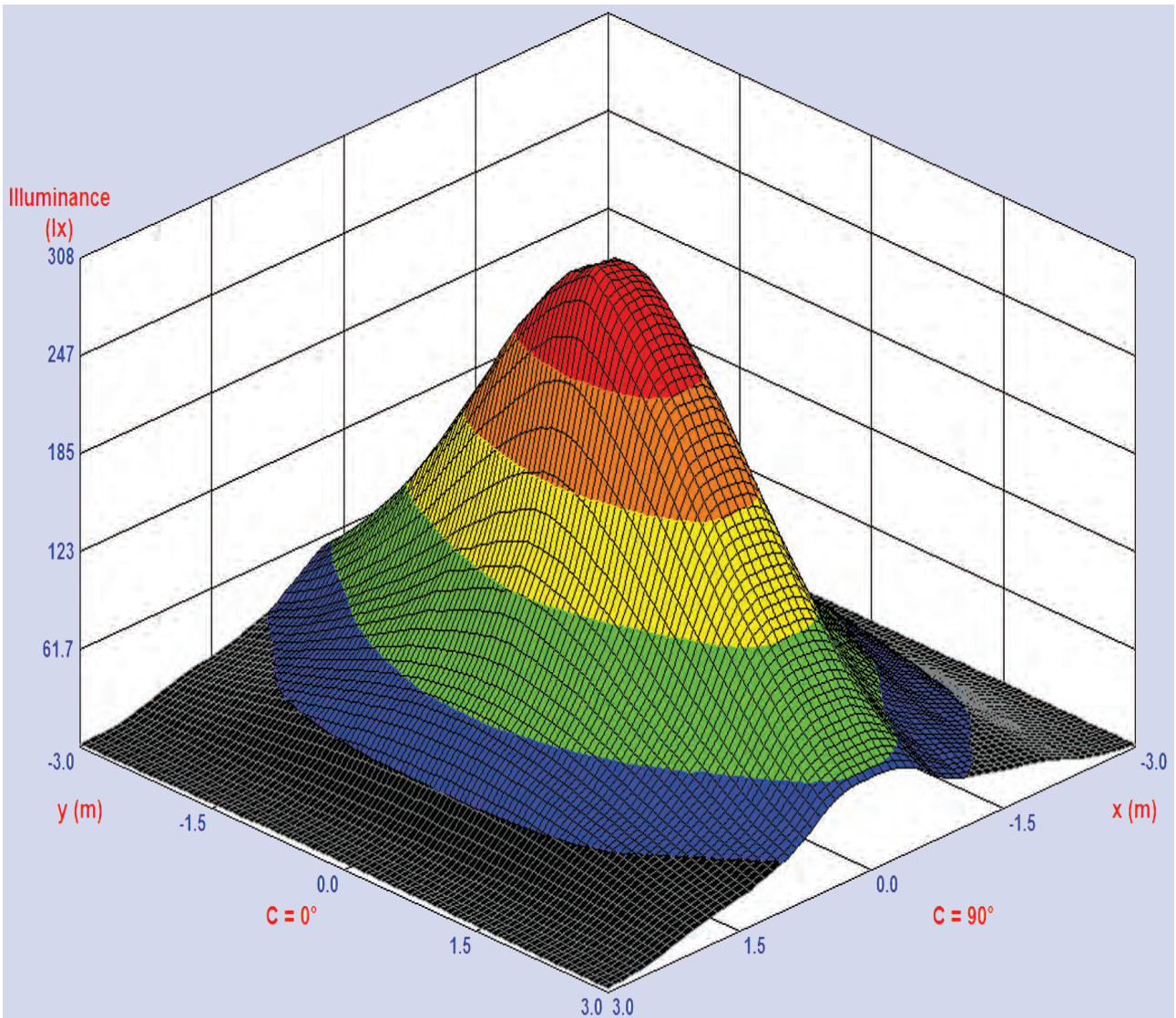


4/2021
ROČNÍK 30

METROLOGIE

VĚDECKÁ
LEGÁLNÍ
PRAKTICKÁ



Maximum Illuminance = 308 lux
Mounting Height = 2.7 m

METROLOGIE V PRAXI

**Ing. Jana Gerneschová; Ing. Petr Kliment;
doc. RNDr. Jiří Tesař Ph.D.; Dr. Ing. Marek Šmíd**
Měření parametrů LED světelných zdrojů a svítidel
prostřednictvím zrcadlového goniometru v ČMI2

Ing. Leoš Vyskočil; Ing. Petra Vrtel'ová
Meranie objemu guľového ponorného telesa pre
hydrostatické stanovenie hustoty kvapalín5

VĚDA A VÝZKUM

Doc. Ing. Jaroslav Roztočil, CSc.; Ing. Vojtěch Vigner, Ph.D.;
Ing. Radek Sedláček, Ph.D.; Ing. Michal Špaček;
Ing. Stanislav Roškot; Ing. Blanka Čemusová;
Ing. Alexander Kuna, Ph.D.; RNDr. Ing. Vladimír
Smotlacha, Ph.D.; Ing. Josef Vojtěch, Ph.D.
Porovnávání časových stupnic UTC(FEL) a UTC(TP)
pomocí technologie White Rabbit9

Ing. Václav Hora
Exkluzivní test nápadně vybočujících údajů15

INFORMACE

Ing. Jiří Kazda
Informace o práci ČKS z.s.18

Mgr. Svatava Lagronová Ph.D.;
Ing. Milada Chudíčková Ph.D.
Zdravotnické prostředky s měřicí funkcí
na jednotném trhu20

Ing. Petr Kříž
Motorová paliva, jejich současnost a budoucnost
Část druhá – Vyhláška č. 516/2020 Sb. o požadavcích
na pohonné hmoty28

doc. Ing. Jiří Horský, CSc.
Mezinárodní slovník metrologie - návrh čtvrtého
vydání31

HISTORIE

Ing. Miroslav Netopil
Počátky akreditace kalibračních laboratoří
v Československu a České republice – Část II33

Nabídka akcí ČMS

METROLOGY IN PRACTICE

**Ing. Jana Gerneschová; Ing. Petr Kliment;
doc. RNDr. Jiří Tesař Ph.D.; Dr. Ing. Marek Šmíd**
Measuring Parameters of LED Lamps and Luminaires
Using a Mirror Goniophotometer at ČMI2

Ing. Leoš Vyskočil; Ing. Petra Vrtel'ová
Measuring the Volume of a Spherical Immersed Body
for Hydrostatic Determination of Density of Liquids5

SCIENCE AND RESEARCH

Doc. Ing. Jaroslav Roztočil, CSc.; Ing. Vojtěch Vigner, Ph.D.;
Ing. Radek Sedláček, Ph.D.; Ing. Michal Špaček;
Ing. Stanislav Roškot; Ing. Blanka Čemusová;
Ing. Alexander Kuna, Ph.D.; RNDr. Ing. Vladimír
Smotlacha, Ph.D.; Ing. Josef Vojtěch, Ph.D.
Comparison of UTC(FEL) and UTC(TP) Time Scales
Using the White Rabbit Technology9

Ing. Václav Hora
An Exclusive Test for Conspicuously Deviating Data15

INFORMATION

Ing. Jiří Kazda
Information about the Activities of ČKS z.s.18

Mgr. Svatava Lagronová Ph.D.;
Ing. Milada Chudíčková Ph.D.
Medical Devices with a Measuring Function
in the Single Market20

Ing. Petr Kříž
Motor Fuels, Their Present and Future
Part II - Decree No. 516/2020 Coll., on Fuel
Requirements28

doc. Ing. Jiří Horský, CSc.
The International Vocabulary of Metrology -
Proposed Fourth Edition31

HISTORY

Ing. Miroslav Netopil
The International Vocabulary of Metrology -
Proposed Fourth Edition33

The List of ČMS Events



Vážení odběratelé a čtenáři časopisu Metrologie

Upozorňujeme, že zájemci o odběr časopisu Metrologie by si měli zajistit **předplatné** formou objednávky předplatného pro rok 2022.

Objednávku zašlete poštou nebo mailem na:

PhDr. Bořivoj Kleník, nakladatelský servis Q-art, Bezdědice 19, 294 25 Katusice. IČ-17004438, DIČ-CZ500723418,
mobil: 603 846 527, e-mail: klenik@q-art.cz

Celoroční předplatné se stanovuje za dobrou kompletního ročníku. Na základě objednávky vám bude zaslána faktura/daňový doklad na úhradu ceny objednaného celého ročníku časopisu Metrologie pro rok 2022, která činí **80 Kč/výtisk + poštovné a balné 50 Kč + DPH 10 %**. Metrologie vychází čtvrtletně.

MĚŘENÍ PARAMETRŮ LED SVĚTELNÝCH ZDROJŮ A SVÍTIDEL PROSTŘEDNICTVÍM ZRCADLOVÉHO GONIOFOTOMETRU V ČESKÉM METROLOGICKÉM INSTITUTU

**Ing. Jana Gerneschová^{1,2}, Ing. Petr Kliment^{1,2},
doc. RNDr. Jiří Tesař, Ph.D.^{1,2},
Dr. Ing. Marek Šmíd²**

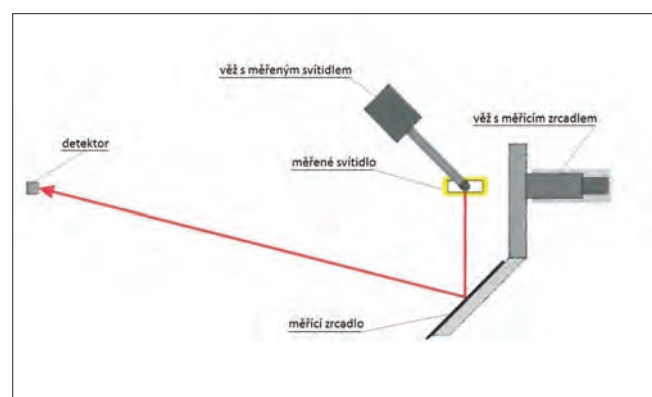
¹ Slovenská technická univerzita v Bratislave, Strojnícka fakulta

² Český metrologický institut

V Českém metrologickém institutu se charakterizace LED světelných zdrojů a svítidel kompletně provádí prostřednictvím aparatury automatizovaného zrcadlového goniofotometru. Jedná se o unikátní zařízení vyrobené na zakázku pro ČMI. Dosahuje nejvyšší primární metrologické úrovně v ČR a umožňuje kvalitní metrologickou charakterizaci světelně technických a energetických parametrů nejen LED a OLED světelných zdrojů, ale také všech typů světelných zdrojů, svítidel a umělého osvětlení obecně.

Aparatura zrcadlového goniofotometru

V případě zrcadlového goniofotometru ČMI se jedná o konstrukční uspořádání goniofotometru s otočným zrcadlem, které kolem vodorovné osy měřeného světelného zdroje rotuje o celých 360°. Reflexní plocha zrcadla směruje dopadající paprsky do měřicí hlavy. Sběr dat se provádí v rozsahu úhlů 0° – 180°. Zároveň světelný zdroj rotuje podle své vertikální osy v rozsahu úhlů 0° – 360°. Systém tak umožňuje měření celkového světelného toku a prostorové rozložení svítivosti v následujících geometriích: CIE typ C/Gama pro svítidla, CIE typ B/Beta pro reflektory a CIE typ A/Alfa pro návěstidla.



