

VYHODNOCENÍ PROGRAMU ROZVOJE METROLOGIE 2015

Ing. Jiří Beran, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví

Do Programu rozvoje metrologie 2015 bylo zařazeno celkem 26 úkolů. Z tohoto počtu řešil Český metrologický institut (ČMI) 8 úkolů, ostatní subjekty zbývajících 18 úkolů. Z nich přidružené laboratoře ČMI Výzkumný ústav geografický, topografický a kartografický, Zdiiby a Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR 4 úkoly.

Všechny, s výjimkou úkolu č. VII/9/15 Překlad aktuální verze dokumentu WELMEC 7.2 Software řešitele ČMI, byly v souladu s pravidly pro ukončování úkolů PRM a jejich zadáním ukončeny závěrečnými oponenturami, při nichž bylo konstatováno jejich splnění.

Termín ukončení uvedeného úkolu ČMI, byl posunut do 31. března 2016.

Pro větší přehlednost je tato informace rozdělena na dvě části.

První část podává informace o úkolech, které řešil Český metrologický institut, v druhé části jsou potom stručně popsány výstupy úkolů ostatních řešitelů.

Výsledky a výstupy řešení jednotlivých úkolů:

A) Úkoly ČMI

č. II/1/15 Uchovávání státních etalonů

Základním cílem úkolu byly práce spojené s uchováváním a pravidelným udržováním požadovaných metrologických vlastností 52 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.

č.V/1/15 Státní metrologický dozor

Na základě výsledků realizovaného státního metrologického dozoru lze konstatovat, že věcné plnění bylo v souladu se zadáním úkolu a stanovenými cíli.

Kontroly byly zaměřeny na dodržování povinností stanovených výrobcům, opravcům a uživatelům stanovených měřidel a autorizovaným subjektům zákonnými předpisy a podmínkami registrace resp. autorizace.

V rámci úkolu byly dozorové akce prováděny v následujících oblastech nebo subjektech:

- autorizovaná metrologická střediska,
- subjekty autorizované k výkonu úředního měření,
- silniční cisterny,
- registrované subjekty,
- distribuční jednotky,
- čerpací stanice,
- zdravotnictví: lékárny, nemocnice, lékařské ordinace,

- neplánované dozory: řešení stížností, mimořádné odběry PHM, stížnosti zákazníků na odběr PHM, problematika bytových vodoměrů, operativní dozor na žádost ČOI, Celní správy atd.

č. VI/1/15 Zabezpečení mezinárodní spolupráce v oblasti metrologie

Český metrologický institut splnil v roce 2015 všechny úkoly vyplývající ze zabezpečení mezinárodní metrologické spolupráce především v rámci BIPM, OIML, EUROMET a WELMEC.

Základními cíli úkolu bylo zajištění aktivit v rámci Metrické konvence, sdružení EURAMET, OIML, pracovních skupin WELMEC, plnění úkolů delegáta EURAMET, člena výboru CIML a WELMEC, zastoupení v regionální metrologické organizaci DUNAMET, dále v EA, NCSLI (National Conference of Standards Laboratories), v Mezinárodní komisi pro osvětlování (CIE), plnění úkolů v rámci projektů EURAMET, závazků vyplývajících z ujednání CIPM MRA a úkolů vyplývajících z mezivládních dohod a dále reprezentace ČR na jednáních, konferencích a odborných seminářích.

č. VII/3/15 Limitní nejistoty měření a největší dovolené chyby měřidel pro výkon úředního měření

V rámci úkolu byly pro obory úředního měření hmotnosti a teploty stanoveny limity vyjadřovaných nejistot měření a největších dovolených chyb měřidel použitých pro úřední měření.

Dále byly stanoveny zásady práce s těmito chybami a nejistotami při autorizaci k úřednímu měření a při výkonu úředního měření.

č. VII/11/15 Překlady doporučení OIML pro váhy s automatickou činností

Předmětem úkolu bylo zajištění překladů dokumentů OIML pro váhy s automatickou činností:

- R61 Gravimetrické plnicí
- R106 Automatické kolejové
- R107 Diskontinuální součtové
- R50 Pásové
- R51 Kontrolní a dávkovací.

