

Vyhodnocení opatření Koncepce rozvoje NMS ČR pro období let 2022 – 2026 k datu 31. 12. 2023

(Usnesení vlády ČR ze dne 5. listopadu 2021, číslo 961)

Vyhodnocení bylo zpracováno jako společný dokument Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ) a Českého metrologického institutu (ČMI) ke dni 31. 12. 2023.

Dokument obsahuje roční vyhodnocení plnění opatření přijatých v jednotlivých oblastech (vždy s uvedením konkrétního opatření), uvedených v kapitole 4 dokumentu Koncepce rozvoje národního metrologického systému ČR pro období let 2022–2026, oblast 4.1 až 4.8. V případě oblasti 4.5 jde o opatření, která mají termín splnění do 31. 12. 2023.

4.1 Legislativa v metrologii

Souhrnná informace o průběžném plnění

(opatření 1) Již v roce 2022 probíhaly práce na revizi vyhlášky č. 345/2002 Sb., kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a schvalování typu. Výsledkem bylo zpracování pracovního návrhu novely uvedené vyhlášky, a to pracovní skupinou ÚNMZ a ČMI, přičemž probíhaly konzultace s jednotlivými resorty, dotčenými orgány státní správy a průmyslovými svazy. Návrh novely vyhlášky č. 345/2002 Sb. byl v roce 2023 postoupen MPO. V druhém pololetí 2023 proběhlo mezirezortní připomínkové řízení včetně vypořádání připomínek a v závěru roku byl materiál připraven k odeslání legislativní radě vlády. Současně byl návrh vyhlášky, kterou se mění vyhláška č. 345/2002 Sb., zaslán do notifikace EK, kde bylo materiálu přiděleno číslo 2024/0019/CZ (období pozastavení prací, po které není možné předpis přijmout, skončí dne 17. 4. 2024).

V důsledku strukturálních, obsahových a parametrických změn u výše uvedené vyhlášky, které byly dodatečně identifikovány v rámci mezirezortního připomínkového řízení, byly zahájeny práce na harmonizaci soustavy opatření obecné povahy (OOP) pro metrologii, včetně přípravy návrhů OOP pro druhy stanovených měřidel nově začleněné do druhového seznamu stanovených měřidel, který je přílohou novelizované vyhlášky.

V rámci plnění úkolu provést analýzu požadavků na měřidla tepelné energie, průtoku teplotonosné látky a vody, používaná při měření dodávek tepelné energie, v souvislosti s validací přenosů dat z měřidel a uváděním těchto měřidel na trh bylo prozatím provedeno základní přezkoumání níže uvedených právních předpisů jak ve vztahu k časové souslednosti a provázanosti požadavků, tak ve vztahu k věcné specifikaci kritériálních technických požadavků, které by mohly vytvářet technické limity pro některá technologická řešení přenosu dat. V tomto smyslu se může jevit jako významný především požadavek (pojatý zčásti jako definice) specifikovaný v § 2 odst. 2 zákona č. 424/2022 Sb., který za „dálkově odečitatelné měřidlo“ pro účely zmiňovaného zákona považuje takové měřidlo podle zákona o metrologii, které samo nebo prostřednictvím jiného již nainstalovaného zařízení umožňuje provedení odečtu na vzdálenost větší než 250 metrů.

(opatření 2) Analýza požadavků na měřidla tepelné energie, průtoku teplotonosné látky a vody, používaná při měření dodávek tepelné energie, v souvislosti s validací přenosů dat z měřidel a uváděním těchto měřidel na trh, byla využita k parametrické úpravě předmětných měřidel

v návrhu novely vyhlášky č. 345/2002 Sb. (viz *opatření 1*) a dále k úpravě příslušných OOP, ve kterých byly specifikovány požadavky na software.

V roce 2023 nevznikla potřeba transponovat do právního řádu ČR žádnou směrnicí EU v oblasti metrologie. Na úrovni EK probíhaly aktivity spojené s posouzením dostatečnosti (přezkumem) směrnic MID a NAWID, na základě čehož EK podepsala smlouvu s konsorciem CSES Irsko, které má posouzení provést. Součástí konsorcia je i ČMI v roli technického experta. Kromě přezkumu obou směrnic uvažovala EK o rychlé (fast track) změně směrnice MID, která by odstranila ryze technické nedostatky směrnice MID (např. v příloze VI, měřidla tepelné energie, specifikaci měřidla tak, aby zahrnovala měřidla tepla i měřidla chladu) a nebylo nutné zpracovávat dopadovou studii. Za tímto účelem oslovila v květnu 2023 Evropská komise sdružení WELMEC s žádostí o zpracování návrhů na změny směrnice MID. V termínu do 31.10.2023 WELMEC připravil podklady pro technickou novelizaci (targeted amendment) směrnice MID, která by vyplnila existující mezery ve směrnici vyvolané energetickou transformací: plynoměry pro bioplyny a vodík, dobíjecí stanice pro elektrická vozidla (EV), stejnosměrné (DC) elektroměry, výdejní stojany pro CNG a vodík. Zároveň bylo nutné tyto změny doprovodit novými formulacemi v Příloze I Základní požadavky. Na tomto procesu se významnou měrou podílel ČMI (RNDr. Klenovský je v současnosti předsedou WELMEC) spolu se zástupci Nizozemí, Německa a Francie. Záměrem EK (DG GROW) je rychlé schválení možné novelizace směrnice MID ještě ve volebním období současného Evropského parlamentu.

4.2 Podpora podnikání, konkurenceschopnosti a rozvoje inovací

Souhrnná informace o průběžném plnění

Všechna opatření mají dlouhodobý charakter a nejsou termínově vymezena.

Udržování a rozvoj základní metrologické infrastruktury (nejen) v oblastech prioritních pro hospodářství a inovace v průmyslu s cílem udržovat schopnost zajistit metrologickou návaznost měření (*opatření 1*) jsou realizovány na úrovni ČMI a přidružených laboratoří. Jsou specifikovány v úkolech programu rozvoje metrologie (PRM, organizuje ÚNMZ). Specifikace úkolů vychází z konkretizace uvedené v dokumentu Koncepte rozvoje národního metrologického systému ČR pro období let 2022–2026, tj. v příloze 1 této koncepte, Rozvoj technické základny NMS podle jednotlivých oborů metrologie. Metrologická infrastruktura tvořená především státními etalony ČR je průběžně udržována a rozvíjena v souladu s požadavky národního hospodářství, především kalibračních a zkušebních laboratoří a průmyslu. Podrobná zpráva o stavu k 31. 12. 2023 je uvedena v závěrečné zprávě úkolu č. II/1/23 Programu rozvoje metrologie.

Seznam státních etalonů je zveřejněn na webových stránkách ÚNMZ v rubrice Metrologický systém/Státní etalony České republiky. K datu 31.12. 2023 bylo uchovááno 66 státních etalonů ČR nezbytných pro činnost hospodářských a dalších subjektů. Při rozvoji metrologické základny se ČMI nadále orientuje zejména na nové oblasti a obory metrologie nezbytné pro ekonomický růst, moderní a pokročilé technologie a změny v energetice. V roce 2023 byly schváleny:

- státní kvantový etalon vlnové délky a frekvence na bázi optických hodin;
- změny státních etalonů: modifikace státního etalonu pro bezkontaktní měření teploty, modifikace státního etalonu intenzity elektromagnetického pole, modifikace státního etalonu hmotnosti;

- referenční etalon ČMI: referenční etalon emise plošných radionuklidových zdrojů záření alfa a beta.

Dále byla prováděna příprava na schválení 4 nových či rekonstrukci stávajících státních etalonů v dalších letech na základě požadavků průmyslu.

Celosvětové podnikání v oblasti legální metrologie podporuje certifikační systém OIML-CS, do něhož je zapojen i ČMI. Na světě je pouze 13 autorit vydávajících certifikáty OIML-CS, mezi nimi je také ČMI. V roce 2023 se ČMI podařilo zajistit požadovanou akreditaci podle ISO 17065. ČMI může vydávat OIML-CS certifikáty pro 10 kategorií měřidel. Pro tyto kategorie je schopen vydat certifikáty (shody s požadavky) jak pro EU (jako oznamovaný subjekt), tak pro celý svět (jako OIML Issuing Authority).

S cílem podporovat přenos znalostí, které jsou výsledkem metrologického výzkumu a vývoje, do podnikatelské sféry (*opatření 2*) ČMI úzce spolupracuje se subjekty z podnikové i obchodní sféry napříč ČR. Tato spolupráce zahrnuje celou škálu oborů metrologie od metrologie délky či hmotnosti až po obor vyhodnocování nejistot. Pro podporu přenosu informací a technologií průběžně probíhá soubor školení a seminářů ČMI se specifickým zaměřením na jednotlivé obory, např. metrologie ve zdravotnickém zařízení, školení pro metrology firem, školení pro metrology na kalibrace různých druhů teploměrů a vlhkoměrů, metrologickou legislativu, školení pro pracovníky AMS a úřední měřiče aj. Pro velký zájem veřejnosti byla velká řada školení pořádána ve více termínech. Z těchto akcí byla získána řada podnětů pro další rozvoj ČMI, zejména v oblasti atypických kalibrací (zejména ze školení pro metrology firem, které se konalo 3x v roce 2023). Z větších akcí uspořádal ČMI v roce 2023 Školu metrologie, které se zúčastnilo přes 40 posluchačů – přednášky zajistili zaměstnanci ČMI ve dnech 27. – 28.6. 2023 v Praze. ČMI uspořádal v roce 2023 celkem 15 akcí charakteru přenos znalostí, které jsou detailně popsány v příslušné příloze ke zprávě k institucionální podpoře výzkumu za rok 2023. Na konferenci ČKS (7.11.2023, Skalský dvůr) se zaměstnanci ČMI velkou měrou podíleli na uspořádání workshopu o digitálním kalibračním certifikátu.

V oblasti spolupráce s ČIA (*opatření 3*) probíhá dlouhodobě koordinační činnost mezi ČMI a ČIA v poměrně širokém spektru aktivit. Odborníci ČMI jsou vyškoleni na pozice vedoucí nebo odborní posuzovatelé ČIA, kteří se především podílí na posuzování způsobilosti kalibračních laboratoří (ročně se účastní akreditačního procesu až 30 odborných posuzovatelů ČMI), a to nejen pro ČIA, ale i pro další akreditační orgány (DAkKS SRN, UKAS V. Británie, SNAS SR, SA Slovinsko, ISRAC Izrael). Většina gestorů ČMI v individuálních oborech veličin je zapojena do činnosti technického výboru ČIA pro kalibrační laboratoře, který rozhoduje o politice a postupech ČIA v oblasti akreditace kalibračních laboratoří. V tomto technickém výboru je rovněž zástupce ÚNMZ. Význam podílu ČMI na akreditačním systému se projevuje v zabezpečení metrologické návaznosti akreditovaných kalibračních laboratoří (v roce 2023 – 137 subjektů). V oblasti specifických výkonů nebo velmi vysoké přesnosti provádí návaznost měřidel i pro akreditované zkušební laboratoře. Přestože rozsah akreditace jednotlivých laboratoří se každoročně zvětšuje, ČMI pokrývá naprostou většinu oborů (měření veličin), ve kterých jsou v ČR vydána osvědčení o akreditaci. ČMI je dále zastoupen v Radě pro akreditaci, která předkládá statutárním orgánům ČIA návrhy dalšího systémového vývoje akreditace v ČR. ČMI je akreditovaným poskytovatelem programů posuzování způsobilosti v oblasti kalibrací měřidel (ročně se účastní přes 400 laboratoří z celého světa). Výsledky zkoušení způsobilosti jsou klíčovým podkladem pro posuzování technické způsobilosti kalibračních laboratoří akreditovaných ČIA. V 2. polovině r. 2023 proběhla úspěšně reakreditace ČMI jako výrobce referenčních materiálů (VRM) a následně ČMI zveřejnil nový katalog vyráběných certifikovaných referenčních materiálů.

Účast ČMI v Ujednání o vzájemném uznávání výsledků kalibrací a měření CIPM MRA (*opatření 4*) je nezbytná pro zajištění tzv. metrologické návaznosti výsledků měření v ČR, která je základem pro jednotnost a správnost měření a pro uznávání jeho výsledků v zahraničí (též

podpora akreditačního systému). V jarních měsících roku 2023 provedli zaměstnanci ČMI audit plnění požadavků CIPM MRA ve všech přidružených laboratořích. Plnění požadavků je podrobně popsáno ve zprávách, které jsou přidružené laboratoře povinny každoročně předkládat na Technický výbor EURAMET pro kvalitu (TC-Q). Zprávy byly v EURAMET TC-Q v roce 2023 schváleny. Ve vztahu k CIPM MRA inicioval ČMI řešení problému s neuznáváním certifikátů pod CIPM MRA v některých podnicích automobilového průmyslu – záležitosti se ujal BIPM, který s tím oslovil organizaci automobilového průmyslu IATF.

Na základě principů vzájemného uznávání (*opatření 5*), zakotveného v nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2019/515, jsou v podmínkách platné právní úpravy metrologie ČR prosazovány principy vzájemného uznávání metrologických zkoušek jak při procesech schvalování typu podle zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon o metrologii“), tak při posuzování žádostí o uznání prvotního ověření stanoveného měřidla provedeného zahraničním subjektem. Principy vzájemného uznávání výše zmiňovaného nařízení jsou implementovány do zákona o metrologii formou tzv. uznávacích klauzulí (§ 7 odst. 3 a § 9 odst. 6 zákona o metrologii). V návaznosti na tyto principy a s cílem vytvářet uživatelům měřidel (a dalším relevantním subjektům či občanům) odpovídající komplexní informační podporu v oblasti metrologie a při používání stanovených měřidel ČMI na svých webových stránkách provozuje a periodicky aktualizuje veřejně dostupnou informativní databázi typově schválených měřidel obsahující základní údaje o schválených typech stanovených měřidel a vydaných certifikátech o schválení typu podle zákona o metrologii, popř. o certifikátech vydaných oznámeným subjektem ČMI pro stanovené výrobky dle směrnic EU nového přístupu (pro měřidla a pro váhy s neautomatickou činností). Tato veřejně dostupná databáze (TYPOVER, viz www.cmi.cz) umožňuje volný přístup ke zmiňovaným certifikátům včetně možnosti jejich stažení ve formátu pdf. O vydaných evropských certifikátech podle směrnic MID, NAWID a RED (a nařízení MDR v budoucnosti) poskytuje ČMI každoročně informace ve zprávě pro českou notifikační autoritu ÚNMZ. V případě potřeby poskytuje ČMI součinnost MPO při řešení problémů s implementací směrnice o vzájemném uznávání.