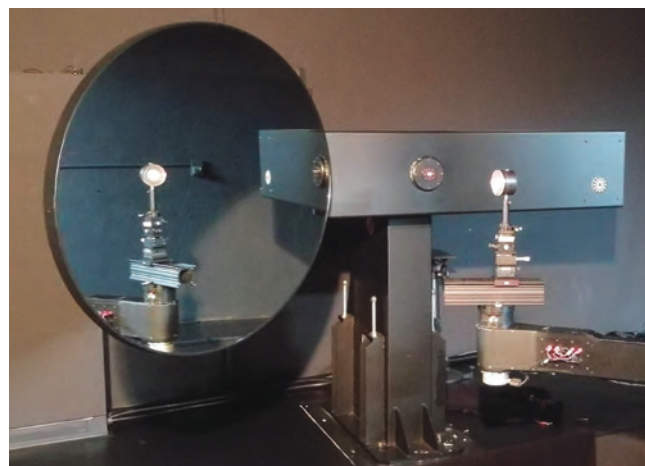
Obr. 1: Princip měření na zrcadlovém goniofotometru

Měřený zdroj světla se díky dostatečně velké konstantní měřicí vzdálenosti zrcadlového goniofotometru (14,710 m) blíží bodovému světelnému zdroji. Aparatura tak umožňuje měřit vzorky s maximálním rozměrem 120 cm, přičemž testovaný vzorek zůstává během měření ve své navržené provozní poloze.

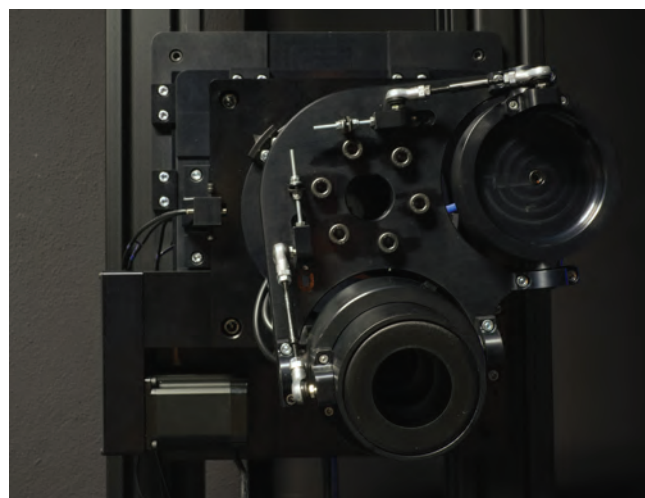
Tabulka 1: Základní metrologické parametry goniofotometru

Spektrální rozsah	360 nm – 830 nm
Nejistota měření vlnové délky	0,2 nm
Šířka pásma FWHM	5 nm
Fotometrická vzdálenost	14,710 m
Úhlová přesnost goniofotometru	0,001° pro zdroj 0,01° pro zrcadlo
Spektrální přizpůsobení fotometru f1'	0,8 %

Potřebnou stabilitu celému systému zajišťuje konstrukce sestávající ze dvou základních separátních věží. Rameno menší věže slouží k uchycení a napájení měřeného světelného zdroje a zároveň zajišťuje jeho rotaci. Rameno druhé věže nese oválné zrcadlo o rozměrech 1,9 m x 1,4 m, které obíhá kolem měřeného vzorku ve vzdálenosti 2 m. Rotující



Obr. 2: Zrcadlový goniofotometr



Obr. 3: Detailní pohled na detekční systém zrcadlového goniofotometru

zrcadlo směřuje dopadající paprsky vždy do detekčního systému tvořeného přesným spektrálně korigovaným a teplotně stabilizovaným fotometrem a alternativně absolutním spektrometrem s lineárním nízkošumovým chlazeným čipem.

K měření elektrických veličin měřených světelných zdrojů se využívá přesných širokopásmových wattmetrů.

Mezi další nezbytné prvky aparatury zrcadlového goniofotometru ČMI náleží zdroje světla, držáky pro měřené zdroje světla, napájecí zdroj střídavého a stejnosměrného proudu (AC/DC), teplotní senzor, vlhkoměr a další příslušenství.

Podmínky měření LED světelných zdrojů a svítidel

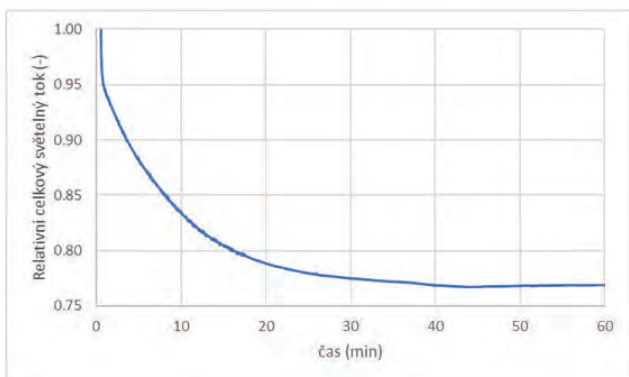
Měření charakteristik LED světelných zdrojů a svítidel se provádí prostřednictvím zrcadlového goniofotometru v souladu s normou *ČSN EN 13032-4+A1 Světlo a osvětlení – Měření a uvádění fotometrických údajů světelných zdrojů a svítidel - Část 4: LED zdroje s patiči, moduly a svítidla*, harmonizovanou s globální normou CIE S 025/E:2015. Popsané metody měření lze uplatnit také v případě zkoušení zdrojů OLED.

Zkušební místnost

Při měření světelných zdrojů je žádoucí, aby na fotometrickou hlavu dopadalo světelné záření zdroje přímo, nikoli odrazem například od stěn laboratoře. Hlava fotometru zrcadlového goniofotometru musí zabírat pouze obraz zdroje světla v zrcadle, proto se využívá speciálně upraveného a uspořádaného prostoru tak, aby bylo minimalizováno parazitní rozptýlné světlo, které z měřeného zdroje světla na fotometr nedopadá přímo. Pokud se tedy povrchy místnosti nacházejí v záběru fotometrické hlavice, musí mít matně černou barvu. K zakrytí těchto povrchů se využívá černého sametu nebo koberce s nižší odrazností.

Stabilizace světelného zdroje záření

Měření LED zdrojů se v zásadě neliší od měření konvenčních světelných zdrojů, s tím rozdílem, že LED zdroje jsou mnohem více teplotně závislé, je tedy nutné před samotným měřením ponechat zdroj po zapnutí dostatečně dlouho teplotně stabilizovat. V případě LED světelných



Obr. 4: Typický průběh časové závislosti celkového světelného toku po zapnutí LED světelného zdroje

zdrojů se jedná o doporučenou a zároveň v ČMI empiricky ověřenou dobu stabilizace zdroje před započítáním měření v délce minimálně cca 1 hod. V závislosti na tom, jak je světelný zdroj masivní a jakým způsobem je řešený jeho chladič, může být doba potřebná ke stabilizaci světelného zdroje delší. Podstatná je i stabilní a definovaná okolní teplota v laboratoři a minimalizace proudění vzduchu kolem měřeného vzorku, viz níže.

Okolní teplota v místnosti

V průběhu měření je nutné dbát na adekvátní nastavení okolní teploty v laboratoři, v případě LED světelných zdrojů a svítidel se jedná o hodnotu $(25 \pm 1,2) ^\circ\text{C}$.

Měřený zdroj světla a senzor teploměru nesmí být přímo zasazeny prouděním vzduchu či sálavým teplem, uspořádání klimatizace a topných těles v laboratoři musí odpovídat požadovanému nastavení okolní teploty.

Přímé záření z měřeného zdroje nesmí vykazovat vliv na měření teploty v laboratoři. Měření okolní teploty se provádí ve vzdálenosti maximálně jeden a půl metru od povrchu zapnutého světelného zdroje a světlo na teplotní čidlo nesmí dopadat přímo, teplotní senzor je před přímým optickým zářením chráněn stíněním.

Proudění vzduchu

Výhodou využití zrcadlového goniofotometru pro měření LED světelných zdrojů je skutečnost, že LED zdroj během měření zůstává v tzv. „burning position“ – v provozní poloze, tedy v pozici, v níž je běžně provozován. V této pozici dochází k chlazení čipu za stejných podmínek jako při standardním provozu světelného zdroje. Vlastnosti LED zdrojů, jako je především celkový světelný tok a kolorimetrické parametry, vykazují závislost na teplotě. Pokud by byl LED zdroj při měření umístěn v jiné poloze, mohou být s ohledem na odlišný charakter proudění vzduchu výsledky měření tímto ovlivněny. Proudění vzduchu v okolí měřeného LED zdroje může vést ke snížení jeho efektivní pracovní teploty, a tím zvýšit celkový světelný tok. Pohyb vzduchu může být způsoben jednak vnějšími podmínkami v laboratoři, ale také pohybem zdroje světla či pohybem ramen goniofotometru v průběhu měření. Proudění vzduchu v blízkém okolí LED světelného zdroje nesmí překročit hodnotu 0,1 m/s.

Zkušební napětí

Zkušební napětí na připojovacích svorkách musí být nastaveno na hodnotu jmenovitého napětí zdroje světla nebo jmenovitého napětí použitého předřadníku. Stabilita napájecího napětí pro LED světelné zdroje je 0,4 % pro AC a $\pm 0,2$ % pro DC.

Měřené parametry

Světelné zdroje je nutné k měření prostorových fotometrických a kolorimetrických vlastností dodat včetně veškerého potřebného příslušenství, popřípadě včetně technické dokumentace. Vždy se provádí kontrola mechanické a elektrické bezpečnosti každého světelného zdroje a také se prověřuje jeho provozuschopnost.

V běžné praxi je optimální, aby byl LED zdroj před měřením jeho charakteristik dostatečně dlouhou dobu provozován; pokud není dostatečně zahořen, jeho celkový světelný tok běžně klesá a není stabilní. V případě LED světelných zdrojů se doporučuje doba zahoření minimálně 300 hod.

Fotometrické a kolorimetrické vlastnosti měřených světelných zdrojů a svítidel jsou závislé na poloze zdroje, jak již bylo zmíněno, proto je před započítáním samotného měření světelný zdroj umístěn do provozní polohy, kde se nechá v zapnutém stavu teplotně stabilizovat.



Obr. 5: Měření prostorových fotometrických a spektrálních charakteristik

Fotometrické veličiny

Měření fotometrických vlastností svítidel a světelných zdrojů se provádí prostřednictvím přesného fotometru skládajícího se z fotometrické hlavy s přesnou vstupní aperturou a umožňujícího měření fotometrických vlastností světelného zdroje v různých úhlech.

Jedná se o tyto veličiny:

- prostorové rozložení svítivosti (cd),
- celkový světelný tok (lm),
- vyzařovací úhel (°),
- měrný výkon světelného zdroje (lm/W),
- další veličiny podle konkrétních specifických požadavků.

Elektrické parametry

Pro účely měření elektrických veličin je aparatura zrcadlového goniometru vybavena přesnými wattmetry.

LED světelné zdroje při svém provozu generují vyšší harmonické, proto je komplikované určit jejich příkon, při měření LED zdrojů by se tedy mělo využívat širokopásmových wattmetrů s šířkou pásma 1 MHz. Vzhledem k tomu, že spotřeba LED světelných zdrojů bývá ovlivněna také výstupní impedancí zdroje, který je použit pro napájení,

je nevhodnější užívat stabilizovaný napájecí zdroj na výstupu doplněný standardizovanou impedanční sítí.

Součástí kompletního měření je vždy i měření těchto elektrických parametrů:

- elektrický příkon,
- elektrický proud,
- elektrické napětí,
- účinník,
- celkové harmonické zkreslení.

