

Vyhodnocení Programu rozvoje metrologie 2005

V Programu rozvoje metrologie 2005 (PRM 2005) bylo celkem řešeno a úspěšně vyřešeno 47 úkolů. Největší objem prací, obsažených v 24 úkolech, zpracovával Český metrologický institut. Podstatnou část prací ČMI tvořily úkoly (12) zabezpečující uchovávání a rozvoj státních, případně primárních a sekundárních etalonů. Následovaly úkoly mezinárodní metrologické spolupráce, metrologické legislativy, státního metrologického dozoru, chemické metrologie a koncepční.

Ostatní subjekty řešily zbývajících 23 úkolů, jejichž hlavní výstupy jsou jednotlivě popsány dále.

Hlavními úkoly v této oblasti byly parciální metrologické úkoly, týkající se uchovávání a rozvoje státního etalonu času a frekvence, přípravných prací pro vyhlášení státních etalonů troposférického ozonu, přípravy vyhlášení státního etalonu velkých délek geodetické základny Košnice, přípravy vyhlášení státního etalonu pro parametr poloha - I.etapa, přípravy vyhlášení státního etalonu tíže, vývoje primárního etalonu vakuové netěsnosti a odporových etalonů pro kalibraci přesných širokopásmových měřičů LCR. Dále to byly úkoly z oblasti elektrických veličin, chemické metrologie se zaměřením na referenční materiály, rozšiřování metrologické předpisové základny, měření tepla, hmotnosti, baleného zboží a další.

Hlavní výsledky a výstupy řešení jednotlivých úkolů:

A) Úkoly ČMI

1/05 Metrologická legislativa I

Výsledky řešení předmětného úkolu zahrnují:

- spolupráci na návrhu nového zákona o metrologii,
- návrhy ustanovení do prováděcích vyhlášek k novému zákonu o metrologii,
- spolupráci na novele vyhlášky MPO, kterou se stanovují měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu,
- zdůvodnění návrhů ČMI do novely vyhlášky MPO č. 345/2002 Sb., kterou se stanovují měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu,
- spolupráci na návrhu nařízení vlády k zákonu č. 22/1997 Sb., kterým se transponuje směrnice 2004/22/ES do české legislativy,
- Bundesgesetzblatt 2005 Nr. 40 – česká verze (Prováděcí nařízení k zákonu o doprovodných opatřeních souvisejících se zavedením digitálního kontrolního přístroje pro kontrolu doby řízení a doby odpočinku,

6/05 Rozvoj primární a sekundární etalonáže hmotnosti a hustoty

V rámci řešení jednotlivých částí úkolu bylo provedeno:

- 1) Zajištění projektu EUROMET M.M.-S1.1 mezinárodní porovnání etalonu 500 kg – dodatečné porovnání k projektu č. 461 (EUROMET M.M.-S1) pro Slovensko, Rumunsko, Maďarsko, Polsko, Portugalsko, Maltu a Lotyšsko. Jednalo se zpracování plánu porovnání pro jednotlivé účastníky, provedení měření pro určení počáteční hodnoty a zajištění etalonu pro transport.

- 2) V rámci zavádění měření CO₂ v primární laboratoři hmotnosti zpracování analýzy vlivu určování množství CO₂ ve vzduchu a jeho vlivu na stanovení nejistoty při určování hustoty vzduchu při kalibracích v oblasti primární etalonáže a výběr vhodné aparatury.
- 3) Navázání pracovních etalonů primárního řádu na státní etalon.
- 4) Zavedení měření teploty v komparačních vahách pro 1 kg a 10 kg – instalace nového měřicího zařízení a jeho validace (instalace nových teplotních čidel v komparačních vahách AT1006 a AT10005, provedení souboru experimentálních měření, analýza výsledků a vyhodnocení nejistoty měření).

7/05 Rozvoj primární a sekundární etalonáže síly a momentu síly

Hlavními realizovanými cíly úkolu bylo:

- Dokončení realizace stroje ESZ 20 kN:
 - dokončení technologických podkladů pro výrobu dílů skeletu etalonového zařízení ESZ 20 kN,
 - výroba dílů skeletu ESZ 20 kN,
 - montáž skupin a podskupin ESZ 20 kN,
 - výroba a následná justáž zatěžovacích těles pro ESZ 20 kN,
 - konečná montáž etalonového zařízení ESZ 20 kN,
- Mezinárodní porovnání etalonů síly ESZ 20 kN a ESZ 200 kN s etalony síly PTB Braunschweig.

8/05 Rozvoj primární etalonáže tlaku

Hlavní cíle úkolu byly v oblasti:

1) Metrologie středního tlaku

- a) Uchovávání a rozvoj státního etalonu přetlaku, podtlaku a absolutního tlaku v plynném médiu
 - Automatizace primárního/státního etalonu přetlaku, podtlaku a absolutního tlaku DHI PG 7601 v rozsahu konstrukčního a experimentálního provedení, uvedení do provozu a přepracování rozboru nejistot.
 - Doplnění dokumentace státního etalonu, návrhu změny CMC tabulek a experimentálního prověření formou porovnání.
 - Mimořádná údržba primárního/státního etalonu přetlaku, podtlaku a absolutního tlaku DHI PG 7601 v souvislosti se zátěží způsobenou rekonstrukcí budovy ČMI OI Brno prováděnou v roce 2004 v rozsahu vyčištění etalonu od zbytkového prachu, výměny těsnění a zajištění nové návaznosti hmotnosti závaží, čidla relativní vlhkosti a čidla poklesu pístu.
- b) Uchovávání a rozvoj státního etalonu přetlaku v olejovém médiu
 - Mimořádná údržba primárního/státního etalonu přetlaku v olejovém médiu DHI PG 7302 v souvislosti se zátěží způsobenou rekonstrukcí budovy ČMI OI Brno prováděnou v roce 2004 v rozsahu vyčištění etalonu od zbytkového prachu, výměny těsnění a zajištění nové návaznosti hmotnosti závaží, čidla relativní vlhkosti a čidla poklesu pístu.
 - Mezinárodní porovnání etalonu přetlaku v olejovém médiu v zahraničí v rozsahu až do 500 MPa s cílem ověření stability materiálových parametrů měřky (deformačního koeficientu a součinitele teplotní roztažnosti).
- c) Uchovávání a rozvoj státního etalonu malého přetlaku, podtlaku a tlakových diferencí
 - Mimořádná údržba primárního/státního etalonu přetlaku, podtlaku a tlakových diferencí v souvislosti se zátěží způsobenou rekonstrukcí budovy ČMI OI Brno prováděnou v roce 2004 v rozsahu vyčištění etalonu od zbytkového prachu, výměny těsnění a zajištění nové návaznosti hmotnosti závaží, čidla teploty a koncentrického uložení pístu pomocí kapacitní metody.