č. VIII/17/15 Expertíza správnosti měření bytových vodoměrů

Základní cíle úkolu byly:

1. Výběr nejpoužívanějších typů bytových elektronických ultrazvukových a mechanických jednovtokových vodoměrů pro jmenovitý průtok 1,5 m³/h a stanovení jejich rozsahů.
2. Návrh a realizace experimentálního zařízení schopného instalovat mechanické vodoměry, ultrazvukové vodoměry, elektromagnetické vodoměry, bytové a domovní, a uvedené parametry simulovat s využitím zařízení z úkolu PRM 2014 č. VIII/17/14.
3. Přizpůsobení tratí etalonážního zařízení oddělení průtoku ČMI na provedení měření.
4. Provedení experimentálních zkoušek vodoměrů v jednotlivých průtocích při stanovených provozních vlivech.
5. Zpracování a vyhodnocení naměřených výsledků. Analýza výsledků a návrh na použití výsledků.

Cílem úkolu bylo provést experimentální zkoušky za účelem zjištění správnosti měření bytových vodoměrů v různých provozních režimech (při aplikaci směsných vodovodních baterií, zpětných ventilů i ve vztahu k tlakovým poměrům v potrubí).

Součástí řešení je návrh a realizace experimentálního zařízení schopného uvedené parametry simulovat.

Experimentální zkoušky byly provedeny na mechanických a elektronických typech bytových vodoměrů vybraných výrobců.

Rovněž byl vyhodnocen vliv výše uvedených aplikací na metrologické parametry vodoměrů.

Podrobnější popis výsledků řešení úkolu bude předmětem samostatné informace.

č. VIII/21/15 Metrologické zajištění zkoušek vn impulzním napětím

V rámci řešení předmětného úkolu byl zpracován:

- 1) Návrh postupu pro ověření metrologických parametrů impulzních děličů napětí. V jeho rámci byly stanoveny dělicí poměr, šířka pásma a doba čela při měření impulsů s dobou čela kratší než 200 ns. Výsledky uvedené v dílčí zprávě byly měřeny u impulzního odporového děliče pro vstupní napětí 1 MV a 200 kV.
- 2) Ověřeny metrologické parametry stávajícího impulzního děliče s rozsahem napětí do 1 MV. Dělicí konstanta byla měřena jednak pomocí stejnosměrného napětí (dělič 1 MV), jednak pomocí střídavého napětí (oba děliče) v širším kmitočtovém pásmu. V druhém případě byla stanovena frekvenční závislost dělicího poměru. Pomocí impulzního generátoru s dobou čela menší než 10 ns byly stanoveny impulzní odezvy děličů a jejich doby čela.
- 3) Provedena úvodní studie a pokusy s vývojem speciálního děliče pro snímání velmi rychlých vn impulzů. Druhá část řešení byla věnována návrhu vn impulzního děliče s dobou čela menší než 10 ns. Hlavní pozornost byla věnována kapalinovým děličům vn impulzního napětí a děličům tvořeným speciálními hmotovými rezistory ve tvaru disků.

B) Úkoly řešené ostatními subjekty

Řešitel

č. II/2/15 Uchovávání státního etalonu času a frekvence

ÚFE AV ČR

Výsledky řešení úkolu:

Sekunda TAI byla aproximována trváním sekundy národní časové stupnice 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).

V období od 28. 12. 2014 do 29. 9. 2015, tj. MJD 57019–57264 činila rozšířená relativní nejistota trvání sekundy UTC(TP) $U = 2,7 \cdot 10^{-14}, k = 2$ v průměrovacím intervalu $\tau = 5$ dnů.

Odpovídající rozšířená nejistota v průměrovacím intervalu $\tau = 1$ den pak měla hodnotu $6,00 \cdot 10^{-14}, k = 2$.

Realizace UTC(TP) s rozšířenou nejistotou $|UTC(TP) - UTC| < 100$ ns vůči světovému koordinovanému času UTC v predikčním intervalu 20 dnů.

Národní časová stupnice UTC(TP) byla odvozována z trvání sekundy TAI. Prostřednictvím stupnice UTC(TP) byl predikován světový čas UTC s rozšířenou nejistotou 27 ns ($k = 2$) 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.

Analýza vybraných diferencí UTC(TP) – UTC(k) získaných metodou společných pozorování GNSS. Distribuce UTC(TP) v internetu prostřednictvím NTP.

č. II/3/15 Uchovávání státního etalonu velkých délek ECM 110-13/08-041 VÚGTK

Základním cílem úkolu bylo uchovávání státního etalonu (SE) délek 24 m až 1450 m – kompletu složeného z délkové geodetické základny Košnice a elektronického dálkoměru Leica TCA 2003.