Spektrální charakteristiky

Spektrální vyzařovací charakteristiky svítidel a světelných zdrojů se měří absolutním spektrometrem s lineárním nízkošumovým chlazeným čipem. Jedná o integrovaný přesný spektrometr s unikátní schopností měřit spektrální charakteristiky světelného zdroje v různých úhlech.

Ze spektrálních vyzařovacích charakteristik naměřených v různých úhlech jsou podle normy **ČSN EN ISO 11664-6 Kolorimetrie – Část 6: CIEDE2000 vzorce výpočtu barevného rozdílu** vypočítány kolorimetrické prostorově závislé parametry charakterizující barvu světla zdroje:

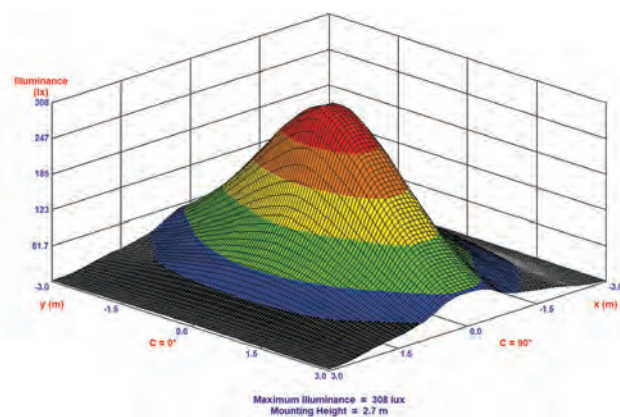
- kolorimetrické (trichromatické) souřadnice (x, y),
- náhradní teplota chromatičnosti T_{cp} (K),
- index podání barev R_a ,
- dominantní a průměrná vlnová délka (λ).

Interpretace prováděných měření

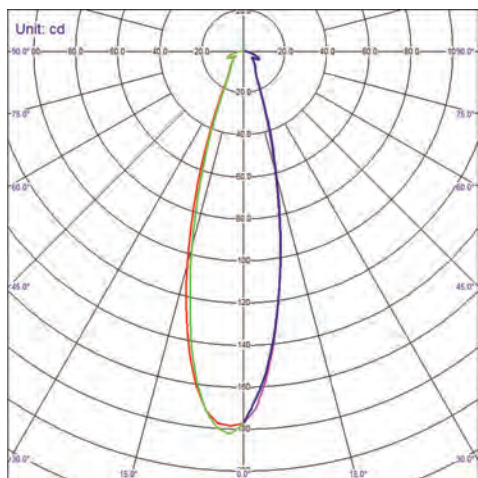
Výstupním dokumentem je **protokol o akreditované zkoušce** (Test report) s přílohami obsahujícími vyhodnocené parametry zkoušeného světelného zdroje jako fotometrické údaje, kolorimetrické charakteristiky, naměřené i vypočtené elektrické parametry. Data jsou zpracována v tabelované i grafické podobě. Alternativně je možné vydat **akreditovaný kalibrační list**.

Naměřená data jsou v elektronické podobě interpretována v různých standardizovaných formátech typu IES Files (*.ies), EULUMDAT Files (*.ldt), CIE Files (*.cie).

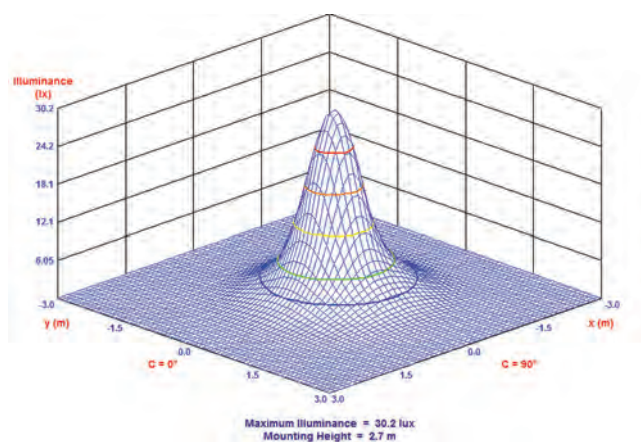
Exportovaná data mohou být dále využívána projektanty v návrzích osvětlovacích soustav pro 3D simulace osvětlení v různých prostorech a pro návrhy komplexních osvětlovacích soustav.



Obr. 6: 3D graf naměřeného rozložení osvětlenosti v rovině vzdálené 2,7 m od LED svítidla



Obr. 7: Prostorové rozložení svítivosti LED bodové žárovky



Obr. 8: Rozložení osvětlenosti na ploše vzdálené 2,7 m od bodové LED žárovky



MERANIE OBJEMU GUĽOVÉHO PONORNÉHO TELESÁ PRE HYDROSTATICKÉ STANOVENIE HUSTOTY KVAPALÍN

Ing. Leoš Vyskočil, Ing. Petra Virteřová

Metrológia Holding (Bratislava)

Úvod

Hustota je definovaná ako hmotnosť objemovej jednotky. Škála meradiel hustoty je dosť široká. V technickej praxi možno vidieť plávajúce hustomery (areometre), ktoré sú špecifikované na meranie hustoty konkrétnych kvapalín (sirupy, mušty, alkohol, kyselina sírová v akumulátore apod.), prípadne dokonalejšie a presnejšie vibračné hustomery. V laboratóriu možno vidieť napríklad Mohrove váhy, prípadne rôzne druhy pyknometrov. V zmysle metrologickej nadväznosti sú potrebné meradlá hustoty na primárnej, prípadne sekundárnej úrovni. Jednou z najpresnejších metód je práve metóda hydrostatického váženia. Táto je používaná ako na primárnej, tak aj na sekundárnej úrovni. Rozdiel je iba v spôsobe použitia ponorného telieska. V tomto článku je navrhnutá „lacnejšia“ verzia, ktorej výsledky však možno spoľahlivo použiť pre kalibračné účely.

V súvislosti s upresňovaním názvoslovia sa u nás pre hustotu začal raziť pojem „objemová hmotnosť“. Teoreticky je tento pojem správnejší, naráža však na tradície. Tento pojem je dávno využívaný napríklad v poľnohospodárstve, v stavebníctve a v leteckej doprave, kde sú balíky tiež charakterizované objemovou hmotnosťou. Definícia je podobná hustote (hmotnosť objemovej jednotky). Rozdiel je v tom, že sa jedná o hmotnosť objemu *nehomogénneho* materiálu¹. Z toho dôvodu zostávame predbežne u termínu „hustota“.

Meranie hustoty

Primárne meranie hustoty

Na primárnej úrovni sa hustota meria metódou hydrostatického váženia gule, ktorá má presne definovaný, vypočítateľný objem. Zo známych hodnôt objemu gule, tiaži² vo vzorke a tiaži vo vzduchu sa vypočíta hustota kvapaliny podľa vzorca (6).

Guľu možno zrealizovať s najmenším rozdielom medzi teoretickým a reálne vyrobiteľným telesom. Podľa neoficiálnej informácie cena gule zo špeciálneho materiálu (sklokeramika) zakúpená v PTB³ je asi milión Kč⁴. To je suma, ktorú si kalibračné laboratórium obvykle nemôže dovoliť.

Sekundárne meranie hustoty

Vzhľadom na to, že váženie je jedna z najpresnejších operácií v laboratóriu, je výhodné využiť tento princíp aj pri sekundárnych meraniach. Stačí získať lacnejšiu guľu a použiť rovnakú metódu, ako v prípade primárneho merania. Čo je na guľi také drahé? Hlavne presné opracovanie a zmeranie geometrických rozmerov pomocou drahého optického zariadenia. Objem telesa sa dá však určiť aj vážením telesa v kvapaline o známej hustote. Takou kvapalinou môže byť napríklad voda. Veľmi čistú vodu možno v súčasnosti získať pomerne ľahko. Hustota vody je známa s vysokou presnosťou. Tak sa zložitý optický meranie priemeru gule zredukujú na dve váženia. Vo vzduchu a vo vode. Požiadavka na dokonalú „guľovitost“ je v tomto prípade irelevantná. Týmto

¹ Napríklad štrk, piesok, obilie apod.

² Tiaž je kolmá zložka vektoru sily pôsobiacej na teleso

³ Physikalisch-Technische Bundesanstalt (NSR)

⁴ Cca 40 000 €

spôsobom sa určí správny objem, aj keby „guľa“ bola elipsoid. Práve tento postup sme použili v našom kalibračnom laboratóriu. Od firmy Ginzl sme zakúpili tzv. „vážeciu kouli“ (cca 12 €). Je to guľa o priemere asi 4 cm zo skloviny simax. Podľa normy [2] má sklo hustotu $2,23 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ a lineárny koeficient dĺžkovej rozťažnosti $3,35 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

Postup pri meraní

Pre tento druh merania je veľmi vhodné, ak majú váhy spodný záves. Dá sa síce pracovať aj bez neho. V tom prípade je meraná kvapalina umiestnená v skrinke váh na stolčeku premostujúcom miskú váh. Priama manipulácia s kvapalinou vo váhach je dosť riskantná, a ak to ide, radšej sa jej treba vyhnúť. Vo váhach je tiež problém s termostátovaním kvapaliny.

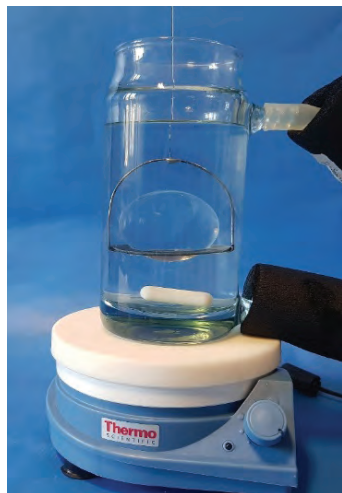
Ďalší problém je povrchové napätie medzi kvapalinou a závesným drôtikom. Vzniká tu sila, ktorú váhy registrujú a ktorá vôbec nesúvisí s hmotnosťou väženého predmetu. Meranie obyčajne prebieha v izotermickom režime. Znamená to, že nádobka, v ktorej je guľa väžená, je termostátovaná a pre rýchlejšie ustálenie teploty je kvapalina miešaná. Počas väzenia je samozrejme miešanie vypnuté. Toto sa dá uskutočniť iba pri váhach so spodným závesom⁵.

Postup je nasledovný. Závesné lôžko sa ponorí do kvapaliny hlbšie, ako je priemer gule. Váha sa vytáruje. Tým je eliminovaný jednak vztlak závesného telesa a jednak sila plynúca z povrchového napätia. Potom sa na závesné teleso opatrne vloží guľa.

Je výhodné, keď je guľa neustále v kvapaline a pri väžení závesného telesa sa iba mierne nadvihne. Výhody sú hneď dve. Jednak má guľa definovanú teplotu, zhodnú s teplotou kvapaliny, a jednak sa nemení celková výška kvapaliny a nemusí sa robiť korekcia na zmeny vztlakovej sily na ponorený drôtik držiaci záves. Tieto podmienky sú platné ako pri meraní vzorky, tak aj pri meraní objemu gule.

Stanovenie objemu gule pomocou hustoty vody

Na obr. 1 možno vidieť usporiadanie experimentu pri väžení gule. Možnosť temperovania je užitočná, no nie v každom laboratóriu realizovateľná. V podstate je možné použiť obyčajnú kadičku a teplotu v nej kontrolovať teplomerom. Pri stanovení objemu gule je nutné poznať tiaž gule väzenej vo vzduchu a tiaž gule väzenej vo vode. Teploty vzduchu aj vody musia byť známe. V obidvoch prípadoch je potrebné zabezpečiť, aby teplota gule a teplota prostredia, v ktorom je väžená, boli rovnaké.