Podíl na činnosti pracovních orgánů v mezinárodních organizacích (*opatření 6*) Metrická konvence (BIPM), OIML, WELMEC a EURAMET zástupci ČMI a ÚNMZ pokračuje v rozsahu účasti v minulých letech. V roce 2023 se jednalo zejména o osobní účast na zasedání ředitelů NMI v BIPM a dále o prezenční účast na 58. zasedání CIML a na 4. zasedání Výboru WELMEC. V rámci aktivit asociace WELMEC se zástupce ÚNMZ účastnil zasedání pracovní skupiny WG 8 WELMEC. Pro praktické využití má význam především aktivní účast v pracovních orgánech mezinárodních organizací (technické komise, pracovní skupiny) při projednávání technických norem a technických dokumentů týkajících se metrologie. Přípravou technických norem a technických dokumentů se zabývají především mezinárodní organizace legální metrologie: jde především o doporučení OIML (používaná i při aplikaci evropských směrnic, např. MID a NAWID) a návodové dokumenty WELMEC. V obou organizacích, respektive v jejich technických komisích a v pracovních skupinách, jsou zástupci ČMI a ÚNMZ, přičemž v rámci OIML se ČMI přímo podílel na přípravě zásadní revize dokumentu D31 o obecných požadavcích na SW měřidel, která byla v r. 2023 na výboru CIML schválena. ČMI využívá dokumenty OIML k vývoji regulačních předpisů v ČR (např. chytré elektroměry, nabíjecí stanice pro elektromobilitu, měření při dodávkách vodíku). V evropské organizaci pro spolupráci v legální metrologii WELMEC je v současnosti RNDr. Klenovský předsedou organizace, Ing. Ivan Kříž předsedou WG 2, Ing. Ivana Lacková je místopředsedkyní WG 7 a Ing. Miroslava Benková, Ph.D. je předsedkyní WG 13 (všichni ČMI).

Výzkumem v oblasti přípravy nových norem a technologické úpravy stávajících norem se zabývá též nový evropský program společného výzkumu EPM (Evropské partnerství pro metrologii), kde jednou kategorií výzev jsou i projekty v oblasti normalizace (v součinnosti

s CEN/CENELEC). Evropský program společného výzkumu je realizován organizací EURAMET, jehož členem je ČMI. V roce 2023 se ČMI podílel na řešení 10 mezinárodních projektů v kategorii Metrologie pro podporu normalizace a vysoutěžil další tři projekty, jejichž řešení bude zahájeno v roce 2024.

4.3 Ochrana oprávněných zájmů, ochrana zdraví a bezpečnosti občanů, ochrana spotřebitele včetně dozoru nad trhem

Souhrnná informace o průběžném plnění

Opatření mají dlouhodobý charakter a nejsou termínově vymezena.

V rámci metrologické podpory požadavků pro ochranu zdraví (*opatření 1*) lze za významný počin považovat notifikaci ČMI k posuzování shody zdravotnických prostředků dle nového nařízení Medical Device Regulation (MDR) 2017/745/EU. Dne 21.12.2023 byl ČMI jako oznámený subjekt pro zdravotnické prostředky Evropskou komisí schválen – okamžitě byl zahájen proces kontraktace zájemců o certifikaci.

Dodržování požadavků na správnost měřidel a měření nejen ve zdravotnických zařízeních je ze strany ČMI a ÚNMZ monitorováno, resp. kontrolováno, především formou státního metrologického dozoru zaměřeného na používání stanovených měřidel, při němž se v relevantních oblastech velmi dobře uplatňuje spolupráce se SÚKL a s SÚJB.

ČMI průběžně plní také úkoly spojené s metrologickým zabezpečením měřidel ionizujícího záření (schvalování typu a ověřování), s výrobou etalonů radionuklidů (standardních zdrojů ionizujícího záření) a s mezinárodním metrologickým výzkumem v oblasti ochrany zdraví, kde je správnost měření nezbytným předpokladem minimalizace nežádoucích účinků ionizujícího záření na zdraví pacientů. U měřidel pro ochranu zdraví pacientů (nejsou-li certifikovány jako zdravotnické prostředky s měřicí funkcí dle směrnice MDR) a u měřidel pro radiační ochranu osob ČMI provádí jednak technické zkoušky pro schvalování typu podle zákona o metrologii a následně také jejich periodické ověřování.

V případě ochrany zdraví pacientů se jedná o měřidla aktivity diagnostických a terapeutických preparátů aplikovaných in vivo, kterých bylo v roce 2023 v ČMI ověřeno celkem 177 ks, a měřidla používaná pro stanovení diagnostických a terapeutických dávek při lékařském ozáření, kterých bylo v roce 2023 ověřeno 38 (z toho 19 měřidel v oblasti radioterapie a stejný počet měřidel v oblasti radiodiagnostiky).

V případě radiační ochrany jde o sestavy používané pro kontrolu limitů ozáření osob hromadně provozovanou osobní dozimetrií a o měřidla aktivit a dávek používaná pro kontrolu dodržování limitů v oblasti radiační ochrany a pro měření havarijní. V roce 2023 bylo ověřeno 21 systémů pasivní integrální dozimetrie a 708 elektronických osobních dozimetrů, přenosných dozimetrických měřidel a kontaminometrů.

V oblasti výroby etalonů radionuklidů pro oblast zdravotnictví bylo v roce 2023 vyrobeno a dodáno 84 ks etalonů radionuklidů, které slouží pro kalibraci a kontrolu zdravotnických přístrojů zejména na odděleních nukleární medicíny. Dalších 19 ks etalonů slouží pro kalibraci spektrometrů používaných pro kontrolu radiochemické čistoty radiofarmak a 222 ks bylo dodáno pro účely kontroly limitů ozáření personálu.

U plošných radionuklidových zdrojů z produkce ČMI je v současnosti nově zajišťována také standardizace veličiny emise, a to pomocí referenčního etalonu ČMI, který byl vyhlášen v polovině roku 2023).

V oblasti zajištění metrologické podpory požadavků pro ochranu bezpečnosti (*opatření 2*) je aktivita zaměřena primárně na zajištění správnosti používaných stanovených měřidel a jimi prováděných měření. Podpora pak spočívá v provádění ověřování nebo přezkušování stanovených měřidel používaných pro ochranu bezpečnosti nebo ve vytváření podmínek pro

plnění podmínek autorizace subjektů, které ÚNMZ k ověřování takových stanovených měřidel autorizoval (jsou-li v dané oblasti autorizace udělovány).

V oblastech měření, kde jsou indikace stanovených měřidel využívány pro stanovení sankcí v rámci přestupkových řízení vedenými správními orgány podle jiného zákona než podle zákona o metrologii (typicky u měření rychlosti či hmotnosti vozidel nebo v případě měření alkoholu v dechu řidičů vozidel), byl ČMI opakovaně obesílán jednak osobami, které požadovaly informace k problematice správnosti a dodržování podmínek měření (často na bázi zákona č. 106/1999 Sb., o svobodném přístupu k informacím), zjevně v zájmu vyvinění přestupců, a dále pak žádostmi o odborná stanoviska a výklady od správních orgánů v situacích, kdy účastník přestupkového řízení výsledky měření rozporoval. Tato agenda je v ČMI zajišťována cestou odborného ředitele pro legální metrologii nebo odborného ředitele pro fundamentální metrologii s využitím odborníků ČMI pro jednotlivé obory a oblasti měření. V roce 2023 bylo tímto způsobem řešeno několik desítek takových žádostí o informace, resp. o odborné vyjádření.

Největší zastoupení v počtech stanovených měřidel používaných pro bezpečnost provozu na pozemních komunikacích mají tachografy. Po úspěšném zvládnutí úkolů spojených s vytvořením podmínek pro udělování autorizace subjektům pro ověřování tzv. tachografů 2. generace v souvislosti s nabytím účinnosti nové povinnosti dle Nařízení komise (EU) 2016/799 vybavovat od 15. 6. 2019 v zemích EU těmito tachografy poprvé registrovaná vozidla, lze konstatovat, že v ČR je vybudovaný plně funkční systém umožňující prověřovat způsobilost metrologických subjektů k ověřování tachografů 2. generace. K tomu byla ze strany ČMI vytvořena nezbytná legislativní základna v podobě účinných opatření obecné povahy pro digitální a analogové tachografy (č. 0111-OOP-C042-19 a č. 0111-OOP-C062-19) a v podobě metrologického předpisu „MP 018 Tachografy s registrací pracovní činnosti řidičů motorových vozidel, která jsou jimi povinně vybavena – analogové a digitální. Postup zkoušení při ověřování“, jenž je v případě potřeby doplňován či revidován za účelem dalšího zpřesňování výkladu přímo použitelných předpisů EU. V roce 2023 byl uvedený metrologický předpis revidován v souvislosti s uváděním nových druhů (resp. verzí) digitálních tachografů 2. generace verze 2 na trh (tzv. inteligentní tachografy verze 2). K této problematice, zaměřené na posouzení a vyhodnocení důsledků požadavků novely prováděcího nařízení Komise (EU) 2016/799 na metrologické a systémové zajištění ověřování tachografů v podmínkách právní úpravy metrologie platné v ČR, uspořádal ČMI ve spolupráci s ÚNMZ (15. 8. 20223) za účasti zástupců problematikou dotčených orgánů státní správy, kontrolních orgánů, zástupců výrobců tachografů či dalších odborně kompetentních institucí pracovní seminář, jehož závěry vytvořily podmínky pro koordinovaný přístup při zavádění opatření pro zajištění trvalé udržitelnosti kvalitativní úrovně činností subjektů autorizovaných k ověřování předmětných tachografů.

V oblasti metrologického zajištění silničních rychloměrů ČMI ve spolupráci s ÚNMZ řešil konfliktní situaci spojenou se zabezpečením ověření nového typu silničních rychloměrů určených pro Policii ČR pracujících na dopplerovském principu plynoucí z postavení jediného subjektu, který byl pro ověřování silničních rychloměrů v minulosti autorizován. Tato situace v konečném důsledku vedla k rozhodnutí posílit na straně ČMI technickou základnu i pro tento typ silničních rychloměrů tak, aby byla pro žadatele o ověření těchto měřidel vytvořena vhodná alternativa. Pokračovaly práce na revizi OOP pro silniční rychloměry zohledňující potřebu zpracování požadavků na software měřidel a potřebu signalizovanou Policií ČR měřit s využitím ověřených rychloměrů i rychlosti vozidel nad 250 km/h (aktuálně je měřicí rozsah rychloměrů v OOP touto hodnotou limitován). Pro tyto specifické případy navrhl ČMI přestupkovým orgánům a Policii ČR aplikovatelný metodický přístup, který umožňuje takové případy legitimně posoudit a vyhodnotit ve vztahu ke konkrétnímu typu rychloměru a ve vztahu k parametrickému nastavení výše sankcí za překročení rychlostních limitů.

V oblasti vážení vozidel ČMI v roce 2023 připravil ve spolupráci s Ministerstvem dopravy revizi opatření OOP pro oblast vysokorychlostního vážení vozidel, které by mělo pomoci MD

vyřešit současné problémy s vymáháním sankcí za tyto přestupky. Příslušné OOP je aktuálně v notifikaci.

V oblasti měření alkoholu v dechu prováděném Policií ČR při zabezpečování bezpečnosti silničního provozu a v návaznosti na potřebu objektivního hodnocení naměřených hodnot pomocí ověřených analyzátorů alkoholu v dechu při přestupkovém řízení správními orgány pokračuje nadále spolupráce s Policejním prezidiem ČR a Ředitelstvím dopravní policie ČR. Výsledky byly promítnuty do návrhu nové vyhlášky o stanovených měřidlech. V součinnosti s Policií ČR byla v roce 2023 řešena problematika metrologického zabezpečení detekce drog nejenom u řidičů v silniční dopravě. Příslušná metodika a metrologické zajištění bylo dokončeno a od počátku roku 2024 je nasazeno do metrologické praxe.

V oblasti veličin ionizujícího záření ČMI zabezpečuje úkoly související s ochranou bezpečnosti, a to zejména v oblastech jaderné bezpečnosti, radiační ochrany a z hlediska ochrany bezpečnosti především v oblasti metrologického zabezpečení kontroly nelegálního či nežádoucího transportu zdrojů ionizujícího záření. Předmětem schvalování typu a periodického ověřování podle zákona o metrologii jsou pak sestavy používané pro zjišťování přítomnosti zdrojů ionizujícího záření při nelegálním či nežádoucím transportu. Tyto měřicí sestavy jsou používány jednak pro odhalování nelegálního transportu na státní hranici ČR (hraniční přechody, letiště apod.), dále pak ke včasné detekci a identifikaci opuštěného radionuklidového zdroje provozovatelem zařízení určeného k tavné, shromažďovací a zpracování kovového šrotu a provozovatelem spalovny odpadu či spoluspalovacího zařízení. ČMI je schopen zabezpečovat technické zkoušky pro schvalování typu měřidel tohoto druhu v rámci unikátních dynamických zkoušek s využitím zkušební železniční základny, drážních vozidel a etalonů radionuklidů.

Zajištění metrologické podpory pro ochranu oprávněných veřejných ekonomických zájmů (*opatření 3*) je ze strany ÚMMZ a ČMI primárně cíleno do oblasti používání stanovených měřidel, na základě jejichž indikací dochází prokazování stanovených podmínek pro vyplácení bonusů (např. kombinovaná výroba tepla a elektřiny), nebo do oblastí, kde se ve veřejném zájmu uplatňují sankce za překročení limitů měřené veličiny stanovených podle zvláštních právních předpisů (např. měření alkoholu v dechu, měření rychlosti vozidel či vážení vozidel). Dalšími měřidly, která jsou používána ve veřejném zájmu, jsou měřidla používaná pro účely vyměření daní (resp. zamezení daňových úniků). Příkladem jsou kontrolní lihová měřidla používaná k měření objemu vyrobeného lihu (každoročně jich ČMI ověřuje cca 280) nebo systémy pro stanovení objemu kapalných produktů v nádržích vybavených automatickými hladinoměry (ročně jich je ověřováno kolem 200 ks).