2) Vakua

a) Hrubé a střední vakuum

- Vývoj a experimentální provedení metody kontroly linearity dynamometru primárního etalonu hrubého a středního vakua s konickou tlakovou měrkou DHI FPG 8601, zohlednění výsledku do nejistot etalonu.
- Porovnání primárního etalonu hrubého a středního vakua s konickou tlakovou měrkou DHI FPG 8601 s primárním etalonem UHV na principu dynamické expanze v rozsahu návrhu metody, experimentálního provedení, vyhodnocení, rozboru nejistot, zohlednění výsledků do celkové koncepce zajištění metrologie vakua v ČMI.
- Realizace návaznosti efektivní plochy primárního etalonu hrubého a středního vakua s konickou tlakovou měrkou DHI FPG 8601 z geometrických měření v rozsahu experimentálního provedení, vyhodnocení a rozboru nejistot.

b) Velmi vysoké vakuum

- Provedení kompletní metrologické návaznosti primárního etalonu UHV na principu dynamické expanze včetně porovnání v zahraničí, vyhodnocení nejistot, vypracování metodik pro návaznost sekundárních etalonů ČMI na tento etalon a její experimentální provedení.
- Studie rozšíření horní meze rozsahu primárního etalonu UHV na principu dynamické expanze nad 0,1 Pa (ideálně až na 1 Pa).
- Studie rozšíření dolní meze rozsahu primárního etalonu UHV na principu dynamické expanze pod 10^{-5} Pa.

3) Malého hmotnostního průtoku

- Realizace primárního etalonu malého hmotnostního průtoku plynu na principu dynamické gravimetrie v rozsahu jeho stavby, experimentálního odzkoušení, uvedení do provozu, metrologické návaznosti a rozboru nejistot.
- Vypracování a experimentální odzkoušení metodiky návaznosti sekundárních etalonů malého hmotnostního průtoku plynu na principu laminárních prvků s tlakovou diferencí typu DHI Molbloc/Molbox na primární etalon malého hmotnostního průtoku na principu dynamické gravimetrie včetně rozboru nejistot.

4) Metrologické návaznosti clonových měřidel proteklého množství plynu

Vypracování SW pro kalibraci, ověřování a mezilhůtové kontroly pro měřidla průtoku na principu tlakové difference (clony, dýzy, Venturiho trubice) dle nové normy ČSN EN ISO 5167-1 až 4.

Dále bylo součástí úkolu zajištění účasti zástupců oddělení primární metrologie tlaku ČMI na 4.CCM konferenci „The 4th International Conference on Pressure Metrology from Ultra- High Vacuum to Very High Pressures (10^{-9} Pa to 10^9 Pa)“, kde mělo ČMI celkem osm příspěvků (včetně společných s laboratořemi NIST, METAS a MFF UK).

9/05 Rozvoj primární a sekundární etalonáže tvrdosti a drsnosti povrchu

Etalonáž tvrdosti

V rámci této části úkolu byly zkalibrovány tvrdoměrné destičky a sestaveny nové svědecké etalony sady pro porovnávací měření etalonů tvrdosti. Bylo provedeno měření stávajících svědeckých etalonů a první měření nových svědeckých etalonů a porovnání a vyhodnocení těchto měření s minulými měřeními. U státního etalonu Vickers byly analyzovány jeho parametry s vyhodnocením a vyčíslením jednotlivých složek nejistoty měření a vypočítány nejlepší měřicí schopnosti.

Etalonáž drsnosti povrchu

V oblasti etalonáže drsnosti povrchu byla provedena pravidelná kontrolní a kalibrační měření etalonů ČMI a výsledky porovnány s předchozími měřeními. Byly vybrány a zkalibrovány vzorky pro porovnávací měření drsnosti povrchu a zpracována kompletní rešerše o metodách bezdotykového měření drsnosti povrchu až do oblasti nanometrologie.

10/05 Rozvoj primární a sekundární etalonáže elektrických a magnetických veličin

Hlavní cíle úkolu v tomto rozsáhlém oboru měření v jednotlivých podoblastech

- 1) Rozvoj etalonáže ss napětí a proudu
 - Udržování a vyhodnocování státního skupinového etalonu ss napětí– souvisí s CMC, MRA.
 - Průběžná kontrola a vyhodnocení metrologických vlastností JVS na hodnotě 10 V, příprava na dvoustranné porovnání s BIPM, průběžné porovnávání se státním skupinovým etalonem.
 - V návaznosti na CMC, MRA přenos jednotky a stupnice ss napětí na referenční kalibrátor.
- 2) Rozvoj etalonáže stř. napětí a proudu
 - Odvození stř. napětí od AC/DC difference a navázání referenčního kalibrátoru v rozsahu 100 mV až 1 kV pro $f = 10 \text{ Hz}$ až 1 MHz – souvisí s CMC, MRA.
 - Automatizace měření se zlepšením dosažených výsledků, zvýšením opakovatelnosti a reprodukovatelnosti.
 - Příprava na porovnávací měření malých střídavých napětí v rámci projektu Euromet 464.
- 3) Rozvoj etalonáže elektrické impedance
 - Uchovávání a vyhodnocování státního etalonu elektrické kapacity v návaznosti na CMC, MRA.
 - Studium vhodnosti přechodu z 10 pF na 100 pF jako referenční hodnoty u státního etalonu kapacity.
 - Studium možností zlepšení parametrů zařízení pro etalonáž elektrické imitance a možností jeho obnovy a doplnění s cílem zlepšení přesnosti pro kapacity od 100 nF do 100 μF .
 - Návrhy a experimentální ověření metod přesného měření indukčnosti s využitím přesného kapacitního mostu AH 2500E.
- 4) Rozvoj etalonáže elektrického výkonu a práce
 - Uchovávání a vyhodnocování státního etalonu elektrického výkonu a práce v souvislosti s CMC, MRA.
 - Uvedení do provozu a základní prověření metrologických charakteristik digitálního vzorkovacího wattmetru (DSWM – Digital Sampling Wattmeter; etapa I : pro 230 V, 5 A, 50 Hz) ze Švédska.
 - Rešerše možností kalibrace zařízení na měření kvality elektrické energie v ČMI.
- 5) Rozvoj etalonáže ss elektrického odporu
 - a) Kvantová laboratoř ss el. odporu:
 - Výzkumné práce a experimentální měření s kvantovým měřicím systémem CRYOGENIC QHR 2010:
 - Opakovaný přenos $R_H(2)$ a $R_H(4)$ na Tinsley 100 Ω (QHR).
 - Opakovaná návaznost členů státního etalonu a ostatních referenčních etalonů na referenční kvantový etalonový odpor Tinsley 100 Ω (QHR).
 - Zpracování dokumentace pro schválení a vyhlášení státního etalonu ss elektrického odporu na principu KHJ.
 - b) Klasická laboratoř ss el. odporu:
 - Přenos jednotky ss el. odporu z kvantové laboratoře (QHR 2010) do klasické laboratoře pomocí automatického odporového měřicího systému MI 6010 C a ss proudového komparátoru GUILDLINE 9975.
 - Opakovaná návaznost referenčních etalonových odporů.

