se oddělení kvantové metrologie délky aktivně zapojilo do řešení **mezinárodních výzkumných projektů** IMERA+ a EMRP. Úspěšně byl ukončen projekt, zabývající se vývojem nových metod měření polohy s malou konstantní složkou nejistoty; v ČMI byl vyvinut a optimalizován interferometr, který měří současně se dvěma různými vlnovými délkami a může tak kontrolovat a korigovat „sám sebe“ a zajistit tak nejistotu pod 0,01 nm (nejistota byla prokázána při porovnání s rentgenovým interferometrem v NPL). Cílem dalšího projektu bylo vyvinout a porovnat zařízení, umožňující měřit vzdálenost do jednoho kilometru s nejistotou desetin milimetru – tedy i určit a kompenzovat vliv indexu lomu vzduchu a jeho fluktuací.

ČMI má etalony všech základních jednotek SI, kromě času / frekvence. SE založený na sadě komerčních cesiových hodin uchovává přidružená laboratoř ÚFE AV. Frekvence je nejpřesněji



Laboratoř kvantové metrologie délky

měřitelnou veličinou (10^{-16} relativně) a je proto základem celého systému SI (je využita mj. pro definici jednotek délky, elektrických veličin a dalších jednotek). Perspektivou, i pro oddělení kvantové metrologie délky, je vývoj atomových hodin pracujících na optických kmitočtech, s podstatně lepší stabilitou a potenciální přesností 10^{-17} relativně; je plánován v ČMI LPM na léta 2013–2020.



Souřadnicový měřicí stroj CMM5 SIP

Oddělení technické délky bylo jako samostatné zřízeno v roce 1994. Základním cílem bylo zpřístupnit průmyslu dimensionální měření na vysoké úrovni. Práce začínaly s historickým technickým zázemím čítajícím délkovou trať, mikroskop a několik komunálních měřidel. V roce 1995 byl pořízen XY polohovatelný stůl s laserovým odměřováním pro kalibrace 1D a 2D objektů. V témže roce i první kalibrační systém s laserovým interferometrem, který velmi zvýšil úroveň prováděných měření. V dané konfiguraci umožňoval měření polohy, přímosti, úhlového natočení, rovinnosti a kolmosti a bylo s ním provedeno mnoho kalibrací v laboratoři i v průmyslových podnicích. Zlomový byl rok 1996, kdy byl pořízen 3D souřadnicový měřicí stroj SIP, který zavedl ve ČMI nový obor 3D měření a kalibrací. Toto zařízení je stále denně v provozu a po úpravách software a hardware stále v dobrém stavu.

Provádějí se na něm kalibrace etalonů, délkových měřidel, vzorových kusů a výzkumné

činnosti. Během roku 1998 byl pořízen další laserový interferometr a v letech 2000–2001 byla obnovena historická 30m dlouhá kalibrační trať pro kalibrace pásem, čárkových měřítek a délkových etalonů. Bohužel byla práce znehodnocena povodní v roce 2002, trať ale byla znovu rekonstruována a paradoxně díky povodni je na nejlepším stavu své existence.

Během následujících let začaly růst požadavky na bezdotyková měření, a proto byl v roce 2006 zakoupen 3D měřicí stroj Werth s optickým, dotykovým a posléze i laserovým snímáním. Toto zařízení je využíváno hlavně pro kalibrace optických kalibrů, čárkových měřítek a etalonů s požadavky na kombinaci více snímacích systémů najednou. Logickým vývojem se oddělení dostalo do stavu, kde již zákazníci začínali požadovat provádění 3D kalibrací přímo u nich v podnicích. V roce 2011 byl tedy zakoupen mobilní měřicí 3D stroj Faro, který je vybaven mimo dotykového snímače i laserovou sondou pro načítání mraků bodů na povrchu součástí. Již od roku 1999 se oddělení úspěšně zapojuje do mezinárodních výzkumných projektů v oboru dimensionální metrologie, kde ještě zvyšuje technickou úroveň získáváním nových poznatků.

Oddělení elektromagnetických veličin (sloučená dřívější oddělení měřicích transformátorů a oddělení magnetických veličin) navazuje na historii laboratoře, zmiňované už v roce 1928 a poté specializované na své obory jako vrcholová laboratoř i v ČSMÚ. V rozvoji možností a služeb oddělení od roku 1993 můžeme zaznamenat dva zásadní mezníky. Především to byla obnova a doplnění vybavení cestou projektů zahraniční pomoci v počátcích budování institutu a potom rekonstrukce po zničení laboratoří povodní v roce 2002.

V rámci projektu švýcarské pomoci bylo pořízeno klíčové vybavení od firmy Tettex, etalonové proudové komparátory, etalonový měřicí transformátor proudu, elektronická zátěž pro měřicí transformátory proudu a mnohé další. To umožnilo významné rozšíření možností laboratoře.

Oddělení poskytuje služby zejména v oblasti veličin, zajímavých pro energetiku a rozvod elektrické energie. Příkladem je kalibrace a ověřování měřicích transformátorů proudu při 50 Hz v rozsahu 0,5 A/ 5 A až 5 000 A/5A a 5000 A/1 A, kalibrace a ověřování měřicích trans-



Kalibrace proudových komparátorů

formátorů proudu v kmitočtové oblasti 10 Hz až 10 kHz, kalibrace a ověřování měřicích transformátorů napětí a měřidel střídavého napětí do 400 kV a kmitočtu 50 Hz, kalibrace zařízení pro ověřování měřicích transformátorů a zátěží pro měřicí transformátory a další.

K službám laboratoře náleží i kalibrace měřidel velkých stejnosměrných proudů v rozsahu do 100 A, kalibrace převodníků velkých stejnosměrných proudů, stejnosměrných napětí a stejnosměrných výkonů v rozsahu do 100 A a 3 kV, kalibrace měřidel vysokých stejnosměrných napětí v rozsahu do 20 kV.

V oboru **magnetických veličin** se oddělení zabývá tradičně kalibračními přístroji a zařízeními pro měření magnetické indukce, intenzity mag. pole, magnetického toku, magnetického



momentu, kalibračními vzorky elektrotechnických ocelí pro kontrolu Epsteinových přístrojů a celých měřicích sestav, kalibračními vzorky magneticky tvrdých materiálů – měření magnetických charakteristik, kalibračními toroidními vzorky magneticky měkkých materiálů – měření magnetických charakteristik. Na obrázku je zařízení na kalibraci vzorků magnetických materiálů – měření koercivity v otevřeném magnetickém obvodu.

Oddělení uchovává státní etalony:

- magnetického toku,
- magnetické indukce,
- poměru střídavých el. proudů průmyslové frekvence 50 Hz,
- poměru střídavých el. napětí průmyslové frekvence 50 Hz.

Odd. optické radiometrie a fotometrie bylo zřízeno v roce 2000 s cílem kompletovat technickou základnu metrologie o obor, který dosud nebyl v ČMI zajišťován. Obor měl v ČR dlouhou tradici vzhledem k velké výrobě osvětlovacích prvků a zařízení a průmyslu reprodukční techniky. Změny ve struktuře průmyslu po roce 1990 však znamenaly dočasný útlum. V době počátečního rozvoje oddělení byla primární etalonáž fotometrických veličin zajišťována prostřednictvím fotometrických žárovek, uchovávaných Elektrotechnickým zkušebním ústavem v Praze a navazovaných opakovaně v NPL (UK).

