

## Vyhodnocení Programu rozvoje metrologie 2011

V tomto Programu bylo řešeno celkem 44 úkolů. Z tohoto počtu řešil Český metrologický institut 23 úkolů.

Podstatnou část prací ČMI tvořil rozsáhlý úkol uchovávání a udržování státních etalonů (celkem se jednalo o 43 státních etalonů), úkoly zabezpečující rozvoj etalonáže a návaznosti měřidel (18), dále úkoly mezinárodní metrologické spolupráce a státního metrologického dozoru.

V druhé části tohoto materiálu jsou uvedeny výstupy 21 úkolů, které řešily subjekty mimo ČMI. Jedná se o různé úkoly z oblasti chemických stanovení (měření), elektrických veličin, času a frekvence, velmi vysokého vakua, měření tepla apod.

Výsledky a výstupy řešení jednotlivých úkolů:

### A) Úkoly ČMI

#### II/1/11 Uchovávání státních etalonů

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

#### III/1/11 Rozvoj etalonáže hmotnosti a hustoty

V rámci jednotlivých částí úkolu bylo provedeno:

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

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

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

#### III/2/11 Rozvoj etalonáže síly a momentu síly

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

#### III/3/11 Rozvoj primární etalonáže tlaku

Metrologie středního tlaku v plynném mediu

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

Metrologie vakua

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

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

## Metrologie netěsností

V oblasti metrologie freonových netěsností (především R134a) byl navržen a teoreticky, včetně rozboru nejistot, rozpracován a úspěšně experimentálně prověřen systém primární návaznosti sekundárních etalonových atmosférických netěsností, opírající se o metodu statické i dynamické gravimetrie, a byla navržena metodika těchto kalibrací. Vše je připraveno pro zavedení do běžné praxe. ČMI se tím řadí mezi omezený počet národních metrologických institutů poskytujících tuto službu

## Metrologie průtoku plynu pomocí diferenčních prvků

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

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

## III/4/11 Rozvoj etalonáže tvrdosti a drsnosti povrchu

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

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

## III/5/11 Rozvoj etalonáže elektrických a magnetických veličin

Hlavní cíle a výsledky úkolu:

### Etalonáž ss a nf veličin

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

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

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

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

V oblasti metrologie impedancí byly prověřeny vlastnosti mostů a bylo potvrzeno, že pro oblast měření kapacit s  $D < 0,001$  je v praxi použitelný pouze most AH2500A, rozsah kapacit, které tímto mostem lze změřit, je ale omezen na kmitočet 1 kHz a hodnoty C cca do 1,6  $\mu\text{F}$ . Pro všechny ostatní hodnoty kapacity etalonů a kmitočty měření je nutno při vyhodnocování výsledků měření brát v úvahu omezení, daná konstrukcí a specifikacemi použitých RLC mostů. Byla provedena kalibrace etalonů THD a zachována návaznost pro zákaznické přístroje. Rešerše měření THD analýzou spektra signálu ukázala nedostatek literatury v této oblasti. Výsledkem rešerše měření fáze digitálním vzorkováním je nalezení několika inspirativních článků, na jejichž základě je možné vybudovat digitální etalon fáze s velmi nízkými nejistotami.

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

#### Etalonáž ss odporu

##### Primární kvantová laboratoř ss el. odporu

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

##### Nízkoohmová laboratoř ss el. odporu

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

##### Vysokoohmová laboratoř ss el. odporu do 1 G $\Omega$

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

##### Ultravysokoohmová laboratoř ss el. odporu do 100 T $\Omega$

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

#### Rozvoj etalonáže vf el. výkonu a EMC

##### Intenzita elmag. pole

V první polovině měsíce května byly dodány antény pro klíčové porovnání CCEM.RF-K23.F a následně byly zahájeny přípravné práce spočívající ve vyřešení upevnění antén a zajištění jejich potřebné polohy. Měření bylo dokončeno v červnu a artefakty byly odeslány počátkem července dalšímu účastníkovi. Výsledky měření již byly odeslány do pilotní laboratoře. Byla doplněna metodika pro kalibraci měřičů elektromagnetického pole o měření v bezdrazové komoře a připraven pracovní postup pro kalibraci trychtýřových antén.

##### Vektorový analyzátor obvodů

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

##### Vf výkon

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

##### Rozvoj etalonáže měřících transformátorů

V rámci řešení úkolu bylo dosaženo následujících výsledků:

1. Byla navržena a realizována proudová smyčka, která umožňuje rozšíření rozsahu kalibrace měřících transformátorů proudu a dalších měřidel velkých proudů do hodnoty 10 kA při frekvenci 50 Hz v laboratoři ČMI LPM Praha. Funkce proudové smyčky byla ověřena při měření chyb MTP

s převodem 10 kA/5A. Dimenze realizované proudové smyčky umožňuje při 120 % jmenovité hodnoty proudu ( odpovídá 12 kA) dobu měření 10 s, což je dostačující.

2. V oblasti magnetických měření byly ověřeny parametry nového zařízení EP-350 na měření ztrát a bylo provedeno jeho navázání na výsledky laboratoře PTB Braunschweig. Dále byly pomocí analyzátoru Yokogawa WT 210 porovnány údaje efektivní a střední hodnoty napětí měřené Digital Epstein Testerem EP-350. Výsledky kalibrace odpovídají údajům výrobce. Dále byl proveden rozbor nejistot při měření ztrát při střídavém magnetování. V rámci řešení úkolu bylo provedeno třístranné porovnání měřičů ztrát při střídavém magnetování. Porovnání se kromě laboratoře ČMI zúčastnila laboratoř PTB a UNIIM Jekatěrinburg jako pilotní laboratoř.