Obr. 1: Väzenie gule v kvapaline

⁵ Pretože miešanie je magnetické, záves samozrejme musí byť z nemagnetického materiálu.

Trochu počítania

Predpokladajme, že teploty vody aj vzduchu sú rôzne. Aby bolo možné ďalej pracovať, budeme každú hodnotu veličiny vzťahovať k referenčnej teplote, za ktorú si zvolíme $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Pre tento účel si zadefinujeme pre danú teplotu korekčný koeficient k_i , kde t_i je teplota, pri ktorej sa merala, a γ je lineárny koeficient *objemovej* rozťažnosti simaxového skla⁶:

$$k_i = [1 + \gamma(t_i - 20)]. \quad (1)$$

Vo vzorcoch tak vystupuje objem a hustota gule pri štandardnej teplote. Tiaž gule z_1 väzenej na vzduchu pri teplote t_1 možno vyjadriť pomocou objemu a hustoty gule:

$$z_1 = V_{20} \cdot k_1 \left(\frac{\rho_{20}}{k_1} - \rho_0 \right). \quad (2)$$

Pre tiaž gule väzenej vo vode pri teplote t_2 možno podobne napísať vzťah:

$$z_2 = V_{20} \cdot k_2 \left(\frac{\rho_{20}}{k_2} - \rho_w \right), \quad (3)$$

kde ρ_0 a ρ_w sú hustoty vzduchu a vody; ρ_{20} je hustota gule pri $20 \text{ }^\circ\text{C}$ a V_{20} je objem gule pri $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Ak odčítame vzťah (3) od vzťahu (2), dostaneme vzťah (4), ktorý hustotu gule už neobsahuje.

$$(z_1 - z_2) = V_{20} (k_2 \rho_w - k_1 \rho_0). \quad (4)$$

Zo vzťahu (4) sa vyjadri vzorec pre výpočet objemu gule:

$$V_{20} = \frac{z_1 - z_2}{k_2 \rho_w - k_1 \rho_0}. \quad (5)$$

Zo vzťahu (4) možno získať aj výraz pre výpočet hustoty neznámej kvapaliny ρ_x . Predpokladom je znalosť objemu gule V_{20} .

$$\rho_x = \frac{(z_1 - z_2)}{k_2 V_{20}} + \frac{k_1 \rho_0}{k_2}. \quad (6)$$

Hustota vody a vzduchu

Hustota vody a vzduchu sú dve veličiny, ktoré pri stanovení objemu gule musia byť známe. Hustoty vody sme prevzali z práce [8], ktorú v súčasnosti používa prakticky celý svet. Pre jednotlivé teploty sú hustoty vody uvedené v tab. 1.

Tabelované hodnoty boli počítané podľa vzťahu:

$$\rho_t = a_5 \times \left[1 - \frac{(t - a_1)^2 (t + a_2)}{a_3 (t + a_4)} \right]. \quad (7)$$

Koeficienty majú hodnoty:

a_1	3,983035	[$^\circ\text{C}$]
a_2	301,797	[$^\circ\text{C}$]
a_3	522528,9	[$^\circ\text{C}^2$]
a_4	69,34881	[$^\circ\text{C}$]
a_5	999,97495	[$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$]

⁶ Pre sklovinu simax je $\gamma = 1,005 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$

⁷ Tieto hodnoty zodpovedajú súčasne používanej teplotnej stupnici ITS-90

Tab. 1: Závislosť hustoty vody od teploty⁷

°C	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
15	999,1033	999,0882	999,0729	999,0576	999,0421	999,0264	999,0107	998,9949	998,9789	998,9628
16	998,9466	998,9303	998,9139	998,8973	998,8806	998,8639	998,8470	998,8300	998,8129	998,7956
17	998,7783	998,7608	998,7433	998,7256	998,7078	998,6899	998,6719	998,6537	998,6355	998,6171
18	998,5987	998,5801	998,5614	998,5426	998,5237	998,5047	998,4856	998,4664	998,4470	998,4276
19	998,4080	998,3884	998,3686	998,3487	998,3288	998,3087	998,2885	998,2682	998,2478	998,2273
20	998,2066	998,1859	998,1651	998,1442	998,1231	998,1020	998,0807	998,0594	998,0379	998,0164
21	997,9947	997,9730	997,9511	997,9291	997,9070	997,8849	997,8626	997,8402	997,8178	997,7952
22	997,7725	997,7497	997,7268	997,7039	997,6808	997,6576	997,6343	997,6109	997,5875	997,5639
23	997,5402	997,5164	997,4926	997,4686	997,4445	997,4203	997,3961	997,3717	997,3473	997,3227
24	997,2981	997,2733	997,2485	997,2235	997,1985	997,1733	997,1481	997,1228	997,0974	997,0719
25	997,0462	997,0205	996,9947	996,9688	996,9429	996,9168	996,8906	996,8643	996,8380	996,8115

Vzťah (7) platí pre čistú vodu, ktorá neobsahuje rozpustené plyny. Táto podmienka je v laboratóriu ťažko realizovateľná. Prakticky vždy pracujeme s vodou, ktorá je v rovnováhe so vzduchom. Pre korekciu hustoty pre rôzne teploty t uvádza Bignell [1] korekčný vzťah.

$$\rho_{sat} = \rho_t - 0,004612 + 0,000106 \cdot t \quad (8)$$

Rozpustené plyny spôsobujú malé zníženie hustoty vody. Toto sa však prejavuje až na šiestom desatinnom mieste, takže môžeme od tejto korekcie upustiť. Hustota vo vzorci (8) musí byť dosadzovaná v jednotkách $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Pri praktickom meraní je potrebné poznať hustotu vody a hustotu vzduchu. Hustota vody sa vypočíta pre danú teplotu podľa vzťahu (7). S hustotou vzduchu je trochu problém. Je veľa vzorcov pre jej výpočet a nie všetky dávajú dobré výsledky. Jednu z možností je výpočet zo stavovej rovnice pre vlhký vzduch. Jednoduchší spôsob je použitie vzorca (9). Ako vstupné údaje sú potrebné teplota, tlak a relatívna vlhkosť. Tento empirický vzťah bol použitý aj pri medzinárodných porovnaníach a dáva uspokojivé výsledky.

$$\rho_{air} = \frac{a \cdot p - RH(b + c \cdot t^{1,8} + d \cdot t^{2,2})}{(t + 273,15)} \quad (9)$$

Význam symbolov a hodnoty parametrov:

ρ_{air}	hustota vzduchu v $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$,
t	teplota vzduchu v $^{\circ}\text{C}$,
RH	relatívna vlhkosť vzduchu v %,
p	tlak v kPa .

$$a = 3,48630$$

$$b = 1,32029 \cdot 10^{-2}$$

$$c = 3,53788 \cdot 10^{-6}$$

$$d = 2,26680 \cdot 10^{-5}$$

Výsledky merania

Pri meraní hustoty neznámej kvapaliny je kľúčová znalosť hodnoty objemu gule. Preto sa v článku venuje najviac pozornosti práve tomuto meraniu. Samotné meranie

hustoty je rutinná záležitosť. Podobne ako u primárneho merania sa použije pre vyhodnotenie vzťah (6). Rozdiel medzi primárnym a sekundárnym meraním je prakticky iba v spôsobe určenia objemu gule. V prípade primárneho merania sa objem vypočíta z presne zmeraného priemeru gule. V prípade sekundárneho merania je objem ponorného telesa zistený vážením v kvapaline o známej hustote, pričom tvar ponorného telesa môže byť prakticky ľubovoľný.

Zaujímavým dôsledkom je, že sa z váženia gule na vzduchu dá vypočítať hustota vzduchu pri teplote t , čím by bolo možné nahradiť použitie vzťahu (9). Stačí poznať hmotnosť m a objem V_{20} gule pri 20°C .

$$\rho_{air} = \frac{m - z_1}{k_1 \cdot V_{20}} \quad (10)$$

Význam symbolov je rovnaký ako v predošlých prípadoch. Hodnota⁸ m je reálna hmotnosť gule. Tento vzorec naozaj funguje, ale uvádzame ho tu skôr ako raritu. V čítateľ je rozdiel dvoch temer rovnakých čísel, čím dochádza k strate platných miest. Správne výsledky sa dajú získať iba na váhach s dobrým rozlíšením⁹. Riešením by bolo možno telesko s veľmi malou hustotou.

Meranie, ktoré sme robili za dosť improvizovaných podmienok, bolo opakované 16krát. V tab. 2 sú zhrnuté výsledky merania.

Tab. 2: Výsledky merania

Veličina	Jednotka	Hodnota	Rozšírená neistota ($k=2$)
Hmotnosť gule	g	63,92005	0,00003
Objem gule pri 20°C	cm^3	28,7271	0,0010
Priemer gule pri 20°C	cm	3,79983	0,00009
Hustota gule pri 20°C	$\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	2,22541	0,00036

⁸ $m = V_{20} \cdot \rho_{20}$

⁹ Pre parametre našej gule aspoň päť desatinných miest.

Tab. 3: Bilancia neistoty pri meraní objemu gule

Vplyv. veličina	Symbol	Jednotka	Hodnota	u (k=1)	Rozdelenie	c _i	c _i ·u	%
Tiaž vo vode	z_w	g	35,25995	0,000029	R	-1,003	-0,000029	0,31 %
Tiaž vo vzduchu	z_{air}	g	63,89525	0,000029	R	1,003	0,000029	0,31 %
Hustota vody	ρ_w	g·cm ⁻³	0,997946	0,000010	R	-28,8	-0,000029	30,9 %
Hustota vzduchu	ρ_{air}	g·cm ⁻³	0,001194	0,000010	R	28,8	0,000029	30,9 %
Teplota	t	°C	21,223	0,029	R	0,0074	0,00021	16,9 %
Typ „A“	u_A	cm ³	28,7282	0,00024	N	1,0	0,00024	20,7 %

Postup pri meraní hustoty kvapalnej vzorky je prakticky identický ako pri meraní objemu gule. Guľa sa zväží vo vzorke a na vzduchu. Výpočet sa urobí podľa vzťahu (6). Aplikáciou zákona o šírení neistoty na tento vzťah sa získa vzorec pre výpočet neistoty hustoty meranej vzorky. Bilancia neistoty pri meraní *objemu* gule je v **tab. 3**. Posledný stĺpec tabuľky určuje percentuálny príspevok jednotlivých vplyvových veličín.

Záver

V článku je popísaný spôsob merania hustoty kvapalín metódou hydrostatického váženia, ktorý je cenovo dostupný aj pre kalibračné laboratória. Základom merania je sklenená guľa s definovaným objemom a malým koeficientom teplotnej rozťažnosti. Efektívny objem gule bol stanovený vážением na vzduchu a v demineralizovanej vode. Výsledok merania objemu gule je uspokojivý. Rozšírená neistota objemu gule je asi 1 µL. Prepočítané na priemer gule je neistota 0,9 mm. Z objemu a hmotnosti bolo možné vypočítať aj hustotu gule, ktorá je vo veľmi dobrej zhode s normou [2]. To sú výsledky plne zrovnateľné s meraním pomocou jemných mechanických prístrojov. Pri meraní sa táto neistota objemu prenesie do neistoty výsledku merania hustoty vzorky hodnotou 0,00004 g·cm⁻³ (k = 2).

