

VYHODNOCENÍ PROGRAMU ROZVOJE METROLOGIE 2012

V PRM 2012 bylo řešeno celkem 43 úkolů.

Z tohoto počtu řešil Český metrologický institut 24 úkolů, subjekty mimo jeho přímou působnost (ostatní řešitelé) pak 19 úkolů (z toho přidružené laboratoře - ÚFE AV ČR a VÚGTK - 4 úkoly).

Pro větší přehlednost je tato zpráva rozdělena na dvě části.

V první jsou informace o úkolech, které řešil Český metrologický institut a které tvořily hlavní část PRM 2012.

V druhé části jsou potom stručně popsány výstupy úkolů ostatních řešitelů.

Výsledky a výstupy řešení jednotlivých úkolů:

A) Úkoly ČMI

II/1/12 Uchovávání státních etalonů

Úkolem byly práce spojené s uchováváním a pravidelným udržováním metrologických vlastností 43 státních etalonů ČR provozovaných v ČMI s cílem zajištění jejich požadované funkčnosti a využitelnosti pro navazování měřidel nižších řádů. Seznam příslušných etalonů je uveden na webových stránkách ÚNMZ v části metrologie v rubrice metrologický systém.

III/1/12 Rozvoj etalonáže hmotnosti a hustoty

V první polovině roku 2012 byla provedena kalibrace přístrojů sloužících k měření tlaku, teploty a vlhkosti v laboratoři hmotnosti. Byla dána specifikace artefaktů, které jsou určeny pro přímá měření hustoty prostředí a pro určení sorpčních procesů na povrchu závaží. Pro účely prvotních měření byla tato speciální závaží vyrobena z mosazi. Ukázalo se, že i když s takovými lze dosáhnout použitelných výsledků, s ohledem na vylepšení nejistot u daných měření však bude nutné použití jiných materiálů a postupů při výrobě.

Jedním z podúkolů bylo měření hmotnosti v jiném prostředí. Jako médium byl zvolen dusík. Byla zvolena metoda, kdy proběhla měření ve třech prostředích spolu se vztakovými závažími, a tak bylo možné zjistit závislost rozdílu hmotnosti na hustotě prostředí. Z ní lze odečíst hmotnost i hustotu neznámého závaží.

V roce 2012 došlo k definitivnímu zprovoznění vakuového komparátoru pro praktické účely. Proto již mohou být běžně prováděna přímá měření skutečné hmotnosti a hustoty závaží v různých prostředích.

III/2/12 Rozvoj etalonáže síly a momentu síly

V rámci řešení úkolu provedena kalibrace etalonu momentu síly EZMS 100 N·m a mezinárodní porovnávací měření tohoto etalonu s etalonem momentu PTB. Byly vypracovány podklady pro jeho vyhlášení státním etalonem momentu síly. Dále bylo změřeno tíhové zrychlení v místě zatěžovacích těles etalonu ESZ 1 MN, vyjustovány obě sady závaží tohoto etalonu a provedena jeho kalibrace.

III/3/12 Rozvoj primární etalonáže tlaku

V oblasti metrologie středního tlaku v plynném médiu bylo porovnáním s INRIM úspěšně experimentálně dokončeno a zpracováno klíčové porovnání EURAMET.M.P-K4.2010 (porovnání v rozsahu přetlaku i vakua od 1 Pa do 15 kPa), které má za cíl zpřesnění odpovídajících CMC řádků. Zároveň pilotování náročného porovnání zajistilo ČMI účast

v Key Comparison CCM.P-K4 pro rozsah 1 Pa až 10 kPa absolutního tlaku v tomto rozsahu v srpnu 2012.

Dále se v oboru středních tlaků podařilo prokázat, že měření s FPG v podtlaku jdou realizovat a dokonce splňují i specifikaci FPG v relativním tlaku. FPG by tak mohlo vyplnit mezeru v našich CMC řádcích.

V oboru měření vakua byly dokončeny přípravné práce k vyhlášení aparatury dynamické expanze za státní etalon vysokého vakua. Obě kapacitní měřky absolutního tlaku v průtokoměru vykazují perfektní dlouhodobou stabilitu a jejich zvolený rekalibrační interval je dostatečně konzervativní. Proběhlo doplňkové porovnání v héliových vakuových netěsnostech se slovinským IMT. Na konci roku 2012 nebyly ještě známy výsledky. V případě úspěchu v porovnání přistoupí ČMI neprodleně k procesu vyhlášení státním etalonem.

Pro stejný etalon je významná automatizace jeho řízení a zpracování naměřených dat. Přípravené postupy a aplikace posunuly tok a zpracování dat získávaných při časově náročných kalibracích v oblasti vakua na vyšší úroveň a zabezpečují efektivnější využívání zařízení i lidských zdrojů.

V oboru malého průtoku plynů bylo úspěšně uskutečněno upgrade molbloků i molboxu. Bylo prokázáno výrazné zlepšení nejistoty kalibrace průtoku z 0,2 % na 0,125 % z měřené hodnoty u laminárních průtokoměrů a zlepšení nejistoty kalibrace průtoku z 0,3 % na 0,2 % z měřené hodnoty u sonických průtokoměrů. Úspěšně bylo realizováno bilaterální porovnání s LMPS (Laboratorij za meritve v procesnem strojništvu) Strojní fakulty Univerzity v Ljubljani. ČMI se navíc zúčastnilo i mezinárodního kruhového porovnání, které stále probíhá. Výsledkem je zpřesnění a zkvalitnění kalibračních služeb ČMI v tomto významném oboru.

V oblasti etalonáže průtoku plynu pomocí diferenčních prvků byl vytvořen a validován program pro metrologickou kontrolu diferenčních průtokoměrů na principu centrických clon. Tento kontrolní program bude plnit nejen funkci kontrolní v procesech kalibrace a ověřování předmětných měřidel, ale i v procesech schvalování typu měřidel uvedených aplikací a v procesech validace či testování případných nově vzniklých kontrolních programů. Nad rámec zadání se podařilo záběr tohoto programu rozšířit i o dýzy a Venturiho trubice.

V oblasti metrologie hustoty plynů bylo vyřešeno určování teplotních korekcí vibračních převodníků hustoty plynů, včetně vytvoření metodiky měření.

III/4/12 Rozvoj etalonáže tvrdosti a drsnosti povrchu

V průběhu řešení první etapy úkolu byly provedeny experimentální práce na přístroji na měření drsnosti povrchu. Při měření drsnosti povrchu se v současnosti v laboratoři používají absolutní snímače s poloměrem zaoblení vrcholu hrotu 2 μm . Jsou však případy, kdy je nutné použít absolutní snímač s poloměrem zaoblení vrcholu hrotu 5 μm .

Pro experimentální měření bylo zvoleno 6 charakteristik drsnosti povrchu, které jsou nejčastěji používané. Jedná se o 5 vertikálních charakteristik – Ra, Rz, Rmax, Rt, RzISO a jednu horizontální charakteristiku – RSm. Měření byla provedena na šesti etalonech. Tři etalony měly neperiodický povrch a tři etalony měly periodický povrch. Měření byla provedena za různých měřicích podmínek.

Z výsledků vyplývá existence rozdílů mezi měřeními provedenými absolutním snímačem s poloměrem zaoblení hrotu 5 μm a měřeními absolutním snímačem s poloměrem zaoblení hrotu 2 μm . Ve většině případů jsou naměřené rozdíly v řádu setin μm . Naměřené výsledky také ukazují, že rozdíly jsou větší u neperiodických povrchů. Při porovnání rozdílů s nejistotami měření je možné konstatovat, že naměřené rozdíly jsou téměř zanedbatelné.