Poskytovaná metrologická podpora pro ochranu oprávněných veřejných ekonomických zájmů je obecně zaměřena na dosažení správnosti (a přesnosti) měření používaných stanovených měřidel. Předpokladem pro dosažení tohoto cíle je tak splnění podmínek právní úpravy metrologie pro uvedení měřidel na trh a do provozu, ať již toho má být dosaženo v působnosti národní právní úpravy metrologie (schvalování typu + ověřování) nebo v působnosti jednotné evropské legislativy (procesy posuzování shody). Vedle metrologické podpory při uvádění stanovených výrobků nebo stanovených měřidel na trh a do provozu, při ověřování či přezkušování stanovených měřidel a při podpoře národního metrologického systému v oblasti autorizace subjektů, je třeba v obecné rovině zmínit i dodržení instalačních podmínek pro měřidla. Podmínkou pro montáž stanovených měřidel v působnosti národní právní úpravy metrologie nadále zůstává registrace subjektu provedená ČMI podle § 19 zákona o metrologii. Kontrolu, zda subjekt disponuje příslušnou registrací, lze provést prostřednictvím informativní databáze registrovaných subjektů, veřejně přístupné z webových stránek ČMI.

Kontrola nad trhem (*opatření 5*) je primárně kompetencí orgánu dozoru nad trhem, kterým je ČOI. Efektivita kontroly nad trhem při uvádění stanovených výrobků na trh je podporována součinností dalších kontrolních orgánů, mezi které patří i ÚNMZ a ČMI. Tyto kontrolní orgány

zaměřují svoji pozornost především na plnění povinností subjektů specifikovaných zákonem o metrologii souvisejících s používáním stanovených měřidel, popř. s jejich uváděním na trh a do provozu podle tohoto zákona. Kontrola stanovených měřidel v době jejich používání (u uživatelů měřidel) je zajišťována prostřednictvím státního metrologického dozoru tam, kde kontrolu primárně neprovádí jiný kontrolní orgán (např. ČOI, SZPI, GŘC, SÚJB, živnostenské úřady). V roce 2023 provedly ČMI a ÚNMZ v rámci státního metrologického dozoru více než 300 kontrol. Úpravu působností orgánů státní správy v kontrolní činnosti přinesl zákon č. 87/20023, o dozoru nad trhem s výrobky, který nabyl účinnosti v dubnu 2023.

Metrologická kontrola hotově baleného zboží (HBZ) a lahví používaných jako odměrné obalové nádoby pro hotově balené zboží (*opatření 6*) je zajišťována prostřednictvím vybraných a pro danou problematiku specializovaných oblastních inspektorátů ČMI. V současné době se jedná o 7 pracovišť, které z pohledu lokace (sídla oblastních inspektorátů) umožňují plně uspokojit poptávku subjektů v ČR (v současné době se jedná o cca 160 výrobců hotově baleného zboží a jednotky výrobců lahví). Postupy posuzování systémů kontroly správnosti plnění množství produktu v obalech zajišťují plnění požadavků harmonizovaných předpisů EU. Pro danou problematiku a za účelem informační a odborné podpory subjektům (balírnám) ČMI zpracoval, vydal a udržuje v aktualizovaném znění sadu metrologických předpisů (MP), které jsou i z důvodu podpory podnikatelských subjektů volně dostupné na jeho webových stránkách. Za účelem plné harmonizace metod a postupů při provádění metrologických kontrol hotově baleného zboží či lahví používaných jako odměrné obalové nádoby pro hotově balené zboží, automatizace prováděných zkoušek a za účelem maximálního využití prvků digitalizace u realizovaných procesů a výstupů ČMI v roce 2023 realizoval významnou investici do specializovaného softwarového nástroje. Zároveň byly realizovány investice do nového měřicího zařízení na jednotlivých oblastních inspektorátech ČMI, které umožní plně využít možnosti specializovaného softwaru a prakticky komplexně digitalizovat zajištění celé problematiky HBZ.

K poskytování informací z oblasti metrologie (*opatření 7*) je v současné době využíváno souběžně více platforem. Kromě aktivit na sociálních sítích jsou jedním z klíčových informačních zdrojů v oblasti metrologie pro širokou uživatelskou veřejnost webové stránky ÚNMZ a ČMI. Ty poskytují jak informace o národním metrologickém systému v ČR a souvisejících aspektech metrologie (včetně popisu všech činností a služeb poskytovaných ČMI), tak informace vztahující se aplikaci platné právní úpravy metrologie. V rámci národního metrologického systému jsou také využitelné informace uvedené na webových stránkách ČMS, ČKS, UVV ad. Interaktivní informační podpora široké veřejnosti je zajištěna v případě ČMI, kdy lze prostřednictvím kontaktního formuláře v sekci „časté dotazy“ webových stránek zasílat na ČMI dotazy související s měřením, s používáním (stanovených) měřidel, s jejich uváděním na trh či s řešením životních situací v působnosti národní právní úpravy metrologie. Této platformy využívá každoročně několik stovek subjektů či občanů. Poskytování odborných informací a konzultací patří v rámci aplikované informační politiky ČMI na všech úrovních jeho organizační struktury ke standardním a každodenním prostředkům komunikace s veřejností, přičemž lze odhadnout, že počty takových kontaktů s veřejností se ročně pohybují v řádu desítek tisíc. Komunikační kanál k řešení dotazů funguje také v ÚNMZ.

Prostředí webových stránek využívají ÚNMZ a ČMI taktéž pro zpřístupňování právně závazných, systémových či technických dokumentů, které poskytují laické či odborné veřejnosti nezbytný informační servis při řešení jejich životních situací. Za přínosnou informační podporu je třeba považovat i provozování informativních databází, které např. umožňují veřejnosti získat rychlé informace o subjektech autorizovaných k ověřování stanovených měřidel či k úřednímu měření (web ÚNMZ), o subjektech registrovaných pro opravy či montáž stanovených měřidel (web ČMI) nebo o schválených typech stanovených měřidel, které je možné použít s významem dle § 3 odst. 3 zákona o metrologii (web ČMI).

Mezi další významné platformy pro předávání informací z oblasti metrologie široké uživatelské veřejnosti lze považovat pořádání školení, seminářů, konferencí a publikační činnost. ČMI se zaměřuje na pořádání jak obecně koncipovaných vzdělávacích akcí dostupných širší veřejnosti, tak na pořádání speciálně zaměřených školení a seminářů určených výhradně odborné veřejnosti. V roce 2023 ČMI např. uspořádal 3 dvoudenní školení určené metrologům firem či identický počet dvoudenních školení cíleně uzpůsobený potřebám pracovníků působících v regulované oblasti metrologie (pracovníci subjektů autorizovaných ÚNMZ k ověřování a přezkušování stanovených měřidel či k úřednímu měření ve specializovaných oborech). Cílené požadavky subjektů v oblasti provádění školení personálu ČMI v daném roce uspokojoval především v segmentu provádění návaznosti měřidel (kalibrace nebo ověřování) za účelem prokazování odborné způsobilosti k metrologickým výkonům nebo v oblasti znalosti právní úpravy metrologie včetně znalosti problematiky uvádění měřidel na trh (zájem subjektů se rekrutoval jak ze strany subjektů specializujících se na provádění metrologické návaznosti (kalibrační laboratoře, autorizované subjekty, subjekty registrované k opravám či montážím stanovených měřidel), tak ze strany výrobců měřidel (váhy) či různých segmentů průmyslu (např. plynárenství, teplárenství, energetika, ad.).

Ve výše uvedeném kontextu byla také poskytována odborná podpora činnosti různých profesních či zájmových sdružení v působnosti národního metrologického systému (např. České kalibrační sdružení, Česká metrologická společnost či Unie výrobců vah ČR) či odborná podpora činnosti akreditovaných kalibračních laboratoří, jejichž počet je na počet obyvatel největší v Evropě. V červnu 2023 ČMI za účelem přenosu a výměny informací uspořádal v Praze a Brně setkání s představiteli AKL z ČR.

Mezi tradičně významnou informační platformou patří i publikační činnost, která je realizována vydáváním odborného časopisu *Metrologie*. Prostřednictvím webů ÚNMZ a ČMI je pak veřejnost informována o různých aktualitách z oblasti fundamentální a legální metrologie, včetně nově dostupných metrologických výkonů a služeb či odkazů na odborná stanoviska k problematice měření a používání měřidel.

4.4 Výzkum a vývoj v metrologii

Souhrnná informace o průběžném plnění

Spolupráce při výzkumu a vývoji v oblasti metrologie mezi ČMI a vysokými školami, výzkumnými a zkušebními laboratořemi a průmyslovými podniky (*opatření 1*) z ČR a ze zahraničí má stále rostoucí charakter nejenom z hlediska počtu vysokých škol, ale také z hlediska rozsahu spolupráce. ČMI v roce 2023 aktivně spolupracoval s vysokými školami v různých podobách od provozování a užívání společných laboratoří přes zapojení do pedagogické činnosti až po řešení společných grantových projektů. Mezi vysoké školy patří např. Karlova univerzita v Praze, České vysoké učení technické v Praze, Masarykova univerzita, Brno, Vysoké učení technické v Brně, UTB Zlín a téměř všechny další české univerzity. Ze zahraničí je to: Slovenská technická univerzita v Bratislavě, Žilinská univerzita Žilina, Univerzita v Ljubljani, Glasgow University ve Velké Británii, Aalto University ve Finsku, Technische Universitaet Braunschweig v Německu, Universidad Pontificia Comillas ve Španělsku a mnoho dalších. Podrobný výčet těchto spoluprací je uveden ve zprávě k institucionální podpoře výzkumu ČMI v daném roce.

Rozsáhlá spolupráce ČMI v oblasti vědy a výzkumu s průmyslovými podniky, zkušebními laboratořemi a výzkumnými organizacemi pokračovala i v r. 2023, jedná se o více jak 100 dokumentovaných spoluprací, přičemž stále převažovaly zahraniční kooperující průmyslové podniky nad českými, což dokumentuje vysokou úroveň výzkumu a vývoje ČMI.

V části zajistit aktivní účast ČR v evropských projektech vědy a výzkumu v metrologii, zejména pak v programu EPM (*opatření 2*) lze vyhodnotit členství doc. RNDr. Jiřího Tesaře, Ph.D. z ČMI v důležitém sedmičlenném Podvýboru metrologického partnerství pro výzkum v rámci Výboru EPM, který připravuje návrhy jednotlivých klíčových rozhodnutí pro Výbor EPM. Výbor metrologického partnerství, zejména:

- přijímá a zveřejňuje rozhodnutí o strategickém programu výzkumu a inovací;
- přijímá rozhodnutí o plánovaných výzvách k podávání návrhů a postupu pro přezkum hodnocení;
- přijímá roční pracovní program;
- přijímá rozhodnutí o výběru návrhů, které mají být financovány, podle pořadníků vypracovaných na základě hodnocení návrhů;
- přijímá opatření s cílem přilákat nové účastníky;
- sleduje pokrok činností organizace EURAMET podle článku 6;
- schvaluje účast třetí země na metrologickém partnerství;
- je odpovědný za zavedení harmonizovaného přístupu, který zahrnuje kritéria a postupy pro účely oceňování příspěvků.

Dalším důležitým dozorčím orgánem EPM je Řídící skupina, která má 15 členů. Do ní byla z ČR zvolena na pozici spolupředsedkyně Řídící skupiny JUDr. Natálie Kolibová z ÚNMZ.

Doc. RNDr. Jiří Tesař, Ph.D. byl v r. 2023 aktivním účastníkem posouzení podaných návrhů na projekty v rámci 3. výzvy EPM zaměřené na oblasti Fundamentální metrologie, Metrologie pro podporu průmyslu, Metrologie pro podporu normalizace a Výzkumný potenciál. Pro oblast Metrologie pro podporu průmyslu byl v pozici odborného garanta.

V rámci vypsané výzvy 2023 bylo posouzeno celkem 54 projektů, z nichž bylo pro implementaci v roce 2024 vybráno 30 projektů, a z toho 20 projektů s účastí ČMI.

Oproti předcházejícímu programu EMPIR, byl program EPM rozšířen o oblast rozvoje Evropských metrologických sítí, které by měly být zřizovány s cílem reagovat na naléhavé společenské a environmentální výzvy a evropské potřeby v oblasti metrologie (i se vztahem k normalizaci). V rámci spolupráce v oblasti Evropských metrologických sítí je ČMI zapojeno do oblastí jako je Kvantová technologie, Energetické plyny, Monitorování znečištění, Pokročilá výroba, Chytré elektrické sítě a Radiační ochrana.

ČMI se v roce 2023 aktivně podílelo na řešení 66 mezinárodních výzkumných projektů, z toho bylo 30 projektů v rámci programu EMPIR a 36 projektů v rámci programu EPM. Ve výzvě 2023 bylo k implementaci vybráno 30 projektů a ČMI bude spoluřešitelem 19 z nich. Tato mimořádně vysoká zapojení do evropského výzkumu dokládají vysokou úroveň vědy a výzkumu v rámci ČMI včetně personálního zajištění výzkumnými pracovníky na evropské úrovni.

Do plánu úkolů technického rozvoje na rok 2023 byly zařazeny příslušné úkoly zaměřené na digitalizaci, klíčovým krokem vpřed bylo v březnu 2023 schválení nového státního etalonu – optického etalonu frekvence a vlnové délky s iontem ytterbia 171Yb^+ , který je nezbytným a velmi náročným prvním krokem k vybudování primárního etalonu jednotky času. V rámci digitalizace ČMI ujednotil v r. 2023 svou metodiku k vydávání digitálních kalibračních certifikátů a dál bude tuto oblast rozvíjet.

4.5 Rozvoj technické základny NMS

Souhrnná informace o průběžném plnění

Popis výsledků řešení jednotlivých cílů pro rok 2023 je uveden v příloze.