Abstract

Measurement of liquid density by hydrostatic weighing method

The article describes a method for determining the density of liquids by the hydrostatic weighing method, which does not require a ball-shaped immersion body with precisely known dimensions. The immersion body is calibrated with water, the density and temperature dependence of which are known with high accuracy. From the known value of the immersion body volume, the density of the liquid sample is calculated in the same way as in the case of the primary measurement.

Literatúra

- [1] Bignell N., Metrologia, 19, 1983, 57
- [2] ČSN ISO 3585, Sklo boritokřemičité 3,3 – vlastnosti, 1999
- [3] EA-4/02 M:2013; „Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration“
- [4] Guide OIML G 14; Density measurement, 1987
- [5] ISO 7888 Water quality – Determination of electrical conductivity. 1985
- [6] Patterson J. B., Morris E. C., Metrologia 31, 1994, 277
- [7] STN 01 0115, Terminológia v metrológii, 2011
- [8] Tanaka M., Girard G., Davis R., Peuto A. and Bignell N., Metrologia, 38, 2001, 301-309
- [9] Vyskočil L.: Výpočet a vyjadrovanie neistôt pri meraniach, Školiace stredisko SMU, 2009



POROVNÁVÁNÍ ČASOVÝCH STUPNIC UTC(FEL) A UTC(TP) POMOCÍ TECHNOLOGIE WHITE RABBIT

Doc. Ing. Jaroslav Roztočil, CSc.¹, Ing. Vojtěch Vigner, Ph.D.¹, Ing. Radek Sedláček, Ph.D.¹, Ing. Michal Špaček¹, Ing. Stanislav Roškot¹, Ing. Blanka Čemusová², Ing. Alexander Kuna, Ph.D.², RNDr. Ing. Vladimír Smotlacha, Ph.D.³, Ing. Josef Vojtěch, Ph.D.³

¹ Elektrotechnická fakulta ČVUT

² Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR

³ CESNET, z.s.p.o.

Úvod

Článek popisuje inovovaný systém pro porovnávání stupnice UTC(FEL) generované cesiovými hodinami 5071A/001 v. č. 3519 v Laboratoři přesného času a frekvence FEL ČVUT (Praha 6, Dejvice) a národní časové stupnice UTC(TP) udržované v Laboratoři státního etalonu času a frekvence (Praha 8, Kobylisy). Původní systém, popsáný v [1], využíval pro porovnávání metodu společných pozorování (*Common-View*) pomocí GNSS přijímačů GTR 51/55 a současně dvoucestnou metodu přenosu času po optických vláknech pomocí optoelektronických adaptérů MATRIX. Nová metoda porovnávání je založena na technologii White Rabbit, která je v časových laboratořích FEL ČVUT, ÚFE AV a CESNET předmětem výzkumu od roku 2017.

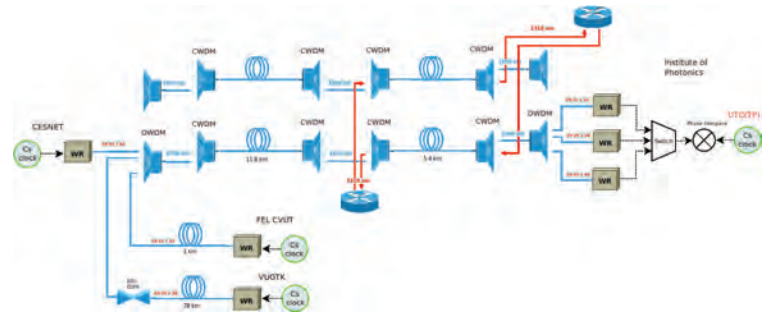
1 Metody řešení

1.1 Současný stav řešení optické trasy FEL ČVUT – ÚFE AV ČR

Řešení optické trasy mezi laboratořemi LPČF a LSEČF (viz obr. 1) využívá optickou infrastrukturu CESNET, která je realizována s ohledem na dosažení nejlepší možné stability a přesnosti přenosu času a frekvence v prostředí optických sítí.

Detailní popis optické trasy FEL ČVUT – ÚFE AV ČR je uveden v [1]. Původní optická trasa byla určena pro porovnání časových stupnic pomocí adaptérů Matrix ([2], [3], [4]), které pracují na principu dvoucestné metody přenosu času po optických vláknech. Každý adaptér vysílá optický signál odvozený z lokální časové stupnice a zároveň porovnává přijatý signál (vyslaný z místa vzdálených hodin) s místní časovou stupnicí. Pro konverzi mezi elektrickou a optickou doménou se využívají transceiverů typu SFP, resp. SFP+.

Optická trasa odpovídá použitým transceiverům s odpovídající vlnovou délkou příslušného kanálu DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing*). Přesnost porovnání závisí na asymetrii zpoždění, nikoliv na absolutní velikosti zpoždění v obou směrech. Pro pasivní přenos se používá jedno jednovidové optické vlákno s obousměrným přenosem na blízkých vlnových délkách. Přenos FEL – ÚFE byl realizován na vlnové délce 1546,92 nm, v opačném směru na vlnové délce 1547,72 nm.



Obr. 1: Schéma optické trasy mezi laboratořemi na FEL ČVUT (LPČF) a v ÚFE AV (LSEČF)

Původní systém (dokumentovaný ve zprávě [5]) byl modifikován tak, aby byla zachována funkčnost adaptérů MATRIX. Dosud používané dva přenosové kanály v systému DWDM na již zmíněných vlnových délkách 1546,92 nm a 1547,72 nm byly nahrazeny osmi kanály v rozsahu 1549,32 nm až 1554,94 nm s odstupem 0,8 nm.

Základní optická infrastruktura systému přenosu času zůstala zachována. Rozšíření na 8 kanálů v časové laboratoři na FEL je dosaženo použitím optického DWDM multiplexeru (jedná se o pasivní optický MUX/DEMUX konstruovaný pro konkrétní vlnové délky), který je vložen mezi konec vlákna a příslušná koncová zařízení (White Rabbit nebo MATRIX). Princip použití je zřejmý z dokumentace na webové stránce výrobce SHENZHEN USOURCE TECHNOLOGY [6].

Jednotlivé SFP transceiverů musí odpovídat optickým kanálům použitého multiplexeru (v našem případě kanálům CH28 až CH35, tj. vlnovým délkám 1554,94 nm až 1549,32 nm). Konkrétně kanály CH31 a CH32 jsou použity pro WR zařízení, kanály CH33 a CH34 pro MATRIX, zbývající 4 kanály jsou určeny pro pokusy a perspektivně pro budoucí kalibraci systému. Všechny kanály jsou od října 2020 zprovozněny a mohou být využity pro potřeby časové laboratoře FEL nebo laboratoře SEČF v ÚFE AV.

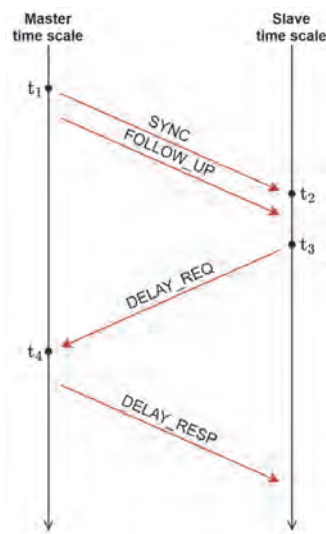
1.2 Technologie White Rabbit – základní principy

Technologie White Rabbit zajišťuje synchronizaci přístrojů a zařízení v distribuovaných měřicích systémech s deklarovanou nejistotou synchronizace lepší než 1 ns. Systém White Rabbit (WR) pro přenos času a frekvence po optické síti byl vyvinut ve středisku CERN, kde se používá k vysoce přesné synchronizaci několika desítek subsystémů a měřicích přístrojů v rámci distribuovaných systémů používaných při měřeních na urychlovači jaderných částic. WR je založen na kombinaci existujících standardů: Ethernet (IEEE 802.3), synchronní Ethernet (SyncE, ITU-T Std. G.8262, 2007) a Precise Time Protocol (PTP, IEEE-1588). Síť White Rabbit (*White Rabbit Network – WRN*) je tvořena WR přepínači (*White Rabbit switches*) a WR uzly (*White Rabbit nodes*).

WR navazuje na protokoly a technologie NTP a PTP, které rovněž zabezpečují přenos času, ale s nižší dosažitelnou přesností. NTP je čistě softwarová aplikace, která v principu nevyžaduje podporu v hardware, tím je ale dosažitelná nejistota přenosu času od serveru ke klientovi omezena na jednotky milisekund až desítky mikrosekund, v závislosti na stavu sítě a celkové vzdálenosti mezi nimi. Protokol PTP byl specifikován se záměrem zajistit synchronizaci času v řádu jednotek mikrosekund, pokud je provozován na druhé vrstvě OSI modelu (typicky Ethernet) a síťové prvky (přepínače) obsahují HW podporu pro přenos paketů PTP. Naproti tomu WR přenáší čas s nejistotou lepší než 1 nanosekunda.

Ze síťového hlediska je WR síťová aplikace využívající fyzickou, linkovou a síťovou vrstvu. Pro technologii WR je charakteristické využití synchronního Ethernetu, který řeší distribuci referenční frekvence mezi uzly Master a Slave. Tím je odstraněn základní zdroj nejistoty distribuce času v protokolech NTP a PTP, které musí odvozovat frekvenci od časových značek (*timestamps*) obsažených v přijatých paketech. V systému WR se tento problém převede na problém vyhodnocení fáze distribuovaného signálu.

Způsob měření zpoždění v síti byl přejat z IEEE-1588. Princip je zřejmý z obr. 2. Zařízení typu Master periodicky vysílá synchronizační zprávu Sync ke všem podřízeným uzlům a následně zprávu Follow_up obsahující hodnotu t_1 , zatímco zařízení typu Slave posílají synchronizační zprávu Delay_req, na které dostanou od zařízení Master odpověď Delay_resp obsahující hodnotu t_4 .



Obr. 2: Princip protokolu PTP

Za předpokladu symetrické přenosové cesty bude diference (*offset*) mezi časovými stupnicemi zařízení Master a Slave dána vztahem:

$$offset = \frac{(t_2 - t_1) - (t_4 - t_3)}{2} \quad (1)$$

V případě nesymetrie zpoždění ve směrech Master/Slave ($delay_{MS}$) a Slave/Master ($delay_{SM}$) platí:

$$delay_{MS} = offset + asymmetry \quad (2)$$

$$offset_{MS} = t_2 - (t_1 + delay_{MS}) \quad (3)$$

1.3 Kalibrace systému White Rabbit

Každé zařízení WR (Master, Slave) vykazuje časové zpoždění jak na straně vysílací, tak na straně přijímací (Δ_{TXM} , Δ_{RXS} , Δ_{TXS} , Δ_{RXM}), viz obr. 3. Jednotlivá zpoždění zahrnují jak součet zpoždění uvnitř FPGA, v součástkách na desce plošných spojů, na desce samotné a optoelektronických převodnicích v transeiverech SFP. Na straně příjmu je také započítáno zpoždění vzniklé rekonstrukcí hodinového signálu na příjmu, tzv. *bit-slide* (dále označováno symboly ϵ_M a ϵ_S). Další důležitou veličinou je zpoždění způsobené šířením světla vlákem.