- Vzájemné porovnání dekadických hodnot vysokoohmových etalonových odporů 10 MΩ až 100 GΩ navazovaných v PTB pro primární vysokoohmovou laboratoř ČMI s nezávislým vysokoohmovým měřením, realizovaným na pracovišti ss a stř. elektrických veličin.
- 6) Etalonáž vf el. veličin a EMC
- a) Intenzita elektromagnetického pole
 - Porovnání intenzity elmag. pole nad 1 GHz (projekt EUROMET kde ČMI je pilotní laboratoř),
 - Rozbor možností kalibrace sond reagujících na magnetickou složku vf elmag. pole.
 - μ TEM cela – realizace a ověření vlastností.
 - Údržba a sledování vlastností etalonu.
 - b) Vektorový analyzátor obvodů
 - Zajištění návaznosti pro vlnovody R220 a R320 v pásmu 18 – 40 GHz.
 - Zajištění návaznosti pro koaxiální konektory 2.4 mm do 50 GHz.
 - Převod a ověření programů na měření ef. směrovosti z 8510.
 - Implementace programu StatistiCal (NIST, TRL) na analyzátoru obvodů (PNA, ...).
 - c) Vysokofrekvenční výkon
 - Porovnání čidel NRV Z52 kalibrovaných v PTB a určených jako náhrada bolometrického čidla, s ostatními částmi etalonu.
 - d) Vektorový analyzátor obvodů
 - Vypracování kalibrační metody pro vektorový analyzátor obvodů PNA.
 - Vypracování kalibračního programu.
 - e) Zkoušky EMC
 - Zhotovení přípravku pro měření impedance sítě (0.1 až 300) MHz.
 - Rešerše stavu organizace porovnání pro zkušební laboratoře v okolních státech (SRN a Rakousko).
- 7) Rozvoj etalonáže magnetických veličin
- Uchovávání a hodnocení státních etalonů magnetických veličin (souvisí s CMC, MRA).
 - Vypracování metrologických předpisů pro kalibraci teslametrů.
 - Návrh, realizace a navázání cívkových etalonů magnetické indukce stejnosměrného a střídavého pole pro kalibraci teslametrů.
- 8) Rozvoj etalonáže měřicích transformátorů
- Uchovávání, rozvoj a průběžná kontrola referenčních etalonů poměru proudů a napětí průmyslové frekvence 50 Hz:
 - a) Navázání kapacitního a elektronického děliče napětí s rozsahem do 400 kV na etalonové transformátory napětí porovnané v rámci projektu Euromet 599.
 - b) Vzájemném porovnání etalonových proudových komparátorů.
 - Návrh a realizace metody pro zkvalitnění kalibrace systému Tettex 2767 pro ověřování měřicích transformátorů proudu a napětí.
 - Realizace pracoviště pro zajištění kalibrací klešťových ampérmetrů.

11/05 Rozvoj primární a sekundární etalonáže délky

Úkol se zabýval následujícími oblastmi metrologie délky:

- a) Uchováváním a rozvojem stávajících státních a primárních etalonů – 633nm, 543nm a 532nm v souvislosti s MRA, CMC opakovaně experimentálně podložené interním porovnáním.
- b) Výzkumem vlastností nově vyvíjeného primárního etalonu 1542nm – pokračování víceletého úkolu.
- c) Uchováváním a rozvojem interferometrického komparátoru IK-1. Byla provedena výměna vadného čidla teploty Pt 100 a ověřeny parametry po opravě trubice laseru PL3.

- d) Uchováváním a rozvojem interferometru pro dlouhé koncové měřky IDKM. Součástí bylo zajištění účasti v meziregionálním porovnání DG-8 (Calibration of Thermal expansivity, Pilot-Study or Supplementary comparison, pilot NMIJ Japonsko).
- e) Přípravou pro přímou realizaci SI definice jednotky délky – měření optických frekvencí pomocí hřebene frekvencí femtosekundového laseru. Byla připravena laboratoř pro instalaci fs hřebene.
- f) V oblasti kalibrace a ověřování měřických pásem byla dokončena výstavba trati 30 m, zahájen zkušební provoz a provedena analýza úrovně metrologie pásem v ČMI.
- g) Při kalibraci přesných čárkových měřitek pomocí CCD mikroskopu byla snížena nejistota kalibrace a současně byl CCD mikroskop v kombinaci s laserovým interferometrem na SMS SIP využit pro zvětšení rozsahu kalibračních čárkových měřitek na délku 700 mm.

12/05 Zabezpečení etalonáže vibrací a mechanického pohybu

V rámci úkolu byl vyvinut a realizován primární etalon přímočarých vibrací s amplitudou zrychlení 80 g na kmitočtu 50 Hz.

13/05 Rozvoj primární a sekundární etalonáže teploty

V rámci úkolu bylo řešeno:

1) Mezinárodní teplotní stupnice ITS-90

Mezinárodní porovnání:

- Příprava - stabilizace odporového teploměru pro porovnání pevného bodu Al laboratoře ČMI.
- Porovnání kyvety pevného bodu Al ČMI s kyvetou laboratoře BNM-CNAM.
- Pokračovala příprava projektu porovnání pevného bodu Ag a Cu laboratoří ČMI a PTB pomocí termoelektrických článků typu S.
- Práce na projektu Euromet 732 – studium vlastností pevných bodů Gallia, jejich výzkum ve spolupráci s laboratoří SMÚ.