Úkolem řešení v roce 2015 bylo zajištění další funkce SE a provedení:

- metrologické návaznosti SE dle podmínek Rozhodnutí ÚNMZ č.j. 922/08/05 z 28.05.2008 o pověření VÚGTK uchováváním SE,
- systematická měření pro sledování stability jeho délkových parametrů.

č. II/4/15 Uchovávání státního etalonu tíhového zrychlení ECM 120-3/08-040 VÚGTK

Základním cílem úkolu bylo uchovávání metrologických vlastností státního etalonu tíhového zrychlení, kterým je absolutní balistický gravimetr FG5 č. 215.

Úkol se skládal ze čtyř dílčích cílů, částečně zaměřených i k rozvoji státního etalonu:

- účast na EURAMET klíčovém porovnání,
- ověření správnosti korekce z konečné rychlosti světla,
- experimentální záznam a vyhodnocení interferenčního signálu,
- gravimetrické mapování v nové laboratoři na GO Pecný.

č. III/13/15 Rozvoj etalonáže času a frekvence ÚFE AV ČR

Výsledky řešení úkolu:

1. Měřicí aparatura pro optický transfer a experimentální ověření vlastností optického časového transferu.
2. NTP (Network Time Protocol - protokol pro synchronizaci vnitřních hodin počítačů) server navázaný na národní časovou stupnici UTC(TP). Server poskytující časová razítka TSA (testovací časová razítka) navázaný na UTC(TP).

č. III/14/15 Začlenění ultravakuové části do skupinového etalonu velmi vysokého vakua MFF UK

Náplní úkolu bylo nastavení dělicího poměru proudů plynu do UHV stupně a efektivní čerpací rychlosti v kalibrační komoře tak, aby se interval tlaků nastavovaných v předchozím HV stupni transformoval do správného intervalu tlaků v kalibrační komoře UHV stupně a transformace byla maximálně stabilní.

Dalším cílem úkolu bylo proměření parametrů určujících nejistotu a tím metrologickou kvalitu etalonu velmi vysokého vakua.

Výsledkem řešení úkolu je nastavení vhodného rozsahu proudů plynu vpustitelných do UHV stupně, při maximální stabilitě dělicího poměru, a dále znalost aktuální velikosti zdrojů nejistot na UHV části skupinového etalonu.

č. III/15/15 Určení reálných zdrojů nejistot při provozu státního etalonu vysokého vakua MFF UK

Náplní úkolu bylo vytvoření podkladů pro optimální provoz a minimalizaci nejistot státního etalonu vysokého vakua na principu dynamické expanze.

Byla provedena analýza dat z porovnání a analýza postupu kalibrací a činnosti jednotlivých částí etalonu v jeho finálním umístění na ČMI Brno.

Výsledkem řešení je identifikace hlavních zdrojů nejistot a vypracované metody jejich potlačení nebo úplného odstranění.

č. III/17/15 HW a SW rozšíření základní verze etalonu pro kontrolu metrologické způsobilosti kalibračních laboratoří času a frekvence FEL ČVUT

Cílem úkolu bylo rozšíření a vylepšení stávajícího etalonu času a frekvence jak v technickém tak programovém vybavení s výsledky řešení:

- návrhem technického řešení a realizací nového etalonu času a frekvence s GPS přijímačem uBlox,
- návrhem programového vybavení,
- proměřením a odzkoušením realizovaných funkčních vzorků,
- ověřením funkčních vzorků v laboratoři státního etalonu času a frekvence,
- měření funkčních vzorků ve vybraných laboratořích (CESNET, observatoř Pecný, ČMI Praha) za účelem zjištění dosažitelné přesnosti měření času a frekvence v „běžných podmínkách“ kalibračních laboratoří.

č. VII/1/15 Zpracování nových kalibračních postupů ČMS

Výsledkem řešení úkolu jsou kalibrační postupy pro následující druhy měřidel:

- Nožová pravítka
- Tvrdoměrné destičky Rockwell
- Tvrdoměrné destičky Vickers
- Tvrdoměrné destičky Brinell
- Analogová panelová měřidla
- Analogový multimetr
- Dvousvorkový kapesní měřič RLC
- Mechanické stopky (navázané s využitím internetu).