Mnohem důležitějšími parametry měření jsou dráha a rychlost. Při měření na drahách 1,5 mm a 0,48 mm při rychlostech 0,2 mm/s respektive 0,05 mm/s jsou rozdíly v naměřených hodnotách u všech charakteristik 50 % a více a nezáleží na použitém snímači.

Z výsledků měření také vyplynula nutnost provádět kalibrace přístrojů etalony, jejichž hodnoty charakteristik byly stanoveny za stejných měřicích podmínek a stejnými snímači jaké se používají při vlastním měření drsnosti povrchu součástí a výrobků. Velmi důležité je proto uvádění měřicích podmínek do dokumentace o měření.

V druhé části řešení úkolu byla vypracována krátká studie o měření mikrotvrdomi metodami Vickers a Knoop. Měření tvrdosti materiálů metodami Vickers a Knoop patří mezi čtyři nejpoužívanější metody. Z principu a měřicích podmínek vyplývá, že měření mikrotvrdomi je velmi náročné na přesnosti zatěžovací síly, na použití kvalitních měřicích systémech a v neposlední řadě na přípravu povrchu měřených objektů.

V rámci této studie byly zpracovány požadavky, které jsou kladené na kvalitu vnikacího tělesa, přesnost vyvození měřicí síly a kvalitu měřeného povrchu.

V závěrečné zprávě jsou uvedeny příklady vhodných mikrotvrdoměrů, včetně jejich popisu. Pro měření mikrotvrdomi je nutné snížit na minimum vliv pracovníka na měření, volit tvrdoměry umožňující plynule volit zatěžovací sílu a provádět automatické měření vtisku obrazovou analýzou. Jako nejvhodnější je možné považovat následující tvrdoměry: Qness Q10, Struers Durascan a Wilson Tukon 2500.

III/5/12 Rozvoj etalonáže elektrických a magnetických veličin

Hlavní cíle a výsledky úkolu:

Etalonáž ss a nf veličin

V oblasti metrologie stejnosměrných napětí a proudů byl navržen a sestaven převodník GPIB-LPT, který umožnil připojit biasový zdroj JVS pomocí GPIB. Díky tomu je ovládání všech přístrojů JVS pomocí GPIB a připojení k řídicímu počítači pomocí optického kabelu. Výsledkem je odstranění elektromagnetického rušení JVS způsobené počítačem. V nové verzi programu měřičR byla upravena hlavní měřicí smyčka a rozšířeno uživatelské rozhraní o možnost automatické kalibrace odporového rozsahu multimetru Fluke 8508A přímo pomocí etalonů odporu. Pomocí zdroje napětí a etalonů odporu byl zkalibrován ampérmetr Keithley 6517B, který nyní slouží jako stupnice malých stejnosměrných proudů. Dále byl vytvořen metodický postup kalibrace měřidel malých proudů.

V části metrologie střídavého napětí a proudů byl navázán termokonvertor A55 v PTB v kmitočtovém rozsahu 100 kHz až 100 MHz. Byla odvozena nová stupnice AC-DC diference proudů s rozšířením až do 20 A a nově navázán AC-DC porovnávací etalon 792A. Dále byla nově zkalibrována AC-DC diference sady bočníků ČMI.

V rámci přípravy na mezinárodní porovnání EURAMET EM-K12, které se uskutečnilo v červnu 2012, byla sledována stabilita odvozené stupnice na porovnávacích bodech, měřením do trojúhelníku byl stanoven vliv zapojení a T kusu, které vstupují do výpočtu nejistoty měření. Dále byla zpracována literární rešerše v oblasti kvantového etalonu střídavého napětí, která bude využita při budování nového pracoviště pro střídavé napětí.

V oblasti metrologie impedancí a elektrických signálů byl vytvořen SW pro automatické plně automatizované měření náběhu a stability více oscilátorů současně.

Byl sestaven vzorkovací etalon rozdílu fáze, který je možné navázat přímo na ostatní primární etalony. Současně byly vytvořeny skripty pro výpočet rozdílu fáze a nejistoty.

V oblasti metrologie elektrického výkonu a práce byla provedena kalibrace výkonu s použitím nového proudového bočníku o nominální hodnotě 20 A, což vedlo k rozšíření rozsahu DSWM a snížení nejistoty kalibrace výkonu. Dále proběhla kalibrace harmonických složek napětí nové stanice na ověřování elektroměrů při kmitočtech a hodnotách zkreslení užívaných při typových zkouškách elektroměrů. Byla navržena úprava a rozšíření

kalibračního postupu laboratoře primárního výkonu ČMI č. 611-MP-C042 na kalibraci měřidel výkonu.

Etalonáž ss odporu

1. Primární kvantová laboratoř ss el. odporu

Bylo úspěšně provedeno testování kvantové struktury a úspěšně realizovány $R_H(2) =$ Kvantový Hallův odpor na 2. plató (12 906,403 50 Ω) a $R_H(4) =$ Kvantový Hallův odpor na 4. plató (6 453,201 75 Ω).

Potvrzena správnost zavedené automatizace při zpracování chladicí procedury v kryostatu SM.

2. Nízkoohmová laboratoř ss el. odporu

Provedena interní kalibrace automatického odporového mostu MI 6010 Q.

Na kvantovou strukturu (QHD) byly navázány oba referenční etalony odporu Tinsley 1000 Ω .

Bylo provedeno navázání referenčních etalonů odporu Tinsley (1 Ω , 10 Ω , 100 Ω , 10 k Ω) a TEGAM (10 k Ω a 12,9 k Ω) na referenční etalon odporu Tinsley 1000 Ω (RE 1) za účelem realizace části nízkoohmové stupnice dekadických hodnot.

Kombinovaná standardní nejistota: $u_c = 0,01$ ppm (1000 Ω)

Kombinovaná standardní nejistota: $u_c = 0,015 \div 0,05$ ppm (1 $\Omega \div 12,9$ k Ω)

3. Vysokoohmová laboratoř ss el. odporu do 1 G Ω

Byla potvrzena správnost provedené automatizace monitorování teploty, atmosférického tlaku a vlhkosti v nízkoohmové a vysokoohmové laboratoři.

Úspěšně byla přenesena jednotka ss el. odporu z referenčních etalonů odporu Tinsley 10 k Ω a TEGAM 10 k Ω na referenční vysokoohmové etalony odporu dekadických hodnot 100 k $\Omega \div 1$ G Ω (RE 4) pomocí MI 6000 B a realizace stupnice.

Kombinovaná standardní nejistota: $u_c = 0,1 \div 3,5$ ppm (100 k $\Omega \div 1$ G Ω)

Rozvoj etalonáže vf el. výkonu a EMC

Intenzita elmag. pole

Byl proveden rozbor měřících metod pro kalibraci smyčkových antén a laboratoř se následně účastnila porovnání EURAMET.EM.RF-S27. Porovnání proběhlo podle harmonogramu, měření byla úspěšně dokončena na obou zúčastněných pracovištích ČMI výsledky byly v květnu zaslány do pilotní laboratoře. Vyhodnocení provedené pilotní laboratoří zatím není k dispozici, shoda výsledků měření v pásmu do 100 kHz provedených na obou pracovištích ČMI je uspokojivá.

Mimo plán byly připraveny podklady pro aktualizaci některých záznamů o měřících schopnostech (CMC) z oboru etalonáže elmag. pole v databázi KCDB.

Vektorový analyzátor obvodů

Byl naměřen značný objem dat (více než sto souborů) pro vybrané prvky a tři varianty kalibrace analyzátoru při užití přesných konektorů PC-7. Tato data umožní rozsáhlejší testování pro ověření správné funkce programu StatistiCAL pro různé kombinace kalibračních normálů.