2) Bezdotykové měření teplot – IR pyrometrie

V rámci postupné realizace bezdotykového měření:

Porovnání vlastností černého tělesa pro lékařské IR teploměry s různými zkušebními zařízeními (fy Braun, fy Isotech, těleso ČMI Brno).

3) Státní etalon teploty (SE)

- Vypracován návrh rozšíření rozsahu státního etalonu do teploty bodu tuhnutí hliníku na základě porovnání – viz bod mezinárodní porovnání.
- Začlenění nového mostu F900 do systému měření elektrického odporu.
- Zařazení kalibrovaného odporového teploměru do státního etalonu.
- Návrh záložního napájení pecí pevných bodů.
- Kontrolní měření prodlev ve všech pevných bodech (SE) teploty.

14/05 Rozvoj primární etalonáže veličin ionizujícího záření

Úkol byl členěn na 3 části ve kterých byly provedeny následující činnosti:

I. Etalonáž aktivity radionuklidů

V rámci sledování jednotlivých částí etalonu aktivity byly změřeny a vyhodnoceny parametry jednotlivých částí etalonu aktivity a provedena recalibrace ionizační komory. Byly získány parametry jednotlivých částí etalonu a provedena revize těch částí, jejichž parametry nebyly uspokojivé a současně zpřesněna kalibrační konstanta.

Jako úspěšně pro ČMI byly vyhodnoceny výsledky projektu EUROMET721 (mezinárodní porovnání stanovení aktivity nuklidu ⁶⁵Zn a měření výtěžku fotonů γ a X. V této souvislosti

byla provedena revize měřicí metody pro ^{65}Zn . Dále byla provedena měření aktivity nuklidu ^{125}J pro mezinárodní porovnání organizované BIPM.

Bylo vybudováno zařízení pro měření s kapalnými scintilátory, otestovány jeho bloky a ověřeny základní parametry.

V oblasti spektrometrie pokračovaly práce na vytvoření modelu HPGe detektoru GC4018 pro výpočet účinnosti detekce .

Byla provedena optimalizace trasy a kalibrace účinnosti pro měření v Marinelliho nádobách o objemech 450 ml, 500 ml a 1000 ml.

II. Etalonáž expozice, dávky a kermy

Bylo provedeno ověření parametrů svazků a polí záření. V jeho rámci byly ověřeny referenční hodnoty kermových příkonů a opravné funkce $F(d)$ jednotlivých svazků záření gama a X jako vstupních hodnot pro aplikaci G73, resp. pro modul Administrator v systému DARS pro udržení metrologických parametrů svazků záření gama a X.

V oblasti modelování transportu fotonů pomocí kódu MCNP k podrobnějšímu popisu metrologických parametrů etalonu byl vytvořen model transportu fotonů v polích generovaných ozařovačem Chisobalt, který umožní podrobnější znalost metrologických parametrů, které lze obtížně stanovit měřením (např. energetické distribuce fotonů ve svazku apod.).

Byly vytvořeny metodiky v prostředí systému DARS určené k plánování metrologických výkonů a řízení technologických zařízení etalonu.

IIZ ČMI se úspěšně zúčastnil mezinárodního auditu (mezinárodní porovnání laboratoří SSDL), každoročně organizovaného IAEA, a dosáhl odchylky od průměru účastníků 0,8 %.

Dále byl navržen modelu primárního etalonu veličiny kerma ve vzduchu pomocí kódu MCNP pro vysoké energie fotonů (záření γ ^{60}Co) a posouzena možnost jeho využití pro případné vybudování primárního etalonu kermy ve vzduchu pro tuto oblast.

III. Etalonáž dozimetrických veličin směsných polí neutronů a fotonů.

1) Etalon emise neutronů z radionuklidových zdrojů

Byla provedena kalibrace nových sond s krystalem NaI(Tl) pro stanovení aktivity ^{56}Mn v lázni pro měření emise zdrojů větší než 10^7 s^{-1} a pro obě sondy stanovena účinnost.

2) Etalon prostorového dávkového ekvivalentu neutronů, resp. jeho příkonu

Elektronika Bonnerova spektrometru se rozšířila o přenosný, bateriemi napájený modul, který umožní snazší měření na pracovních místech a nahradí elektronickou trasu sestavenou z NIM modulů.

3) V meziskladu vyhořelého jaderného paliva (MSVP) v Dukovanech bylo provedeno měření spekter neutronů a dalších parametrů, které charakterizují směsná pole neutronů a fotonů okolo kontejneru s vyhořelým palivem.

4) Sada radionuklidových zdrojů neutronů pro kalibraci/ověřování měřidel prostorového dávkového ekvivalentu neutronů byla rozšířena o 3 zdroje typu Am-Be s emisí $2 \cdot 10^7$ a jeden zdroj ^{252}Cf s emisí $1,2 \cdot 10^8 \text{ s}^{-1}$. U všech zdrojů byla změřena emise.

15/05 Rozvoj etalonáže fotometrických a radiometrických veličin

V rámci uchovávání a rozvoje etalonů v oblasti primární etalonáže veličin optické radiometrie a fotometrie byly navázány etalony celkového zářivého toku (kryogenní radiometr), etalony spektrální rezponzivity detektorů v oblasti UV a VIS, etalony kolmé spektrální propustnosti a interně porovnány etalony svítivosti a celkového světelného toku.

Byl započat vývoj primárního fotometru pro realizaci jednotky svítivosti [cd] v ČMI (zpracován návrh primárního fotometru a analýza šíření nejistoty měření) a vývoj a realizace primárního etalonu spektrální rezponzivity detektorů (vybrán vhodný kandidát – detektor na

bázi InGaAs firmy GPD Optoelektronice, typ GAP 5000, proměřeny jeho charakteristiky navržena metoda jeho návaznosti na primární absolutní kryogenní radiometr ČMI) v oblasti NIR (900nm až 1700 nm).