4.6 Koordinace a spolupráce zainteresovaných subjektů

4.6.1 Koordinace a spolupráce na národní úrovni

Souhrnná informace o průběžném plnění

Koordinovat rozvoj NMS ČR při zachování principu průřezových funkcí metrologie a zajistit spolupráci mezi resorty při řešení legislativních a technických záměrů či koncepcí, které mají vazbu na metrologii (*opatření 1*) je trvalý dlouhodobý úkol. Za rok 2023 lze vyzdvihnout úzký kontakt ČMI s rezortem MZV, kdy je ČMI v úzké spolupráci s ČRA v souvislosti s řešením projektů zahraniční technické pomoci (v roce 2023 v Bosně a Hercegovině, který bude ukončen v roce 2024). Po řadě jednání na Poslanecké sněmovně PČR se od r. 2023 ČMI podílí na realizaci twinningového projektu EU „Appui à la Chambre des Représentants du Royaume du Maroc“ MA 19 ENI OT 02 20 R (Podpora Sněmovny reprezentantů Marockého království) implementovaný ve spolupráci s Kanceláří Poslanecké sněmovny Parlamentu České republiky. Dále v r. 2023 probíhala příprava projektu delegované spolupráce EU „Better Goods and Services“ v Gruzii (akreditaci k těmto projektům má Česká rozvojová agentura) s plánovaným začátkem k 1.1. 2024. V působnosti resortu MPO byly spolu s ČMI řešeny problematiky zejména v oblasti elektromobility a energetiky (metrologické parametry elektroměrů, chytrá měřidla, vtláčování bioplynu – součinnost s distribuční společností GasNet s.r.o.). Resort MŠMT zajišťuje kofinancování evropských programů společného výzkumu v metrologii – v návaznosti na schválení nového programu EPM byl zde dohodnut způsob národního kofinancování tohoto programu. Tradiční je úzká spolupráce s ČIA, Unii výrobců vah (UVV), ČKS a ČMS. V návaznosti na přípravu ČMI k činnosti oznámeného subjektu k nařízení EU MDR pokračovala spolupráce i s MZ, hlavně z pohledu uvolňování lékářů pro činnost v rámci oznámeného subjektu ČMI a při řešení dalších souvisejících problémů. V rámci spolupráce MPO, ÚNMZ a ČMI intenzivně pokračovaly práce na přípravě nové vyhlášky o stanovených měřidlech (viz výše), která bude zahrnovat i řadu nových měřidel vyžadovaných realizací vládních strategií. S resortem MD byla v roce 2023 intenzivně řešena problematika vysokorychlostního vážení (řešení opakovaných stížností autodopravců) revizí příslušného OOP.

S cílem zajistit spolupráci mezi institucemi k naplňování ujednání CIPM MRA (*opatření 2*) spolupracoval ČMI se třemi přidruženými laboratořemi, jejichž CMC jsou zveřejněny v mezinárodní databázi KCDB v rámci ujednání CIPM MRA. Jedná se o Český hydrometeorologický ústav, Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický a Ústav fotoniky a elektroniky Akademie věd ČR (vše organizace typu v.v.i.). V r. 2023 úspěšně probíhala jednání o statutu přidružené laboratoře se společností VF Černá Hora. Dá se očekávat, že v průběhu prvního pololetí 2024 se VF Černá Hora stane čtvrtou přidruženou laboratoří ČMI.

Spolupráce a aktivní účast subjektů NMS při řešení otázek spojených s metrologií (*opatření 3*) je dlouhodobě a koncepčně zajišťována paralelně prostřednictvím několika na sobě nezávislých oblastí souvisejících s metrologií. Bylo a je tomu tak například vždy při zpracovávání metrologických předpisů, kdy jsou odborně kompetentní subjekty oslovovány, resp. vyzývány k účasti na připomínkovacím nebo oponentním řízení (v rámci úkolů PRM, v roce 2023 zejména při revizi vyhlášky o stanovených měřidlech). Principiálně mají subjekty možnost zapojit se i do připomínkování návrhů právně závazných předpisů stanovujících technické a metrologické požadavky na stanovená měřidla (*opatření obecné povahy*), nebo jsou k tomu vybrané odborně kompetentní subjekty přímo vyzvány, popř. jsou takové subjekty dokonce přizvány ke spolupráci při vývoji takového předpisu. Příkladem toho může být dlouhodobější spolupráce např. s Unii výrobců vah České republiky nebo nově navázaná spolupráce s Českým sdružením regulovaných elektroenergetických společností (ČSRES).

Další zapojování subjektů do řešení problematiky legální metrologie se uskutečňuje při příležitosti periodicky pořádaných školení cílených na problematiku regulované oblasti metrologie (např. s kvartální periodicitou pořádaná dvoudenní semináře a školení pro metrology firem nebo pro pracovníky autorizovaných metrologických subjektů) nebo, a to významně častěji, při příležitosti vyřizování dotazů z oblasti aplikace právní úpravy metrologie. Za relativně velmi častou formu zapojení subjektů do řešení problematiky legální metrologie lze považovat vyžádané a velmi časté odborné konzultace (opět v řádu stovek požadavků ročně).

Za významnou formu zapojení subjektů lze také považovat aktivní formu oslovování subjektů podle oboru a povahy jejich odborné činnosti v souvislosti s přípravou nových právních předpisů v metrologii nebo při vytváření předpokladů pro úspěšnou implementaci přímo použitelných předpisů EU.

Dlouhodobě a kontinuálně je zaznamenáván značný zájem ze strany subjektů a různých občanských sdružení o seznámení jak se současným, tak i s nově připravovaným parametrickým nastavením národní právní úpravy metrologie, popř. i s parametrickým nastavením evropské legislativy pro měřidla (stanovené výrobky). Přednášky o správné aplikaci právní úpravy metrologie v praxi a aktuálním vývoji legislativy (národní i evropské) v regulované oblasti metrologie byly opakovaně prezentovány např. v rámci seminářů pořádaných ČKS ve spolupráci s ÚNMZ a ČMI, v rámci seminářů či konferencí pořádaných Unii výrobců vah ČR ve spolupráci s ČMI a ÚNMZ, při příležitosti seminářů pořádaných Centrem dopravního výzkumu (mimo jiné i k aplikaci přímo použitelných předpisů EU pro tachografy), při příležitosti výše zmiňovaných periodických školeních pro metrology firem či pro pracovníky autorizovaných metrologických subjektů pořádaných ČMI, při příležitosti školení vyžádaného ERÚ atd. a zvaných přednášek na odborných konferencích či seminářích, v rámci individuálně připravených školení pro konkrétní komerční subjekty (např. Škoda Auto) nebo cestou podávání informací v rámci zastoupení ČMI v pracovních skupinách odborných sdružení či asociací (např. Česká asociace petrolejářského průmyslu a obchodu) nebo poradních orgánů pro oblast metrologie (např. Rada pro metrologii při ÚNMZ).

4.6.2 Koordinace a spolupráce na mezinárodní úrovni

Souhrnná informace o průběžném plnění

Podíl na činnosti pracovních orgánů v mezinárodních organizacích Metrická konvence/BIPM, OIML WELMEC, EURAMET a CIE (*opatření 1*) zástupci ČMI a ÚNMZ pokračoval v rozsahu účasti v letech před pandemií Covid. V roce 2023 byla v ČR zorganizována tato zasedání technických komisí mezinárodních organizací: zasedání Technického výboru pro interdisciplinární metrologii EURAMET TC-IM v Praze. Dále OI Brno uspořádal zasedání technických podskupin EURAMET TC-EM: SC DC and Quantum Metrology a SC Low Frequency. O činnosti ČMI v oblasti mezinárodní spolupráce se každoročně zpracovává podrobná výroční zpráva včetně přínosů, která je za rok 2023 k dispozici na webu ČMI <https://www.cmi.cz/Zpr%C3%A1vy>. Metrologická komunita je o výsledcích mezinárodní spolupráce pravidelně informována na akcích profesních sdružení ČMS a ČKS, bylo tomu tak i v roce 2023. Z méně známých metrologických organizací lze uvést organizaci CIE (Komise pro osvětlování) a IMEKO, ve kterých aktivně působí zástupci ČMI. Aktivní účast expertů ČMI je rovněž na činnostech Technických komisí EURAMET. Technické komise jsou zaměřeny na oblasti jako je akustika, hmotnost, čas nebo termometrie až po ionizující záření. Kromě toho se dva výbory zabývají celkovými tématy Kvalita a Mezioborová metrologie. Technické komise jsou fórem EURAMET pro vědeckou a technickou spolupráci v příslušných oblastech. Podobně v organizaci WELMEC se zaměstnanci ÚNMZ a ČMI podíleli na činnosti Pracovních skupin.

V oblasti bilaterální spolupráce se špičkovými zahraničními národními metrologickými ústavy (*opatření 2*) ČMI nadále udržuje aktivní spolupráci s významnými špičkovými zahraničními národními metrologickými instituty. V roce 2023 aktivně spolupracoval s následujícími instituty:

- MIKES – VTT Technical Research Centre of Finland Ltd, Centre for Metrology MIKES, Finsko;
- LNE - Laboratoire national de métrologie et d'essais, Francie;
- PTB - Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Německo;
- INRIM - Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica, Itálie;
- VSL – Van Swinden Laboratory, Nizozemí;
- METAS - Federal Institute of Metrology METAS, Švýcarsko;
- NPL – National Physical Laboratory, Spojené království;
- BEV - Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Rakousko;
- SMD - FPS Economy, DG Quality and Safety, Metrology Division, Belgie;
- IMBiH - Institute of Metrology of Bosnia and Herzegovina, Bosna a Hercegovina;
- DFM – Danish Fundamental Metrology, Dánsko;
- Metrosert – AS Metrosert, Estonsko;
- BoM – Bureau of Metrology, Makedonie;
- EIM – Hellenic Institute of Metrology, Řecko;
- BFKH – Government Office of the Capital City Budapest, Maďarsko;
- NSAI NML - NSAI National Metrology Laboratory, Irsko;
- JV - Justervesenet - Norwegian Metrology Service, Norsko;
- GUM - Central Office of Measures/Główny Urząd Miar, Polsko;
- IPQ - Instituto Português da Qualidade, Portugalsko;
- SMU – Slovak Institute of Metrology, Slovensko;
- MIRS - Ministry of Economic Development and Technology - Metrology Institute of the Republic of Slovenia, Slovinsko;
- CEM - Centro Español de Metrología, Španělsko;
- RISE - Research Institutes of Sweden AB, Švédsko;
- UME - Ulusal Metroloji Enstitüsü – Turecko.

V rámci aktivit regionální spolupráce v metrologii – DUNAMET (*opatření 3*) ČMI zajišťuje sekretariát tohoto volného sdružení na bázi memoranda o spolupráci (RNDr. S. Klenovská). Sekretariát organizačně zajistil další výroční zasedání výboru v Budapešti, Maďarsko dne 29.9.2023, kterého se za ČMI dále zúčastnil RNDr. P. Klenovský. Na základě předběžných konzultací se výbor rozhodl schválit rozšíření počtu členů sdružení o zástupce Polska. Význam účasti v tomto sdružení spočívá v možnosti zapojení do mezilaboratorních porovnání v oblasti legální metrologie, které se jinde nepořádají, a v získávání informací o legislativním a technickém vývoji v sousedních zemích.

V rámci zapojení do projektů rozvojové pomoci v oblasti metrologie (*opatření 4*) pokračovala roce 2023 bilaterální mezinárodní spolupráce v oblasti metrologie v projektech zprostředkovaných Evropskou komisí a Českou rozvojovou agenturou. V roce 2023 ČMI aktivně pokračoval v implementaci projektu „Rozšíření kapacit a služeb Metrologického institutu Bosny a Hercegoviny III.“, který je prodloužen do března 2024.

Za podpory Evropské komise se v r. 2023 dále pokračovalo v implementaci twinningového projektu na Ukrajině, který byl na konci listopadu 2023 úspěšně ukončen. Hlavním partnerem a příjemcem pomoci v rámci projektu bylo ukrajinské Ministerstvo pro rozvoj, hospodářství, obchod a zemědělství (META), dalším přímým příjemcem některých dílčích výstupů projektu je také Národní akreditační agentura Ukrajiny (NAAU).

V roce 2023 byla zahájena účast ČMI na administraci twinningového projektu EU „Appui à la Chambre des Représentants du Royaume du Maroc“ MA 19 ENI OT 02 20 R (Podpora Sněmovny reprezentantů Marockého království), který bude implementován ve spolupráci s Kanceláří Poslanecké sněmovny Parlamentu České republiky.

Závěr

Implementace Koncepce rozvoje národního metrologického systému ČR pro období let 2022–2026 probíhá podle plánovaného harmonogramu. Všechny uložené úkoly s termínem plnění ke konci roku 2023 byly splněny. Průběžně jsou plněny i další úkoly a uložená opatření.

Rozvoj technické základny NMS podle jednotlivých oborů metrologie

I. Měření hmotnosti

Měření hmotnosti (neformálně vážení) je jedním z nejrozšířenějších měření v technické praxi. Lze je nalézt ve vědě, výzkumu, výrobě, obchodu, službách (především logistice), dále v oblasti ochrany životního prostředí a v zemědělství. Měření hmotnosti je také základem pro mnoho nepřímých metod měření, například pro chemické analýzy, vědecký výzkum, biologii, zdravotnictví. Značnou část rozsahu aplikací pokrývá průmyslová vážicí technika, která v ČR v poměrně krátké době prodělala výraznou technologickou změnu. V tomto oboru jsou následující cíle:

ii. Vypracování zpřesněné metody primární etalonáže jednotky hmotnosti v rozsahu 1 mg – 20 kg

Termín: 12/2023

Vyhodnocení:

Na základě výsledků ÚTR 2021, 2022 a 2023 byl vypracován nový zpřesněný postup pro primární etalonáž jednotky hmotnosti v rozsahu 1 mg – 20 kg. Součástí tohoto postupu jsou zejména zpřesněné metody určení hustoty závaží, nové metody vážení ve vakuu, nové metody vážení v atmosféře inertního plynu, zpřesněné metody určení nejistot vážení, zohlednění vlivu určení polohy těžiště a zohlednění korelací při současné kalibraci hmotnosti a objemu závaží při nízkém tlaku. Nová zpřesněná metoda již byla nasazena v rámci metrologické praxe ČMI OI Brno.

Úkol splněn.