Oddělení začínalo v nevyhovujících prostorách, ale postupně bylo jeho umístění dořešeno. Definitivní laboratoř byla zbudována v okamžiku rozhodnutí pořídit kryogenní radiometr jako jeden ze základů pyramidy metrologické návaznosti v oboru. Růstu počtu zakázek a výzkumných úkolů odpovídá také nárůst počtu pracovníků, kterých je nyní (v roce 2013) devět proti počátečním třem.

Hlavním cílem budování nové laboratoře bylo vytvořit metrologické pracoviště, schopné dynamicky reagovat na prudký rozvoj optických měřicích technologií téměř ve všech oblastech průmyslu, ať už jde o automobilový průmysl, chemický a farmaceutický průmysl, elektronický průmysl, telekomunikace, doprava, ale také ve zdravotnictví a v ochraně a monitorování životního prostředí. Prioritou bylo budování primární optické radiometrie ve spektrálních rozsazích, pokrývajících většinové potřeby průmyslu, vědy a výzkumu v ČR, tj. v rozsahu od 220 nm po 2500 nm. Postupně byly zaváděny obory odtud odvozené, jako jsou fotometrie, spektrometrie zdrojů optického záření, spektrometrie optických materiálů, vláknová optika a kvantová optika.

Práce začaly budováním primárního etalonu celkového zářivého toku v oblasti viditelného záření. Ten byl v letech 2001–2003 realizován vývojem v úzké spolupráci s pracovištěm NPL (UK) ve formě absolutního kryogenního radiometru. Toto unikátní zařízení je vybaveno mechanickým kryogenním chlazením pracujícím na teplotě cca 10 K, jako zdroj optického záření používá kryptonový multi-line laser, jehož záření, emitované na sadě více než 12 spektrálních čar je výkonově stabilizováno na hodnotu 10 ppm po dobu cca 1000 s. Kryogenní radiometr ČMI poskytuje nejistotu měření 60 ppm a jeho parametry byly validovány formou účasti na klíčovém porovnání CCPR. Kryogenní radiometr ČMI dnes patří mezi 10 nejpresnějších absolutních radiometrů v celosvětovém měřítku.

V návaznosti na tento etalon byly dále v letech 2004–2008 vlastním vývojem realizovány a validovány postupně státní etalon celkového toku ultrafialového záření, pro spektrální oblast 220 nm až 380 nm, s aplikační oblastí zejména ve strojírenství, ale také ve zdravotnictví a ochraně životního prostředí, a státní etalon celkového toku infračerveného záření, pro spektrální oblast 800 nm až 1650 nm, který je významnou podporou hlavně pro telekomunikační technologie, chemický průmysl, ale také v oblasti dopravy a bezpečnosti. Oba etalony využívají jako zdroj quasi-monochromatického záření poměrně unikátní aparatury dvojitých mřížkových monochromátorů, u nichž bylo vlastním vývojem dosaženo nejistoty vlnové délky emitovaného záření na úrovni 0,1 nm a potlačení rozptýleného světla pod úroveň 1 ppm. Samotné nejistoty realizace jednotky se pohybují v rozsahu od 0,1 % do 0,4 % relativně, což ČMI opět řadí mezi přední pracoviště v Evropě.

V návaznosti na tyto etalony jsou v současné době dokončovány a připravovány k vyhlášení vlastní realizace etalonů hlavních fotometrických veličin. Je to v první řadě etalon svítivosti, se základní jednotkou systému SI *kandelou*. [cd]. Byl vyvíjen v letech 2007–2009, je realizován ve formě sady primárních fotometrů a dosahuje nejistoty 0,4 % relativně. V návaznosti na ni je pak v posledním období let 2011–2013 budován primární etalon celkového svítivého toku s jednotkou *lumen* [lm] budovaný za využití nového zrcadlového gonio-spektrometru a materializovaný ve formě sady etalonových žárovek.

V současnosti vývoj také směřuje do oblastí metrologie optických parametrů povrchu materiálů a kvantové optiky, kde se využívají nejnovější prvky v současnosti dostupných technologií, jako jsou kvantové tečky a manipulační roboty.

Odd. optické radiometrie a fotometrie bylo vždy velmi aktivní v oblasti mezinárodní spolupráce. Od počátku byla navázána spolupráce s laboratořemi NPL ve Velké Británii. V současnosti se ve spolupráci s řadou renomovaných institucí (PTB, INRIM, Světové radiační centrum v Davosu atd.) řeší projekty EMRP, zaměřené na problematiku optické metrologie.

V letech 2008–2011 to byl projekt „Kvantová kandela“, zabývající se vývojem nových primárních etalonů optické radiometrie na kvantové bázi. Další projekty v rámci programu EMRP jsou zaměřeny na metrologii pevnolátkových svítidel (LED, OLED) a na výzkum pro metrologickou infrastrukturu pro kvantovou kryptografii. Tento projekt řeší zcela poprvé v celosvětovém měřítku zajištění metrologické návaznosti pro novou vznikající technologii. Mezi další témata výzkumu, na kterém se oddělení podílí, patří projekty „Návaznost pro absolutní spektrální měření slunečního UV záření“, a „Nové etalony pro optickou radiometrii“. Cílem projektu „Multidimensionální reflektometrie“ je aplikace pro kvalitnější měření optických parametrů povrchů materiálů (lesk, barevnost, textura...) v průmyslu. Projekt „Jednofotonové kvantové zdroje“ se zabývá základním výzkumem nových prvků s ohledem na jejich budoucí využití v metrologii.



Na fotografii je měřicí lavička, v pozadí kryogenní radiometr.

Práce oddělení radiometrie a fotometrie nachází četné praktické aplikace všude tam, kde se měří charakteristiky prostředí, materiálů, výrobků, závislé na vnímání nebo působení světla v různých oblastech spektra.

Pracoviště nabízí kalibraci širokého souboru druhů měřidel pro radiometrii, fotometrii, vláknovou optiku, kolorimetrii, měření lesku.

Stálý pokrok výrobních technologií a poptávka po metrologických řešeních vytvářejí příznivé klima pro rozvoj laboratoří, metod měření a kalibrace a pro výzkum v oboru. To zahrnuje jak vývoj nových oborů měření, tak rozšiřování rozsahu měřených veličin a snižování nejistot u klasických oborů. Další hnací silou je samozřejmě rozvoj přístrojové techniky, která má být kalibrována. Rostoucí požadavky jsou vyvolávány také nároky na kvalitu životního prostředí, potravin, zdravotní péče, ale také požadavky na zpřesnění měření kvůli rostoucím cenám elektřiny, tepla, vody, pohonných hmot atd. Tím se metrologii dostává stále více zájmu veřejnosti.