Mimo rozsah plánovaných prací byly připraveny podklady pro aktualizaci některých záznamů o měřících schopnostech (CMC) z oboru etalonáže činitele odrazu a přenosu v databázi KCDB.

Vf výkon

Byl navržen způsob zajištění návaznosti měření vf výkonu v kmitočtovém pásmu do 300 MHz s nejistotami 0,01 dB až 0,03 dB a pro měření nízkých úrovní do -125 dBm. Byly analyzovány a na základě provedených měření posouzeny možnosti využití stávajícího vybavení laboratoře k daným účelům.

Mimo plán byly připraveny podklady pro aktualizaci některých záznamů o měřících schopnostech (CMC) z oboru etalonáže vf výkonu a zeslabení v databázi KCDB.

Rozvoj etalonáže měřících transformátorů

1. Byl navržen a realizován indukční dělič pro rozsah vstupního napětí do 1 kV při frekvenci 50 Hz.
2. Byla provedena příprava na mezinárodní porovnání EURAMET.EM-S33. "Traceability of AC High Voltage Reference Measuring Systems up to 200 kV", jehož náplní je porovnání systémů pro měření střídavého napětí v rozsahu do 200 kV.
3. Byl realizován cívkový etalon střídavé magnetické indukce pro kmitočtové pásmo do 50 kHz.
4. V rámci řešení úkolu se uskutečnilo porovnání a vyhodnocení výsledků mezinárodního projektu COOMET "Measurements of magnetic loss power in electrical steel at the frequency of 50 Hz and 60 Hz".
5. Na žádost pracoviště GUM Varšava proběhlo porovnání mezi ČMI a GUM v oblasti měření magnetické; indukce stejnosměrného a střídavého magnetického pole. Jedním z přínosů tohoto porovnání je zájem pracovníků GUM o výrobu cívkového etalonu vyrobeného a používaného v ČMI LPM Praha.
6. Ve spolupráci s oddělením mikrovlnné techniky ČMI OI Praha se pracoviště podílelo na řešení projektu EURAMET.EM: RF-S27 v oblasti měření vlastností antén.

III/6/12 Rozvoj primární etalonáže délky

Čtyřletý program vývoje nové elektroniky pro primární etalony vlnové délky a interferometrický komparátor byl úspěšně ukončen implementací do systému pro kalibraci průmyslových interferometrů, které jsou nejdůležitějším prvkem přenosu návaznosti od státního etalonu do metrologické praxe a průmyslu. Přínos nové elektroniky byl prokázán opakovaným absolutním měřením a spolehlivost zvýšena implementací automatického zavěšení a kontroly správnosti zavěšení.

Byl vyvinut, zkalibrován a podrobně testován univerzální rychlý mnohokanálový teploměr vhodný pro použití při přesných délkových měřeních, podstatně větší rychlost, rozlišení a střednědobá stabilita pod 1 mK a přesnost pod 10 mK může přispět k podstatnému zpřesnění měření v gradientních a nestabilních prostředích, případně v laboratorních podmínkách zkrátit dobu čekání nutnou pro dosažení cílové nejistoty. V případě potřeby je možné snadno vyrobit kopie pro další laboratoře ČMI.

Experimentální systém pro bezkontaktní měření koncových měrek, vyvinutý během ukončeného projektu MPO a EMRP, byl rozšířen pro měření měrek do 1 m, metoda byla publikována v Measurement Science and Technology.

III/7/12 Rozvoj etalonáže akustických a kinematických veličin a vibrací

V rámci řešení úkolu

- 1) Byl snížen vliv škodlivého rušení elektrické rozvodné sítě v laboratoři akustiky.
- 2) Byl vytvořen přehled historických hodnot nměrů citlivostí měřicích mikrofonů včetně vlivu změn paramentů na výslednou hodnotu citlivosti.
- 3) Byla vytvořena metoda pro měření malých dynamických sil.
- 4) Úspěšně proběhlo mezinárodní porovnání primárních etalonů vibrací na nízkých kmitočtech.
- 5) Byl vyřešen způsob ovládání zařízení pro měření silničních rychloměrů.
- 6) Byl vytvořen program pro generování měřicí šablony pro měření velmi pomalých otáček.

III/8/12 Rozvoj etalonáže teploty

Hlavní cíle úkolu byly:

- Aktualizace modelu výpočtu nejistot kontaktního a bezkontaktního měření teploty
- Příprava na porovnání v trojném bodu argonu spočívající v proměření jeho metrologických vlastností
- Úprava stávajícího systému validace v primární laboratoři teploty
- Příprava na zahrnutí otevřených pevných bodů a trojného bodu argonu do SET
- Vytvoření schématu návaznosti bezkontaktního měření teploty v podnulovém rozsahu
- Rekalibrace pracovních etalonů

- Údržba a metrologické zhodnocení pecí, lázní a kyvet, které nejsou součástí SET
- Kontrolní porovnání jednotlivých kyvet realizace teplotní stupnice ITS-90
- Metrologické zhodnocení miniaturních bodů pro kalibraci termoelektrických článků.

III/9/12 Rozvoj etalonáže veličin ionizujícího záření

Úkol sestával z 3 částí:

A. Rozvoj etalonáže aktivity radionuklidů

Byla provedena revize metody standardizace ^{137}Cs stopovací metodou a byly vypracovány doporučení pro rutinní etalonáž stopovací metodou s ^{134}Cs , která má přibližně o polovinu nižší nejistotu než dosud používaná metoda.

Byla provedena standardizace roztoku ^{226}Ra se známou hmotnostní koncentrací radia. Tuto metodu je možné považovat za absolutní. Výsledky budou publikovány.

Byly zpracovány nové metodiky etalonáže vzácných plynů Xe-133 a Kr-85 a stanovení vnitřního objemu etalonové lahve.

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

Řešení úkolu bylo v roce 2012 zaměřeno na rozvoj metrologického zabezpečení dozimetrických veličin v oblasti záření X. Byla vypracována metoda pro spektrometrické stanovení energetické distribuce fotonů ve svazcích záření X, jejíž znalost přispěje ke snížení nejistoty při standardizaci operativních dozimetrických veličin ($\text{Hp}(10)$, $\text{Hp}(0,07)$, $\text{H}^*(10)$, $\text{H}'(0,07)$, v budoucnu také $\text{Hp}(3)$); dále byly realizovány kvality RQR záření X, které jsou určeny k ověřování měřidel kerry ve vzduchu v oblasti radiodiagnostiky a výhledově také měřidel součinu plochy a kerry; a byly zajištěny technické prostředky, které umožní budoucí rozšíření státního etalonu absorbované dávky ve vodě pro oblast záření X.

C. Etalonáž dozimetrických veličin směsných polí neutronů a fotonů

1. Státní etalon emise neutronů z radionuklidových zdrojů:

Byly změřeny emise zdrojů typu ^{252}Cf (ČMI #9, #10)) a Am-Be (ČMI #13) používaných k ověřování měřidel prostorového dávkového ekvivalentu a osobních dozimetrů neutronů.

Zdroje typu Cf neobsahují pouze izotop ^{252}Cf , ale i ^{250}Cf a ^{248}Cm . To znamená, že při výpočtu jejich emise k určitému datu nelze po delší době spoléhat pouze na poločas ^{252}Cf , nýbrž je nutné emisi změřit znovu. U zdroje typu Am-Be lze spoléhat na poločas ^{241}Am , prověrka emise patří k obvyklým metrologickým postupům.