V oblasti sekundární etalonáže optické radiometrie a fotometrie byla provedena metrologická návaznost přenosových etalonů zrcadlového lesku, spektrální difusní odrazivosti v oblasti VIS, spektrální záře a ozáření v oblasti VIS a UV a laserové radiometrie, sekundárních etalonů veličin vláknové optiky a vývoj nových metod kalibrace vláknových výkonoměrů a měřičů OTDR.

16/05 Rozvoj primární a sekundární etalonáže průtoku a objemu plynu

Náplní úkolu bylo porovnání státního etalonu EZEM s PTB prostřednictvím etalonového bubnového plynoměru EP2, navázání etalonového turbínového plynoměru ELSTER G1000 v PTB a následné porovnání se stanicí SONICAL SN 1000, navázání etalonového turbínového plynoměru ELSTER G4000 do průtoku 10000 m³/h v PTB, vypracování projektu renovace ventilátorovny u zkušební stanice do 6500 m³/h za účelem dosažení průtoku 10000 m³/h, kalibrace vah na státním etalonu EZEM, kontrola kvalitativních parametrů oleje na státních etalonech EZEM a EZKUM a instalace snímání polohy regulační clony pro průtok u státního etalonu EZEM.

17/05 Rozvoj primární a sekundární etalonáže veličin akustiky

Řešení úkolu zahrnovalo uchovávání a průběžné posuzování parametrů primárního etalonu hladiny akustického tlaku a hladiny citlivosti mikrofonů, budování pracoviště na zkoušení zařízení pro ultrazvukovou diagnostiku dle ČSN EN 12 668 – I. etapa a provedení studie metrologického zabezpečení kalibrací ultrazvukových diagnostických a terapeutických zařízení.

18/05 Rozvoj laboratoře plyných směsí

V rámci tohoto úkolu byla provedena poslední měření u porovnání CCQM K-23 pro zemní plyn a zhodnoceny výsledky měření prvních dvou směsí, byla provedena experimentální měření kalibračních směsí – vyšších uhlovodíků a recertifikace primárního CRM NMi.

V oblasti měření alkoholu v dechu byly provedeny opakované analýzy GC, měření suchým plynem simulací. Byly porovnány a zhodnoceny dosažené výsledky. Oddělení je připraveno zajistit ověřování stanovených měřidel.

V oblasti analyzátorů výfukových plynů byly provedeny analýzy metodou IR spektrometrie na přístroji ATAL 501. Byla zpracována poptávka na modernizaci stávajícího zařízení HP 5890.

V oblasti gravimetrické přípravy CRM byly připraveny směsi pro analýzu zemního plynu v ČMI i v Linde Technoplyn a byly podrobeny křížovým analýzám. Byl zpracován první výpočet nejistoty.

22/05 Zabezpečení mezinárodní metrologické spolupráce v rámci BIPM, OIML, EUROMET A WELMEC

Činnosti byly zaměřeny na plnění úkolů, vyplývajících z členství v Metrické konvenci, sdružení EUROMET a na úkoly v oblasti legální metrologie. Byly splněny všechny úkoly v rámci řešení projektů EU iMERA, RegMet a INCOLAB.

24/05 Metrologický dozor

Předmětný úkol zahrnoval státní metrologický dozor v autorizovaných metrologických střediscích, u subjektů autorizovaných pro úřední měření a u subjektů registrovaných pro výrobu a opravy stanovených měřidel s orientací na prověrku dodržování podmínek autorizace a registrace. Další dozorové akce byly směřovány na uživatele stanovených měřidel (prodejní jednotky, čerpací stanice, zdravotnictví) u kterých bylo prověřováno plnění povinností uložených těmto subjektům zákonem o metrologii.

25/03 Metrologické posuzování referenčních hodnot v MPZ

Úkolu řešil vypracování návrhu postupu při zavádění nové činnosti ČMI. Jeho součástí jsou získané relevantní dokumenty, návrh metodiky posuzování a související dokumentace, provedení pokusného kola v posuzování referenčních hodnot testovacího vzorku a pravidla pro audit v laboratořích, vyrábějících testovací vzorky.

26/05 Metrologická legislativa II

Výstupem řešení úkolu jsou návrhy 9 vyhlášek MPO, kterými se stanovují požadavky na kontrolní lihová měřidla, optické radiometry, měřicí mikrofony, přístroje pro měření zvuku tř. 1 a 2 a na pásmové filtry, měřidla aktivity diagnostických a terapeutických preparátů aplikovaných pacientům in vivo, měřicí transformátory, vlhkoměry na obiloviny, olejniny a luštěniny 1. a 2. tř. přesnosti, měřidla s ionizujícími komůrkami používaná pro stanovení diagnostických a terapeutických dávek při lékařském ozáření a silniční rychloměry.

52/05 Rozvoj primární metrologie průtoku kapalin

Součástí řešení úkolu bylo uchování etalonů, vypracování dokumentace, včetně příslušných měření a zkoušek, pro vyhlášení vodoměrné stanice jako státního etalonu ČR.

Dále to byla účast na KEY COMPARISON HYDROCARBON FLOW MEASUREMENT, validace metody měření výšky hladin hladinoměrné stanice, vývoj etalonážního zařízení a metody měření pro kalibraci měřicích systémů pro měření protečeného množství mléka, úprava etalonážního zařízení WILLIG (majetek ČMI) pro kalibraci výdejních lávek PHM s horním plněním (pro terminál ČESKÁ RAFINERSKÁ, a.s. Kralupy nad Vltavou) - souběžně modifikace metodiky, vývoj etalonážního zařízení a metody měření pro kalibrace vibračních hustoměrů s vysokou teplotní stabilitou a vývoj metody kalibrace měřicích systémů pro kryogenní kapaliny pomocí etalonážního zařízení s turbínovým průtokoměrem HOFFER.

53/05 Lhůty platnosti ověření membránových plynoměrů

Řešení úkolu bylo zaměřeno na zkoumání optimálnosti současných lhůt platnosti ověření membránových plynoměrů spojené s přezkoušením měřicích vlastností u ověřených plynoměrů, které jsou již různou dobu používány a statistickým zpracováním zjištěných údajů vzhledem k době používání.

54/05 Vlhkost pevných látek a obilí a zabezpečení etalonáže pH metrů a konduktometrů

Součástí řešení úkolu byly:

Stanovení obsahu dusíkatých látek v obilovinách a stanovení „sedimentační hodnoty“ obilovin

Účast v porovnávacích testech BIPEA Francie, okruh 01 pšenice potravinářská včetně podrobného rozboru nejistot měření.