3. Poslední část řešení úkolu byla věnována použití nových nanokrystalických materiálů na bázi železa pro konstrukci měřících transformátorů proudu určených k měření v širším pásmu tónových kmitočtů. Parametry těchto materiálů byly porovnány s parametry dosud používaných magnetických obvodů. Jedná se především o frekvenční závislost zdánlivé permeability a ztrátového úhlu feromagnetika. Na základě těchto charakteristik byl proveden návrh MTP a vypočtena jeho frekvenční závislost chyb vlivem magnetického obvodu pro reálnou indukčnostní zátěž. Použití nanokrystalického materiálu dává nejlepší výsledky pro frekvenční závislost chyb.

### III/6/11 Rozvoj etalonáže délky

Výsledkem letošního části víceletého projektu je

- přizpůsobení nové elektroniky MOLAS-3 pro primární etalony vlnové délky 532 nm a 1542 nm a vyhodnocení jejich metrologických parametrů a výroba dvou kusů nové verze elektroniky. Nová elektronika řeší problém kompatibility se současnou výpočetní technikou a je univerzálnější a rychlejší než předchozí verze MOLAS2. Především díky nezávislosti na polaritě zpětné vazby (odstranění problému s nelinearitou vyššího řádu ve vstupním zesilovači předchozí verze) dosahuje lepší opakovatelnosti a přesnosti; tyto vlastnosti spolu s absolutními měřeními optické frekvence pomocí fs hřebene ČMI umožňují snížení celkové nejistoty primárních etalonů vlnové délky. Pro etalony 633 nm již bylo 4-násobné snížení nejistoty prokázáno v klíčovém porovnání CCL-K11 a snížená CMC publikována v KCDB.

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

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

V rámci řešení předmětného úkolu

1) Byl navržen a realizován etalonový zdroj otáček pro kalibraci pracovních otáčkoměrů v pásmu velmi nízkých otáček (0,1-150) min<sup>-1</sup> se stabilitou ±0,001 min<sup>-1</sup> po dobu 1 minuty a relativní rozšířenou nejistotou lepší než 0,01 % (k=2).

2) Byla navržena a provedena úprava etalonového otáčkoměru Schmidt PH-200-LC, takže nyní lze otáčkoměr dálkově ovládat.

3) Bylo navrženo a realizováno dálkové ovládání etalonového rychloměru řidičem.

4) Úspěšně uskutečněno první mezinárodní porovnání etalonového rychloměru ČMI s etalonovým rychloměrem BEV v Rakousku.

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

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

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

### III/8/11 Rozvoj etalonáže teploty

Hlavní cíle úkolu byly:

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

### III/9/11 Rozvoj etalonáže veličin ionizujícího záření

Úkol sestával ze 3 částí:

#### A. Rozvoj etalonáže aktivity radionuklidů

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

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

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

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

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

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

#### C. Etalonáž dozimetrických veličin směsných polí neutronů a fotonů

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

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

Vyjmutím zdroje  $^{252}\text{Cf}$  z doslouživšího ozařovače byly ušetřeny investiční prostředky na nákup nového zdroje pro ověřování měřidel.

### III/10/11 Rozvoj etalonáže fotometrických a radiometrických veličin

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

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

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

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

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

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

Veškerá naměřená data charakterizačních měření byla přehledně zpracována a uložena v kartě měřidla přenosových etalonů. Tam jsou k dispozici pro pozdější využití, například k podpoření rozpočtu nejistot pro dokončované klíčové porovnání EURAMET.PR-K2.a a pro následné prosazení nových hodnot CMC v databázi KCDB.

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

### III/11/11 Rozvoj etalonáže průtoku a objemu plynu

V rámci řešení úkolu bylo provedeno:

- výběr teplotně-vlhkostní komory pro zkoušení membránových plynoměrů a její dodavatel,
- výběr testovacího zařízení pro dlouhodobé zkoušky membránových plynoměrů zemním plynem a jeho dodavatel,
- výběr etalonového plynoměru G16 na plánované rozšíření stanice P2 a jeho dodavatel,
- úprava řídicích systémů na stanicích P2 a P3 pro zautomatizování výpočtů nejistot a pro zkoušení průtokoměrů s proudovým nebo napět'ovým výstupním signálem u stanice P2,
- porovnání zkušební stanice P1 s PTB přes etalonový plynoměr Instromet G250,
- kalibrace etalonových plynoměrů s rotujícími komorami IGA na stanici P3,
- kalibrace měřidel teploty na stanici P2,
- kalibrace měřidel teploty na stanici P4,
- kalibrace digitálního barometru na stanici P3,
- kalibrace měřidel tlaku na stanici P1.

### III/21/11 Zabezpečení etalonáže fyzikální chemie

Cílem úkolu bylo:

Konduktivita

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

Dokumentace k vyhlášení státního etalonu, na které se pracuje a čeká se na oficiální verzi zprávy z porovnání CCQM-K92.

Ionometrie

Vypracování rešerše o měření aktivity iontů  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  a  $\text{Cl}^-$ .

Laboratoř se zúčastnila porovnání METAS Švýcarsko – „International interlaboratory exercise „Ion activity measurement of  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  and  $\text{Cl}^-$ “. Výsledky tohoto cvičného porovnání nejsou dosud známy.