2. Státní etalon příkonu fluence a příkonu spektrální fluence neutronů

Byla vypracována metodika měření spektrální fluence fotoneutronů generovaných radioterapeutickým lineárním urychlovačem pomocí Bonnerova spektrometru s aktivačním detektorem jako detektorem tepelných neutronů.

III/10/12 Rozvoj etalonáže fotometrických a radiometrických veličin

V rámci řešení úkolu byly kompletně dokončeny práce spojené s charakterizací přenosových etalonů spektrální rezpozivity v ultrafialové spektrální oblasti (220 – 400) nm. Charakterizace byla provedena ve dvou krocích. Nejprve byla stanovena spektrálně distribuovaná teplotní citlivost spektrální rezpozivity. Byly kompletně dokončeny práce na stanovení spektrálně distribuované plošné homogenity spektrální rezpozivity přenosových etalonů spektrální rezpozivity ultrafialové spektrální oblasti. Výsledky získané měřeními byly zpracovány a budou dále sloužit jako podklad pro výpočet nejistot kalibrace přenosového etalonu a pro jeho zpřesnění. Výsledky měření dále významným způsobem přispějí k podpoření CMC základní radiometrické veličiny ČMI a jejich udržení na špičkové světové úrovni. Nová charakterizace přenosových etalonů spektrální rezpozivity v ultrafialové spektrální oblasti (220 – 400) nm umožní ČMI zkvalitnit zajišťovanou metrologickou návaznost.

V rámci řešení úkolu byla připravena metodika ČMI pro gonio-spektroradiometrickou a gonio-fotometrickou charakterizaci světelných zdrojů typu LED, OLED. Metoda využívá goniometr a umožňuje tak běžné měření celkového světelného toku zdrojů světelného záření včetně měření prostorových vyzařovacích charakteristik světelných zdrojů a to i spektrálně rozlišených v případě využití spektrometru jako měřicí hlavy. Metoda je tak vhodná pro přesnou charakterizaci zdrojů či primární kalibrace a charakterizace etalonových zdrojů. Navržená metodika je začátkem vývoje a implementace gonio-spektroradiometrických a gonio-fotometrických kalibračních metod výrazně závislých pevnolátkových svítidel/osvětlovacích zařízení založených na bázi technologií LED/OLED v ČMI.

Dále byl vypracován podrobný návrh metody absolutní a spektrálně rozlišené kalibrace filtrových radiometrů ve spektrálních oblastech UV a VIS. Filtrové UV/VIS radiometry (nazývané také UV/VIS integrální radiometry nebo UV/VIS filtrové radiometry) jsou široce používané pro měření UV/VIS ozáření nebo dávky ozáření. Zpracovaný návrh má značný význam pro zkvalitňování metrologické návaznosti v této široké oblasti použití. Navržený postup byl experimentálně ověřen úspěšně dokončenou kalibrací UVA referenčního radiometru ČMI.

V rámci rozvoje sekundární etalonáže radiometrických a fotometrických veličin byla zajištěna metrologická návaznost sekundárních etalonů zářivého toku pro vláknovou optiku. Byla provedena kalibrace referenčního měřidla optického výkonu pro laserovou radiometrii a referenčních měřidel spektrální záře a ozáření ve spektrálních oblastech VIS a UV. Dále byla provedena metrologická návaznost přenosových etalonů zrcadlového lesku a referenčních kolorimetrických spektrofotometrů pro měření spektrální odraznosti v měřicích geometriích 0/45 a d/8, t/8.

III/11/12 Rozvoj etalonáže průtoku a objemu plynu

V rámci řešení úkolu se práce zaměřily na zavádění zkoušek membránových plynoměrů v teplotní komoře včetně výběrového řízení na dodavatele zařízení, na realizaci a instalaci testovacího zařízení na dlouhodobé zkoušky membránových plynoměrů, výběr zkušebních zařízení pro zkoušky vyhodnocovacích jednotek přepočítávačů množství plynu jako komponenty kombinovaného přepočítávače množství plynu, vzájemné mezilaboratorní porovnání zkušebních stanic P1, P2 a P3, kalibrace měřidel teploty a tlaku na stanicích a kalibraci plynoměru s rotujícími komorami IGA na stanici P2.

III/21/12 Zabezpečení etalonáže fyzikální chemie

Úkol sestával z 3 částí:

1) Příprava a certifikace referenčních materiálů s návazností na látkové množství

Byly připraveny a certifikovány RM draselných, stříbrných a chloridových iontů. Vodné roztoky chloridových a draselných iontů byly připraveny navážením z primárních CRM SMÚ, které mají návaznost na SI jednotky coulometrickou titrací. Hmotnostní koncentrace referenčního materiálu stříbrných iontů byla potvrzena velmi přesnou hmotnostní titrací s potenciometrickou detekcí. Validace tohoto postupu byla provedena titrací CRM stříbrných iontů produkovaného a certifikovaného SMÚ. Dosažené výsledky titrace se pohybují v nejistotě udané v certifikátu SMÚ.

2) Validace metodiky kalibrace konduktometrů č. 616-MP-C005 mezilaboratorním porovnáním

Validace DPZ byla provedena s akreditovanou laboratoří Slovenské legální metrologie (SLM) Banská Bystrica. Laboratoř ČMI provedla kalibraci před zasláním tohoto konduktometru a další po navrácení ze SLM.

3) Validace metodiky kalibrace Ubbelohdeho viskozimetrů č. 616-MP-C002 mezilaboratorním porovnáním

Kalibrace Ubbelohdeho viskozimetru byla provedena laboratoří ČMI a laboratoří Slovenské legální metrologie SLM Banská Bystrica. Porovnání bylo vyhodnoceno s úspěšným výsledkem.

III/22/12 Zprovoznění anemometrické laboratoře a vývoj na laboratoři průtoku kapalin

Anemometrie

V rámci této části úkolu byl vybudován a zprovozněn aerodynamický tunel pro kalibrace anemometrů. Etalony i ostatní měřidla v laboratoři byla metrologicky navázána. Dále byly provedeny funkční zkoušky a definovány postupy kalibrací anemometrů včetně nejistot a vytvořen detailní návrh technického řešení tažné tratě pro kalibrace anemometrů v rozsahu rychlostí (0,05 – 1) m/s.

Laboratoř malých průtoků vody

Firma Sensus dodala teploměry ve zmenšených pouzdrech. Byly provedeny zkoušky vlivu instalace nových a starých teploměrů na kalibrační křivku indukčních průtokoměrů.

Konstrukce mobilní odměrné nádoby pro ropu

V rámci podúkolu byla navržena konstrukce nádoby a byly zpracovány metodiky kalibrace odměrné nádoby a objemového proveru včetně výpočtu nejistot.

III/24/12 Rozvoj etalonáže vlhkosti pevných látek a kvalitativních ukazatelů obilovin

Byla provedena aktualizace metrologické návaznosti hmotnosti – kalibrace vah v měsíci květnu 2012. Laboratoř se 8x účastnila MPZ BIPEA v okruhu 01 – pšenice potravinářská a v okruhu 09 – vlhkost obilovin a olejnin a okruhu 10 – olejnatá semena. Laboratoř se rovněž úspěšně zúčastnila 2x MPZ se Službami legální metrologie SR, pracoviště Banská Bystrica – na vlhkost dřeva a na vlhkosti obilovin a olejnin. Dále byla laboratoř vybavena zařízením pro stanovení obsahu vlhkosti v plasech. Toto zařízení bylo zkalibrováno a byla provedena zkušební měření. Na závěr byla zpracována rešerše na téma porovnání Kjeldahlovy a Dumasovy metody pro stanovení obsahu dusíku.