Laboratoře primární metrologie a všechna ostatní pracoviště institutu musejí na tuto situaci reagovat, ať už se jedná o měření v oboru akustiky a vibrací, elektromagnetických veličin, délky, radiometrie a fotometrie, o měření spojená s měřením síly, tvrdosti, drsnosti – zde všude jsou motivy rozvoje a také příležitosti.

ČMI TESTCOM

VOJ ČMI TESTCOM je nejmladší součástí ČMI. V roce 2008 byla rozhodnutím ministra průmyslu a obchodu ke dni 30. 6. 2008 zrušena příspěvková organizace TESTCOM – Technický a zkušební ústav telekomunikací a pošt Praha a část jejích činností převzal Český metrologický institut a zároveň také převzal budovy v ulici Hvoždanská v Praze.

Do ČMI byla začleněna tři pracoviště, a to oddělení zkušebních laboratoří (EMC, rádiová zařízení a elektrická bezpečnost, kalibrace antén), oddělení kmitočtového inženýrství (spolupráce na správě kmitočtového spektra) a oddělení ekonomicko-správní. Tato pracoviště působila ve druhém pololetí roku 2008 v rámci úseku fundamentální technologie a od ledna 2009 byla zřízena samostatná VOJ, ČMI Testcom.



Původní TESTCOM – Technický a zkušební ústav telekomunikací a pošt Praha byl zřízen k 1. lednu 1993 tehdejším Ministerstvem hospodářství České republiky, aby „ve veřejném zájmu zabezpečoval podporu výkonu státní správy a řešil provozně-technické úkoly v oblasti telekomunikačních a poštovních služeb a sítí v ČR“ (citováno ze zřizovací listiny a statutu TESTCOM). Tímto novým názvem TESTCOM bylo nazváno původní hlavní pracoviště bývalého Výzkumného ústavu spojů Praha, který byl zrušen se zánikem České a Slovenské federativní republiky.

TESTCOM bez přerušení pokračoval v činnostech, které byly v průběhu předchozích let systematicky rozvíjeny; pracovala zde relativně stabilní – alespoň jak to existující vnější podmínky dovolovaly – sestava odborníků v telekomunikačních a poštovních oborech. Odborné tradice ústavu přitom sahají daleko do minulosti, ze které lze uvést několik významných dat. Již v roce 1922 byla zřízena Radiolaboratoř při ministerstvu pošt a telekomunikací, v roce 1927 pak vznikl Telegrafní výzkumný a pokusný ústav a v roce 1929 Poštovní technický a zkušební ústav. Takto založená a rozvíjená výzkumná a zkušební základna telekomunikací a pošt byla ve válečných letech prakticky zlikvidována. V roce 1948 byl položen základ pro její obnovu a další rozvoj zřízením Výzkumného ústavu poštovní správy, který byl v roce 1953 přejmenován na Výzkumný ústav spojů. Postupně byly vytvořeny pobočky VÚS na Slovensku v Bánské Bystrici a v Žilině. Pod názvem Výzkumný ústav spojů jako organická součást resortu telekomunikací a pošty pak existoval až do rozdělení federace do konce roku 1992. Pracoviště v České republice potom od 1. 1. 1993 jako TESTCOM.

V počátku 80 let minulého století bylo z důvodu plánované výstavby Strahovského tunelu potřeba opustit působiště hlavní části Výzkumného ústavu spojů v Praze na Smíchově. Z tohoto důvodu byl postupně vybudován areál v Praze Roztylech, kam se postupně v období let 1984 až 1988 přesunula všechna pražská pracoviště. V dubnu roku 2002 byla v rámci areálu uvedena do provozu bezodrazová komora pro měření v oblasti elektromagnetické kompatibility (EMC) a v oblasti rádiových zařízení.

Hlavní oblasti činnosti **TESTCOM** před jeho zrušením byly (převzaté ČMI jsou tištěny tučně):

- Odborné práce, studie, expertízy, konzultace v oboru telekomunikací, radiokomunikací a pošty,
- **zkoušky telekomunikačních a rádiových zařízení, zkoušky EMC a elektrické bezpečnosti,**
- **kalibrace měřidel v oblasti telekomunikací a radiokomunikací a kalibrace antén,**
- normalizace v oboru informačních technologií a pošty,
- znalecké posudky v oboru telekomunikací a pošty,
- **spolupráce na správě kmitočtového spektra.**

V období před začleněním pracovišť TESTCOM do ČMI již probíhala spolupráce mezi oběma organizacemi, a to zejména v oblasti provádění zkoušek EMC v rámci typového schvalování měřidel ČMI na straně jedné a při kalibraci měřicího vybavení TESTCOM na straně druhé.

V první polovině roku 2008 byly postupně vytvářeny organizační a administrativní podmínky pro začlenění komplexu laboratoří TESTCOM do ČMI. Společně s laboratořemi byl vytvořen v ČMI prostor i pro začlenění pracovní skupiny, která se zabývala problematikou **kmitočtového inženýrství**. Příslušné oddělení zajišťuje technickou podporu Českému telekomunikačnímu úřadu v oblasti správy kmitočtového spektra. Tato činnost má dlouhodobý charakter již z doby činnosti předchůdců TESTCOM.

Bezprostředně po začlenění oddělení kmitočtového inženýrství do ČMI v roce 2008 byla poskytována komplexní technická podpora ČTÚ zejména pro potřeby zajištění plynulého přechodu z analogového na digitální TV vysílání v České republice. Na tuto etapu spolupráce navazuje současná technická podpora ČTÚ v oblasti využití digitální dividendy, zavádění digitálního rozhlasového vysílání (T-DAB) v ČR a v oblasti zavádění dalších rádiových služeb elektronických komunikací.

V rámci oddělení kmitočtového inženýrství ČMI jsou zpracovávány podklady pro mezisystémovou koordinaci VKV FM vysílačů s prostředky letecké navigace. Součástí činnosti oddělení je výzkum šíření rádiových a optických vln v závislosti na meteorologických podmínkách. Tyto výzkumné aktivity mají dlouhodobý charakter a datové řady získané kontinuálním sledováním na experimentálních trasách po dobu několika desítek let jsou vysoce ceněny i v mezinárodním měřítku. Pracovníci oddělení se podílejí na řešení mezinárodních výzkumných projektů, mimo jiné ve spolupráci s akademickými pracovišti ČR (ČVUT FEL, ÚŘE VUT, UFE AV ČR). Výsledky výzkumných prací jsou využívány pro zpřesnění koordinačních metod plánování mikrovlnných, příp. optických spojů. Pro výzkum šíření je k dispozici zkušební spojová trasa.