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

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

Hlavní výstupy úkolu jsou:

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

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

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

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

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

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

IV/1/11 Rozvoj laboratoře plyných směsí

V rámci analýzy plyných směsí (především zemního plynu) byl vypracován pracovní postup pro stanovení sirných složek. Tento pracovní postup je součástí MP 114-C003 - Analýza chemického složení zemního plynu (včetně CNG).

Gravimetricky připravené plyné směsi mají dle dosavadních analýz dobrou stabilitu a výsledky jsou ve shodě s údaji zjištěnými gravimetricky. Byl vypracován MP, který popisuje gravimetrickou přípravu RM na OI Praha.

Z dosažených výsledků v oblasti analýzy etanolu je patrné, že metoda GC HP 5890 II / FID doplněná metodou měření pomocí FID analyzátoru Ratfish je vhodná pro zamýšlený účel „recertifikace“ sekundárních CRM, využívaných v oblasti ověřování a kalibrace měřidel AAD.

Práce provedené v oblasti analyzátorů alkoholu v dechu potvrdila technickou připravenost pracoviště ČMI OI Praha na úspěšné zvládnutí MPZ, v rámci projektu DUNAMET. Z dosažených

výsledků je patrné, že všechna zvolená stanovená měřidla, která byla podrobena experimentálnímu měření, by byla vhodná pro svoji přesnost a požadovanou stabilitu.

Pro uvedené MPZ však bude použito pouze měřidlo Dräger Alcotest 7510 a to z důvodů jednoduchosti ovládání měřidla a rychlosti analýzy. Z vybraných stanovených měřidel je Alcotest 7510 nejvíce používán Policií ČR, což je také důležitým parametrem pro upřednostnění tohoto měřidla.

#### V/1/11 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 úředních měřičů, 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/1/11 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.

Mimo základní význam mezinárodní spolupráce spočívající v nezbytném zastupování v příslušných organizacích, prezentace stanovisek a podílu na přípravě rozhodnutí, dokumentů a doporučení lze v r. 2011 vyzdvihnout následující specifické přínosy:

- projekt iMERA plus: je vyústěním projektu iMERA, který byl až dosud součástí těchto zpráv, s celkovým finančním přínosem pro ČMI ca 22 mil. Kč za 3 roky, z toho 1/3 z EK (v r. 2011 projekt skončil).
- Metrická konvence/BIPM: ČR se v rámci komunity malých NMI snaží, zatím úspěšně, působit ve směru zachování či ustavení nových kalibračních služeb ze strany BIPM (ionizující záření, méně elektrické veličiny), za které by jinak musel ČMI resp. ČR vydávat značné finanční prostředky (jen náklady na LINAC by přesáhly 4 mil. EUR).

V březnu 2011 proběhlo porovnání mezi ČMI a BIPM v oblasti JVS (Josephsonův etalon napětí) při kterém bylo dosaženo výborných výsledků a byly dohodnuty další kroky, které je třeba v ČMI podniknout pro jeho další zlepšení. JVS ČMI je nyní plně funkční a je přemístitelný, takže s ním lze dělat porovnání i v jiných NMI, což je jeho jedinečnou vlastností.

Při exkurzi do laboratoří BIPM v rámci zasedání ředitelů NMI dohodl GŘ ČMI rychlý způsob, jak se dopracovat etalonového vybavení pro kalibraci mamografických rentgenů a LINACů ve



spolupráci s BIPM a LNE-LNHB Francie. Při léčení nádorových onemocnění dochází k rychlému přechodu na lineární urychlovače (LINAC) a ty je třeba pravidelně kalibrovat. Používají se k tomu zvláštní ionizační komůrky, ty je však nutné kalibrovat též tak, aby celkově měli občané ČR stejný metrologický „komfort“ jako v jiných zemích, nezávisle na tom, zda bude či nebude v BIPM instalován metrologický LINAC. Ing. Sochor z ČMI IIZ uskutečnil konzultativní návštěvu v příslušných laboratořích ve Francii - byly získány poslední informace o konstrukci těchto etalonových ionizačních komor a mohl tak být zahájen jejich vývoj v ČMI.