IV/1/12 Rozvoj laboratoře plynných směsí

Gravimetrická příprava plynných směsí

V rámci této části úkolu byla úspěšně připravena plynná směs, která má chemické složení podobné přepravovanému zemnímu plynu přes území ČR tranzitním plynovodem.

Vlastní příprava/výroba plynných směsí je pro ČMI důležitá z hlediska nezávislosti na komerčních subjektech a možnosti realizovat MPZ v oblasti plynných směsí vlastní přípravou RM.

Analýza plynných směsí

Nový GC-SCD byl úspěšně zprovozněn v laboratoři plynných směsí (OI Praha). Byl zpracován MP pro měření sirných složek v zemním plynu na GC – SCD. Byla prokázána dobrá stabilita výstupního signálu z detektoru (SCD). Doba analýzy na GC-SCD je oproti GC-FPD přibližně čtyřikrát kratší.

Dále byla proměřena stabilita sirných složek (v zemním plynu) v odběrných vacích (spol. SKC) a bylo potvrzeno, že je nutné odebrané vzorky plynu analyzovat co nejdříve po odběru vzorku nejpozději však do 48 hodin po odběru vzorku.

Oblast analýzy etanolu

Práce provedená v oblasti analýzy etanolu v tomto roce umožnila další posun ČMI OI Praha v oblasti zajištění primární metrologie tohoto oboru. Systematické zdokonalování

a zvyšování úrovně kontroly CRM a metrologické návaznosti plyných směsí etanolu v dusíku je nutným předpokladem k ověřování a kalibrace měřidel AAD.

Z dosažených výsledků je patrné, že metoda GC HP 5890 II / FID doplněná metodou měření pomocí FID analyzátoru Ratfisch je vhodná pro zamýšlený účel „recertifikace“ sekundárních CRM, využívaných v oblasti ověřování a kalibrace měřidel AAD. Proces „recertifikace“ sekundárních CRM o objemu 40 L, vyrobených v Linde Gas a.s. – Výroba speciálních plynů, byl zahájen v roce 2012 na obou pracovištích ČMI OI Praha i OI Opava.

V/1/12 Metrologický dozor

Zjištění metrologického dozoru dokladují stav metrologického pořádku u jednotlivých skupin subjektů a výrazně přispívají ke zvýšení právního vědomí u prověřovaných subjektů. Mimo operativního řešení zjištěných nedostatků znamenají dozorové akce i významnou osvětu zejména u uživatelů stanovených měřidel (zdravotnictví, silniční cisterny, čerpací stanice).

Stav metrologického pořádku v prověřovaných oblastech lze s výjimkou zdravotnictví hodnotit jako uspokojivý, s občasným výskytem nedostatků.

Ze zhodnocení výsledků státního metrologického dozoru lze ke zvýšení účinnosti a zlepšení stavu doporučit následující opatření:

- udržet trvalou pozornost na oblast zdravotnictví a na ověřování vah, krevních i očních tonometrů,
- v příštím roce zvýšit kapacitu na dozor v oblasti zdravotnictví i distribuci v celé ČR prováděném krom ÚLM hlavně také pracovníky všech VOJ ČMI,
- nadále udržovat spolupráci s celní správou potřebnou k vykonání dozoru silničních cisteren na pozemních komunikacích,
- metrologický dozor v autorizovaných metrologických střediscích orientovat na ty subjekty, kde není jiná možnost kontroly správnosti výkonu autorizace (např. účast v mezilaboratorním porovnávání, prověřování způsobilosti v souvislosti s požadavkem na vystavení „osvědčení“).

VI/1/12 Zabezpečení mezinárodní metrologické spolupráce v rámci BIPM, OIML, EUROMET a WELMEC

Cílem bylo plnění úkolů, vyplývajících pro národní metrologický institut České republiky z členství v mezinárodních organizacích metrologie EURAMET, Metrické konvenci (BIPM), OIML, WELMEC, DUNAMET a NCSLI a vyplývajících ze spolupráce s národními metrologickými instituty v rámci mezivládních dohod.

Dále koordinace účasti laboratoří ČMI na projektech řešených na základě rámcových programů EK.

Dosažené výsledky se shodují se zadanými cíli (je možné konstatovat překročení), řešení úkolu je komplexní a je v souladu s rámcem prací daným plánovacím listem. Intenzita akcí v r. 2012 zůstala na zvýšené úrovni minulých let, spíše se zvyšuje, ač je maximální snaha počet a rozsah cest redukovat v návaznosti na finanční krizi - pozornost se soustřeďuje především na spolupráci v rámci Metrické konvence, OIML, EURAMETu, WELMEC, novelizaci předpisů v oblasti technické harmonizace, na zpracovávání a připomínkování dokumentů mezinárodních organizací a zejména na práce spojené s projektem EU EMRP (tyto náklady jsou mimo tento úkol). Rok 2012 byl na akce bohatým rokem ve sféře mezivládních organizací metrologie z pohledu ČR: zasedání představitelů členských států Metrické konvence a ředitelů NMI v BIPM a konference CGML + výbor CIML v Bukurešti (usnesení vlády č. 704/2012). Rok 2013 bude zřejmě bohatší na akce organizované v ČR, zatím se předpokládají tyto: EURAMET TC-T, WELMEC WG 2, WELMEC WG 11.

VII/6/12 Stanovení pravidel pro ověřování a přemísťování vah citlivých na změny hodnoty gravitačního zrychlení

Výsledky řešení mohou mít přímý dopad na činnosti Autorizované (250) a Notifikované osoby (1383) při posuzování shody vah s neautomatickou činností a oblastních inspektorátů ČMI při činnostech ověřování vah s neautomatickou činností v rámci zákona o metrologii.

Výsledky prokázaly, že stanovení tzv. gravitačních zón“ a pravidel pro jejich používání je v rámci ČR potřebné. V rámci úkolu byl zpracován návrh pravidel pro používání definovaných gravitačních zón a označování vah.

Takto stanovené zóny budou muset být doplněny databází míst nebo aplikací definující tato místa, a to ve spolupráci s Výzkumným ústavem geodetickým topografickým a kartografickým.

VII/7/12 Návrh systému metrologických kontrol hotově baleného zboží pro účely novely zákona o metrologii – I. etapa

V rámci řešení úkolu byla provedena:

- specifikace regulovaných oblastí a dovolených odchylek množství obsahu u hotově baleného zboží neoznačeného symbolem „e“ (pokud nejsou dovolené odchylky stanoveny zvláštním právním předpisem),
- návrh oblastí regulace podle způsobu deklarace množství obsahu (deklarace dle objemu, hmotnosti, délky, plochy a počtu kusů) a dovolených odchylek množství obsahu pro tato hotová balení,
- návrh a specifikace postupů metrologické kontroly u balíren a dovozců včetně statistických přejímacích plánů-pro hotově balené zboží neoznačené symbolem „e“.

VIII/9/12 Senzor pro měření malých sil a mikroindentaci s přímou návazností

V rámci řešení úkolu bylo vytvořeno zařízení pro mechanické zkoušky materiálů pomocí metody vnikací zkoušky. Zařízení využívá mikroposuvy založené na zpětné vazbě pomocí interferometrů, což značně zjednodušuje řetězec návaznosti. Pro měření síly bylo vyvinuto několik senzorů vhodných pro různé aplikace. Současně byly provedeny jejich první testy. Sensory je možné snadno demontovat a kalibrovat např. hmotnostním komparátorem.