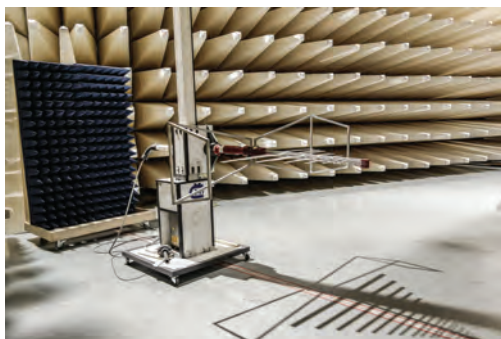


Část zkušební trasy

Oddělení laboratoří TESTCOM zajišťuje provádění zkoušek ve třech oblastech – elektromagnetická kompatibilita, elektrická bezpečnost a rádiová zařízení. Laboratoř je akreditována Českým institutem pro akreditaci. Akreditovaná laboratoř tvoří zkušební zázemí pro:

- Notifikovanou osobu pro rádiová a koncová telekomunikační zařízení – Směrnice 99/5/EC – Radio and Telecommunication Terminal Equipment (NV 426/2000 Sb.)
- a pro certifikační orgán pro certifikaci výrobků.

Laboratoř je akreditována a zkouší výrobky z mnoha průmyslových odvětví, např. zařízení informační techniky, domácí spotřebiče, stroje a nářadí, medicínské přístroje, komponenty pro automobilový průmysl, drážní vozidla a tramvaje a jejich komponenty, drážní zabezpečovací a sdělovací zařízení, osvětlovací techniku, poplachové systémy, výtahy, stroje se spalovacími motory, váhy, elektrická měřicí, řídicí a laboratorní zařízení, dálková ovládání spotřebičů a jiná zařízení krátkého dosahu, přístupové systémy, poplachové systémy, zařízení bluetooth, rádiové stanice pro různé druhy přenosu, rozhlasové a televizní vysílače, radioreléová zařízení, družicová zařízení, výkonové transformátory a komponenty zařízení podle požadavků zákazníků.



Pohled do bezodrazové haly

Laboratoř provádí řadu zkoušek v oblasti EMC (EMI – elektromagnetická interference a EMS – elektromagnetická susceptibilita) podle harmonizovaných norem, např.:

- Měření rušivých napětí a proudů na svorkách (vedeních) – kmitočtový rozsah 9 kHz – 30 MHz,
- měření rušivého výkonu – kmitočtový rozsah 30 MHz – 300 MHz,
- měření rušivých elektromagnetických polí – kmitočtový rozsah 9 kHz – 26000 MHz,
- měření harmonických kmitočtů síťového kmitočtu 50 Hz na síťových svorkách zařízení pro jedno a třífázová zařízení,
- měření blikání (flicker),
- odolnost vůči elektrostatickému výboji,
- odolnost vůči vyzařovaným elektromagnetickým polím (26 MHz – 4 GHz),
- odolnost vůči skupinám impulsů (burst),
- odolnost vůči rázům (surge),
- odolnost vůči rušením šířeným po vedeních metodou CDN (150 kHz – 230 MHz), pro automobilový průmysl metodou BCI (100 kHz – 400 MHz),
- odolnost vůči magnetickým polím
- a odolnost vůči krátkodobým výpadkům a přerušení napájení.

K dispozici je bezodrazová hala pro zkoušky elektromagnetické kompatibility se širokými možnostmi připojení externích zařízení pomocí standardních vf konektorů, datových linek i optického propojení. Hala je vybavena automatizovaným měřicím pracovištěm, umožňujícím provádění a vyhodnocování zkoušek podle mnoha výrobových norem. Základními parametry haly jsou kmitočtový rozsah 20 MHz – 26 GHz a měřicí vzdálenost 10 m a 3 m. K dalšímu vybavení patří 2 stíněné



Měřicí pracoviště

komory pro zkoušky rušivých napětí, rušivého výkonu a odolnosti vůči rušením šířeným po vedeních, specializovaná pracoviště pro zkoušky odolnosti a mobilní měřicí pracoviště pro některé zkoušky na místě instalace.

Laboratoř je akreditována a zkouší podle harmonizovaných norem rádiová zařízení, pracující v kmitočtovém rozsahu od 9 kHz do desítek GHz, s výkonem na konektoru, případně vyzářeným, v rozsahu od μW do kW. Jedná se hlavně o měření výkonu vysílačů, měření kmitočtové odchylky, výkonu vysílače v sousedním kanále, emise vedené i vyzářené vysílače a přijímače, citlivost přijímačů atd. K tomu slouží vybavení malou bezodrazovou halou pro zkoušky vyzařování rádiových zařízení, stíněnou komorou pro zkoušky parametrů zařízení s klimatickou komorou a specializované měřicí zařízení.

Laboratoř je akreditována také pro zkoušky elektrické bezpečnosti a zkouší podle harmonizovaných norem široký rozsah výrobků elektrotechnického průmyslu. Pro tyto zkoušky je vybavena mimo jiné klimatickou komorou (pro rozsah teplot $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$, vlhkost 10 % až 95 %), pecí do $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ o objemu 80 l, pracovištěm pro zkoušky požární odolnosti, generátory impulzní vlny $1,2\text{ }\mu\text{s}/50\text{ }\mu\text{s}$ a $10\text{ }\mu\text{s}/700\text{ }\mu\text{s}$ a dalším měřicím zařízením.

Další činností akreditované laboratoře je kalibrace antén. Provádí kalibrace rámových, tyčových, dipólových, logaritmicko-periodických a trychtýřových antén používaných pro zkoušky EMC v kmitočtovém pásmu 9 kHz až 18 GHz.

Organické začlenění laboratoří TESTCOM do ČMI je příslibem pro další účelný rozvoj a zároveň přináší i ostatním částem institutu výhody a synergický efekt, například při zajišťování typových zkoušek měřidel.

INSPEKTORÁT PRO IONIZUJÍCÍ ZÁŘENÍ

Inspektorát pro ionizující záření (ČMI-IIZ) se zabývá fundamentální, legální i průmyslovou metrologií ve svém specifickém oboru a výrobou standardizovaných zdrojů záření, zejména pro kalibrační účely.

Počátky oboru metrologie ionizujícího záření byly předznamenány objevem „paprsků X“ (1895), „uranových paprsků“ (1896) a následující izolací radia z jáchymovského smolince (1898). Pokud jde o samotné měření, bylo nejprve nutné najít měřitelné vlastnosti zkoumaných jevů, které (stejně jako je tomu u působení elektrického náboje) nejsou přístupné lidským smyslům, a v tom se obor ionizujícího záření zásadně liší třeba od metrologie hmotnosti, délky, mechanických veličin. Dalším krokem teprve byla konstrukce vhodných měřidel a jejich metrologické zabezpečení.

Historie oboru se v Československé republice odvíjí od Státního ústavu radiologického, zřízeného v Praze v roce 1919. Ústav měl úkoly vědecké (mj. i vývoj měřicích přístrojů) i praktické, byl „zkusební stanicí, v níž se konají jemná měření zejména pro doly jáchymovské a pro četné interesenty z kruhů lékařských, průmyslových i zemědělských.“

Ústav byl postupně reorganizován a na jeho bázi byl v roce 1959 zřízen Ústav pro výzkum, výrobu a využití radioisotopů (ÚVVVR). **Odbor fyziky** ÚVVVR se zabýval zejména správou a rozvojem státního etalonu aktivity radionuklidů, výrobou a prodejem standardizovaných radionuklidových zdrojů, zabezpečováním celostátní služby osobní dozimetrie a metrologickou podporou systémů radiační kontroly budovaných jaderných elektráren. Z ÚVVVR byly postupně vyčleněny specifické činnosti (např. od roku 1965 radiační ochrana) do jiných institucí.