- OIML: zástupci ČR zde mají na starosti některé zásadní dokumenty legální metrologie jako D16 (Principy státní metrologické kontroly – definitivně v OIML schváleno), R 117-1 (práce zahájeny v r. 2010, nyní se dokument dokončuje elektronicky) a doporučení o převodních tlaku, které mají zásadní význam pro praxi legální metrologie v ČR i ve světě - česká metrologie tak výrazně zasahuje do celosvětového formování názorů na moderní uspořádání legální metrologie;
- EURAMET – síla: byl projednáván projekt EURAMET 285 a 505 na kalibraci siloměrů větších zatížení - bez účasti na zasedání není možné se do takovýchto projektů zapojit. Letos bylo předloženo konečné znění zprávy o porovnání 50 a 100 kN (projekt EURAMET 518), kterého se ČMI s úspěchem zúčastnil.
- EURAMET – tlak: Mgr. Pražák měl v sekci TC-M tlak referát o dosavadním průběhu EURAMET projektu č. 1047 „Comparison in the range 0.5 Pa – 15 kPa, gauge and absolute“, jež je zaregistrováno jako EURAMET.P-K4.2010. Toto porovnání vyplynulo z potřeby mnoha evropských NMI prokázat nejistoty jejich etalonů nízkých tlaků na principu nerotujícího digitálního pístového tlakoměru DHI FPG 7601. Tento etalon dosahuje špičkových nejistot (typicky 0,02 Pa + 30 ppm), takže je prakticky nemožné najít vhodný transfer etalon schopný v porovnání tyto nejistoty prokázat. ČMI se nabídl použít svůj přístroj FPG 7601 jako transfer etalon pro „hvězdicové“ porovnání a zavázal se přicestovat se svým FPG do Turína, Berlína a Braunschweigu, zatímco MIKES a LNE se zavázaly přicestovat se svými do Brna. Dosud proběhla úspěšná porovnání s MIKES (Finsko) a INRIM (Itálie). V průběhu bilaterálních jednání na Maltě byly předjednány termíny 6. až 10. června pro porovnání s LNE a říjen pro porovnání s PTB-Berlín (absolutní mód) a s PTB-Braunschweig (přetlakový mód). Předsedající dr. Sabuga z PTB vyzdvihl přínos tohoto porovnání v době, kdy se již tři roky čeká na pokračovatele porovnání CCM.M.P-K4. Pilotování tohoto porovnání bylo slíbeno NISTem, jenž už vytvořil a na konferencích prezentoval transfer etalon, ale porovnání samotné dosud nebylo zahájeno. Nebyli ani dosud definitivně stanoveni jeho účastníci. Laboratoř tlaku ČMI předpokládá, že úspěšné dokončení porovnání EURAMET.P-K4.2010 by jí pomohlo k účasti na světovém klíčovém porovnání.
- EURAMET – vlhkost: v rámci spolupráce s GUM Polsko, Mgr. Flakiewiczem byla dohodnuta spolupráce na vybudování nového generátoru teplot rosných bodů, čímž by si ČMI opatřil tento komerčně nedostupný etalon velmi levným a rychlým způsobem. Projekt byl zahájen v září 2010 v GUM Polsko, Varšava a v r. 2011 úspěšně pokračuje: saturátor je hotový, připravuje se připojení a první měření. 11. až 12. července bude ve ČMI p.Flakiewicz na posouzení rovnými v oboru vlhkosti a zároveň se budou konzultovat výsledky prvních měření a domlouvat MPZ.
- Vysokorychlostní vážení: ač ČMI tento projekt nepodporoval, na základě požadavku MD byl nucen připravit příslušnou legislativu (OOP) a provést technické zkoušky pro schválení typu (celkem 4 výrobci). O tuto problematiku je ve světě poměrně velký zájem, ČMI je vystaven řadě žádostí o poskytnutí informací a zkušeností, které byly v tomto procesu získány.

VII/7/11 Shoda stanovených měřidel uvedených do provozu podle směrnice 2009/23/ES s požadavky této směrnice (NV č. 326/2002 Sb.)

Výstupy úkolu nenaznačují, že by proces uvádění vah s neautomatickou činností nebyl realizován korektně a v souladu se směrnicí 2009/23/ES, ani nenaznačují, že by v provozu byly (až na

percentuálně akceptovatelné výjimky) používány váhy nesplňující stanovené požadavky, a to ani v případě scanovacích vah.

Informace získané v rámci tohoto úkolu budou využity pro případnou modifikaci nastavení efektivního systému dohledů všech typů u vah s neautomatickou činností, jako nástroje chránícího zájmy stran zainteresovaných na výsledcích měření, zejména spotřebitelů, a to stranami, které v zastoupení státu za tuto oblast odpovídají a kontrolní činnost vykonávají, t.j. ČOI, ČMI a ÚNMZ.

#### VIII/9/11 Elektromagnetické mikroposuvy v nanometrologii

Cílem úkolu bylo vyvinout sadu prostředků pro mikroposuvy, které by bylo možné využít v technikách rastrovací sondové mikroskopie (SPM) a které by byly založené na využití cívek jako zdrojů síly. Mikroposuvy využívající cívky mohou být využity především pro zrychlení mechanismu zpětné vazby při měření velkých rozměrů. Bude je rovněž možné využít i při konstrukci dalších systému v nanometrologii (hrubé polohování vzorku, rychlé tunelovací senzory apod.).

V první etapě řešení úkolu byly vyvinuty a testovány jednotlivé mechanické a elektronické komponenty vyvíjeného systému.

V druhé etapě bylo zkonstruováno několik prototypů zařízení využívajících cívky jako zdroje síly a interferometrické snímače vzdálenosti jako senzory zpětné vazby. Byl vytvořen software pro měření pomocí metod SPM s nestejným krokem. V průběhu řešení úkolu bylo také vyvinuto nebo zprovozněno několik pomocných zařízení (systém pro testování senzorů, fréza).

#### VIII/11/11 Submikrometrové prostorové měření obecných tvarů, návrh a kalibrace artefaktů obecných tvarů

Pro kontrolu měřicího stroje i vyhodnocovacího software navrhl NPL (státní metrologický ústav v Anglii) v r. 2010 první unikátní artefakt obecných tvarů velikosti 150 x 150 mm pro potřeby průmyslových ověření. Tento artefakt byl nejdříve proměřen v národních metrologických institutech, včetně ČMI. Na základě zkušeností z měření tohoto artefaktu NPL a rozboru dat byl navržen a vytvořen artefakt obecných tvarů v ČMI. Provedla se podrobná matematická analýza, která popisuje celý artefakt, byl navržen CAD model, vyrobil se model a dva artefakty. Potom byly oba artefakty změřeny. Kromě dostupné měřicí techniky, která je v LPM ČMI (dotykový stroj SIP a multisenzorový stroj Werth) se v průběhu prvního čtvrtletí 2011 zakoupila a instalovala přídavná laserová sonda na stroj Werth se, kterou proběhla v r. 2011 první měření obecných tvarů.