č. VII/2/15 Revize vydaných kalibračních postupů ČMS

V rámci řešení úkolu jsou kalibrační postupy uvedeny do souladu s platnými normami a doplněny o postupy stanovení nejistot vzorovými příklady. Dále byl sjednocen jejich obsah i forma.

Jedná se o postupy pro následující skupiny měřidel:

- Speciální kalibry
- Kontrolní pravítka
- Etalon kruhovitosti
- Válce pro měření kolmosti
- Rámová vodováha
- Čítač.

č. VII/5/15 Správná praxe při používání referenčních materiálů a související termíny a definice ČIA

Používání certifikovaných referenčních materiálů pro návaznost výsledků analytických laboratoří je povinností laboratoře, která chce splnit požadavky normy ČSN EN ISO/IEC 17025 i požadavky na metrologickou návaznost svých výsledků.

Standard ISO G 33 „Uses of certified reference materials“ vyšel v nejnovější verzi v lednu 2015.

Výstupem řešení úkolu je jeho překlad s doprovodným komentářem a literární rešerší. V rámci úkolu byl dále přeložen dokument ISO G 30 „Reference materials - Selected terms and definitions“. Oba dokumenty byly zpracovány do úrovně TNI.

č. VII/6/15 Validace analytických postupů

EURACHEM-ČR

Splněným cílem úkolu bylo vydání překladu The Fitness for Purpose of Analytical Methods. A Laboratory Guide to Method Validation and Related topics., Editors: B. Magnusson and U. Ornemark, 2nd ed. 2014.

Přeložená publikace ve formě KVALIMETRIE 20 bude sloužit chemickým a klinickým laboratořím v České republice a je zařazena do doporučené literatury v rámci akreditace ČIA.

č. VII/10/15 Návrh metodiky kontrol správnosti objemů čepovaných a rozlévaných nápojů

ČKS

Cílem úkolu byl návrh postupu pro zkoušení objemů čepovaných a rozlévaných nápojů včetně stanovení zdrojů a výpočtů nejistot vyplývajících z metod zkoušení.

Současně byla provedena validace navrženého postupu zkoušení.

č. VII/12/15 Návrh metodiky pro kalibraci vah s automatickou činností a vyjadřování nejistoty měření při těchto kalibracích

ČKS

V roce 2014 byl zpracován postup pro kalibraci a vyjadřování nejistot u vah s automatickou činností (AWI) vybraných kategorií (gravimetrické, diskontinuální součtové a kontrolní třídící váhy).

Protože úkol v roce 2014 nepokryl všechny důležité kategorie vah, u kterých v praxi dochází k požadavkům na kalibraci, byly roce 2015 zpracovány postupy pro další vybrané kategorie AWI:

- automatické dávkovací váhy,
- automatické váhy pro vážení silničních vozidel (používané v kontrolovaných zónách)
- automatické kontinuální součtové váhy (pásové váhy).

V rámci řešení předmětného úkolu byly zpracovány:

- Návrh praktických měření na uvedených kategoriích AWI
- Provedení měření/kalibrací
- Analýza nejistot pro vyhodnocení měření
- Zpracování postupu kalibrace pro všechny vybrané kategorie vah.

č. VII/17/15 Vypracování a validace analytických metod (na bázi jak primárních tak instrumentálních postupů měření) umožňujících porovnání dvou certifikovaných jednoprvkových vodných kalibračních roztoků Analytika spol. s r.o., Praha

Hlavním cílem úkolu bylo vypracování a validace analytických metod (na bázi jak primárních tak instrumentálních postupů měření) umožňujících porovnání dvou certifikovaných jednoprvkových vodných kalibračních roztoků (stejného nebo podobného složení) s nejistotou 0.1-0.5% rel.

Výsledkem řešení úkolu jsou validované měřicí postupy pro jednotlivé analyty (odměrná analýza, vážková analýza, AAS).

č. VIII/3/15 Zkoušení nových psycho - aktivních látek (NPS) Axys Varilab, Vrané n. Vltavou
Základním cílem úkolu bylo určení metrologických charakteristik nových syntetických látek, zneužívaných jako psychoaktivní drogy. Validace pracovních standardů těchto látek pro praktické využití ve forenzních a toxikologických laboratořích, zejména v Celní správě a Policii České republiky.