Obrázek 1: Speciální etalonážní zařízení pro hydrostatické vážení používané pro zpřesnění postupu primární etalonáže jednotky hmotnosti v ČMI OI Brno

iii. Nové metody pro podporu digitalizace legální metrologie při používání vah v závazkových vztazích

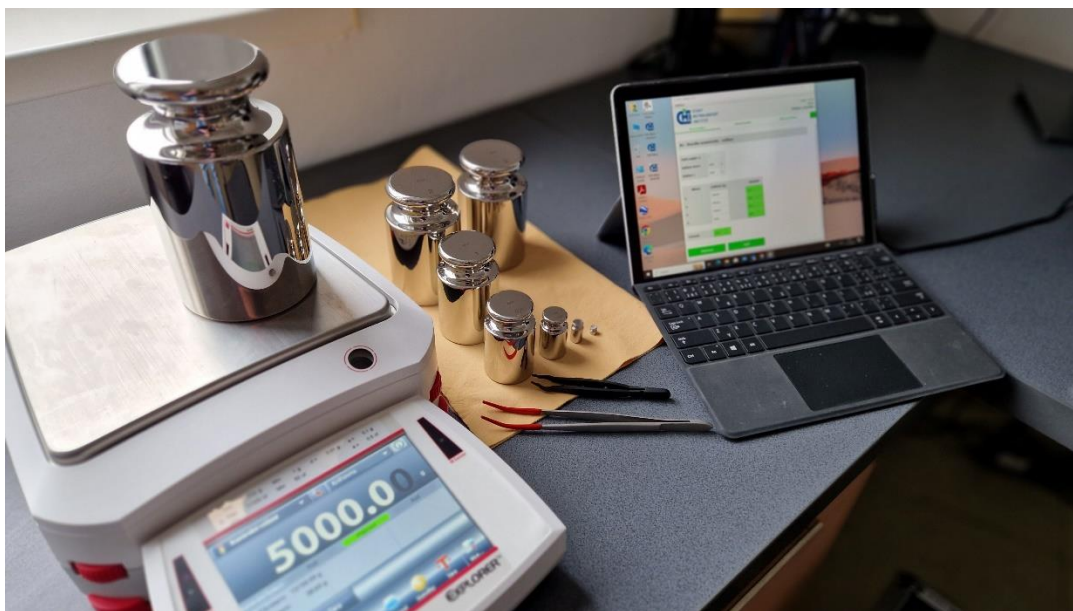
Termín: 12/2023

Vyhodnocení:

ČMI používá v oblasti legální metrologie k evidenci metrologických výkonů prováděných u uživatelů stanovených měřidel speciálně vyvinutou softwarovou aplikaci SOP/POP (Systém osobních pokladen/Přenosné osobní pokladny), která v interní IT architektuře dále komunikuje s dalšími významnými agendovými systémy ((Helios, Multifunkční webová aplikace, Databáze organizace, Zakázky) a společně tak vytváří vzájemně provázaný systém pro komplexní zpracování procesů souvisejících s ověřováním stanovených měřidel dle zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii, ve znění pozdějších předpisů.

V důsledku pokračujícího rozvoje digitálních technologií a v návaznosti na základní priority ČMI v oblasti automatizace procesů a činností v legální metrologii bylo v roce 2023 realizováno zavedení tzv. inteligentních šablon pro celou oblast ověřování měřidel hmotnosti. Tyto speciální aplikační moduly (tzv. inteligentní šablony) jsou zpracované přímo do softwarového prostředí SOP/POP a jsou vyvinuté vždy pro konkrétní jednotlivý druh (či dílčí druh) stanoveného měřidla v oblasti hmotnosti. S ohledem na novelizaci metodických pokynů pro metrologii MPM 10-23 Z1 a MPM 13-23 (oba dokumenty byly s účinností od 1. 7. 2023 vydány Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví) byly ve vztahu k aplikaci SOP/POP také implementován postup pro digitalizaci výstupních dokumentů. Do praxe ČMI byla tato plně digitalizovaná metoda nasazená od počátku roku 2024 na všech oblastních inspektorátech. Každoročně je ČMI ověřeno více než 50 tisíc měřidel hmotnosti, dá se tedy očekávat od zavedení nové plně digitalizované metody ověřování stanovených měřidel v oblasti hmotnosti výrazný přínos v oblasti produktivity práce.

Úkol splněn.



Obrázek 2: Softwarového prostředí SOP/POP s implementovanými inteligentními šablonami vyvinutými pro jednotlivé druhy stanovených měřidel v oblasti hmotnosti

II. Metrologie elektrických a magnetických veličin

Měření elektrických a magnetických veličin jsou jedněmi z klíčových oborů měření pro velké množství průmyslových procesů a vědních oborů. Mimořádný ekonomický význam má přesné měření zejména ve výrobě, v distribuci a spotřebě elektrické energie, v komunikacích a v dopravě. Neopomenutelné jsou ale i aplikace v „neekonomických“ oblastech, například v oblasti zdraví a bezpečnosti. Rychle se rozvíjející oblastí, která vyžaduje značnou metrologickou podporu, je zejména přenos a distribuce elektrické energie prostřednictvím inteligentních sítí. Další prioritní oblastí je metrologické zajištění pro charakterizaci elektromagnetických vlastností nových materiálů. Rozvoj metrologie elektrických veličin je zaměřen především na dobudování a modernizaci souboru etalonů a rozšíření měřících schopností.

c) V oboru metrologie vf elektrických veličin je cílem:

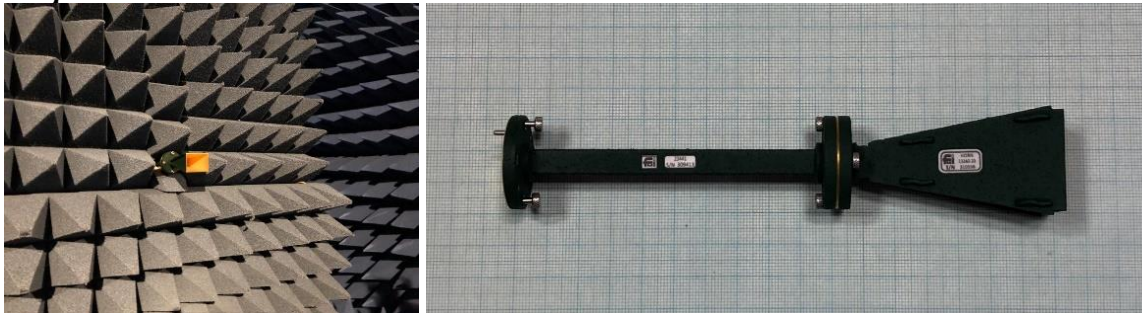
i. Realizace zajištění návaznosti pro etalonáž intenzity elektromagnetického pole v pásmu 40 GHz až 50 GHz

Termín: 12/2023

Vyhodnocení:

V roce 2022 byla v rámci ÚTR provedena podrobná analýza možností zajištění návaznosti intenzity magnetického pole v pásmu 40–50 GHz. V návaznosti na výsledky analýzy byl zpracován návrh etalonážního zařízení, které bylo dokončeno v říjnu 2023. V měsíci listopadu byla provedena finální charakterizace nového etalonu včetně parametrů směrové odbočnice a měření činitele odrazu a zisku antén. V prosinci 2023 proběhlo finální ověřovací měření v bezodrazové komoře s následným vyhodnocením dosažitelných hodnot intenzity generovaného magnetického pole a souvisejících nejistot. Do praxe ČMI byla nová služba metrologické návaznosti pro oblast intenzit elektromagnetického pole v pásmu 40–50 GHz zavedena od počátku roku 2024.

Úkol splněn.



Obrázek 3: Finální ověřovací měření v bezodrazové komoře ČMI a detail použité trychtýřové antény

f) V oboru metrologie elektrického výkonu a práce je cílem:

i. Zajistit metrologickou návaznost státního etalonu elektrického výkonu na kvantový etalon střídavého napětí

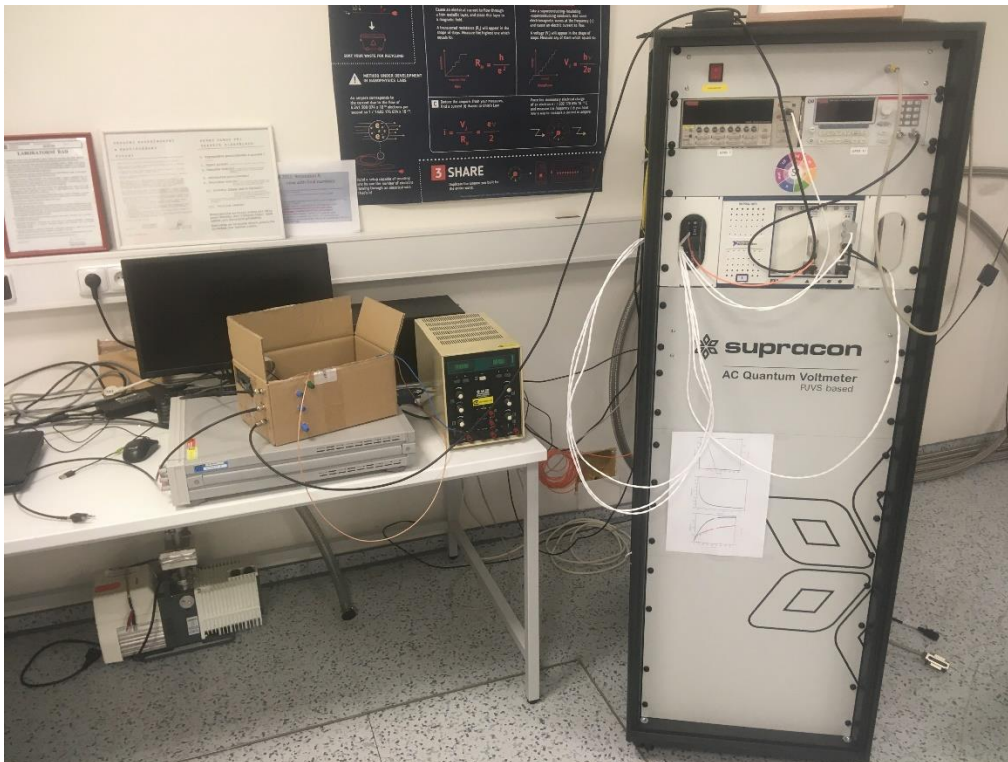
Termín: 12/2023

Vyhodnocení:

Státní etalon elektrického výkonu je založen na metodě vzorkování průběhu napětí a proudu. Hlavní příspěvky chyb a nejistot jsou dány třemi komponentami: děličem napětí, proudovým bočníkem a vzorkovacími multimetry. Právě kalibrací vzorkovacích multimetrů střídavým kvantovým etalonem byla nově v roce 2023 zajištěna návaznost etalonu výkonu na Programovatelný kvantový Josephsonův etalon střídavého napětí. Metoda spočívá v použití

multiplexeru, který na vstupy multimetru přepíná střídavě signál z kvantového etalonu a z etalonu výkonu. Metoda a obslužný software byl vyvinut na základě výsledků evropského projektu EMPIR 19RPT01 QuantumPower. Multiplexer byl konstrukčně vyřešen s využitím sady Solid State Relay, která je dle výsledku experimentálních zkoušek pro daný účel přesnější a vhodnější než klasická metoda s využitím relé. Po celkové charakterizaci a určení nových zpřesněných nejistot byly výsledné parametry etalonu ověřeny mezilaboratorním porovnáním s německým národním metrologickým institutem PTB. Následně byla vypracována nová metodika měření etalonu výkonu pomocí kvantového etalonu. Navázání etalonu výkonu na kvantový etalon snížilo nejistoty měření přibližně o jednu třetinu a bylo zavedeno do metrologické praxe ČMI OI Brno již v druhé polovině roku 2023.

Úkol splněn.



Obrázek 4: Použití Multiplexeru pro zajištění metrologické návaznosti státního etalonu elektrického výkonu na kvantový etalon střídavého napětí v ČMI OI Brno

h) V oboru elektrického náboje je cílem:

i. Zajištění metrologické návaznosti pro měřiče elektrického náboje

Termín: 12/2023

Vyhodnocení:

V rámci plnění úkolu byla provedena podrobná analýza možností realizace metrologické návaznosti pro pokrytí rozsahu měřičů od řádu pC do řádu desítek mC. Na základě výsledků analýzy bylo rozhodnuto pro pokrytí spodního rozsahu návaznosti použít metodu generování referenčního náboje pomocí zdroje napětí a etalonu kapacity. Pro pokrytí středního a horního rozsahu byla využita metoda založená na generování referenčního náboje pomocí zdroje napětí a etalonu odporu. Následně bylo zkonstruováno a metrologicky charakterizováno etalonážní zařízení pro zajištění metrologické návaznosti měřičů elektrického náboje. Pro veškeré použité dílčí referenční etalony byla plně zajištěna metrologická návaznost na příslušné státní etalony.

Pro stanovení nejistot metrologické návaznosti bylo stěžejní určení nejistoty hodnoty referenčního náboje, vliv dynamických dějů způsobených vybíjením kondenzátoru do obvodu a driftů vstupního klidového proudu a napěťové nesymetrie elektrometrického zesilovače měřiče náboje. Další složkou nejistoty je i vliv AC/DC difference hodnoty kondenzátoru, pro střední a vysoké náboje vliv odporu. Metrologická návaznost zajistila významně nižší nejistoty kalibrací, než jsou typické specifikace kalibrovaných přístrojů. Do metrologické praxe ČMI byla tato nová služba zavedena v průběhu posledního čtvrtletí roku 2023.

Úkol splněn.



Obrázek 5: Etalonální zařízení pro zajištění metrologické návaznosti měřičů elektrického náboje ČMI OI Praha

III. Metrologie v chemii a biologii

Metrologie v chemii (metrologie látkového množství) zasahuje např. do petrochemie, zemědělství, potravinářství, zpracování odpadů, zdravotnictví, klinické biochemie, ale i např. do hutního průmyslu, kde produkce směřuje k výrobě vysoce kvalitních materiálů podmíněné špičkovou měřicí technikou. V této oblasti bude metrologie využívat decentralizovaný systém metrologického zabezpečení. V ČMI je volena cesta relativně úzké specializace.

c) V oboru biochemie je cílem:

i. Vývoj nové metody pro identifikaci vybraných návykových látek v neznámých vzorcích
Termín: 12/2023

Vyhodnocení:

Metoda pro analýzu návykových látek byla vypracována s využitím přístrojového vybavení, které je k dispozici v rámci oddělení 1014 ČMI OI Praha. Klíčovým analytickým přístrojem v této metodě je plynových chromatograf Agilent 7890B spojený s analytickým systémem Q/TOF. V první fázi byla vypracována nová metoda pro nejčastější návykové látky,

mezi které patří THC, heroin, kokain, amfetamin a metamfetamin. Parametry metody byly ověřeny a charakterizovány ve spolupráci s ostatními národními metrologickými instituty sdružení EURAMET.

Na základě požadavku policie ČR byla tato metoda v druhé etapě rozšířena o další návykové látky, a to o detekci látek typu benzodiazepiny, kataminy a metadony. Benzodiazepiny jsou skupinou více než 40 substancí a jsou v referenčním roztoku reprezentovány 8 látkami, proto bylo jejich přidání ponecháno samostatně. Do metrologické praxe ČMI OI Praha byla tato nová metoda pro kvalitativní analýzu všech výše uvedených návykových látek zavedena v průběhu posledního čtvrtletí roku 2023.

Úkol splněn.