Z důvodu privatizace ÚVVVR byl v roce 1992 odbor fyziky delimitován do Státního metrologického inspektorátu se sídlem v Brně a jako jeho organizační jednotka, Inspektorát pro ionizující záření, setrval v této pozici i po zřízení Českého metrologického institutu v roce 1993.

Z historického přehledu vyplývá kvalitní pokrytí oboru renomovanými institucemi od samých počátků, naštěstí i se zachováním nutné kontinuity odborné práce. Je třeba zmínit také to, že činnostmi souvisejícími s oborem se zabývaly a zabývají i jiné subjekty. V současné době se jedná zejména o Fakultu jadernou a fyzikálně inženýrskou ČVUT (založena 1955), Ústav jaderného výzkumu Řež a.s. (1955), Ústav jaderné fyziky AV ČR, v.v.i. (1972), Státní úřad pro jadernou bezpečnost (1993), Státní ústav radiační ochrany (1993), Státní ústav jaderné, biologické a chemické ochrany (2000), Armáda České republiky a Hasičský záchranný sbor České republiky a ČEZ, a.s.

V reakci na vývoj a podmínky aktuálního prostředí a na vývojové trendy se Inspektorát pro ionizující záření rozvíjí i posledních dvacet let.

V oboru metrologie ionizujícího záření se ČMI-IIZ zaměřil na výzkum a vývoj metodik a instrumentálního vybavení v oborech:

- metrologie aktivity radionuklidů
- metrologie dozimetrických veličin
- metrologie neutronů

Zařízení státního etalonu aktivity radionuklidů bylo postupně budováno již od 70. let 20. století. Souběžně s detektory a elektronickými bloky byly vyvíjeny i metody měření, které jsou pro každý nuklid charakteristické. Již od konce 70. let se laboratoř úspěšně účastnila mezinárodních porovnání stanovení aktivity radionuklidů. Státní etalon jednotky aktivity radionuklidů byl vyhlášen jako jeden z prvních po vzniku ČR v roce 1997. Zatímco mechanické části některých detektorů zůstaly od 70. let prakticky beze změny, v souvislosti s rozvojem možností elektroniky a výpočetní techniky došlo k zásadním změnám vyhodnocení naměřených dat. Systém digitální koincidence umožňuje sběr velkého objemu dat a jejich následné opakovatelné zpracování na základě znalosti fyzikálních principů rozpadu radionuklidu.

V posledních letech byla vyvinuta jednotka pro měření s kapalnými scintilátory s třemi fotonásobiči založená na zpracování dvojných a trojných koincencí. Systém detektorů a měřících metod nyní umožňuje absolutní stanovení aktivity cca 70 nuklidů a tento počet neustále roste podle požadavků souvisejících s rozvojem oborů, které radionuklidy využívají.

Od počátku byla v rámci zařízení státního etalonu aktivity radionuklidů budována spektrometrická laboratoř zejména pro zjišťování nečistot v radionuklidových roztocích. Vybavení laboratoře je založeno na germaniových a křemíkových detektorech pro měření alfa-, beta-, gama- a X-spekter radionuklidů.

V současné době je ve spektrometrické laboratoři rozvíjena standardní metoda charakterizace germaniových detektorů pro výpočet účinností detekce metodou Monte Carlo a výpočet opravy na koincidenční sumace při spektrometrickém měření.



Spektrometry záření alfa, beta, X a gama v laboratoři spektrometrie

Metrologie dozimetrie fotonů byla již v rámci ÚVVVR zaměřena na realizaci svazků záření gama pro účely ochrany před zářením a radioterapie. Po delimitaci byl rozvoj zaměřen na vybudování nových cejchoven záření gama a X a na rozšíření metrologie na nízkoenergetické svazky záření X, později také na realizaci veličiny součin kerry a plochy pro zkoušky měřidel typu KAP-metr. Rozšiřuje se rozsah instalovaných kvalit záření X včetně mamografických.



Zdroje záření gama a X v laboratoři dozimetrie fotonů

Stále intenzivněji jsou využívány nové výpočetní algoritmy – simulace interakcí fotonů a nabitých částic metodou Monte Carlo. Technologické vybavení cejchoven záření gama a X již bylo dvakrát modernizováno. Metrologie dozimetrických veličin fotonů je v současnosti realizována jako sekundární, v posledních letech bylo nicméně zahájeno zavádění absolutních metod metrologie kerry ve vzduchu, které postupně pokryjí celý energetický rozsah fotonů.

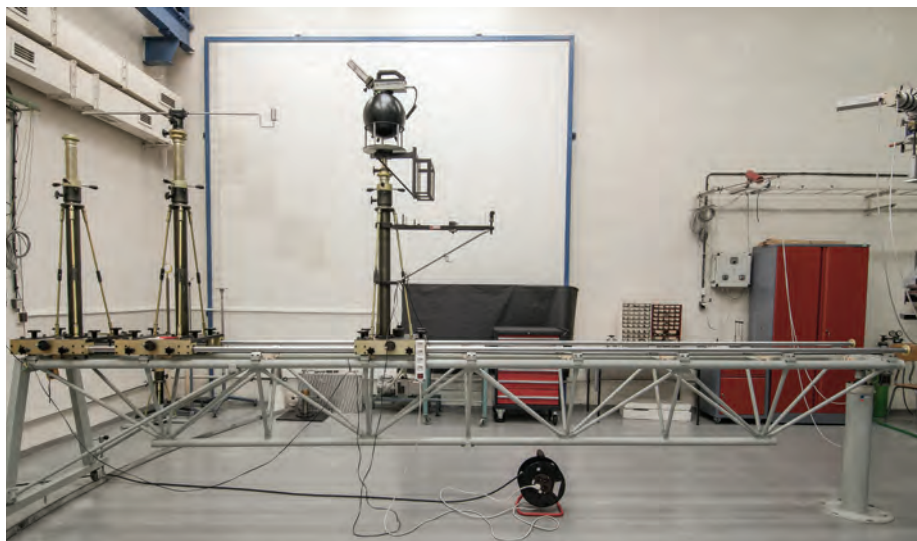
Metrologie neutronů je vzhledem ke specifickým vlastnostem neutronů velmi komplikovanou disciplínou náročnou na vybavení zdroji neutronů i na měřicí zařízení. Současná situace je taková, že žádný metrologický institut nedokáže pokrýt potřeby metrologie neutronů v celém rozsahu. ČMI udržuje dva státní etalony, a to etalon emise neutronů z radionuklidových zdrojů a etalon fluence a spektrální fluence neutronů, přičemž je nutné dodat, že rozsah zmíněných veličin odpovídá zejména potřebám dozimetrie prostředí a osobní dozimetrie. Metrologie neutronů pro reaktory a metrologie neutronů vysokých energií nemůže být zatím zajištěna vzhledem k absenci odpovídajících zdrojů. Pomocí etalonu emise z radionuklidových zdrojů, který je navázaný na etalon aktivity radionuklidů, jsou zajištěny zdroje pro etalon fluence a spektrální fluence neutronů. Fluence, popř. spektrální fluence neutronů, jsou konvertovány na operační dozimetrické veličiny, tj. na prostorový nebo osobní dávkový ekvivalent (resp. jejich příkon), užitím mezinárodně doporučených konverzních funkcí. Tyto veličiny jsou pak využívány při posuzování radiační bezpečnosti v okolí jaderných zařízení, a to zejména energetických reaktorů, na úložištích vyhořelého paliva, u urychlovačů výzkumných i lékařských, popř. v blízkosti radionuklidových neutronových zdrojů.