Na základě loňského výzkumu v rámci úkolů TR především artefaktů 1D a 2D pro mikro a nano součástky se některé poznatky zohlednily i v letošním výzkumu. Především v matematickém popisu tohoto zcela nového tělesa obecného tvaru. Jsou zde zastoupeny tvary typu Archimédova spirála, válec a koule. Uplatnila se znalost použití Spline při popisu přechodových tvarů. Dále se provedla prognóza možnosti výroby artefaktů jak běžné strojírenské velikosti (desítky až stovky mm) i malých artefaktů (jednotky mm). Byl navržen tvar, který je možné vyrobit současnou dostupnou technikou, model se vyrobil nejdříve z polystyrenu (odladění CAM) a dále z tvrzeného dřeva. Po proměření modelů na stroji SIP byly vyrobeny dva artefakty, dvou velikostí a z dvou materiálů (duralu a litiny).

#### VIII/14/11 Rozvoj metod a zařízení na interferometrickou etalonáž

V první části úkolu byly provedeny zásahy do měřicího programu, který nově umožňuje měření a vyhodnocování rovinnosti větších ploch. Tato část programu je již plně funkční. Byla změřena jedna ze základních desek po celém obvodu.

Dále bylo provedeno a vyhodnoceno úspěšné mezinárodní dvoustranné porovnání měření koncových měrek se švýcarským METASem.

## VIII/18/11 Výdejní dávkovací automaty pro veřejný prodej nápojů

Řešení úkolu představuje základní analýzu předpokladů pro eventuální zařazení těchto výdejních systémů pod regulaci z hlediska správnosti množství (existence právních a technických předpisů a norem). Na základě těchto dat a navazujících informací mělo vzniknout doporučení, zda řešit v této oblasti ochranu spotřebitele formou ověřování stanovených měřidel, za jakých podmínek a eventuálně jakým způsobem nastavit prvky národního metrologického systému ČR v této věci.

Vzhledem k dosaženému výsledku úkolu, který předkládá varianty řešení s různými stupni rizik, není možné předložit jednoznačné řešení situace.

Jako nejschůdnější a nejméně riziková se jeví varianta:

- a) Vytvořit obecnou definici pro výdejní automat na kapalné potraviny a zpracovat návrh příslušného OOP.
- b) Po povinném posouzení příslušnými institucemi, mj. i ostatními členskými státy EU (v případě kladného stanoviska), zařadit tyto výdejní automaty v tomto režimu (mimo MID) pod stanovená měřidla.
- c) V případě akceptovatelných připomínek OOP v tomto smyslu upravit.
- d) V případě úplného zamítnutí OOP hledat další řešení.

## **B) Úkoly řešené ostatními subjekty (mimo působnost MPO)**

**Řešitel**

II/2/11 Uchovávání státního etalonu času a frekvence

ÚFE AV ČR, Praha

Výsledky řešení úkolu:

Aproximace sekundy TAI s rozšířenou relativní nejistotou  $6 \cdot 10^{-14}$  v průměrovacím intervalu 1 den. Realizace UTC(TP) s rozšířenou nejistotou 42 ns vůči UTC v predikčním intervalu 20 dnů. Měření diferencí UTC(TP)-AT(c) a jejich analýza. Měření UTC(TP) - T(GPS) ve formátech CGGTTS, P3 a RINEX. Zasílání výsledků do BIPM. Analýza vybraných diferencí UTC(TP) - UTC(k) získaných metodou společných pozorování GPS. Distribuce UTC(TP) v internetu prostřednictvím serveru NTP a TSA. Rekalibrace oscilátorů BVA 5 MHz a základních měřicích systémů laboratoře.

II/3/11 Uchovávání státního etalonu velkých délek

VÚGTK Zdiby

Hlavním cílem úkolu bylo uchovávání potřebných metrologických vlastností státního etalonu (SE) velkých délek CM 110-13/08-041. Součástí bylo provedení aktuálních kalibrací etalonu, analýza stability jednotlivých bodů základny zpracovaná na základě dlouhodobých měření etalonu a zpracování technologie a rozpočet nejistot kalibrací etalonu pro uplatnění invarových pásem.

II/4/11 Uchovávání státního etalonu gravitačního zrychlení

VÚGTK Zdiby

Základní výstupy řešení úkolu jsou vypracovaná dokumentace aktuální metrologické návaznosti etalonu, výsledky srovnávacího měření absolutních gravimetrů a analýza přesnosti absolutního gravimetru FG5 č. 215.

III/13/11 Rozvoj etalonáže času a frekvence

ÚFE AV ČR, Praha

Výsledky řešení úkolu jsou následující:

Revize a aktualizace metodik měření včetně vyhodnocování nejistot kalibrace/měření využívaných v Laboratoři Státního etalonu času a frekvence.

Vytvoření metodiky pro kalibrace časových přijímačů GPS včetně vyhodnocování nejistot kalibrace.

Vytvoření internetové aplikace pro porovnávání časových stupnic na dálku prostřednictvím družicových polohovacích systémů.

III/14/11 Průtokoměr plynu na principu konstantního tlaku (2.etapa)

MFF UK

V druhé etapě řešení úkolu vybudování absolutního průtokoměru pro sestavu etalonů UHV byly realizovány reduktory objemů pro oba dílčí podrozsaHy podle optimalizovaného návrhu, s minimálními mrtvými objemy a možností odplyňovat klíčové objemy za zvýšené teploty. Tím byly vytvořeny předpoklady pro dosahování nejistot blížících se nejmenším možným za daného stavu technologie.