Vlhkost pevných látek-obilovin

Údržba a uchování primárních a sekundárních etalonů vlhkosti pevných látek – obilnin, aktualizace návaznosti vstupujících fyzikálních veličin.

Účast v mezilaboratorních porovnávacích testech

BIPEA, okruh 09 vlhkost obilovin a olejnin, okruh 01 pšenice potravinářská a Služby legální metrologie SR, pracoviště Banská Bystrica – vlhkost obilovin a olejnin.

Objemová hmotnost obilí

Periodické porovnání primárního etalonu objemové hmotnosti 20 l v.č. 02 (cestovní) na 20 l etalon objemové hmotnosti v.č. 01 (stacionární), účast v porovnávacích testech BIPEA Francie, okruh 01 pšenice potravinářská, parametr objemová hmotnost a mechanická údržba primárního etalonu objemové hmotnosti 20 l v.č. 02 a v.č. 01.

pH – metrie

Příprava a účast na mezinárodním porovnání CCQM-K18, měření tlumivého uhličitanového roztoku s pH 10,012 (pilotní laboratoř SMÚ SR) a příprava a certifikace RM.

Konduktometrie

Příprava a účast na mezinárodním porovnání CCQM-K36.a, měření roztoku s el. konduktivitou 0,5 S/m a CCQM-K36.b, měření roztoku s el. konduktivitou 0,005 S/m (pilotní laboratoř DFM Dánsko), příprava a certifikace RM.

56/05 Metody zkoušení při ověřování vodoměrů

V rámci řešení úkolu byly provedeny zkoušky vodoměrů v době platnosti ověření ve spolupráci s AMS, a tyto zkoušky statisticky vyhodnoceny ve vztahu ke stanovené lhůtě platnosti ověření, dále byla navržena, realizována a vyhodnocena série měření vodoměrů za různých podmínek, s cílem kvantifikovat vlivy ovlivňujících veličin při zkoušce přesnosti vodoměrů pro úřední ověřování.

57/05 Rozvoj rastrovací sondové mikroskopie

Výsledkem řešení úkolu byla kalibrace termální sondy, vydání dalších verzí volně šiřitelného programu Gwyddion, zahrnujících zejména waveletové filtrování, multifraktální analýzu, funkce pro analýzu mikrotvrdomosti velmi tenkých vrstev při využití standardních nanoindentorů a sadu modulů pro specializované mikroskopické metody (MFM, SNOM, EFM atd.).

Dále to byla účast na mezinárodním porovnání NANO 5, kalibrace rastrovacího mikroskopu v blízkém poli a modelování šíření elektromagnetických vln v blízkém poli.

58/05 Rozvoj difraktometrického měření kalibračních mřížek pro nanometrologii

Řešení úkolu zahrnovalo zpřesnění měření vzdáleností stop paprsků, aktualizace rozpočtu nejistoty a odevzdání pro posouzení MRA a účast v meziregionálním porovnání NANO5 (CCL pilot study).

B) Úkoly řešené ostatními subjekty (mimo působnost MPO)

Řešitel

19/05 Uchovávání a rozvoj státního etalonu času a frekvence

ÚRE AV ČR, Praha

V rámci plnění úkolu byly zajištěny nebo zpracovány:

Realizace sekundy SI s rozšířenou ($k=2$) relativní nejistotou $6E-14$ v průměrovacím intervalu 1 den. Realizace stupnice UTC(TP) s rozšířenou nejistotou 40 ns v predikčním intervalu 20 dnů. Realizace koherentních etalonových frekvencí pro potřeby navazování, kalibrací a distribuce.

Soubor protokolů týdenní statistické analýzy průběhu odchylek UTC(TP)-AT(c), kde AT(c) jsou atomové stupnice jednotlivých hodin SEČF. Pětidenní vzorky časových odchylek UTC(TP) - AT(c) zasílané v měsíčních intervalech do BIPM.

Odchylky UTC(TP)-GPS získané podle časového rozvrhu BIPM a zasílané v týdenních intervalech do BIPM. Soubor protokolů týdenní statistické analýzy odchylek UTC(TP)-UTC(i), $i=PTB$ (SRN), IEN (Itálie), OP (Francie), NIST (USA), USNO (USA) získaných ze vzorků časových odchylek UTC(i)-GPS.

Hodnoty krátkodobé fázové a frekvenční stability měřicích systémů a referenčních zdrojů etalonové frekvence v časové oblasti (v průměrovacích intervalech ≥ 0.2 s) a ve frekvenční oblasti (pro Fourierovu frekvenci 1 Hz až 100 kHz).

Údaje publikované v protokolech SEČF a v bulletinech časové sekce BIPM. Výzkumná zpráva o stavu etalonu za rok 2005. Seznam publikací <http://www.ure.cas.cz/institute/dpts/dpt130/pub>. Záznamy o konzultacích. Expertní činnost v rámci EUROMET.

20/05 Indukčně vázaná poměrová ramena pro realizaci přesných vysokofrekvenčních můstků

FEL ČVUT

V souvislosti s potřebou realizovat pro nově vytvářený systém pro kalibrace širokopásmových měřičů LCR přesné vysokofrekvenční můstky umožňující vzájemné navazování etalonů elektrického odporu, příp. etalonů elektrické kapacity, byly prověřeny různé aspekty použití indukčních poměrových prvků jako poměrových ramen těchto můstků. Pozornost byla věnována zejména:

- a) experimentálnímu vyšetření metrologických charakteristik vícedekádových indukčních děličů napětí v kmitočtovém pásmu do 1 MHz,
- b) nalezení optimálního způsobu vinutí pevných ramen realizující poměry 1:1 a 1:10 a
- c) různým možnostem kalibrace realizovaných pevných poměrových ramen v kmitočtovém pásmu do 1 MHz.

21/05 Ověření metrologických parametrů systému na měření dynamických vlastností rychlých AČ převodníků

FEL ČVUT

Úkol bezprostředně navazoval na projekt řešený v r. 2004 na katedře měření FEL ČVUT v rámci PRM 2004, kdy byl navržen a realizován systém pro měření dynamických vlastností rychlých AČ převodníků v kmitočtovém rozsahu vstupních testovacích signálů od 5 do 20 MHz

Základním cílem úkolu v roce 2005 bylo na ověření jeho metrologických parametrů a jeho praktické použitelnosti při měření dynamických vlastností komerčních digitalizátorů (HP E1430A, PXI-5122, apod.). Součástí byla realizace systému pro testování krátkodobé frekvenční stability testovacích signálů.