Obrázek 6: Přesné etalonážní zařízení ČMI OI Praha pro analýzu návykových látek

IV. Metrologie průtoku a objemu tekutin

Do tohoto oboru spadá měření průtoku a objemu kapalin a zkapalněných plynů (zejména voda, kapalné potraviny, ropa, ropné produkty a další). V oblasti plynů je to zejména měření protečeného objemového nebo hmotnostního množství plynu, průtoku plynu a také anemometrie.

ii. Vývoj a realizace mobilního etalonážního zařízení pro zkoušky výdejních stojanů na stlačený vodík

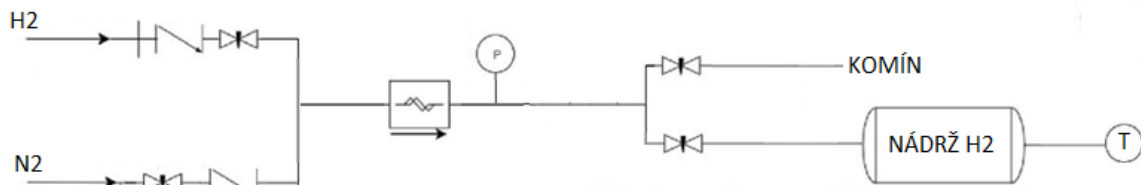
Termín: 12/2023

Vyhodnocení:

Vývoj a realizace mobilního zařízení pro zkoušky přesnosti výdejních stojanů stlačeného vodíku byla v rámci ČMI OI Brno řešena v letech 2021-2023. Na základě analýzy dostupných technologických principů bylo rozhodnuto zkonstruovat etalonážní zařízení založené na gravimetrické metodě. V průběhu roku 2023 bylo vyprojektováno a následně sestaveno etalonážní zařízení s využitím tlakové lahve Nproxx. Na konci roku 2023 byla provedena

charakterizace nového etalonážního zařízení. Uvedení do komerčního provozu se očekává v průběhu 2.Q roku 2024 po provedení srovnávacích měření tohoto nového etalonážního zařízení s obdobnými etalony v jiných členských státech EURAMET.

Úkol splněn.



Obrázek 7: Detailní ukázka tlakové lahve Nproxx a schéma zapojení mobilního etalonážního zařízení pro ověřování vodíkových stojanů založené na gravimetrické metodě

V. Metrologie teploty, vlhkosti a termálních veličin

Měření teploty je důležité pro širokou škálu oblastí a aplikací v průmyslu (metalurgie, chemie a biochemie, kvantová výpočetní technika), ve zdravotnictví a v životním prostředí (monitorování a poskytování informací o klimatu a klimatické změně, o ovzduší, o půdě a o vodě). Tento obor zajišťuje metrologické služby v oblasti kontaktního i bezkontaktního měření teploty, kalibrace teploměrů, kalibrace celých měřicích řetězců, obdobně pak i v oboru vlhkosti. S oborem teploty bezprostředně souvisí také metrologie tepelné energie a termofyzikálních vlastností materiálů. Koncepce rozvoje měření tepelně-technických veličin je rozdělena do následujících základních kategorií.

b) V oboru bezkontaktní termometrie je cílem:

i. Vývoj systému pro kalibrace IČ teploměrů, termokamer a černých těles při různých vlnových délkách

Termín: 12/2023

Vyhodnocení:

Laboratoř bezdotykové termometrie provozovaná v rámci oddělení 1012 ČMI OI Praha vyvinula v období 2020-2023 systém pro kalibraci IČ teploměrů, termokamer a černých těles při různých vlnových délkách v teplotním rozsahu -30 do 1800 °C. Využití dutinkových černých těles svojí nezávislostí na vlnové délce měření umožňují poskytovat kalibrační služby téměř bez omezení.

Laboratoř navíc doplnila v rámci vývoje systém o sadu bezdotykových etalonů teploty, které pokrývají celé spektrum nejčastěji používaných vlnových délek. Pro nejnižší teploty se využívá systém v konfiguraci s pásmovým bezdotykovým teploměrem pracujícím na vlnové délce (8 až 14) μm , pro střední rozsah teplot je využíván technologický princip založený na lineárním pyrometru pracujícím na vlnové délce 1,6 μm . Pro nejvyšší teploty je používáno stejného technologického principu, ovšem lineární pyrometr pracuje ve viditelné části spektra na vlnové délce 650 nm. Pro atypické požadavky zákazníků byl systém doplněn ještě dvoubarevným pyrometrem a sadou speciálních kontaktních teploměrů. Metrologické parametry nového systému ČMI byly potvrzeny v rámci mezilaboratorního porovnání realizovaném v rámci evropského projektu EuraThermal.

Poskytované služby v celém rozsahu jsou již uvedeny do metrologické praxe ČMI OI Praha a deklarované související CMC jsou zapsány buď v databázi KCDB CIPM nebo v příloze o akreditaci ČMI.

Úkol splněn.



Obrázek 8: Nový systém ČMI pro kalibraci IČ teploměrů, termokamer a černých těles při různých vlnových délkách

c) V oboru měření vlhkosti pevných látek a plynů je cílem:

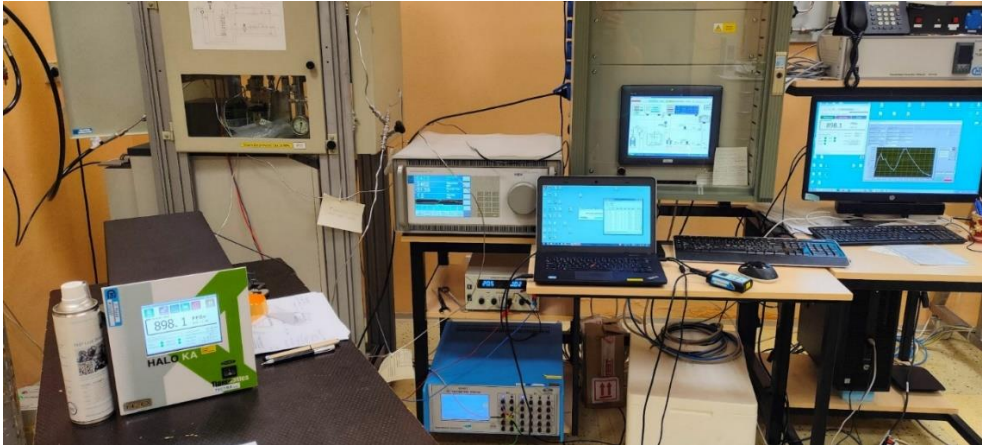
i. Vývoj nové metody měření fyzikálně-chemických parametrů dvousložkového systému kapalina-pára pro vodu

Termín: 12/2023

Vyhodnocení:

V rámci oddělení 1012 ČMI OI Praha byla v období 2022-2023 vyvinuta nová metoda měření fyzikálně-chemických parametrů dvousložkového systému kapalina-pára pro vodu. Metoda je založena na využití laserové absorpční spektroskopie za zvýšeného tlaku plynu až do 1 MPa. Výhodou tohoto principu je vysoká citlivost a nízký detekční limit, což umožňuje použití metody i pro speciální měření v technologiích, kde i stopové množství vody může způsobit kontaminaci. Samotné konstrukční řešení etalonážní aparatury je náročné na přesné stanovení teploty a tlaku, ale umožňuje dosahovat detekčního limitu na úrovni ppb (parts per billion). Metrologické parametry nové metody byly ověřeny porovnáním s národním metrologickým institutem USA (NIST). Nová metoda byla uvedena do metrologické praxe ČMI OI Praha v závěru roku 2023.

Úkol splněn.



Obrázek 9: Etalonální pracoviště ČMI OI Praha využívající novou metodu měření fyzikálně-chemických parametrů dvousložkového systému kapalina-pára pro vodu

d) V oboru termofyzikálních vlastností materiálů je cílem:

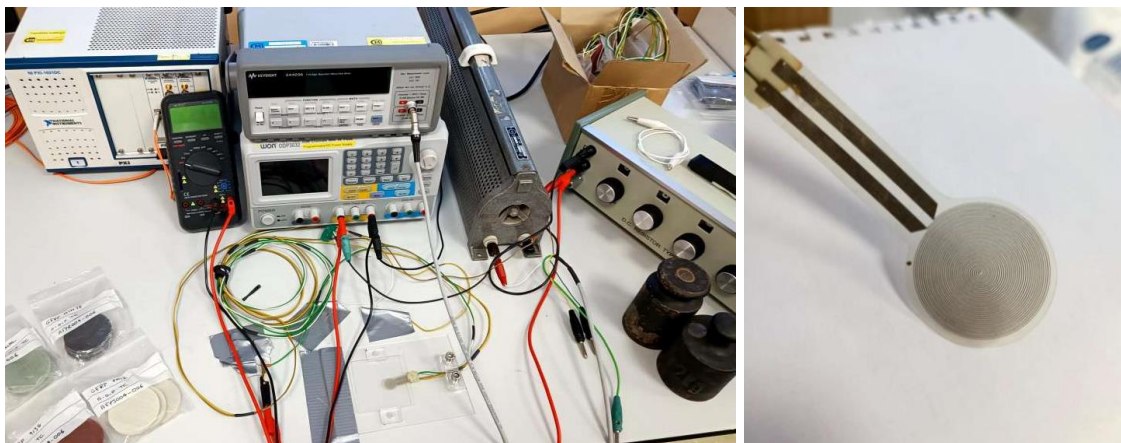
ii. Zajištění metrologické návaznosti pro měření tepelné vodivosti a tepelné difuzivity nestacionární metodou (TPS)

Termín: 12/2023

Vyhodnocení:

V rámci ČMI OI Praha byla v období 2021-2023 vypracována nová metoda pro realizaci metrologické návaznosti pro měření tepelné vodivosti a tepelné difuzivity nestacionární metodou (TPS) včetně realizace souvisejícího etalonážního zařízení využívajícího technologii horkého disku. Etalonážní zařízení vychází z principu definovaného mezinárodní normou ČSN EN ISO 22007-2 a zahrnuje samotný senzor, speciální komponenty pro upevnění senzoru z PMMA, stabilizovaný zdroj stejnosměrného napětí OWON ODP3032, multimetr Keysight 34420A, reostat a rezistor s nastavitelným odporem. Pro zajištění kontaktu mezi senzorem a vzorkem materiálu je využito 2 kg závaží. Sestava je řízena LabView aplikací a samotné zpracování dat probíhá iterační metodou v softwaru Matlab. Metoda umožňuje rychlé a nedestruktivní měření tepelné vodivosti (λ) a tepelné difuzivity (α). Celý systém byl metrologicky charakterizován a validován s využitím referenčních materiálů národního metrologického institutu USA (NIST). Jako komerčně dostupná služba je nová metoda metrologické návaznosti měření tepelné vodivosti a tepelné difuzivity nestacionární metodou (TPS) dostupná od listopadu 2023.

Úkol splněn.



Obrázek 10: Etalonážní zařízení pro metrologickou návaznost měření tepelné vodivosti a tepelné difuzivity nestacionární metodou (TPS). Vpravo detail měřícího senzoru na principu tepelného disku.

VI. Metrologie akustiky a kinematiky

Rozvoj metrologie akustických a kinematických veličin bude zaměřen nejen do standardních oblastí, jako je průmysl, doprava nebo zdravotnictví, ale v případě akustiky i do oblastí umění, multimédií, komunikačních technologií i moderních technologií zábavního průmyslu tak, aby se metrologické možnosti přizpůsobily poptávce po metrologických službách i v těchto oborech. Koncepce rozvoje akustiky a kinematiky je rozdělena na dvě základní části, metrologii akustiky a metrologii kinematiky.

a) V oboru metrologie akustiky je cílem:

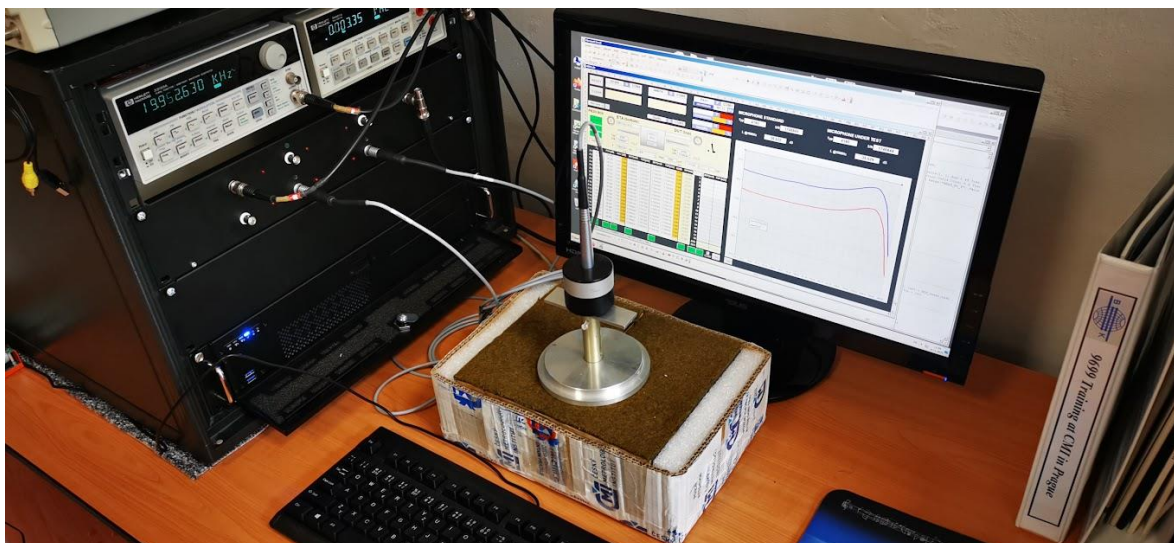
i. Realizace nové metody kalibrace akustického kalibrátoru pomocí automatizovaného měřicího systému

Termín: 12/2023

Vyhodnocení:

Princip konstrukce Automatizovaného měřicího systému (AMS) je založen na synchronizovaném propojení generátoru elektrických signálů a přesného multimetru. V ČMI LPM Praha byla v období 2022-2023 realizována nová metoda kalibrace akustického kalibrátoru s využitím automatizovaného měřicího systému včetně konstrukce plně automatizovaného etalonážního zařízení. Synchronizované propojení generátoru elektrických signálů a multimetru je řešeno pomocí GPIB sběrnice. Samotný proces měření je řízen pomocí počítače, převodníků USB/GPIB a modulu I/O USB programově ovládaných portů. Jako programové prostředí bylo zvoleno prostředí Visual Basic. Měřicí procedura ovládá nastavení signálové cesty propojovacího panelu, tedy připojeného generátoru a multimetru, výstupu signálu pro piezo komůrku a vstupy etalonového a kalibrovaného mikrofону. Součástí zařízení je kombinovaný zdroj napětí, umožňující použití mikrofónů, vyžadujících polarizační napětí, případně proudové napájení, umožňuje připojit mikrofóny prostřednictvím standardních konektorů BNC nebo LEMO. Měřicí procedura je doplněna grafickým, schematickým popisem zapojení měřicího řetězce a umožňuje spustit měření v manuálním, polo- nebo celo-automatizovaném režimu. Metoda byla validována porovnáním s klasickými metodami kalibrace akustického kalibrátoru a uvedena do metrologické praxe ČMI LPM Praha od začátku roku 2024.