VIII/11/12 Skenování obecných ploch na stacionárních i mobilních měřicích strojích

V rámci řešení úkolu:

Byla zvládnuta technika skenování pomocí měřicího ramene Faro. Byly získány zkušenosti s měřením i vyhodnocením mraků bodů. Jako optimální se jeví postup načíst tři mraky bodů a ty vyhodnotit. Vyhodnocení velkých počtů mraků bodů velmi prodlužuje čas vyhodnocení měření. Potlačila by se tím přednost velmi rychlého měření (skenování rychlost 19200 bodů za sekundu). Z mnoha provedených měření skenováním vyplývá, že cílovou nejistotu měření skenováním $\pm 0,054$ mm lze docílit a v mnoha případech klesla nejistota až na jednotky μm .

Na základě proměření artefaktu NPL byly navrženy a vyrobeny artefakty ČMI. Pro měření skenováním byl navržen artefakt „Omega“. Tento artefakt se vyznačuje pozvolnými změnami tvaru. Je vhodný jak pro skenovací hlavy, které mají měřicí ramena, tak i pro laserovou skenovací hlavu na multisenzorovém měřicím stroji.

VIII/14/12 Rozvoj metod a zařízení na interferometrickou etalonáž

V první části úkolu byla provedena a vyhodnocena měření ztráty fáze u poškozených základních desek a bylo zajištěno nové přelapování jejich povrchu. Dále byla zjišťována ztráta fáze laseru na nově lapovaných základních deskách s následným vyhodnocením a porovnáním výsledků měření.

VIII/15/12 Mezilaboratorní porovnání měřidel rychlosti proudění kapalin

Shrnutí závěrů z mezilaboratorního porovnání:

Pro praxi je zásadním výstupem analýza propeleru s různým stoupáním. Z úkolu vyplynulo, že propelery s nízkým stoupáním jsou charakteristické neúměrně velkým rozptylem naměřených hodnot při opakovaných měřeních. Vzhledem k tomu, že měření jimi prováděná v terénu nelze v praxi opakovat, hraje tato skutečnost při těchto měřeních, která v ČR dosahují objemu přes 2 miliardy Kč ročně, zásadní význam pro jejich přesnost. Z tohoto důvodu by propelery s nízkým stoupáním neměly být v praxi vůbec používány – je však k tomu nutno provést příslušnou studii, od jakého stoupání propeleru by byly výsledky měření přijatelné vzhledem k požadovaným tolerancím.

B) Úkoly řešené ostatními subjekty

Řešitel

II/2/12 Uchovávání státního etalonu času a frekvence

ÚFE AV ČR

Výsledky řešení úkolu:

Sekunda TAI byla aproximována trváním sekundy UTC(TP) generované z cesiových hodin 5071A/001 v. č. 1227. Frekvence byla korigována v relativních krocích $6,3 \cdot 10^{-15}$ na základě průběhu časové difference UTC - UTC(TP) získané z průběžných klíčových porovnání CCTF-K001.UTC.

Národní časová stupnice UTC(TP) byla odvozována z trvání sekundy TAI (viz předchozí odstavec).

Prostřednictvím stupnice UTC(TP) byl predikován světový čas UTC s rozšířenou nejistotou 47 ns ($k = 2$) v predikčním intervalu 20 dní.

Prostřednictvím UTC(TP) byly ve sledovaném období navazovány tři volně běžící atomové stupnice AT(c) cesiových hodin operujících v ČR tak, aby mohly vstupovat do váženého průměru pro výpočet stupnice TAI. Jednalo se o hodiny 5071A/001 v.č. 2476 z laboratoře SE času a frekvence ÚFE, hodiny 5071A/001 v.č. 163 a 5071A v.č. 154 pracující v Telefonice O2. Hodiny Telefonica O2 jsou navazovány na UTC(TP) po optické lince.

Navázání UTC(TP) na UTC bylo prováděno prostřednictvím klíčových porovnání BIPM s označením CCTF-K001.UTC, opírajících se o průběžné měření časové difference [UTC(TP)-T(GPS)](t), jejíž vzorky jsou statisticky zpracovávány a formátovány v přijímači GTR50.

Stupnice UTC(TP) byla průběžně porovnávána proti systémovému času T(GPS) na základě zpracování naměřených hodnot UTC(TP)-T(GPS) metodikou CGGTTS v přijímači GTR50. V týdenních intervalech byla prováděna statistická analýza průběhu časových diferencí UTC(k) - UTC(TP), $k = \text{USNO;PTB}$ metodou společných pozorování GPS (Common-View GPS) a v měsíčních intervalech analýza časových diferencí UTC(m)-UTC(TP), $m = \text{USNO;PTB}$ metodou pozorování na základě přesného určení polohy (Precise Point Positioning).

Zdrojem krátkodobě stabilních signálů jsou dva krystalové oscilátory BVA 5 MHz Oscilloquartz 8600-BC5GE. Oba mají stejný práh blikavé frekvenční modulace $\sigma_y \approx 8 \cdot 10^{-14}$.

II/3/12 Uchovávání státního etalonu velkých délek ECM 110-13/08-041

VÚGTK

V rámci úkolu uchovávání státního etalonu velkých délek (geodetická základna Košice a dálkoměr Leica TCA 2003) a laser trackeru AT 401 bylo provedeno zajištění metrologické návaznosti laser trackeru a kalibrace základny s jeho pomocí. Dále podchycení driftů základny měření alespoň 1x za měsíc a návrh nového složení státního etalonu velkých délek.

Základní výstupy řešení úkolu jsou:

- 1) určení systematické chyby absolutního gravimetru FG5 č. 215 vlivem gravitačního efektu z vlastní hmoty přístroje,
- 2) přesná definice referenční výšky,
- 3) kalibrace rubidiového oscilátoru,
- 4) metodika návaznosti frekvence rubidiového oscilátoru,
- 5) opakovaná měření na stanici Pecný za účelem ověření opakovatelnosti, reprodukovatelnosti a nejistoty,
- 6) aktualizace rozpočtu nejistot,
- 7) zpracování podkladů pro uznání CMC (schopnost kalibrace a měření) a jejich zařazení do KCDB (BIPM databáze klíčových porovnání).

III/13/12 Rozvoj etalonáže času a frekvence

ÚFE AV ČR

Výstupy úkolu:

Výsledky teoretické analýzy možností zpracování výsledků měření ve třech frekvenčních kanálech GPS, metodika časového transferu s využitím nových signálů, doplnění měřicí aparatury, výsledky experimentálního ověření vlastností časového transferu.

NTP servery a servery pro vydávání časových razítek s certifikací, přesný čas a časové razítko, navázané na národní časovou stupnici UTC(TP) jsou dostupné prostřednictvím příslušných protokolů v síti Internet.

Ukázalo se, že zavedením nových signálů lze přesnost časového transferu na malou vzdálenost zvýšit zhruba o 29 % ve srovnání s měřením ve dvou frekvenčních kanálech a o 42 % ve srovnání s měřením v jednom frekvenčním kanálu. Zlepšení přesnosti porovnání na velkou vzdálenost činí přibližně 15 %.

III/14/12 Průtokoměr plynu na principu konstantního tlaku (3.etapa)

MFF UK

Vyvíjený přístroj je realizován na špičkové úrovni ve srovnání se světovým stavem. Využívá originální koncepcie přímo stlačovaného měchovce, kterou doplňuje o stabilizaci vnějšího tlaku a půjde o jednu z prvních konstrukcí primárního průtokoměru konstantního tlaku s reduktorem objemu odplyňovatelným za zvýšené teploty.

Primární průtokoměr konstantního tlaku s vypékatelným reduktorem objemu představuje špičkový metrologický přístroj – standard malého proudu plynu a základ standardu malé plynové netěsnosti. V kombinaci s dalšími aparaturami sestavy zvyšuje kapacitu primárních kalibračních úkonů v oblasti metrologie vakua. Celá sestava, jejíž je primární průtokoměr součástí, představuje unikátní primární standard velmi vysokého vakua, jehož vyvinutím se ČMI zařazuje mezi nejprestižnější metrologické instituty zabývající se metrologií tlaku a vakua.