Obr. 3: Model systému White Rabbit (viz [7])

Pokud bychom použili standardní telekomunikační přístup a signál se každým směrem šířil vlastním vláknem, bylo by velmi komplikované zjistit velikost jednotlivých zpoždění a velikost jejich změn (např. vlivem teploty nebo při případných opravách vláknové trasy). Proto se s výhodou používá obousměrné šíření jedním vláknem. V tomto případě však vzniká zpětný rozptyl (Rayleighův) a také dochází k odrazům světla například na svárech a optických konektorech. Z tohoto důvodu nelze použít pro větší vzdálenosti (nad cca 20 km) shodnou vlnovou délku pro směr tam a zpět, protože by tyto odrazy zahlcovaly přijímač.

Proto se použijí dvě různé vlnové délky a před přijímačem se zařadí filtr, který selektivně vybírá jen vlnovou délku druhého vysílače. Toto řešení odstraní problém s nesymetrií zpoždění v důsledku rozdílných fyzických délek optických tras, bohužel se však uplatní další parazitní jev, tzv. chromatická disperze (světlo o různé vlnové délce se šíří různou rychlostí), který způsobí nesymetrii zpoždění v opačných směrech *Master/Slave* (*M/S*) a *Slave/Master* (*S/M*). Tato zpoždění jsou označena symboly δ_{MS} , δ_{SM} .

Zpoždění na trase *M/S* a zpět *S/M* (*round-trip*) pak můžeme vyjádřit takto:

$$delay_{MM} = \Delta_{TXM} + \delta_{MS} + \epsilon_S + \Delta_{RXS} + \Delta_{TXS} + \delta_{SM} + \epsilon_M + \Delta_{RXM} \quad (4)$$

Zpoždění ϵ_M a ϵ_S se dají poměrně jednoduše určit měřením, proto pro kalibraci použijeme zjednodušené vyjádření:

$$delay'_{MM} = delay_{MM} - \epsilon_M - \epsilon_S \quad (5)$$

Při synchronizaci je důležité určit časovou diferenci mezi zařízeními *Master* a *Slave*:

$$delay_{MS} = \Delta_{TXM} + \delta_{MS} + \varepsilon_S + \Delta_{RXS} \tag{6}$$

Hodnotu $delay_{MS}$ bohužel nelze určit jako polovinu hodnoty $delay_{MM}$ z důvodu asymetrie vysílacích a přijímacích zpoždění $\Delta_{TXM}, \Delta_{RXS}, \Delta_{TXS}, \Delta_{RXM}$. Tyto hodnoty určíme kalibračním postupem dle [7] (kapitoly 4.1 - 4.2 a dále 4.4 - 4.5).

Jak již bylo zmíněno, použití různých vlnových délek pro směr M/S a S/M má za následek nesymetrii zpoždění mezi směry. Pro správnou kalibraci je třeba určit koeficient asymetrie (resp. koeficient relativního zpoždění) α . Ten je u technologie WR definován jako:

$$\alpha = (\delta_{MS} - \delta_{SM}) / \delta_{SM} \tag{7}$$

Koeficient α lze určit následujícím způsobem:

- 1) WR zařízení propojíme krátkým optickým kabelem (o délce několika metrů), nakonfigurujeme zařízení (první jako *Master*, druhé jako *Slave*). Výstupy obou zařízení 1PPS připojíme k čítači TIC (*Time Interval Counter*) nebo osciloskopu (použijeme shodné kabely se známým zpožděním) a změříme časovou diferenci:

$$skew_{PPS1} = t_{PPS1} - t_{PPSM} \tag{8}$$

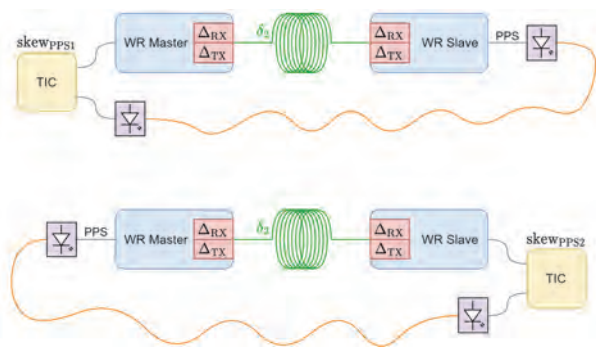
- 2) WR zařízení propojíme zamýšleným přenosovým vláknem (o délce v řádu jednotek až desítek kilometrů se zpožděním δ_2) a opět změříme časovou diferenci:

$$skew_{PPS2} = t'_{PPS2} - t'_{PPSM} \tag{9}$$

Koeficient α pak vypočítáme podle vztahu:

$$\alpha = 2(skew_{PPS2} - skew_{PPS1}) / (0,5\delta_2 - (skew_{PPS2} - skew_{PPS1})) \tag{10}$$

Uvedený postup je využitelný pouze pro případ, že máme u přenosového vlákna přístupné oba konce na jednom místě. To bohužel neplatí pro vlákna již instalovaná. Postup pro již instalované vlákno (resp. přenosovou trasu) je založen na modifikovaném předchozím postupu. Do systému je nutné přidat pomocné třetí vlákno, které bude sloužit pro přenos 1PPS signálu ve směru *Master/Slave* a *Slave/Master* na stejné vlnové délce (**obr. 4**).



Obr. 4: Měření asymetrie pomocí dalšího optického kanálu (viz [7])

V prvním kroku použijeme elektrooptický převodník (EO), např. vysílací část transceiveru SFP, který připojíme k 1PPS výstupu WR *Slave* a pomocnému vláknu. Na straně zařízení WR *Master* použijeme optoelektrický převodník (OE) připojený k pomocnému vláknu a čítačem změříme časovou diferenci $skew_{PPS1}$ mezi signály 1PPS ze zařízení *Master* a na výstupu přijímače:

$$skew_{PPS1} = t_{PPS1} + \delta_L - t_{PPSM1} \tag{11}$$

Vzhledem ke zpoždění přijímače, které je závislé na intenzitě vstupního signálu, lze i ve velmi špatném případě kolísání intenzity signálu o 3 dB dosáhnout nejistoty menší než 30 ps pro pár transceiverů [8].

Poté měření opakujeme s tím, že elektrooptický převodník připojíme k výstupu signálu 1PPS zařízení WR *Master* a pomocnému vláknu. Opět lze použít vysílací část transceiveru SFP. Na straně WR *Slave* pak použijeme optoelektrický převodník připojený k pomocnému vláknu a určíme obdobně časovou diferenci $skew_{PPS2}$:

$$skew_{PPS2} = t_{PPSM2} + \delta_L - t_{PPS2} \tag{12}$$

Časová diference mezi signály 1PPS generovanými zařízeními *Master* a *Slave* je:

$$skew_{PPS} = t_{PPSM1} - t_{PPS1} = t_{PPSM2} - t_{PPS2} \tag{13}$$

a z těchto rovnic dostaneme:

$$skew_{PPS} = 0,5 (skew_{PPS2} - skew_{PPS1}) \tag{14}$$

Místo pomocného vlákna lze použít obousměrný kanál ve vlnovém multiplexu. Celkově tak budou třeba dva kanály pro komunikaci M/S a S/M a třetí pro kalibraci.

Navržený postup předpokládá, že doba šíření pomocným kanálem bude shodná v obou případech. To platí jen v případě, že teplota vlákna bude v obou případech stejná a bude také stejná vlnová délka optoelektrického převodníku.

Použitím elektrooptického převodníku pro hustý vlnový multiplex (ideálně nejužší mřížku 50 GHz) je šance snížit nejistotu vlnové délky na cca 10 pm [9], což pro trasu 20 km standardního jednovidového vlákna představuje nejistotu doby šíření přibližně 3,4 ps. Pokud jde o teplotní závislost doby šíření, je udávána poměrně vysoká hodnota (40 - 70) ps/(km·K) [10]. Vlákno uložené pod zemí ovšem není vystaveno maximální změně teploty v celé délce. Na referenční trase délky 78 km byla pozorována změna 5 ps/km pro velký výkyv teplot (jasný den/noc – viz [10]). Pro trasu o délce 20 km lze očekávat denní fluktuační do maximální hodnoty 100 ps.

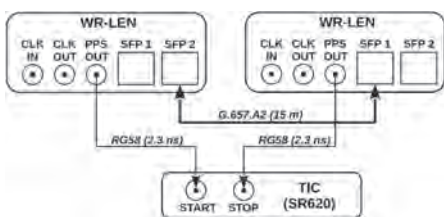
Reálná trasa nebude situována pouze ve směru sever-jih, musíme tedy pro dobu šíření optickými kanály započítat vliv Sagnacova efektu, dle [11] jej můžeme odhadnout na hodnotu přibližně 17 ps.

2. Praktické výsledky

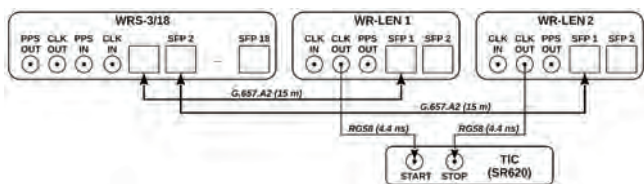
2.1. Výsledky laboratorních experimentů

V průběhu roku 2019 se náš řešitelský tým zaměřil na praktické seznámení s technologií White Rabbit a provedení úvodních experimentů s cílem zjistit, jaké jsou reálně dosažitelné parametry časového transferu při použití této technologie. V Laboratoři přesného času a frekvence FEL ČVUT byl (v několika konfiguracích) testován měřicí systém s WR zařízeními, produkty firmy Seven Solutions. Konkrétně se jednalo o přepínač WR-SWITCH (typ WRS-3/18) a dvě zařízení WR-LEN (jedná se o zařízení typu *WR node*), viz [12]. Navržené laboratorní systémy v principu reprezentují reálné systémy pro porovnání časových stupnic v geograficky vzdálených místech.

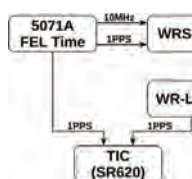
Základní konfigurace měřicích systémů a výsledky měření jsou zobrazeny na následujících obrázcích. Na **obr. 5** a **6** jsou detailně zobrazena použitá WR zařízení (WR-LEN, WRS-3/18) včetně vstupních a výstupních konektorů. Pro měření časové difference (= časového intervalu) mezi signály PPS OUT nebo fáze mezi signály CLK OUT byl použit čítač SR 620 (ve schématech označen jako TIC). Referenční signály 1 PPS a 10 MHz (sinus) byly generovány cesiovým normálem Microsemi 5071A a zavedeny do příslušných vstupních konektorů (signál 10 MHz do CLK IN, signál 1 PPS do PPS IN).