Úkol splněn.



Obrázek 11: Etalonážní zařízení pro realizaci nové metody kalibrace akustického kalibrátoru pomocí automatizovaného měřicího systému

VII. Metrologie síly a momentu síly

Nebyl úkol.

VIII. Metrologie ionizujícího záření

Obor metrologie ionizujícího záření se uplatňuje v mnoha oblastech průmyslu, aplikovaného výzkumu a ochrany životního prostředí a je nepostradatelný zejména pro zdravotnictví a jadernou energetiku. Smyslem navržených cílů je zajištění metrologických potřeb, které vyplynou z rozvoje těchto oblastí.

V oboru metrologie ionizujícího záření je cílem:

i. Zajištění nové metody etalonáže veličiny emise pro plošné radionuklidové zdroje

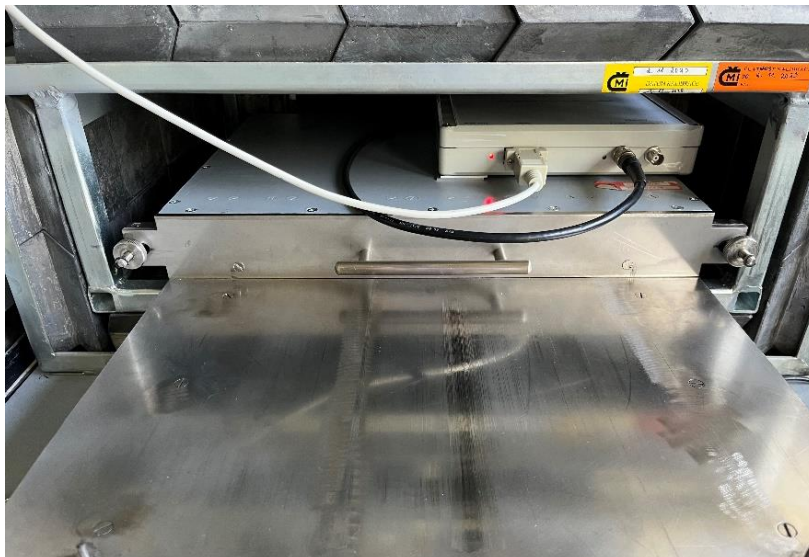
Termín: 12/2023

Vyhodnocení:

Cílem zavedení nové metody etalonáže veličiny emise pro plošné radionuklidové zdroje bylo zajistit metrologické prostředky pro standardizaci veličiny emise plošných radionuklidových zdrojů záření alfa a beta tak, aby byly v souladu s normou ISO 8769. Norma ISO 8769 doporučuje, aby certifikovaná hodnota emise byla stanovena pomocí velkoplošného 2π proporcionálního počítače.

Etalon emise byl na oddělení 1035 ČMI OI Praha vybudován s využitím velkoplošného bezokénkového proporcionálního počítače (VBPP), který byl navržen a vyroben v rámci ÚTR. V roce 2023 byla metoda metrologicky ověřena včetně charakterizace střednědobé stability etalonu. V červnu 2023 byl podán návrh na vyhlášení referenčního etalonu emise. Následně proběhlo úspěšné oponentní řízení a etalon emise plošných radionuklidových zdrojů záření alfa a beta byl vyhlášen referenčním etalonem ČMI, č. RCC 442-1/23-001. Pro stanovení certifikované veličiny emise referenčním etalonem se užívá postup přílohy č. 25 – Měření na bezokénkovém velkoplošném proporcionálním počítači, dokumentu 135-MP-C001 – Výroba a měření standardních radionuklidových zdrojů. Nová metoda etalonáže veličiny emise pro plošné radionuklidové zdroje je k dispozici v rámci služeb poskytovaných ČMI od 4.Q 2023.

Úkol splněn.



Obrázek 12: Velkoplošný bezokénkový proporcionální počítač (VBPP) vyvinutý a sestavený ČMI OI Praha

IX. Nanometrologie

V oboru nanometrologie je trendem rozvoj metod pro měření rozměrů a dalších fyzikálních veličin s rozlišením v řádu nanometrů, zejména v oblasti zlepšení metrologické návaznosti pro měření veličin využívaných v nanotechnologiích, jako jsou síla a mechanické vlastnosti (MEMS, nanokompozity), rozložení teploty a elektrických veličin (mikroelektronika) a optická odezva (solární články, fotonika). Metrologická návaznost v těchto oborech je poměrně komplikovaná a omezení možností měřicí techniky a související metodologie tak často brání přechodu z fáze Příloha 8 výzkumu a vývoje do oblasti průmyslových aplikací. Pro období 2022-2026 se jedná o následující cíle:

ii. Zabezpečení metrologické návaznosti pro měření topografie v rozsahu větším než 5x5 cm s nejistotou polohování menší než 10 nm

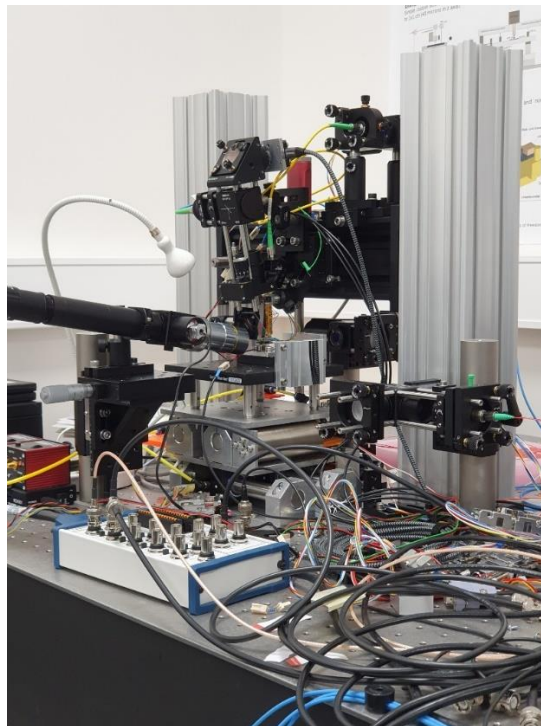
Termín: 12/2023

Vyhodnocení:

V letech 2022-2023 byla vyvinuta v rámci oddělení 6014 ČMI OI Brno referenční deska určená ke zpřesnění měření topografie na velkých plochách pomocí polohovacího systému využívajícího vzduchových vedení a cívek, jako generátorů posunutí. Nová verze řízení zpětné vazby při polohování umožňuje provádět rychlé vyhodnocení informací z interferometrů na hradlovém poli FPGA, včetně kompenzace nelinearity Heydenmannovou korekcí, což v kombinaci se simultánním čtením měřicí kartou umožňuje snížit nejistotu související s časovou prodlevou mezi čtením interferometrů a aktuální polohou.

Kombinací interferometrů, úhlových senzorů a kompenzačních piezoelektrických prvků umožnilo odstranit chyby související s natáčením stolku a tím dosáhnout požadované nejistoty. Systém byl také doplněn o nové nástroje pro řízení polohování a jeho kombinaci s dalšími prvky potřebnými pro měření topografie, využívajícími elektronickou desku RedPitaya. Do metrologické praxe ČMI OI Brno byl systém uveden v listopadu 2023.

Úkol splněn.



Obrázek 13: Etalonážní sestava pro měření na velkých plochách

X. Metrologie tlaku a vakua

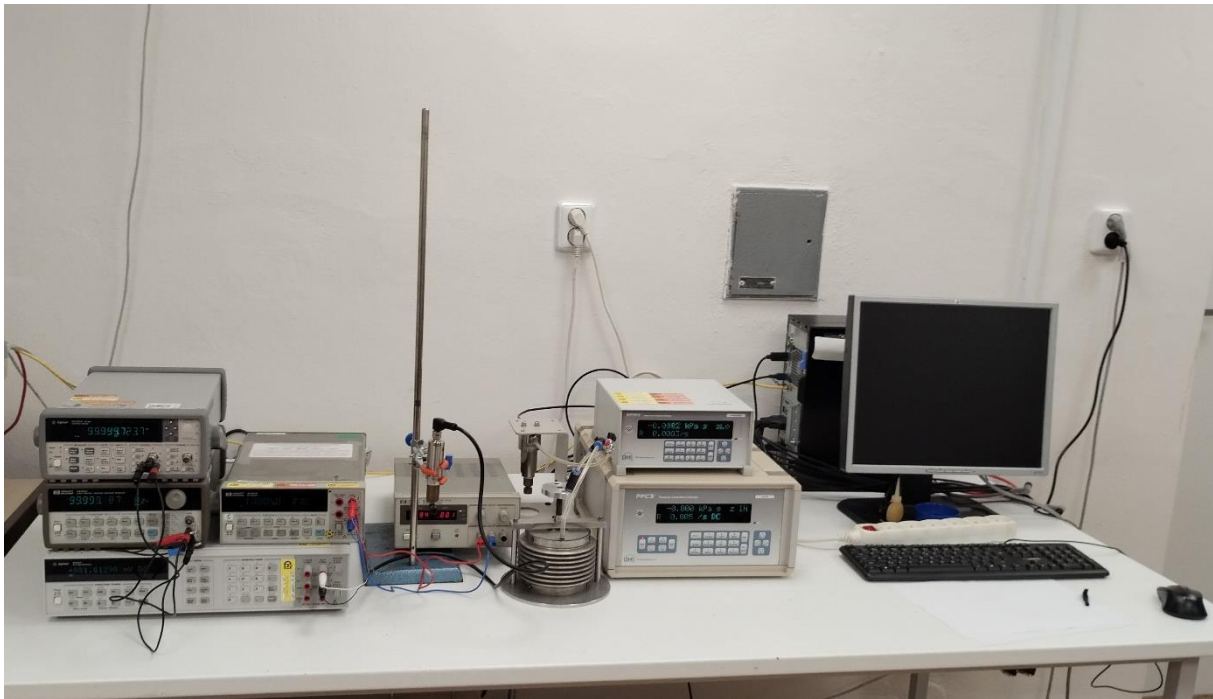
Obor je významný pro celou řadu průmyslových aplikací, zdravotnictví, ochranu životního prostředí. Zejména obor vakua je klíčový pro zajištění provozu pokročilých technologií. Projevuje se zde znatelný trend růstu požadavků na metrologické zajištění v čím dál vyšším vakuu. V oblasti metrologie tlaku a vakua je záměrem zlepšovat nejistoty státních etalonů, rozšířit technické parametry primární etalonáže, zvýšit automatizaci měření a výpočtů a reagovat na nové požadavky klíčových oborů, např. plynárenství. V oboru metrologie tlaku a vakua je cílem:

i. Vývoj nové metody pro zajištění metrologické návaznosti simulátorů oscilometrických signálů (dynamických tlaků s nízkou frekvencí i amplitudou) pro měřidla krevního tlaku
Termín: 12/2023

Vyhodnocení:

Zajištění metrologické návaznosti oscilometrických signálů byla doposud neřešená oblast v návaznosti měřidel a měření krevního tlaku. Simulátory měly metrologickou návaznost zajištěnou pouze statickým tlakem, což bylo nedostačující pro měření dynamických oscilometrických signálů. Pro zlepšení metrologické návaznosti oscilometrických simulátorů byla oddělením 6013 ČMI OI Brno vybudovaná aparatura na sekundární úrovni s návazností na primární etalony ČMI. Základem je přesný převodník tlaku s nízkou časovou konstantou, který je navázán na primární etalony tlaku. Výstupní signál je následně vzorkován přesným multimetrem s návazností na primární etalony elektrických veličin. Z naměřených hodnot jsou následně extrahovány oscilometrické signály pro další zpracování a vyhodnocení. Vybudovaná aparatura umožnila kontroly parametrů simulovaných oscilometrických signálů dle ISO/TS 81060-5. Nová metoda byla zavedena do metrologické praxe ČMI OI Brno v prosinci 2023.

Úkol splněn.



Obrázek 14: Etalonážní zařízení pro zajištění návaznosti simulátorů oscilometrických signálů (dynamických tlaků s nízkou frekvencí i amplitudou) pro měřidla krevního tlaku

XI. Metrologie tvrdosti

Nebyl úkol.

XII. Metrologie délky a rovinného úhlu

Jednotka délky jeden metr je odvozena z rychlosti šíření světla. Proto zdroje záření lasery a přístroje pracující s lasery (lasertracker, lasertracer, laserscanner, laserový interferometr a další) mají vysokou prioritu v oblasti výzkumu. Na tyto přístroje navazují optické přístroje a dále mechanické dotykové přístroje. Stále více se využívají a rozvíjejí metody kvantové fyziky, optiky, důležitou roli hraje rozvoj elektroniky a řízení. Rozsah měření délek je velký od měření atomových mřížek, přes nano a mikro metrologii, přes strojírenská měření a dále přes geodetické měření až k měření kosmických rozměrů.

V poslední době nabývá na významu měření ne jenom v jedné ose, ale ve dvou a třech osách - 3D-třídimensionální (souřadnicová) metrologie. Ta je zabezpečována 3D měřicími stroji, lasertrackery, optickými skenery a mnoha dalšími přístroji. K těmto třem měřeným osám dále přistupuje měření času. Mnoho přístrojů měří dobu návratu odraženého laserového paprsku a z této doby se určuje vzdálenost na základě znalosti rychlosti šíření světla. Potřeba současného měření délky a času vede i k měření rychlosti a zrychlení, což je využíváno např. u laserových interferometrů, u měřících přístrojů rychlosti (optické brány) nebo např. při měření velkých až meziplanetárních vzdáleností. Pod obor měření délek patří i měření rozměrů, tvarů, odchylek tvarů, drsnosti a vlnitosti, měření obecných ploch a v neposlední řadě úhlu. Úhel se měří a vyhodnocuje na základě buď rovinné a prostorové trigonometrie, nebo pomocí speciálních přístrojů. Metrologie délky úzce zasahuje do měření dalších veličin a jednotek jako je tlak (měření plochy pístu), rychlost, zrychlení, moment síly a další. Je důležitá v nových technologiích (výroba nano vláken, 3D tisk atd.). Metrologie délky je rovněž využívána v zeměměřičtví. Pro tyto účely je uchováván státní etalon délky 25 m až 1450 m.

a) V oboru metrologie délky je cílem:

ii. Zajištění přímé návaznosti ze státního etalonu geometrických rozměrů 3D objektů na nejpřesnější skenery s modrým světlem pro potřeby zdravotních přístrojů, zdravotních pomůcek a náhrad i pro výroby nových technologií

Termín: 12/2023

Vyhodnocení:

Oddělení 8015 ČMI LPM Praha vyvinulo v letech 2022-2023 novou metodu pro zajištění přímé návaznosti jednotky délky ze státního etalonu geometrických rozměrů 3D objektů na měřidla typu optické 3D skenery se zaměřením na nejpřesnější typy s modrým světlem pro potřeby zdravotních přístrojů, zdravotních pomůcek a náhrad i pro výroby nových technologií. Návaznost je provedena pomocí specializovaných geometrických etalonů predikovaného tvaru. Tyto etalony jsou metrologicky navázané s nejistotou měření $U=(0,3+1L) \mu\text{m}$, kdy L je v m. Toto nové zajištění přímé návaznosti bylo uvedeno do metrologické praxe ČMI LPM Praha od druhého pololetí roku 2023.