Jednalo se o následující chemické substance:

1. (\pm)-1-(3,4-dimethoxyphenyl)-2-(methylamino)propan-1-one,
2. 2-(4-iodo-2,5-dimethoxyphenyl)-N-[(2-methoxyphenyl)methyl]ethanamine,
3. 1-benzoyl-4-propanoylpiperazine,
4. methyl (S)-2-(1-(4-fluorobenzyl)-1H-indazole-3-carboxamido)-3,3-dimethylbutanoate,
5. 2-Methylamino-1-p-chlorophenylpropan-1-one,
6. 2-[4-(Isopropylthio)-2,5-dimethoxyphenyl]ethanamine.

č. VIII/6/15 Neinvazivní měření střídavých proudů v elektroenergetice FEL ČVUT

V rámci úkolu byl vypracován návrh a řešena problematika realizace klešťových transformátorů proudu (KTP) s děleným toroidním nanokrystalickým jádrem. Volba tohoto magnetického materiálu se ukázala výhodná z hlediska jeho vysoké hodnoty permeability, což umožnilo realizovat KTP s vyšší přesností než v případě použití klasických magnetických materiálů.

Stanovení postupů pro dělení nanokrystalického toroidního jádra bylo spojeno s řešením problematiky technologie řezu, jelikož jádro z nanokrystalického materiálu je tvořeno tenkou kovovou páskou, která je velmi křehká a při klasickém obrábění dochází v místě řezu k nežádoucímu lomu obráběného materiálu a tvorbě malých vzduchových mezer, což výrazně snižuje výslednou permeabilitu děleného jádra. Měřením parametrů jádra KTP byl proto sledován vliv jeho rozříznutí na změnu permeability a ztrátového úhlu feromagnetika. Rovněž byla sledována frekvenční závislost těchto parametrů s ohledem na použití KTP v širší kmitočtové oblasti při zachování přesnosti 0,2 % a lepší. Na základě provedených měření magnetických parametrů byl proveden návrh KTP a následně ověřeny jeho parametry.

V rámci řešení tohoto úkolu byl také proveden návrh uspořádání sekundárního vinutí KTP s ohledem na minimalizaci chyb proudu a úhlu. Rovněž bylo navrženo mechanické uspořádání transformátoru s děleným magnetickým obvodem.

č. VIII/16/15 Imitátory odporových etalonů hodnot menších než 1 Ω FEL ČVUT

Navrhovaný úkol byl součástí projektu zaměřeného na návrh, modelování, realizaci a ověřování odporových bočniců pro měření velkých proudů v kmitočtovém pásmu do 10 kHz. Jeho cílem bylo doplnit sadu referenčních bočniců, které jsou v současné době na řešitelském pracovišti k dispozici, o imitátory odporových etalonů hodnot menších než 1 Ω .

V první etapě řešení úkolu bylo navrženo konkrétní provedení vícehodnotového imitátoru s proudovým transformátorem, změnami jehož převodu lze jednoduše nastavit obě požadované hodnoty vykazovaného čtyřsvorkového odporu, tj. jak hodnotu 0,1 Ω , tak hodnotu 0,01 Ω .

Druhá etapa řešení byla věnována realizaci uvedeného imitátoru a jeho porovnání s konvenčními etalony se známými kmitočtovými závislostmi - s etalonem Tinsley 1682 jmenovité hodnoty 0,1 Ω a etalonem Tinsley 3111 jmenovité hodnoty 0,01 Ω . Jejich kmitočtové závislosti byly stanoveny v rámci řešení úkolu PRM č. VIII/16/12.

V první etapě řešení úkolu byl vypracován návrh zapojení transformátorového můstku pro kalibraci čtyřsvorkových etalonů elektrického odporu, elektrické kapacity a vlastní i vzájemné indukčnosti v pásmu nízkých kmitočtů. Jako referenční etalon byl použit imitátor malého odporu 0,1 Ω , příp. 0,01 Ω . K vyvažování můstku byly použity vícedekádové indukční děliče napětí.

Druhá etapa řešení pak byla věnována návrhu, realizaci a testům všech elektronických funkčních bloků, které byly v rámci řešení navazujícího úkolu při stavbě můstku použity.

Výše uvedené vyhodnocení je pouze stručnou informací o základních výstupech řešení jednotlivých úkolů, zařazených do Programu rozvoje metrologie 2015.

Kompletní zprávy, případně další písemné dokumenty, popisující výsledky řešení výše uvedených úkolů, jsou k dispozici u zadavatele (ÚNMZ) těchto úkolů a jejich řešitelů.