Realizací reduktorů objemu se definitivně ujasnilo uspořádání a konstrukce celé vakuové aparatury průtokoměru a stojanu, takže mohla být s předstihem zahájena jejich výroba.

Primární průtokoměr konstantního tlaku s vypékateľným reduktorem objemu představuje sám o sobě špičkový metrologický přístroj – etalon malého proudu plynu a základ etalonu 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 etalon velmi vysokého vakua, jehož vyvinutím se ČMI zařazuje mezi nejprestižnější metrologické instituty zabývající se metrologií tlaku a vakua.

III/15/11 Řídicí systém pro sestavu primárních etalonů vakuových veličin

MFF UK

Ve společné vakuové metrologické laboratoři Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy v Praze a Českého metrologického institutu je vyvíjena sestava primárních etalonů vakuových veličin. Některé části sestavy jsou koncipovány a mohou pracovat jako velmi kvalitní primární etalony vakuových veličin – tlaku a plynové netěsnosti. Sestava je projektována především jako celek pro primární kalibrace tlaku do řádu  $10^{-9}$  Pa příp.  $10^{-10}$  Pa.

V rámci řešení úkolu byl vypracován návrh jednotlivých hardwarových prvků sestavy pro zajištění funkcí při provozu aparatury, získány navrhované části sestavy, provedeno jejich sestavení po stránce hardwarové a proveden výběr, instalace a ověření funkčnosti komerčně dostupného softwarového vybavení řídicího systému.

Byly vyvinuty a úspěšně otestovány základní moduly, které se starají o komunikaci, sběr, předzpracování a archivaci dat z jednotlivých přístrojů sestavy vakuových etalonů. Byla navržena první verze řídicí aplikace využívající výše zmíněné moduly. Tato aplikace je v současné době testována a laděna pro existující soustavu etalon UHV a generátor tlaku.

III/16/11 Nové metody pro vzájemné navazování etalonů elektrické impedance

FEL ČVUT

V první etapě řešení byla navržena a analyzována zapojení vhodná pro navazování třívorkových, příp. dvoupárových etalonů elektrického odporu, elektrické kapacity a vlastní indukčnosti na referenční odporové etalony se známou hodnotou odporu a známou časovou konstantou. V druhé etapě byl realizován a testován kvadratický můstek s dvoukanálovým generátorem pro vzájemné navazování etalonů elektrického odporu a elektrické kapacity.

VII/1/11 Zpracování nových kalibračních postupů

ČMS

V rámci úkolu byly zpracovány nové kalibrační postupy pro měřidla:

- Měřidla tloušťky ochranných vrstev č. KP 1.1.2/15/11/ N
- Speciální posuvná měřidla – lesnické průměrky č. KP 1.1.2/16/11/N
- Měřicí stojánek č. KP 1.1.1/15/11/N
- Třídítkové dutinoměry č. KP 1.1.2/14/11/N

- Měřicí trny č. KP 1.1.1/16/11/N

Ve smyslu zadání nebyl zpracován ani ve stanoveném termínu po závěrečné oponentuře postup „Validace měřicího softwaru pro konkrétní měřidla geom. veličin (souřadnicový měřicí stroj, popř. kruhoměr nebo drsnoměr)“ č. KP 0.2.2/01/11/N.

VII/2/11 Revize vydaných kalibračních postupů

ČMS

Revize se týkaly následujících kalibračních postupů:

- Lístkové spároměrky
- Měřicí drátky (na závity)
- Úhelníky pro úhel 90<sup>0</sup>
- Momentové klíče
- Skleněné laboratorní teploměry
- Číslicové stejnosměrné voltmetry
- Číslicový multimetr
- Revize a doplnění třídníku měřidel (pro kalibrační postupy).

VII/4/11 Zavedení služby „Akreditace výrobců referenčních materiálů do akreditačního systému ČR

ČIA

1. Byla provedena analýza situace v akreditaci výrobců referenčních materiálů v Evropě a ve světě včetně rozsáhlé literární rešerše, do níž byly zahrnuty informace z EA LC a ILAC.
2. Byla analyzována situace v České republice, byly shrnuty výsledky dotazníku, které zjišťovaly zájem o akreditaci výrobců RM v České republice a na Slovensku. Ve zprávě byly využity poznatky z konference „Referenční materiály a mezilaboratorní porovnávání zkoušek IV“, která proběhla v listopadu 2011 v Medlově. Z výsledků dotazníku i ze závěrů jednání u kulatého stolu na konferenci v Medlově vyplývá, že o službu akreditace výrobců RM by nebyl v České republice zatím dostatečný zájem, aby se vyplatilo tuto službu do akreditačního systému ČIA zavádět. V případě, že se tato situace změní, může ČIA zareagovat zavedením této služby.
3. Bylo doporučeno, aby všichni výrobci RM v České republice testovali materiály v laboratořích akreditovaných (ISO/IEC 17025, ISO 15189)
4. Byly ukončeny práce na překladu dokumentu ISO Guide 34:2009. Předpokládá se, že v roce 2012 bude vydán ve spolupráci s ÚNMZ jako TNI.
5. Bylo doporučeno, aby byl zajištěn překlad dokumentu ISO Guide 80 „Guidance for in-house Production of Reference Materials for Metrological Quality Control (QCMs), jehož vydání se očekává koncem roku 2011. Tento dokument bude využitelný pro všechny zkušební laboratoře, neboť uvádí minimální požadavky pro vlastní výrobu referenčních materiálů laboratoří (RM pro kontrolu kvality).