Úkol splněn.



Obrázek 15: Kalibrace specializovaného geometrického etalonu s tvarem koule na Státním etalonu geometrických rozměrů 3D objektů ČMI LPM Praha.

XIII. Metrologie optických veličin

Radiometrická a fotometrická měření jsou důležitá pro širokou škálu průmyslových odvětví a aplikací, včetně osvětlení, polovodičové techniky, fotovoltaiky, optické komunikace, automobilového průmyslu, sledování změn klimatu ad. Spektrální rozsah měřených veličin je (200 - 50 000) nm. Toto vymezení respektuje členění oboru postupně ustálené v rámci CCPR BIPM a následně v databázi KCDB CIPM.

a) V oboru radiometrie je cílem:

i. Zajištění metrologické návaznosti radiometrů a spektro-radiometrů pro měření erythemy UV záření pro vyhodnocení rizika poškození lidské pokožky, zajištění mezinárodní ekvivalence měření na úrovni BIPM CCPR (nejistota měření na úrovni 3,5 % relativně)

Termín: 12/2023

Vyhodnocení:

Oddělením 8018 ČMI LPM Praha byla v období 2020-2023 vyvinuta metoda zajištění metrologické návaznosti radiometrů a spektro-radiometrů pro měření erythemy UV záření pro vyhodnocení rizika poškození lidské pokožky. Dále byl dokončen a realizován vývoj primárního etalonového detektoru erythemy ČMI. Výsledky validačních měření stupnice erythemy v metrologickém schématu návaznosti optické radiometrie ČMI potvrdily celkovou nejistotu primárního etalonového detektoru na úrovni 3,2 % relativně s využitím referencí světového radiačního centra v Davosu a národního metrologického institutu MSL z Nového Zélandu. Do metrologické praxe ČMI LPM Praha bylo nové zajištění metrologické návaznosti zavedeno od počátku roku 2024.

Úkol splněn.



Obrázek 16: Detail měřícího uspořádání pro kalibraci spektrometrů a detektorů pro měření efektivní ozáření erythemy v ČMI LPM Praha

b) V oboru fotometrie je cílem:

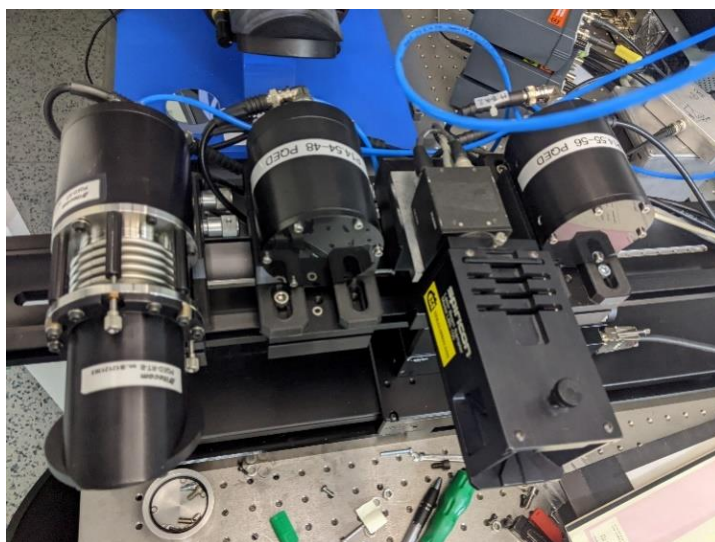
i. Implementace kvantově predikovatelného absolutního detektoru (PQED) jako primárního fotometru pro zajištění SI návaznosti veličiny svítivost v oboru fotometrie LED světelných zdrojů včetně vývoje nových metod měření

Termín: 12/2023

Vyhodnocení:

Oddělením 8018 ČMI LPM Praha byla v období 2022-2023 vyvinuta a implementována nová metoda realizace jednotky SI candela pro zdroje LED se spektrálně omezeným emitovaným zářením na viditelnou oblast, založená na kvantově predikovatelných nefiltrovaných absolutních primárních detektorech PQED. Tím byla podstatně zkráceno metrologické schéma návaznosti jednotky na základní fyzikální konstanty a snížena nejistota realizace na úroveň 0,3 % ($k=2$). Systém byl charakterizován v roce 2023 a následně validován ve spolupráci s ostatními členy sdružení EURAMET. Do metrologické praxe ČMI LPM Praha byl systém včetně nových metod měření zaveden od ledna 2024.

Úkol splněn.



Obrázek 17: Sada primárních nefiltrovaných fotometrů ČMI LPM Praha založených na absolutních detektorech PQED

XIV. Metrologický software

Nebyl úkol.

XV. Měření tíhového zrychlení

Nebyl úkol.

XVI. Metrologie času a frekvence

V oboru metrologie času a frekvence je cílem:

i. Zajištění měření optických etalonů frekvence pomocí ultrapřesného femtosekundového hřebene a jeho využití pro optické hodiny a primární etalonář délky

Termín: 12/2023

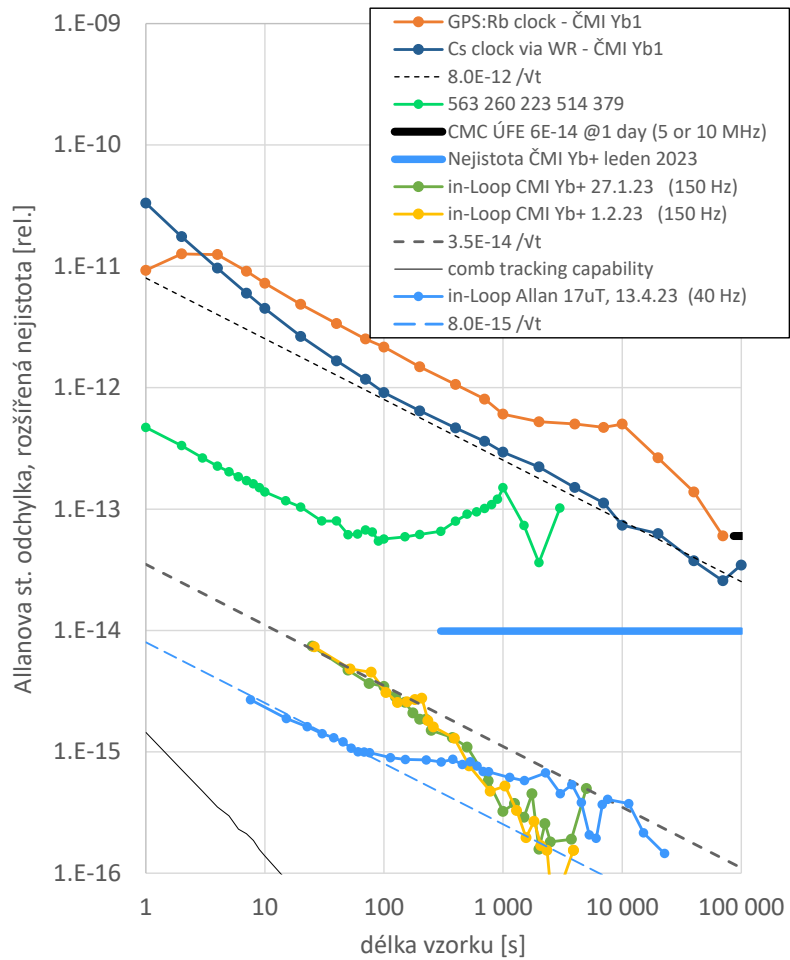
Vyhodnocení:

Frekvence je aktuálně nejpřesněji měřitelná veličina – realizace současné definice sekundy dosahují relativní nejistoty 2×10^{-16} . Frekvence a její jednotka je proto zvolena za základ systému SI a na měření frekvence se převádí i řada měření jiných veličin. Ještě vyšší relativní přesnosti dosahují etalony nepracující v radiofrekvenční, ale v optické oblasti („optické hodiny“). V ČMI probíhá dlouholetý vývoj etalonu na principu optických hodin s jedním zachyceným a laserem chlazeným iontem ytterbia. Jeho první verze byla vyhlášena státním etalonem v dubnu 2023. Pokud má optický etalon frekvence sloužit jako reference pro měření jiných frekvencí nebo pro měření času, je potřeba speciální zařízení, které převede optickou frekvenci v řádu stovek terahertz na jiné požadované optické frekvence nebo na radiofrekvenční frekvence, které lze přímo zpracovat.

Takovým zařízením je femtosekundový generátor hřebene optických frekvencí, který s naprosto zanedbatelným příspěvkem k nejistotě zprostředkovává návaznost mezi radiofrekvenčními etalony (typicky distribuujícími signál 10 MHz) a optickými etalony pracujícími s frekvencemi (190 až 500 a více) THz. Femtosekundový hřeben ČMI je provozován v laboratoři SE délky č. 904 a etalon s iontem ytterbia v laboratoři č. 905 v prvním suterénu ČMI LPM. Obě laboratoře byly propojeny koaxiálním kabelem 10 MHz a optickým vláknem pro fundamentální frekvenci „hodinového“ laseru. Femtosekundový hřeben může být zapojen (stabilizován, referencován) dvěma způsoby. Za prvé na referenci 10 MHz – pak ji přenáší na/do optické oblasti tak, že násobí opakovací frekvenci femtosekundového laseru celým číslem na jednotlivé módy „zuby“ femtosekundového hřebene. Za druhé na optickou referenci – pak na ni stabilizuje opakovací frekvenci a virtuálně optickou frekvenci dělí celým číslem. V obou případech je zachována relativní nejistota, fázový šum se v prvním případě násobí, ve druhém dělí, což umožňuje generaci ultrastabilních radiofrekvenčních signálů. Oba tyto způsoby byly implementovány, charakterizovány a validovány. Následně byla upravena metodika měření.

S femtosekundovým hřebem ČMI již byla provedena řada měření pro porovnání optických hodin s 10 MHz signálem rubidiových hodin řízených signálem GPS i s 10 MHz signálem státního etalonu času a frekvence a výsledky byly použity jako jeden z podkladů pro vyhlášení nového státního etalonu frekvence a vlnové délky na bázi iontu ytterbia. Femtosekundový hřeben řízený ytterbiovým optickým etalonem byl použit pro kalibraci jiného velmi přesného optického etalonu 532 nm ČMI YAG1, což umožnilo dříve nedostupné určení jeho stability.

Úkol splněn.



Obrázek 18: Ukázka stabilit při měření s radiofrekvenčními (GPS Rb clock, Cs clock via WR) a optickými (ČMI YAG1, ČMI Yb+) etalony frekvence a femtosekundovým hřebenem ČMI

SEZNAM OBRÁZKŮ

<u>Obrázek 1: Speciální etalonážní zařízení pro hydrostatické vážení používané pro zpřesnění postupu primární etalonáže jednotky hmotnosti v ČMI OI Brno</u>	15
<u>Obrázek 2: Softwarového prostředí SOP/POP s implementovanými inteligentními šablonami vyvinutými pro jednotlivé druhy stanovených měřidel v oblasti hmotnosti</u>	16
<u>Obrázek 3: Finální ověřovací měření v bezdrazové komoře ČMI a detail použité trychtýřové antény</u>	17
<u>Obrázek 4: Použití Multiplexeru pro zajištění metrologické návaznosti státního etalonu elektrického výkonu na kvantový etalon střídavého napětí v ČMI OI Brno</u>	18
<u>Obrázek 5: Etalonážní zařízení pro zajištění metrologické návaznosti měřičů elektrického náboje ČMI OI Praha</u>	19
<u>Obrázek 6: Přesné etalonážní zařízení ČMI OI Praha pro analýzu návykových látek</u>	20
<u>Obrázek 7: Detailní ukázka tlakové lahve Nproxx a schéma zapojení mobilního etalonážního zařízení pro ověřování vodíkových stojanů založené na gravimetrické metodě</u>	21
<u>Obrázek 8: Nový systém ČMI pro kalibraci IČ teploměrů, termokamer a černých těles při různých vlnových délkách</u>	22
<u>Obrázek 9: Etalonážní pracoviště ČMI OI Praha využívající novou metodu měření fyzikálně-chemických parametrů dvousložkového systému kapalina-pára pro vodu</u>	23
<u>Obrázek 10: Etalonážní zařízení pro metrologickou návaznost měření tepelné vodivosti a tepelné difuzivity nestacionární metodou (TPS). Vpravo detail měřicího senzoru na principu tepelného disku.</u>	23
<u>Obrázek 11: Etalonážní zařízení pro realizaci nové metody kalibrace akustického kalibrátoru pomocí automatizovaného měřicího systému</u>	24
<u>Obrázek 12: Velkoplošný bezokénkový proporcionální počítač (VBPP) vyvinutý a sestavený ČMI OI Praha</u>	25
<u>Obrázek 13: Etalonážní sestava pro měření na velkých plochách</u>	26
<u>Obrázek 14: Etalonážní zařízení pro zajištění návaznosti simulátorů oscilometrických signálů (dynamických tlaků s nízkou frekvencí i amplitudou) pro měřidla krevního tlaku</u>	27
<u>Obrázek 15: Kalibrace specializovaného geometrického etalonu s tvarem koule na Státním etalonu geometrických rozměrů 3D objektů ČMI LPM Praha</u>	29
<u>Obrázek 16: Detail měřicího uspořádání pro kalibraci spektrometrů a detektorů pro měření efektivní ozářenosti erythemy v ČMI LPM Praha</u>	30
<u>Obrázek 17: Sada primárních nefiltrovaných fotometrů ČMI LPM Praha založených na absolutních detektorech PQED</u>	30
<u>Obrázek 18: Ukázka stabilit při měření s radiofrekvenčními (GPS Rb clock, Cs clock via WR) a optickými (ČMI YAG1, ČMI Yb+) etalony frekvence a femtosekundovým hřebenem ČMI</u>	32