Bonnerův spektrometr pro stanovení spektrální fluence neutronů



Manganová lázeň pro stanovení emise neutronů z radionuklidových zdrojů



Ozařovací lavice pro zkoušky měřidel neutronů

Pro obor metrologie ionizujícího záření jsou nyní vyhlášeny státní etalony:

- Státní etalon aktivity radionuklidů
- Státní etalon příkonu fluence a příkonu spektrální fluence neutronů
- Státní etalon emise neutronů z radionuklidových zdrojů
- Státní etalon kerry ve vzduchu
- Státní etalon absorbované dávky ve vodě

Inspektorát pro ionizující záření se v současné době významně podílí na několika evropských metrologických výzkumných projektech v oblasti měření odpadů, uvolňovaných z jaderných zařízení do životního prostředí, v oblasti metrologie v pro nukleární medicínu a onkologii a v oblasti hutního a těžebního průmyslu.

Na všechny zmiňované obory etalonáže navazuje metrologický servis, spočívající v kalibraci, ověřování, typových zkouškách měřidel, přípravě referenčních materiálů, expertní a poradenské činnosti.

Mezi nejvýznamnější akce Inspektorátu pro ionizující záření patří metrologické zabezpečení systému radiační kontroly při výstavbě jaderné elektrárny Temelín (dodavatel General Atomics, USA), prověření systémů měření výpustí v jaderné elektrárně Kozloduj (Bulharsko) po jejich modernizaci (dodavatel Westinghouse, Canberra, USA) a typové testy klíčových produktů v oblasti radiačních monitorovacích systémů.

Inspektorát pro ionizující záření provádí státní metrologickou kontrolu v jaderných elektrárnách Temelín, Dukovany a slovenských jaderných elektrárnách Jaslovské Bohunice a Mochovece.

Technické prostředky a know-how Inspektorátu pro ionizující záření odpovídají potřebám veřejnoprávních i soukromoprávních subjektů ČR a potřebám ochrany spotřebitelů i závazkům státu z hlediska jaderné bezpečnosti. Další vývoj bude orientován na řešení nových potřeb společnosti a na udržení vysoké úrovně služeb. V oblasti měřicí techniky a výzkumu bude snahou pracovníků ČMI-IIJ jít vždy „beyond the state of the art“.

PODPORA A SPOLUPRÁCE

Pro rozvoj institutu v posledních dvaceti letech byla významná podpora, pomoc a spolupráce řady institucí. Na prvním místě je třeba jmenovat zřizovatele institutu, **Ministerstvo průmyslu a obchodu**, které po celou dobu existence institutu trvale podporovalo jeho rozvoj a začlenění do národního metrologického systému i mezinárodní metrologické spolupráce. Pozornost věnovaná problematice metrologie a finanční podpora včetně investiční byla nejenom v době těžkých začátků rozvoje institutu neocenitelná. Další oblastí podpory MPO byla metrologická legislativa, zvláště práce při odstraňování technických překážek obchodu a sbližování technických předpisů ČR se souborem právních předpisů EU s technickým obsahem. Je potřeba též ocenit významný podíl MPO na vzniku všech rozvojových záměrů institutu a koncepcí rozvoje institutu i celého národního metrologického systému.

Důležitá a přínosná byla a nadále je spolupráce s **Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví**, zajišťovaná zejména odborem metrologie a odborem mezinárodních vztahů.

Za velmi vstřícnou a nadále se rozvíjející spolupráci v oblasti evropského koordinovaného metrologického výzkumu (např. program EMRP) je třeba poděkovat **Ministerstvu školství, mládeže a tělovýchovy**.

Pro získání a udržení důvěry uživatelů služeb institutu je nezbytností akreditace laboratoří. Odtud dlouhodobé vztahy a oboustranně prospěšná spolupráce s **Českým institutem pro akreditaci, o.p.s.**

Součástí národního metrologického systému jsou také **přidružené laboratoře**. Spolupráce s nimi je dlouholetá, vesměs jsou zastoupeny v Radě pro metrologii ÚNMZ a jsou zapojeny i do činností v rámci ujednání CIPM MRA. V několika případech jsou tyto instituce pověřeny i uchováváním státních etalonů. Prvním z nich je státní skupinový etalon času a frekvence, uchovávaný v **Ústavu fotoniky a elektroniky AV ČR, v.v.i.** Etalon využívá cesiových hodin a v sestavě jsou dále přijímače GPS a GNSS, aut. měřicí systém a další pomocné systémy. Druhým státním etalonem, udržovaným mimo ČMI, je státní etalon délky 25 m až 1450 m v gesci **Výzkumného ústavu geodetického, topografického a kartografického, v. v. i.** Je to v podstatě referenční realizace 66 délek v terénu, tvořená pilíři s nucenou centrací pro upevnění standardní zeměměřičské techniky. VÚGTK uchovává ještě další státní etalon, totiž státní etalon tíhového zrychlení. Etalon slouží přenosu jednotky tíhového zrychlení na pracovní měřidla (relativní gravimetrie) v ČR pro budování a údržbu státní gravimetrické sítě, gravimetrické mapování, pro geofyzikální průzkum a pro vědecký (geodynamický) výzkum. Etalonem je absolutní balistický gravimetr.

Výčet spolupracujících institucí státní i privátní povahy nebude nikdy úplný, zmiňme se ale alespoň o několika dalších z nich. Velmi dobrá a dlouholetá je spolupráce s **Matematicko-fyzikální fakultou Univerzity Karlovy** při výzkumu a vývoji zařízení pro obor metrologie vakua či obdobná spolupráce s **Přírodovědeckou fakultou Masarykovy univerzity v Brně** v oblasti nanometrologie a s **Fakultou elektrotechnickou ČVUT** v oblasti metrologie elektrických a magnetických veličin. Významná je spolupráce se **Strojnickou fakultou Slovenské technické univerzity v Bratislavě**, zejména ve formě školicího místa pro studium vědeckých pracovníků ČMI, v kooperaci se **Slovenským metrologickým ústavem**.

Významným přínosem je pro ČMI i spolupráce s **Českou obchodní inspekcí**, s **Generálním ředitelstvím cel**, **Českým telekomunikačním úřadem**, **Státním úřadem pro jadernou bezpečnost**, se složkami **Ministerstva dopravy** a **Ministerstva vnitra**, s dopravní policií atd. Inspirací pro další rozvoj služeb byla vždy spolupráce se společnostmi **Mero ČR, a.s.**, **ČEPRO, a.s.**, **ČEZ a.s.** a řadou společností a podnikatelů v oblasti plynárenského průmyslu. V mnoha směrech také byla přínosem spolupráce s **Českou metrologickou společností**, **Českým kalibračním sdružením** a **Unii výrobců vah České republiky**.