Celkovým výsledkem řešením úkolu je funkční vakuová aparatura průtokoměru umožňující evakuování jednotlivých částí, odplynění části pro generování nejmenších proudů za zvýšené teploty, plnění jednotlivých částí kalibračním plynem a stabilizaci jeho tlaku, generování konstantního proudu plynu nastavitelného v rozmezí několika řádů.

III/15/12 Mnohooťvorová clona typu NPL pro metrologii vakua (1.etapa)

MFF UK

V první fázi úkolu proběhla rozsáhlá rešerše dostupné literatury s cílem vytipovat možné technologické postupy výroby mnohooťvorových clon. Jako nejperspektivnější byla vytipována technologie elektrochemického mikroobrábění.

Za tímto účelem byl navržen a zkonstruován prototyp zařízení pro elektrochemické obrábění a jeho funkce byla otestována na prvních vzorcích. Vytvořený prototyp umožňuje v další etapě úkolu systematickou optimalizaci procesu elektrochemického obrábění za účelem vývoje mnohoo otvorové clony s kanály tvaru NPL a studium reprodukovatelnosti tohoto procesu.

Jako alternativní možnost výroby mnohoo otvorové clony s kanály typu NPL byla testována stupňovitá laserová ablace (laserové gravírování) a uvažováno je elektroabrazivní mikroobrábění („vyjiskrovávání“), popřípadě jejich kombinace s elektrochemickým mikroobráběním. Testování těchto technologií paralelně probíhá spolu s optimalizací procesu elektrochemického mikroobrábění.

III/16/12 Můstky vyvažované napětími z vícekanálových generátorů FEL ČVUT

V rámci řešení předemtného úkolu byla provedena analýza efektivity a robustnosti algoritmů pro automatické vyvažování impedančních můstků. Dále byly realizovány můstky pro vzájemné navazování třísvorkových, příp. dvou párových etalonů elektrické impedance, jejichž zapojení byla navržena v rámci řešení úkolu PRM III/16/12.

VII/1/12 Zpracování nových kalibračních postupů ČMS

V rámci úkolu byly zpracovány nové kalibrační postupy pro měřidla:

- Mikrometr s prizmatickými doteky (pro měření závitníků s lichými drážkami)
- Kuželová měřidla na měření vnitřních průměrů
- Kalibrace měřidel simulací výstupního signálu snímačů neelektrických veličin
- Závaží
- Profilometr
- Přesné lupy s měřítkem.

VII/2/12 Revize vydaných kalibračních postupů ČMS

V rámci řešení úkolu byly revidovány postupy pro následující skupiny měřidel:

- Držáky a příslušenství koncových měrek
- Vzorky drsnosti povrchu
- Úhloměř
- Závitový kalibr - kroužek
- Závitový kalibr - trn
- pH metr
- Nízkofrekvenční generátor
- Střídavý klešťový ampérmetr.

VII/4/12 Zpracování podkladů pro průběžné sjednocování
posuzování akreditovaných kalibračních laboratoří
v oboru geometrických veličin ČIA

V rámci úkolu byla, na základě podkladů získaných od většiny akreditovaných kalibračních laboratoří v oboru geometrických veličin – délka a rovinný úhel, a zpracováním zkušeností odborných posuzovatelů, posuzujících v tomto oboru, zpracována analýza, která potvrdila hlavní cíl - poskytnout technické podklady a minimální požadavky pro činnost metrologických laboratoří (akreditovaných i neakreditovaných) a pro posuzování shody dle normy ČSN EN 17 025:2005.

Proto, aby se staly tyto technické podklady a minimální požadavky pro činnost metrologických laboratoří jednoznačnými a zpřístupnily se všem zájemcům, byl úkol v konečném řešení zaměřen na následující problémy:

1. Rozdělení měřidel v oboru geometrických veličin (délka a rovinný úhel) do skupin pro účely vydávání certifikátů či osvědčení způsobilosti. Navrženo bylo ujednacení názvosloví pro tyto oblasti.
2. Byla zpracována vzorová analýza teplotních vlivů při kalibraci měřidel v oboru geometrických veličin (délka a rovinný úhel).
3. Pro vybraná měřidla v oboru geometrických veličin (délka a rovinný úhel) byl navržen minimální požadovaný rozsah a popsán způsob kalibrace.
4. Pro vybraná měřidla v oboru geometrických veličin (délka a rovinný úhel) byl zpracován seznam vlivů, které musí být analyzovány a případně vzaty v úvahu kalibrační laboratoří při výpočtu CMC.

Cíl řešení úkolu, připravit podklady pro jednotný přístup laboratoří i posuzovatelů a technické podklady pro sjednocení posuzování shody metrologických laboratoří dle normy ČSN EN ISO/IEC 17 025:2005 v oblasti geometrických veličin – délka a rovinný úhel, které mohou být následně aplikovány metrologickými laboratořemi i ČIA, byl splněn.

VII/5/12 Zpracování podkladů pro průběžné sjednocování
posuzování akreditovaných kalibračních laboratoří
v oboru elektrických veličin

ČIA

V rámci řešení úkolu byly:

- stanoveny oblasti, ve kterých je nutná minimální míra unifikace postupů při posuzování akreditovaných kalibračních laboratoří elektrických veličin pro vybrané oblasti,
- přehledně byla sumarizována aplikovaná a dostupná normativně-technická dokumentace, národní i mezinárodní,
- definovány činnosti, které lze akceptovat v rámci kalibračních laboratoří resp. v kalibračních metodikách a podmínky, které musí laboratoř splňovat,
- stanoveny jednoznačné podmínky, které musí splnit AKL v oblasti elektrických veličin a
- stanoven jednoznačný přístup k validaci zařízení v oboru elektrických veličin.
- výše uvedené oblasti byly analyzovány a bylo doporučeno použití minimální unifikace a vazby na sumarizovanou dokumentaci a na dosavadní zkušenosti v akreditačním procesu. V tomto smyslu bylo akreditovaným laboratořím a odborným posuzovatelům těchto laboratoří doporučeno, aby se závěrům tohoto úkolu co nejvíce přiblížili.

VII/8/12 Studie proveditelnosti kalibrací vah používaných
ve výrobnách betonu akreditovanými metodami

ČKS

Hlavním cílem úkolu byl návrh provádění kalibrací vah ve výrobně betonových směsí.

K tomuto cíli vedly postupné kroky:

- získání dostupných materiálů z některých států EU s cílem získání informací o provádění kalibrace vah ve výrobnách betonových směsí, ve vazbě na normu EN 206-1,
- provedení rešerší těchto materiálů,
- získání informací o provedení zkoušek kalibračními postupy (kombinace závaží a náhradní zátěže),
- prověření možnosti metod kalibrací vah s použitím náhradní zátěže,
- navržení kalibračních postupů vah ve výrobnách betonových směsí,
- připomínkové řízení navržených kalibračních postupů za účasti výrobců vah a vahařské servisní organizace,
- validace navržených kalibračních postupů.

Tyto postupy mohou využít subjekty, které se zabývají specifickou problematikou zkoušení a kalibrací vah používaných ve výrobnách betonu žádajících o akreditaci u ČIA. Řešení úkolu tak ve svém důsledku přispívá k harmonizaci postupů kalibrací vah a vážících zařízení.

Výsledky řešení ukázaly na to, že pro určitou část systémů provozovaných ve výrobnách betonu lze definovat jednotné zkušební postupy způsobem, který umožňuje jejich akreditaci.