Výsledky řešení úkolu jsou návrh metodiky pro ověření parametrů systému v rozsahu kmitočtů od 5 do 20 MHz, realizace filtrů typu pásmová zadrž pro měření parametrů testovacích signálů a realizace systému pro testování krátkodobé frekvenční stability testovacích signálů včetně programového vybavení.

28/05 Ověření metodiky pro posouzení metrologických vlastností ultrazvukových snímačů hladiny a její rozšíření o vliv slunečního záření

VÚV TGM

V rámci posouzení a zpřesnění požadavků metodiky pro kontrolu ultrazvukových snímačů hladiny byl při řešení úkolu ověřen vliv úhlu ultrazvukového paprsku vzhledem k hladině, vliv oslnění sondy a deště.

Výstup tohoto úkolu by měl sloužit jako podklad pro technické požadavky na instalaci sond.

31/05 *Monitorování parametrů systémů při měření množství tepelné energie předávané vodní párou nepřímou metodou a vyhodnocení stavů páry*

Václav Edr, Benešov

Výsledkem řešení je zjištění skutečných parametrů média při měření nepřímou metodou v provozních podmínkách, stanovení poměrů času provozu měřidel v režimu nepřímé a náhradní metody měření tepla v páře a obsaženého ve vráceném kondenzátu dle MPM 18-95.

32/05 *Primární etalon vakuové netěsnosti*

MFF UK

Konečným výsledkem navrhovaného úkolu bude výstavba primárního etalonu plynových netěsností pro obor velmi malých proudů plynu.

V rámci řešení úkolu v roce 2005 byla ověřena funkčnost jednotlivých komponent vlastního průtokoměru (proměnný objem, přesný posun měchovce, zařízení pro přesný odečet natažení měchovce, systém stabilizace tlaku) vyrobených na základě konstrukčních podkladů vypracovaných v průběhu 1. etapy řešení v r. 2004, sestavení celé aparatury a její uvedení do provozu.

34/05 *Příručka pro správné měření a sledování teplot v přepravních prostředcích, úložných a skladovacích prostorech pro zmrazené potraviny určené k lidské spotřebě*

České kalibrační sdružení

V rámci řešení úkolu byla vypracována předmětná Příručka pro provozovatele potravinářských zařízení (kterých jsou v České republice řádově desítky tisíc), která poskytuje veškeré potřebné informace, vyplývající z konečného návrhu Nařízení Evropské unie, mezinárodní dohody ATP, českých právních předpisů (vztahujících se k potravinám a metrologii) a norem tak, že provozovatelé potravinářských zařízení jsou schopni dostát povinnostem vyplývajících z těchto předpisů. Vypracováním Příručky byly vytvořeny předpoklady pro jednotné, rychlé a správné uplatňování Nařízení v České republice.

35/05 *Měření velkých neharmonických a impulsních proudů v elektroenergetice*

FEL ČVUT

Řešení navrhovaného úkolu obsahuje následujících částí:

- 1) Zpřesnění počítačového modelu měřicích transformátorů proudu pro stanovení jeho přenosu při nestandardních průbězích proudu s pomalu se měnící stejnosměrnou složkou.
- 2) Vymezení oblasti použití měřicích transformátorů proudu pro měření neharmonických periodických průběhů proudu.
- 3) Úvod do problematiky měření impulsních proudů pomocí Rogowského cívky.

36/05 *Příprava k vyhlášení SRP No17 pro měření imisních koncentrací troposférického ozonu jako státní etalon*

ČHMÚ

Cílem úkolu bylo zabezpečení podkladů, nutných pro vyhlášení státního etalonu.

37/05 *Metrologická problematika shody patního a bytového měření SV a TUV*

Prof. Ex. M., Ing. J. Synáč, CSc.
Praha

Výstupem řešení úkolu je validace všech bodů řešení (měřidla, odečítací zařízení, SW, následný postup řešení při vzniku problému, atd.) úkolu č. 37/04 PRM 2004 spojeného s problematikou diferencí patního a bytového měření SV a TUV.

Zejména se jednalo o:

- dlouhodobější měření a záznamy ve vhodně zvolené lokalitě,

- o prověření všech následných kroků (místní vyhodnocení v lokalitě, vyhodnocení záznamu dat, jejich SW zpracování, získání výsledků a porovnání se skutečným stavem),
 - zpracování metodického materiálu pro potřeby státní metrologie ČR.
- Hlavním výstupem řešení je metodický materiál, použitelný v široké legislativní oblasti metrologie a fakturace vody a tepla.

38/05 Revize vydaných kalibračních postupů

ČMS

Starší kalibrační postupy byly doplněny o vzorový výpočet nejistot měření včetně jejich revize s přihlédnutím ke změnám příslušných norem.

Revidovány byly kalibrační postupy na následující druhy měřidel:

Přístroj pro kontrolu kruhovitosti

Nožové úhelníky

Tlakové teploměry

Skleněné teploměry pro viskozimetrii

Dekádové odpory

Vrcholové a univerzální voltmetry

Nízkofrekvenční generátor

Analogové a digitální osciloskopy

Čítač

pH metry

39/05 Zpracování nových kalibračních postupů

ČMS

V rámci úkolu byly vypracovány kalibrační postupy, včetně vzorového příkladu výpočtu nejistot měření, pro následující druhy měřidel:

Mikrokátorová hlavice

Kontrolní pravítka

Příměrné desky

Kuželové kalibry

Wattmetry

Mechanické stopky

40/05 Metodiky pro ověření shody se základními požadavky pro legálně relevantní software používaný ve volně programovatelných modulech jako součást vázicích zařízení

JAMA, s.r.o., Praha

Řešení úkolu sestává z:

- Metody ověření zabezpečení legálně relevantních částí software proti neúmyslným změnám a úmyslným změnám běžnými prostředky.
- Metody ověření zabezpečení rozhraní mezi legálně relevantními částmi software a částmi, které nejsou předmětem legální kontroly.
- Metody ověření identifikace legálně relevantních částí software a parametrů.
- Metody ověření úrovně zabezpečení dat (kontrolní součty, elektronický podpis, elektronický klíč (PKI), identifikace software atd).
- Definice, co jsou z hlediska software „legálně relevantní části“ měřidel, tedy ty, které musí být definovány typovou zkouškou.
- Definice legálně relevantních částí software v souladu s WELMEC Guide 7.1,

Výstupy řešení úkolu poskytují praktické metody použitelné pro notifikované osoby při schvalování typu, zkoušení modulů a při ostatních postupech při prokazování shody u vah s neautomatickou činností (NAWI) v rámci směrnice 90/384/EEC a s automatickou činností (AWI) v rámci směrnice 2004/22/EEC (MID).