Obr. 5: Měřicí sestava (konfigurace A) s moduly WR-LEN (režim Master/Slave)



Obr. 6: Měřicí sestava (konfigurace B) s přepínačem WRS-3/18 a moduly WR-LEN (v tomto případě se měří fáze mezi signály CLK OUT modulů WR-LEN1/2)

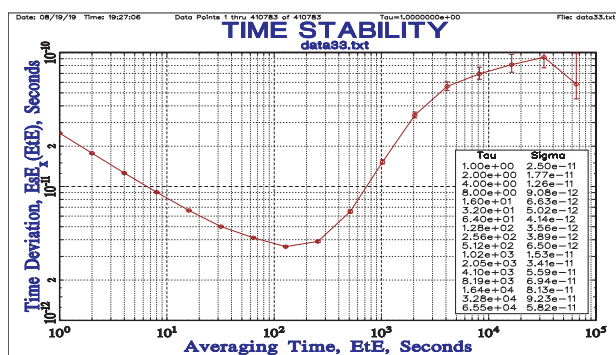


Obr. 7: Měřicí sestava (konfigurace C) pro měření časové difference mezi výstupem signálu 1 PPS z modulu WR-LEN1 a UTC(FEL)

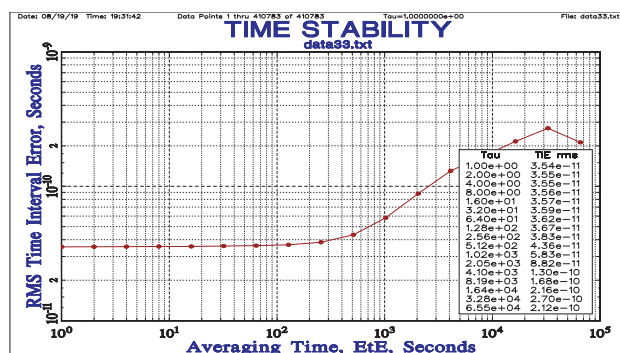
V případě konfigurace C (**obr. 7**) je WR-LEN 1 spojen optickým kabelem s přepínačem WRS-3/18, který používá referenční signály 10 MHz a 1 PPS z cesiových hodin 5071A.

Čítač měří diferenci mezi 1 PPS z modulu WR-LEN 1 a časovou stupnicí UTC(FEL) tedy signálem 1 PPS z cesiových hodin.

Výsledek měření v konfiguraci podle **obr. 7** je prezentován grafem na **obr. 8**. Graf zobrazuje průběh metriky TDEV (*Time Deviation*), kterou lze interpretovat jako nejistotu přenášeného času při průměrování po daný interval. Z grafu je vidět, že minimální hodnota je přibližně 4 ps pro $\tau = 100$ až 250 s, maximální hodnota je téměř 100 ps pro $\tau = 9$ hodin.



Obr. 8: TDEV časové difference mezi výstupem signálu 1 PPS z modulu WR-LEN1 a UTC(FEL) – konfigurace C

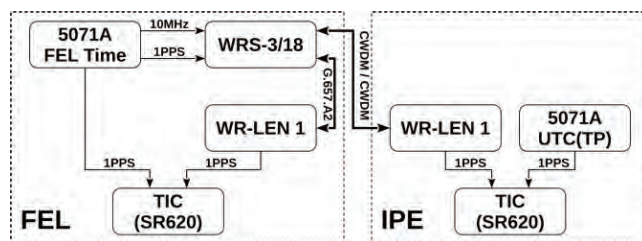


Obr. 9: RMS TIE časové difference mezi výstupem signálu 1 PPS z modulu WR-LEN1 a UTC(FEL) – konfigurace C

Průběh metriky RMS TIE (*RMS Time Interval Error*) je uveden na **obr. 9**. Maximum je dosaženo opět pro hodnotu $\tau = 9$ hodin.

2.2 Měřicí systém FEL ČVUT / ÚFE AV pro porovnání časových stupnic UTC(FEL) a UTC(TP)

Schéma měřicího systému využívajícího optickou trasu FEL – ÚFE je uvedeno na **obr. 10**.

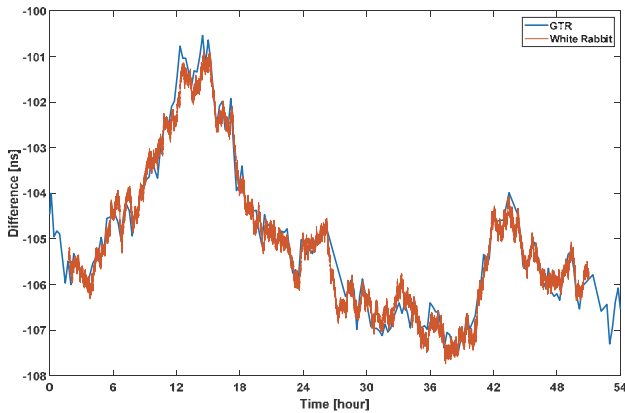


Obr. 10: Schéma systému pro porovnání časových stupnic UTC(FEL) a UTC(TP)

Měřicí sestava odpovídá konfiguraci C s rozšířením o adaptér WR-LEN 2 umístěným v laboratoři SEČF, který je propojen optickou trasou na přepínač WRS-3/18 v LPCF na FEL (referenční signály 10 MHz a 1 PPS jsou zavedeny z místních cesiových hodin 5071A). Čítač TIC v LSEČF měří diferenci mezi signály 1 PPS z modulu WR-LEN 2 (v podstatě se jedná o repliku stupnice UTC(FEL) zatíženou chybami způsobenými reálným chováním přenosu pomocí

technologie White Rabbit) a časovou stupnici UTC(TP) tedy signálem 1 PPS ze státního etalonu. Měření pomocí TIC na výstupu WR-LEN 1 se provádí pouze kvůli kontrole funkčnosti přepínače WRS-3/18.

Na obr. 11 jsou uvedeny typické výsledky měření časové difference stupnice UTC(FEL) vůči UTC(TP) pomocí dvou různých metod, *Common-View GPS* a *White Rabbit*. Výsledky statistického zpracování dat z obr. 11 jsou prezentovány na obr. 12 a obr. 13.

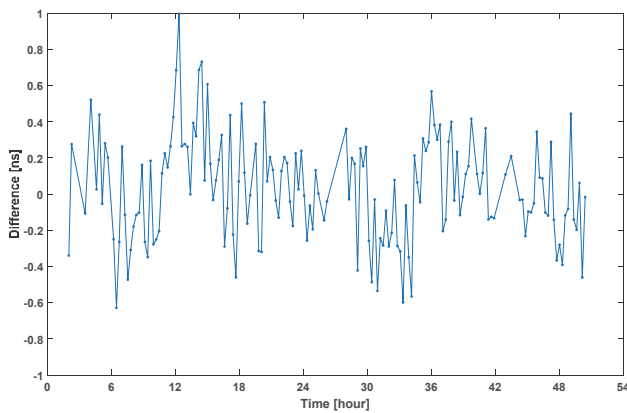


Obr. 11: Průběh časové difference stupnice UTC(FEL) vůči UTC(TP) měřené metodou *Common-View GPS* (přijímače GTR-51/55) a pomocí systému *White Rabbit*

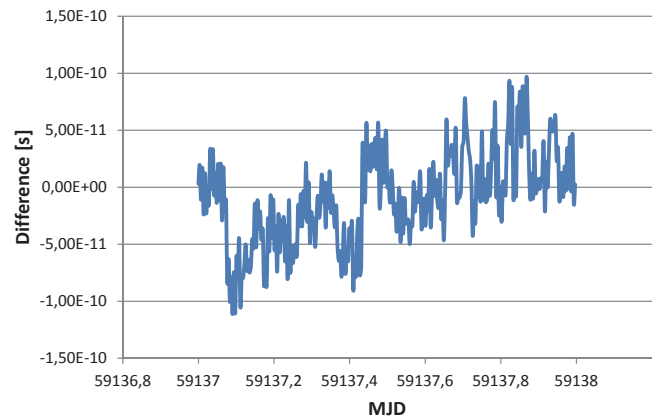
2.3 Výsledky měření časových stupnic UTC(FEL) a UTC(TP) pomocí metod *White Rabbit* a *MATRIX*

Dlouhodobá měření na optické trase FEL ČVUT (Praha 6 – Dejvice) / ÚFE AV (Praha 8 – Kobylisy) pomocí metody WR byla zahájena koncem června 2020. V říjnu 2020 byl systém rekonfigurován, optický MUX/DEMUX umožnil plně zprovoznit 8 optických kanálů DWDM v rozsahu CH28 až CH35 (viz kap. 1.1). Od 15. 10. 2020 jsou archivovány výsledky všech měření se systémy WR a je možné je porovnávat s obdobnými výsledky měření pomocí *MATRIX* nebo přijímačů GTR 51/55.

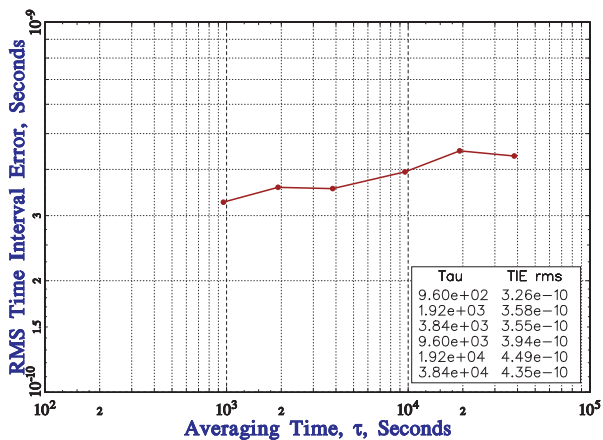
Na následujících obrázcích jsou dokumentovány výsledky porovnání stupnic UTC(FEL) a UTC(TP) získané pomocí metod *White Rabbit* a *MATRIX*.



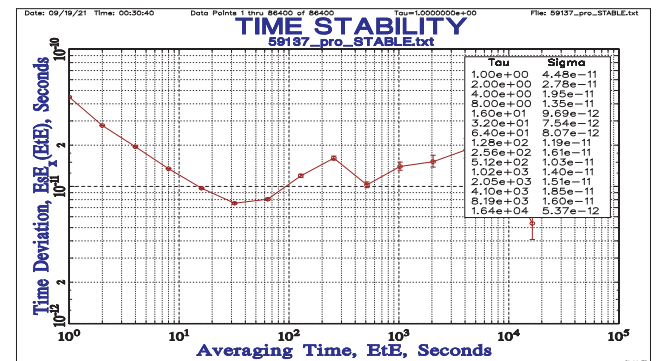
Obr. 12: Rozdíl časových diferencí stupnice UTC(FEL) vůči UTC(TP) počítaný z dat zobrazených na obr. 11.



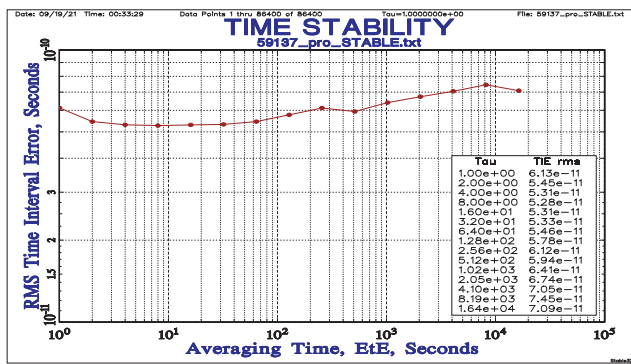
Obr. 14: Rozdíl časových diferencí stupnice UTC(FEL) vůči UTC(TP) měřených systémem *White Rabbit* a pomocí adaptérů *MATRIX* (15. 10. 2020, MJD 59137)



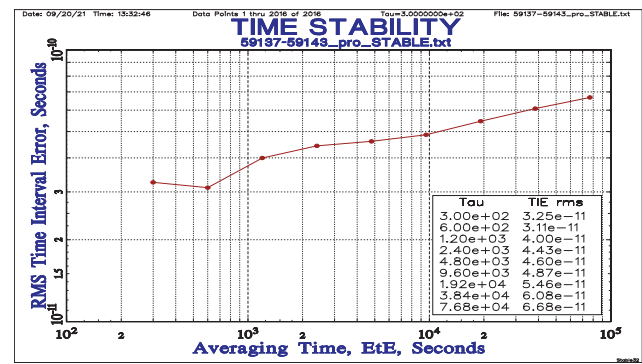
Obr. 13: TIE RMS rozdílu časových diferencí dle obr. 12