O **zahraniční spolupráci** se již zmiňovala úvodní kapitola. Na tomto místě je však třeba znovu ocenit pomoc mezinárodních organizací včetně **BIPM** a zahraničních národních metrologických institutů v čele s **PTB** (SRN) a **NPL** (V. Británie). V počátcích činnosti institutu nebylo v mnoha směrech možné měřit se s instituty se staletou tradicí, špičkovým vybavením a s nositeli Nobelovy ceny mezi pracovníky. Přesto byly nastoleny kolegiální vztahy, ČMI se dostalo mnohostranné pomoci a přijetí do „klubu“, tvořeného národními metrologickými instituty vyspělých evropských zemí. Členství v asociaci **EURAMET, e.V.** (dříve EUROMET), je pro ČMI velkou a stálou výhodou.



Představitelé členských institutů při inauguraci EURAMET e.V. 11.1. 2007

V neposlední řadě nelze nevzpomenout kolegiální pomoci **Slovenského metrologického ústavu** v počátečním období rozvoje Českého metrologického institutu, velmi cenné i vzhledem ke společné minulosti a jazykové blízkosti.

Všem uvedeným institucím a jejich pracovníkům vděčí ČMI opravdu za mnoho a patří jim dík za podporu a kolegiální spolupráci.

ZÁVĚREM – LIDÉ INSTITUTU

Za každým krokem rozvoje institutu byli vždy konkrétní lidé. Není zde bohužel možné zmínit stovky spolupracovníků, kteří se na práci ČMI podíleli a podílejí. Protože se ale tato publikace snaží být stručným odrazem historie za posledních dvacet let, je třeba uvést alespoň představitelů institutu na začátku (1993) a nyní (2013) a některé osobnosti, které ve vývoji svých odborných gescí nebo organizačních jednotek zanechaly výraznou stopu.

Ředitelé (podle dnešního pojmenování funkce) úseků generálního ředitelství a vnitřních organizačních jednotek (VOJ, použity jsou názvy podle stavu v r. 2013):

úsek, VOJ	1993	2013
generální ředitel ČMI	RNDr. Pavel Klenovský	RNDr. Pavel Klenovský
úsek fund. metrologie	Ing. František Jelínek, CSc.	RNDr. Jiří Tesař, Ph.D.
úsek legální metrologie	Čeněk Hlubinka	Ing. Jindřich Pošvář
úsek ekonomický	Ing. Josef Geier	Ing. František Valášek
OI Praha	Ing. Vladimír Peršl	Ing. Vladimír Peršl
OI Č. Budějovice	Vladislav Peer	Ing. Marie Ratajová
OI Plzeň	Květoslav Venkrbec	Ing. Jan Spurný
OI Liberec	Ing. Petr Hajfler	Ing. Petr Hajfler
OI Most	Jan Konopásek	Ing. Vítězslav Suchý
OI Pardubice	Václav Štěrba (†2005)	Ing. Milada Racková
OI Brno	Josef Rutar	Ing. Radovan Wiecek
OI Jihlava	Pavel Pánek (†2011)	Lukáš Běhal
OI Kroměříž	Josef Petřík	Josef Petřík
OI Opava	Jaroslav Gebauer (†2013)	Ivo Pitra
OI Olomouc	Milan Lang, Luděk Kašpar	František Libra
LPM	Josef Kupec, p.f., CSc.	Ing. Michal Bartoš
TESTCOM	---	Ing. Miloš Prchlík
IIZ	RNDr. Pavel Dryák, CSc.	Ing. Jiří Šuráň, MBA

Je třeba poznamenat, že uvedení ředitelé Voj byli a jsou zároveň předními odborníky a mnozí z nich i osobnostmi uznávanými v mezinárodním měřítku (např. Pavel Klenovský, Jiří Tesař, Josef Kupec, Pavel Dryák).

Z těch, kteří již v řadách pracovníků institutu nejsou, si určitě zmínku s kratičkou charakteristikou činnosti zaslouží (v abecedním pořadí):

Ing. Jan Blabla, CSc.	– vývoj etalonů vlnové délky, dlouholetý vedoucí oddělení
Ing. Václav Cerman	– budování kalibrační laboratoře měřících transformátorů
Jana Draždáková	– personalistka a sekretářka ředitele ekonomického úseku
Ing. Pavel Halama	– manažer kvality v počátcích budování systému
Ing. František Hejsek (+ 2008)	– zasloužil se o rozvoj laboratoře mikrovlnných měření
Doc. Ing. Jiří Horský, CSc.	– budování etalonáže impedance do 1 MHz a dalších parametrů
Ing. Jiří Kohoutek	– normalizační činnost
Jiří Kryl	– dlouholetý vedoucí a gestor v oboru metrologie teploty
Eva Mihulová	– koordinovala dlouhá léta schvalování typu měřidel
Karel Možný	– vedoucí správního oddělení, nesčetné průřezové činnosti
JUDr. Jaromír Rozinka	– ved. právního ref., mj. zásluhy o dostavbu OI Pardubice, OI Praha
Ing. Vladimír Stezka	– autor a gestor etalonáže rovinného úhlu aj.
Václav Šenkyřík	– stál u zrodu systému ověřování tachografů silničních motorových vozidel
Vladislav Šmarda	– manažer, metrolog v oboru průtoku kapalin, jako školitel předal své zkušenosti mnoha spolupracovníkům
Ing. Jaroslav Zderadička	– zastupoval ředitele inspektorátu pro ionizující záření, významně přispíval k mezinárodní reputaci inspektorátu

Ze současných (2013) pracovníků institutu je opravdu obtížné vybrat ty, kteří by zde měli být uvedeni, protože je jich mnoho, každý s přínosem ve svém oboru činnosti. Proto je nutné omezit výběr podle určitého kritéria. Zdá se, že takovým klíčem může být výkon funkce gestora (stav v roce 2013):

Doc. Ing. Vít Zelený, CSc.	– délka a rovinný úhel
Ing. Miroslava Benková	– objem a protečené množství kapalin a stlač. zemního plynu
Ing. Tomáš Valenta	– protečené množství plynu (mimo CNG) a rychlost proudění plynu
Ing. Ivan Kříž	– hmotnost
Ing. Marek Blabla	– kinematické veličiny
Ing. Zdeněk Krajíček	– tlak a vakuum
Ing. Petr Kašpar	– síla a moment síly
Ing. Jiří Streit	– elektrické a magnetické veličiny, frekvence
Dr. Ing. Radek Strnad	– teplo, teplota a chlad, vlhkost
Dr. Ing. Marek Šmíd	– fotometrie a radiometrie, optické veličiny
Ing. Michal Bartoš	– akustické veličiny
Mgr. Matilda Rozíková, Ph.D.	– chemické veličiny, hustota, viskozita, konduktivita, pH
Ing. Vladimír Sochor	– ionizující záření