V rámci řešení úkolu byla vytvořena české verze kursu TRAINMiC, obsahující adaptované moduly:

- a) modul metrologie v chemii včetně terminologie podle nového VIM,
- b) modul návaznost výsledků měření,
- c) modul referenční materiály,
- d) modul nejistota výsledku měření včetně praktických příkladů,
- e) modul validace měřících postupů včetně praktických příkladů,
- f) modul mezilaboratorní porovnání,
- g) modul interpretace výsledků měření.

Výsledkem řešení jsou v PowerPointové prezentaci jednotlivých modulů a příručce, složené z předloh všech snímků.

V rámci úkolu byl, pro zajištění vyhlášení etalonu, navázán délkový etalonu, proveden rozbor nejistot zvolené technologie navázání, výpočet nejistot vlastního procesu navázání a připravována dokumentace pro vyhlášení státního etalonu.

Základním výstupem řešení úkolu jsou výsledky experimentálních měření na vázicím zařízení na dálnici D1 a jejich vyhodnocení pro účely monitorování a výběru přetížených vozidel.

V roce 2005 bylo provedeno v rámci řešení úkolu opakované zaměření testovací základny dvěma nezávislými metodami a provedena relativní kalibrace antén aparatur.

Součástí řešení úkolu je:

Zmapovaná legislativa a zpráva o legislativních předpisech týkajících se HBZ neoznačovaného symbolem „e“ v jednotlivých vybraných státech ES, se zaměřením na největší dovozce do ČR. Porovnání legislativy a zpráva o legislativních předpisech týkajících se HBZ neoznačovaného symbolem „e“ v ČR a v jednotlivých vybraných státech ES a popsání rozdílné přístupy, a jejich důsledky, k této problematice.

Popsaná situace na trhu a zpráva o dodržování předpisů týkajících se HBZ neoznačovaného symbolem „e“ v ČR ve vybraných oblastech: drogistického zboží a potravin se zohledněním ochrany spotřebitele a dozoru nad trhem.

V roce 2005 byla v rámci řešení předmětného úkolu provedena kalibrace etalonů délky a času referenčního přístroje - absolutního gravimetru FG5 č. 215 mezilaboratorní porovnávací měření a analýza nejistot.

Pro nově vytvářený systém pro kalibrace širokopásmových měřičů LCR byly vypočteny kmitočtové závislosti kvadrifilárních etalonů jmenovitých hodnot 100 Ω , 1 000 Ω a 12 906 Ω a kmitočtové závislosti oktofilárních etalonů jmenovitých hodnot 10 000 Ω a 12 906 Ω použitelných v kmitočtovém pásmu do 1 MHz. Pro další použití byly vybrány kvadrifilární etalony jmenovitých hodnot 100 Ω , 1 000 Ω .

Základními cíli předmětného úkolu bylo:

1. Srovnání výsledků českých laboratoří v analýze PAH v zeminách – matričním vzorku.
2. Jednoznačné přijetí referenční hodnoty – nezávislé na použití výtěžnosti.
3. Práce s nejistotami laboratoře a vyhodnocení výsledku při započtení obou nejistot.
4. Kontrola kalibrace laboratoře nezávislým standardem.
5. Vyhodnocení všech hlavních (15) analytů PAH.

V rámci řešení byly dosaženy následující výsledky:

- Byla získána schémata návaznosti zúčastněných laboratoří.
- Od každé laboratoře byla získána data reprezentující obě schémata návaznosti (při použití primárního standardního roztoku a při použití matričního certifikovaného referenčního materiálu).
- Byly získány údaje o metodách výpočtu nejistot zúčastněných laboratoří a jejich konkrétní odhady v dané laboratoři.
- Bylo provedeno statistické zpracování dat s vyhodnocení podílu matričního efektu (resp. přípravy vzorků) na celkové nejistotě měření a porovnány reálné kombinované nejistoty měření s nejistotou měření uváděnou v jednotlivých laboratořích.

Konečným cílem úkolu je vytvoření výše uvedeného unikátního referenčního materiálu. V roce 2005 byly v rámci řešení úkolu dopracovány testy homogenity a stability a zahájeny práce na certifikačním mezilaboratorním experimentu. Vzhledem k výši uvolněných prostředků byly v letošním roce osloveny celkem 4 laboratoře k provedení certifikačního mezilaboratorního experimentu. Byly to ECOCHEM a.s., Praha, Zdravotní ústav Ostrava, Hygienické laboratoře Frýdek Místek, Axys Varilab-Česká republika a Axys Analytical Kanada.

Všem osloveným laboratořím byly předány 2 ks kandidátního certifikovaného referenčního materiálu (2x 60 g) a příslušné instrukce k provedení analýz.

V rámci úkolu se podařilo identifikovat a odstranit rušivý šum pozadí v měřicím systému FSS, který se objevoval při měření dvou nekorelovaných vysoce spektrálně čistých signálů. Původcem rušivého šumu byl fázový závěs v bloku detektoru FSS1000E, který zajišťuje kvadraturu porovnávaných signálů. Původní nedokonalý závěs FSS byl nahrazen nízkošumovým závěsem, který byl zabudován do kompaktní jednotky, jež se připojuje k detektoru FSS1000E. Kromě sníženého šumu umožňuje konečná verze závěsu i zúžení efektivní šumové šířky pásma až na 0.1 Hz.

Druhá část úkolu se týkala přípravy mezinárodního porovnání systémů pro ultracitlivá měření fázového šumu, které se uskuteční na počátku r. 2006.

Výše uvedená zpráva podává základní informace o plnění jednotlivých úkolů PRM 2005, podrobné informace jsou uvedeny v závěrečných zprávách o plnění jednotlivých úkolů, uložených u jednotlivých řešitelů a v odboru metrologie ÚNMZ.