VII/5/11 Zpracování podkladů pro průběžné sjednocování posuzování akreditovaných kalibračních laboratoří v oboru elektrických veličin

ČIA

Řešena byla oblast kalibrace elektrických veličin shora ohraničena kmitočtem 1 MHz, napětím 1 kV a proudem 100A (resp. 1000A u klešťových přístrojů) včetně kalibrací měřicích přístrojů pro EMC a kalibrací neelektrických veličin elektrickou simulací a vyjma kalibrací transformátorů. Cílem bylo definovat činnosti, které lze akceptovat v rámci kalibračních laboratoří resp. v kalibračních metodikách, stanovit jednoznačné podmínky (včetně odpovídajících validací a postupů pro stanovování nejistot), které musí akreditované kalibrační laboratoře v oboru elektrických veličin ve výše uvedené oblasti (dále laboratoře) splňovat, doporučit unifikace postupů laboratořím a odborným posuzovatelům těchto laboratoří a přehledně sumarizovat aplikovanou a dostupnou normativně-technickou dokumentaci (národní i mezinárodní).

VII/8/11 Revize kalibračních postupů pro váhy s neautomatickou činností ČKS

Výsledky porovnání, rešerše a analýzy experimentálních kalibrací byly využity při návrhu revize postupů pro kalibraci vah s neautomatickou činností, které byly zpracovány v roce 2008 a 2009:

- Postup pro kalibraci elektronický vah s neautomatickou činností s počtem dílků do 10000 (2008)
- Postup pro kalibraci elektronický vah s neautomatickou činností s počtem dílků nad 10000 (2009)

VIII/1/11 Metody vyhodnocení kvality signálů FEL ČVUT  
pro testování rychlých AČ převodníků s vysokým rozlišením

Výsledkem řešení úkolu je soubor teoretických a praktických prací zaměřených na problematiku generování a měření signálů vhodných pro dynamické testování rychlých AČ převodníků s vysokým rozlišením.

Teoretická část zahrnuje tři studie: první se týká rozboru vlastností generátorů s vysokou spektrální čistotou použitelných pro testování AČP, druhá metod měření parametrů harmonických signálů s nízkým zkreslením a šumem a třetí odvození nejistoty měření parametrů THD, SFDR a SINAD harmonických testovacích signálů.

Praktická část byla zaměřena na návrh a realizaci generátoru harmonického signálu s frekvencí 1,053276 MHz pro testování AČ převodníků. Výsledkem je funkční vzorek harmonického generátoru dosahující vynikající úroveň fázového šumu přibližně -170 dBc/Hz pro frekvenční ofset 100 Hz. Realizovaný generátor dosahuje špičkových technických parametrů, je unikátní a komerčně nedostupný. Je použitelný pro testování dynamických vlastností AČ převodníků a digitalizátorů s vysokým rozlišením (16 až 24 bitů) a vzorkovací frekvencí v řádu jednotek až desítek MHz.

Generátor byl prakticky použit při měření dynamických vlastností komerčních PXI digitalizátorů, konkrétně se jednalo o moduly PXI-5122 a PXI-5922 (výrobce National Instruments), které patří ve své kategorii k nejlepším na světě.

VIII/2/11 Zjištění vlivu montáže snímačů teploty při měření Václav Edr  
tepelné energie s teplonosným médiem voda  
ve skutečných provozních podmínkách

V rámci řešení úkolu byly naměřeny teploty v konkrétních provozních podmínkách a vyhodnoceny při měření jednotlivými, různě namontovanými snímači teploty ve skutečných provozních stavech, při dodávkách tepla ve vodě.

Z výsledků měření a jejich vyhodnocení byly formulovány požadavky na montáž snímačů teploty, ve zkoušených profilech, při měření tepla ve vodě.

VIII/3/11 Kvalitativní zkoušky nových syntetických drog Axys  
Varilab

Výsledkem je určení charakteristických analytických dat pro zkoumané substance:

- MS EI spektra a Kováčovy indexy, pro původní látku či charakteristický derivát,
- MS CI spektra v pozitivním a negativním modu,
- násobná MS spektra tj. určení produktů fragmentace nejzastoupenějších fragmentů v MS spektru,
- MS spektrum ve vysokém rozlišení s elementárním složením fragmentů,
- $^1\text{H}/^2\text{H}$  NMR spektrum,
- IR spektrum.

VIII/4/11 Detekce stop vybraných výbušnin a povýbuchových residuí VŠCHT

V rámci řešení úkolu bylo provedeno:

- a) kvalifikace LC/MS s ionizací DART pro daný typ měření,

- b) vytvořena databáze hmotnostních spekter studovaných látek,
- c) provedeny výbuchové experimenty,
- d) analýzy vstupních komponent výbušnin,
- e) analýzy vzorků z povýbuchových experimentů,
- f) návrh metodické příručky pro rozhodování na základě experimentu.

#### VIII/6/11 Zvýšení přesnosti měření stejnosměrných vysokých napětí

FEL ČVUT

Úvodní část úkolu byla věnována problematice přesného měření stejnosměrných napětí v rozsahu 1 kV a vyšší. V závěrečné zprávě jsou uvedeny parametry předních evropských metrologických laboratoří týkající se této oblasti. Dále je zde sestaven přehled výsledků dosahovaných v naší republice. Pro rozsah stejnosměrných napětí větších než 1 kV je přesnost měření tuzemských laboratoří podstatně menší ve srovnání s evropskými laboratořemi.