VIII/1/12 Metody měření fázového šumu generátorů FEL ČVUT
pro testování rychlých AČ převodníků s vysokým rozlišením

Výsledkem řešení úkolu je teoretický rozbor metod měření fázového šumu velmi nízké úrovně, dále návrh, vývoj a realizace jednotlivých obvodů systému (referenční oscilátor, nízkošumové zesilovače, termostaty) a realizace kompletního měřicího systému pro ultranízkošumové generátory se jmenovitou frekvencí 1,053 MHz již dříve zkonstruované pro potřeby testování A/Č převodníků.

Realizovaný systém umožňuje měření úrovně fázového šumu lepší než -150 dBc/Hz pro offset 10 Hz a -160 dBc/Hz pro offset 100 Hz od nosné. Systém s těmito parametry je komerčně nedostupný a výrazně zlepšuje metrologickou kvalitu pracoviště pro měření dynamických parametrů rychlých analogově-číslicových převodníků s vysokým rozlišením. Jednotlivé měřicí obvody a přístrojové prvky zkonstruované ve formě samostatně použitelných modulů mají obecné uplatnění při testování AČ převodníků.

VIII/2/12 Zjištění vlivu montáže průtokoměrů při měření tepelné energie Václav Edr,
Benešov

Výsledky řešení úkolu jsou:

- Stanovení a vyhodnocení vlivu použitého vnitřního průměru potrubí přímých úseků v provozních podmínkách, v porovnání s potrubím přímých úseků průtokoměrů měřidel tepla, použitých při zkouškách v laboratoři.
- Stanovení a vyhodnocení (porovnání) vlivu teploty vody při zkouškách a teploty teplosné látky v provozních podmínkách průtokoměrů měřidel tepla.

VIII/3/12 Kvalitativní zkoušky nových syntetických drog Axys Varilab

V rámci řešení úkolu byl zpracován návrh standardního operačního postupu stanovení nových drog pro celní a forenzní účely. V současnosti byla metoda ověřena pro deset látek. Podle dosavadních zkušeností ji lze použít i pro mnoho dalších příbuzných sloučenin, substituovaných katinonů, amfetaminů a benzylpiperazinů.

Součástí řešení úkolu je dále určení charakteristických analytických dat pro zkoumané substance.

VIII/4/12 Zabezpečení činnosti VŠCHT
Metrologické a zkušební laboratoře

V řešení úkolu byla vypracována případová studie pro určení CMC polyaromatických uhlovodíků v potravinách a zpracován soubor excelovských programů pro kalibrace s použitím metody Monte Carlo a bivariátní regrese.

VIII/6/12 Zvýšení přesnosti měření stejnosměrných vysokých napětí FEL ČVUT

V první části úkolu byl navržen a realizován dělič na 20 kV. Je řešen pomocí podobně navrženého dílu jako v případě základního děliče 10 kV realizovaného v předchozím úkolu. Bylo využito stejných vysokonapěťových tenkovrstvých rezistorů CADDOCK typu USF271 o hodnotě 9,99 MΩ/0,10 % a nosné tyče z materiálu MACOR, který zaručuje izolační vlastnosti a mechanickou pevnost celé sestavy. Konstruktivní řešení je navrženo tak, aby dělič byl snadno přestavitelný pro rozsah 10 kV, resp. 20 kV.

Druhá část úkolu se týkala vývoje metody pro kalibraci vn odporového děliče a její aplikací na realizovaný dělič. Pro přesnost dělicí konstanty a její dlouhodobou stabilitu bylo důležité

znát napěťovou a teplotní závislost použitých vn rezistorů. Měření těchto parametrů byla věnována další část řešení.

Realizovaný dělič lze rovněž použít pro měření střídavých napětí. Při experimentálním nastavení kompenzační kapacity pro rozsah 10 kV byla zjištěna hodnota 1300 pF.

Navržený dělič byl kompletně realizován včetně stanovení jeho parametrů. Oproti původnímu předpokladu jej bude možné využívat i pro měření střídavých napětí.

VIII/7/12 Nejistoty měření environmentálních pevných matric

CSlab

Úkol se pomocí mezilaboratorního experimentu zabýval stanovením reálně dosahovaných nejistot měření a odhadem cílových nejistot u ukazatelů vzorků sedimentů včetně vzorkování.

Jednalo se o ukazatele:

arzen, kadmium, chrom, měď, rtuť, nikl, olovo, zinek, vanad, kobalt, baryum, beryllium, absorbovatelné organicky vázané halogeny (AOX), polychlorované bifenyly (PCB), uhlovodíky C₁₀ – C₄₀, polyaromatické uhlovodíky (PAU), BTEX (suma benzenu, toluenu, ethylbenzenu a xylenu), trichlorethylenu a tetrachlorethylenu v souladu s platnými právními předpisy, zákonem č. 185/2001 Sb., o odpadech v platném znění a zákonem č. 156/1998 Sb, o hnojivech v platném znění).

Při určení nejistot měření ukazatelů sedimentů se vycházelo z výsledků již realizovaných programů zkoušení způsobilosti a plánovaného vzorkování sedimentů (navazuje na realizovaný úkol PRM č. VIII/7/12).

Výsledky úkolu lze využít při tvorbě právních předpisů, pro stanovení maximální nejistoty ukazatelů v sedimentech pro limitní hodnoty, mohou je využít i zkušební laboratoře při hodnocení svých nejistot měření ke zlepšení stavu uvádění nejistot na svých zkušebních protokolech, protože zjišťování nejistot včetně vzorkování je u těchto stanovení pro jednotlivé laboratoře neúměrně ekonomicky náročné. A konečně v oblasti státní správy se mohou výsledky použít při porovnávání s limitními hodnotami.

VIII/16/12 Můstek s indukčně vázanými poměrovými rameny
pro kalibraci odporových bočniců v kmitočtovém pásmu do 10 kHz

FEL ČVUT

Úkol byl zaměřen na realizaci systému pro kalibraci odporových bočniců v kmitočtovém pásmu do 10 kHz.

Byla aplikována primární metoda kalibrace, spočívající v navazování bočniců na odporové etalony s vypočitatelnými kmitočtovými závislostmi.

Řešitelé se konkrétně zaměřili na:

- realizaci můstku s indukčně vázanými poměrovými rameny pro vzájemné navazování odporových bočniců a
- vyhodnocení kmitočtových závislostí odporových etalonů hodnot menších než 1 Ω.

V rámci 1. části řešení úkolu bylo provedeno měření kmitočtové závislosti odporového etalonu Tinsley 1659 jmenovité hodnoty 1 Ω porovnáním tohoto etalonu s kvadrifilárním etalonem s vypočitatelnou kmitočtovou závislostí, jmenovité hodnoty 10 Ω.

Řešitel využívá pro porovnávání etalonů hodnot menších než 1 Ω zapojení, kde ke kvadraturnímu vyvažování slouží malé injektované proměnné napětí s fází posunutou o 90°.

Pomocí realizovaného transformátorového můstku s modifikovaným kvadraturním vyvažováním byly v rozmezí do 10 kHz změřeny AC-DC difference bezindukčních etalonů Tinsley typů 1682 (0,1 Ω) a 3111 (0,01 Ω).

Výše uvedené vyhodnocení je pouze stručnou informací o základních výstupech řešení jednotlivých úkolů, zařazených do Programu rozvoje metrologie 2012. Kompletní zprávy, případně další písemné dokumenty, popisující výsledky řešení výše uvedených úkolů, jsou k dispozici u zadavatele (ÚNMZ) a řešitelů jednotlivých úkolů. Celkově je možno konstatovat splnění všech úkolů PRM 2012 ve smyslu jejich zadání.