Rozsahem činnosti a významem je práci gestorů obdobná jistě i úloha vedoucích oddělení primární etalonáže (stav 2013, uvedeni jsou jen ti, kteří již nebyli zmíněni jako gestoři):

Ing. Petr Chrobok	– metrologie elektrického odporu
Ing. Karel Dražil	– metrologie mikrovlnné techniky
Ing. Jan Beránek	– metrologie plyných směsí a cert. ref. mat.
Mgr. Petr Klapetek, Ph.D.	– nanometrologie
Mgr. Jindřich Bílek	– metrologie průtoku kapalin, rychlosti proudění a tepla
Ing. Alena Vospěllová	– metrologie fyzikální chemie
RNDr. Petr Balling, Ph.D.	– kvantová metrologie délky
Ing. Renata Styblíková, Ph.D.	– metrologie elektromagnetických veličin
Ing. Petr Kovář	– metrologie veličin ionizujícího záření

Všem výše zvoleným kritériím výběru se vymykají, a přesto není možné vynechat je v tomto výběrovém vzorku; jsou to „last but not least“:

Ing. Miloslav Chlumský	– nestárnoucí a stále činný metrolog v oboru síly a momentu síly, nadaný a nadšený konstruktér etalonů,
Ing. Milan Prášil, CSc.	– mj. vybudoval obor kalibrace snímačů mechanických rázů a zavedl řadu dalších metod měření kinematických veličin,
Miloslav Králík, p.f., CSc.	– dlouholetý vedoucí oddělení primární etalonáže veličin ionizujícího záření, činný zejména v oboru neutronové dozimetrie,
Ing. František Látal	– dlouholetý vedoucí oddělení výroby etalonů radioaktivity, znalec technologických postupů, dobrá duše oddělení,
RNDr. Richard Bludovský, CSc.	– vede oddělení výroby etalonů radioaktivity, nadšený novátor, vůdčí osobnost oddělení,
Ing. Jana Sochorová	– (garant veličiny aktivita) vedoucí laboratoře metrologie aktivity, záruka dobrých výsledků mezinárodních porovnání,
Mgr. Jan Kalandra	– vedoucí referátu schvalování typu měřidel,
RNDr. Simona Klenovská	– organizátorka a vedoucí referátu mezilaboratorních porovnání zkoušek,
Ing. Jana Meistrová	– manažerka kvality institutu, s velkým podílem na úspěšné akreditaci laboratoří,
Ing. Silvie Hoffmanová	– interní auditorka, dříve manažerka kvality institutu, zasloužila se o uspořádání jednotné akreditace laboratoří ČMI,
Ing. Pavel Nováček	– zasloužil se o zavedení marketingu a outsourcingu služeb ČMI.

Všem, včetně těch, na které autor pro množství zpracovávaného materiálu zapomněl (a omlouvá se jim), patří uznání a dík za vykonanou práci a přání úspěchů v dalších letech.

POZNÁMKA AUTORA

Autor a pořadatel publikace děkuje všem, kteří se na jejím vytvoření podíleli poskytnutím podkladů a zpracováním předběžných textů. Byli to především ředitelé organizačních jednotek ČMI a další spolupracovníci, hlavně vedoucí oddělení primární metrologie LPM, OI Praha a OI Brno.

Zvláštní dík patří panu Ing. M. Bartošovi za podklady k historii LPM, panu K. Možnému za poskytnuté fotografie a připomínky, Ing. D. Täuberovi za popis historie budovy OI Brno, Ing. J. Pošvářovi za podklady k odstavcům o legální metrologii a četné konzultace, Dr. Klenovskému a Dr. Tesařovi za cenné připomínky, stejně tak Ing. J. Meistrové a Ing. S. Hoffmanové. Mimořádně vstřícnou spolupráci poskytli Ing. M. Prchlík, Ing. P. Kovář, Ing. J. Spurný, Ing. M. Ratajová a Ing. M. Racková, František Libra.

Publikace chce být jakýmsi technickým životopisem institutu s pozorností věnovanou zejména poslednímu dvacetiletí. Technické detaily jsou uváděny jen v minimálním rozsahu tak, aby ilustrovaly dosaženou úroveň; naopak je záměrně zdůrazněna historie vývoje pracovišť. Technickým údajům se samozřejmě nebylo možné zcela vyhnout, ale nemohou zde být komplexní; přesné a úplné údaje poskytnou jiné publikace ČMI, jako je současně vydávaná kniha o státních etalonech a významných zařízeních, nebo informativní brožury pro uživatele služeb institutu, nebo webové stránky www.cmi.cz.

Autor doufá, že pracovníci institutu i další čtenáři najdou v publikaci něco zajímavého o všech částech ČMI a že přijmou shovívavě kapitoly o svém bezprostředním pracovišti, i když jsou vzhledem k rozsahu publikace někdy jen zkratkou toho, co by autor chtěl napsat a oni sami předvést. Mladší spolupracovníci pak jistě najdou zajímavosti ze vzdálenější historie.

NĚKTERÉ POUŽITÉ ZKRATKY

BEV	Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Rakousko
BIPM	Bureau International des Poids et Mesures, Mezinárodní úřad pro váhy a míry
CIPM	Comité Internationale des Poids et Mesures, Mezinárodní výbor pro váhy a míry
CIPM MRA	CIPM Mutual Recognition Arrangement, úmluva o vzájemném uznávání ...
CMC	Calibration and Measurement Capabilities, kalibrační a měřicí schopnosti
ČSMÚ	Československý metrologický ústav
EURAMET	Spolupráce mezi evropskými národními metrologickými instituty
GUM	Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement
HBZ	hotově balené zboží
KCDB	databáze klíčových porovnání a CMC, vedená BIPM
LNE	Laboratoire National de Métrologie et d'Essais, Francie
MIKES	Mitatekniikan Keskus, Centrum pro metrologii a akreditaci Finska
MPQ	Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Německo
NPL	National Physical Laboratory, národní metrologický institut Spojeného království
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Německo
VOJ	vnitřní organizační jednotka, interní označení v ČMI

20 let Českého metrologického institutu 1993–2013

Napsal a uspořádal Ing. František Jelínek, CSc.

Úvodní slovo napsal RNDr. Pavel Klenovský, generální ředitel ČMI

Podklady poskytli ředitelé org. jednotek ČMI a další spolupracovníci

Foto: Archiv autora, Kristýna Svobodová, Karel Možný, Marie Ratajová,
Milada Racková, Jindřich Pošvář, František Libra, Josef Petřík,
FOIBOS, a.s. z publikace Slavné vily, archivy pracovišť ČMI

Nakladatelský servis: PhDr. Bořivoj Kleník, Q-art

Vydání 1., Praha 2013

Vydal: Český metrologický institut

Náklad: 1000 výtisků

Neprodejný tisk

Žádná část této publikace nesmí být publikována a šířena žádným způsobem
a v žádné podobě bez výslovného svolení vydavatele.

© Český metrologický institut, 2013

ISBN 978-80-905619-0-8