Hlavní část řešení úkolu se skládá z přehledu současných poznatků z oblasti vysokonapětových odporových děličů, které se k přesnému měření vysokých stejnosměrných napětí používají. Ve zprávě je přehled děličů použitých pro rozsah napětí do 1 kV, 10 kV a 100 kV a výše. V rozsahu napětí do 1 kV jsou výsledky uváděné v literatuře srovnatelné s výsledky dosahované v tuzemských laboratořích ČMI. Podstatný rozdíl v přesnosti měření je u napětí vyšších než 1 kV.

Závěrečná část zprávy popisuje konkrétní návrh a realizaci vysokonapětového děliče s rozsahem do 10 kV a dělicím poměrem 10 kV/10 V. Pro řešení byl proveden rozbor rezistorů vhodných pro konstrukci vysokonapětové části děliče. Na základě výsledků byl vybrán konkrétní typ rezistorů o hodnotě 10 MΩ od firmy Caddock. Nízkonapětová část děliče je tvořena rezistorem 100 kΩ od firmy Vishay, jehož parametry splňují podmínky minimální nejistoty pro zvolené rozměry děliče. Na základě rozměrů jednotlivých rezistorů byla navržena konstrukce děliče s ohledem na minimalizaci vlivu koróny. Konstrukce umožňuje snadnou recalibraci děliče po určité době používání.

Poznatky získané při řešení úkolu budou využity při rozšíření rozsahu vysokonapětového děliče do 20 kV

#### VIII/7/11 Nejistoty měření environmentálních pevných matic

CSlab

Hlavní cíle úkolu byly:

- a) zpracování přehledu hodnocení nejistot,
- b) realizace dalších programů zkoušení způsobilosti v oblasti vzorkování čistírenských kalů a analýz čistírenských kalů (navazujících na předchozí úkol č. VIII/7/09),
- c) výpočet nejistot měření ze zkoušení způsobilosti vzorkování čistírenských kalů, analýz čistírenských kalů a jejich porovnání s dalšími alternativními přístupy (modelování, vnitrolaboratorní validace, mezilaboratorní validace a použití údajů ze zkoušení způsobilosti - údaje uvedené laboratořemi),
- d) stanovení maximálních nejistot pro jednotlivé ukazatele na limitní hodnotě dané příslušnými předpisy.

#### VIII/8/11 Analýza činnosti kompaktních měřičů tepla (KMT) za provozních podmínek

Ing. Jaroslav Synáč, CSc.

V rámci řešení byla získána provozní data nainstalovaných KMT typu PCE ve zvolených lokalitách při měření v různých časových obdobích. Byl proveden rozbor a vyhodnocení získaných výsledků ve vztahu k základním normativně-technickým požadavkům pro KMT.

Dále se získala data ze zkoušek KMT v souladu s normativně-technickými požadavky ve vybraných zkušebnách, umožňujících zkoušky KMT v kompletním složení (na základě porovnání hodnot tepelné energie vyhodnocené přístrojem a její konvenčně pravé hodnoty).

Byly provedeny zkoušky KMT se získáním dat na základě provozních parametrů měřičů ve stejných zkušebnách.

Na základě porovnání výsledků zkoušek podle normativně-technických požadavků a podle provozních parametrů byl proveden rozbor a vyhodnocení ve vztahu ke způsobu zkoušení, k principu KMT, k dimenzi KMT a instalaci teplotních snímačů.

Závěrem úkolu je sumarizace, analýza a doporučení ve vztahu k souvisejícím bodům normativně technické dokumentace, tj. ČSN EN 1434:2008 a Přílohy č. 6 NV 464/2005 Sb.

VIII/13/11 Analýza technických a metrologických požadavků ČVUT, Fakulta dopravní  
na zařízení pro přijímače GNSS a jejich provoz - IVI. etapa

Hlavním cílem úkolu bylo vypracování metodiky měření a certifikace vybraných aplikací ITS využívajících systém GNSS.

Prvním z dílčích cílů úkolu bylo ověření metodiky certifikace aplikací ITS využívajících příjem signálu GNSS, která byla vyvinuta v minulém roce. Testování proběhlo v laboratoři e-Ident současně s vyhodnocením výsledků.

Dalším cílem v roce 2011 bylo doplnění testovací metodiky o aplikace využívající kromě systému GNSS také systém zpřesňování signálu GNSS pro určení pozice, konkrétně systém EGNOS. V této oblasti byl proveden jak teoretický rozbor problematiky stanovení systémových parametrů, tak praktické testování v terénu. Zásadním poznatkem je, že podpůrné systémy kromě zvýšení přesnosti určení pozice také např. kontrolují integritu systému GNSS, což je zásadní pro aplikace se zvýšenými požadavky na systémové parametry.

VIII/16/11 Systém pro kalibraci odporových bočniců FEL ČVUT  
v kmitočtovém pásmu do 10 kHz

V rámci řešení úkolu byly provedeny:

- analýza různých možností realizace můstku s indukčně vázanými poměrovými rameny pro vzájemné navazování odporových bočniců,
- příprava výkonového napájecího zdroje můstku,
- kalibrace indukčně vázaných poměrových ramen můstku a
- vyhodnocení kmitočtové závislosti zvoleného referenčního etalonu s vypočitatelnou kmitočtovou závislostí.

Výše uvedené vyhodnocení je stručnou informací o základních výstupech řešení jednotlivých úkolů, zařazených do Programu rozvoje metrologie 2011.

Celkem bylo na úkoly PRM 2011 čerpáno ze státního rozpočtu 39.482.749,6 Kč, z toho vyčerpal ČMI 33.525.000,- Kč.

ÚNMZ/odb.3000/Beran/17.1.2012