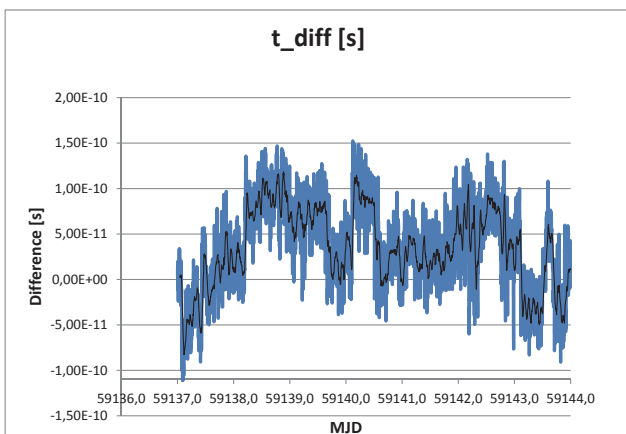
Obr. 15: TDEV rozdílu časových diferencí dle obr. 14



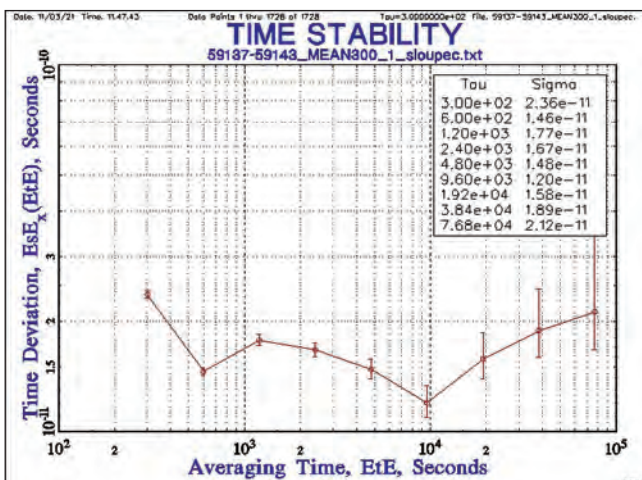
Obr. 16: TIE RMS rozdílu časových diferencí dle obr. 14



Obr. 19: TIE RMS rozdílu časových diferencí dle obr. 17



Obr. 17: Rozdíl časových diferencí stupnice UTC(FEL) vůči UTC(TP) měřených systémem WR a pomocí adaptérů MATRIX (od 15. 10. 2020 do 21. 10. 2020, MJD 59137 až 59143). Černá čára představuje klouzavý průměr pro 3600 vzorků (= 1 hodina měření)



Obr. 18: TDEV rozdílu časových diferencí dle obr. 17

Závěr

Výzkumné experimenty se systémy White Rabbit prováděné v Laboratoři státního etalonu času a frekvence a ve spolupracujících časových laboratořích FEL ČVUT a CESNET prokázaly použitelnost technologie White Rabbit pro kvalitní transfer času a frekvence, případně pro porovnávání vysoce přesných a stabilních časových stupnic.

Srovnáme-li výsledky dosažené pomocí WR systémů s výsledky při použití adaptérů MATRIX, můžeme konstatovat, že obě metody jsou z hlediska přesnosti rovnocenné. Systémy MATRIX dosahují nepatrně lepší hodnoty parametru TDEV při laboratorních experimentech, ale řádově je nejistota měření srovnatelná.

Z výsledků dlouhodobého měření v řádu měsíců je zřejmé, že rozdíl časových diferencí stupnice UTC(FEL) vůči UTC(TP) měřených systémem WR a pomocí adaptérů MATRIX se mění v řádu desítek až stovek pikosekund během jednotek až desítek dnů. Jako zdroje nejistot mohou vystupovat jednak vlivy, které souvisí s reálným chováním optické trasy, zmíněné na konci kap. 1.3, ale také jednotlivé obvody použité ve struktuře optoelektronických adaptérů. Navíc se u WR systémů může projevit kvalita implementovaných regulačních algoritmů.

Dosažení vyšší přesnosti měření a snížení nejistot při porovnávání časových stupnic bude možné nasazením metody kalibrace WR systému pomocí přenosu signálu 1 PPS pomocným vláknem, resp. optickým kanálem umožňujícím přenos ve směru *Master/Slave* a *Slave/Master* na stejné vlnové délce (viz kap. 1.3). Na realizaci této metody náš výzkumný tým v současnosti intenzivně pracuje.

Odkazy

- [1] Roztočil, J., Vigner, V., Roškot, S., Kuna, A., Čemusová, B., Smotlacha, V., Vojtěch, J.: Systém přenosu času mezi Laboratoří přesného času a frekvence FEL ČVUT a Státním etalonu času a frekvence. *Metrologie* 3/2019.
- [2] Vojtěch, J. et al.: Joint accurate time and stable frequency distribution infrastructure sharing fiber footprint with research network, *Optical Engineering* 56(2), 027101 (February 2017).
- [3] Smotlacha, V., Vojtěch, J., Kuna, A.: Optical Infrastructure for Time and Frequency Transfer, 2013, *In Proceedings of European Frequency and Time Forum & International Frequency Control Symposium (EFTF/IFC)*, Prague, Czech republic, p. 481-484, July 2013, ISBN: 978-1-4799-0342-9
- [4] Vojtěch, J., Smotlacha, V., Škoda, P.: Simultaneous transmission of accurate time in parallel with stable optical frequency in real fibre network over 612 km. *2015 Optoelectronics Global Conference (OGC)*, Shenzhen, 2015, pp. 1-3. doi: 10.1109/OGC.2015.7336835.

- [5] Roztočil, J.: Navázání časové stupnice FEL Time na UTC(TP) pomocí optického přenosu. Zpráva k závěrečné oponentuře úkolu PRM 2017 č. VIII/1/17. ČVUT FEL, Praha 2017. RIV/68407700:21230/17:00318796
- [6] <http://www.usourcetechnology.com/optical-multiplexer/cw-dm-oadm.html>
- [7] Daniluk, G.: White Rabbit calibration procedure, version 1.1. CERN BECO-HT, October 2019.
- [8] Pinkert, T. et al., High-accuracy long-haul time & frequency transfer using White Rabbit. 9th White Rabbit Workshop (2016), <https://www.ohwr.org/attachments/4265/3>
- [9] Bousonville, M. & Rausch, J.: VELOCITY OF SIGNAL DELAY CHANGES IN FIBRE OPTIC CABLES. Proceedings of DIPAC09. Basel, Switzerland, 2009.
- [10] Vojtěch, J. et al., „Joint stable optical frequency and precise time transfer over 406 km of shared fiber lines — Study,“ 2017 40th International Conference on Telecommunications and Signal Processing (TSP), Barcelona, 2017, pp. 694-697.
- [11] Vojtěch, J. et al., „Precise time transfer on the IPE - VUGKT line - a detailed analysis,“ 2016 39th International Conference on Telecommunications and Signal Processing (TSP), Vienna, 2016, pp. 757-760.
- [12] <https://sevensols.com/index.php/timing-products/>



EXKLUZIVNÍ TEST NÁPADNĚ VYBOČUJÍCÍCH ÚDAJŮ

Ing. Václav Hora

AMS K 97 – Laboratoř metrologie ionizujícího záření

VZ 551240 Lázně Bohdaneč, pracoviště Olomouc

1. Úvod

Motto:

Vybočující data silně zkreslují odhady výběrového průměru \bar{x} a směrodatné odchylky s , takže zcela znehodnocují další statistickou analýzu.

I při pečlivém měření se může stát, že některé údaje nápadně vybočují ze souboru (takový údaj se také v literatuře nazývá outlier). Příčina odlehlých hodnot není vždy jednoduchá (autor článku těchto příčin napočítal v různé literatuře 34, a nejde určitě o konečný počet). Pravdivost, zda jde o odlehlou hodnotu, je možná pouze tehdy, jestliže známe typ rozdělení. Bez této znalosti ztrácí „odlehlost“ smysl (např. u Laplaceova rozdělení je výskyt této „hodnoty“ 5x pravděpodobnější než u rozdělení normálního, přičemž nemusí jít o hodnotu odlehlou).

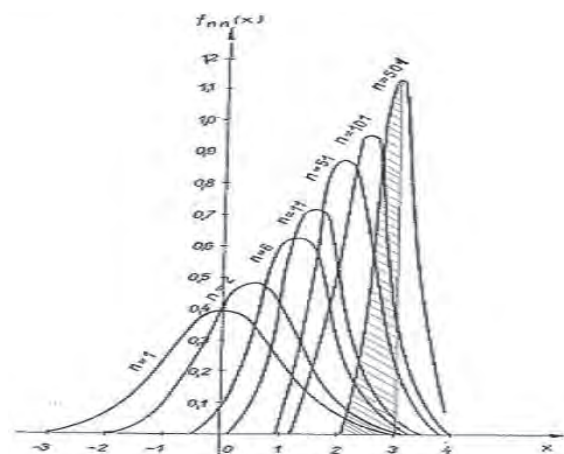
Za předpokladu normálního rozdělení dat, což je při měření předpoklad plně oprávněný, můžeme velmi efektivně tyto data identifikovat tzv. exkluzivně, tj. při výpočtu hodnot výběrových charakteristik předpokládané odlehlé hodnoty nezahrneme do výpočtů testovacího kritéria. Tento postup použijeme v tomto článku. Síla uvedeného testu je vysoká. Proto provedeme i podrobnější odvození. Zvidavý čtenář tuto skutečnost jistě uvítá, přičemž nejde o nijak složitou matematiku. V literatuře se v podstatě s tímto testem nesetkáme.

Pokud naměřená vybočující data do výpočtů testovacího kritéria započítáme, jde o tzv. **inkluzivní** postup. Tento postup je využíván v převážné míře u klasických testů. Výsledky jednoho z těchto testů použijeme pro porovnání s uvedeným testem. K hodnocení obou testů využijeme tzv. p-hodnotu testu. Nejprve uvedeme poznámku k tzv. 3 σ

pravidlu, jehož využívání je v situaci, kdy jsou k dispozici stolní počítače (PC), již neudržitelné.

2. Poznámka k 3 σ pravidlu

V literatuře (hlavně ve vysokoškolských skriptech) se mnohdy ještě používá k vyloučení odlehlých hodnot tzv. „3 σ pravidlo“, které vylučuje všechny údaje přesahující odchylku 3 σ . Nutnou podmínkou je ovšem znalost variance σ^2 základního souboru. Tu ale většinou neznáme. Je nahrazována jejím odhadem - směrodatnou odchylkou s . Použijeme-li však tento odhad pro malá n , musíme použít jinou statistiku, jelikož testové kritérium obsahující tuto odchylku má jiné pravděpodobnostní rozdělení než normální. Dále je nutné zdůraznit (viz **obr.**), že při objemu náhodného výběru $n = 10$ je pravděpodobnost P padnutí naměřené odlehlé hodnoty do oblasti 3 σ rovna 0,01342; při $n = 100$ je to již 0,12636; při $n = 300$ činí tato pravděpodobnost 0,33319; až při $n = 500$ je tato pravděpodobnost rovna 0,99883. To znamená, že pravidlo pro velká n může vyloučit údaje neoprávněně. Data jsou v tomto případě koncentrována okolo čísla 3 σ . Obrázek vyjadřuje hustotu pravděpodobnosti extrémních hodnot, která mají normální rozdělení, a je převzat z [5].



3. Test pro stanovení vybočující hodnoty nezapočítané do výpočtů testového kritéria

Budeme vycházet z představy, že nápadně vybočující údaj, např. y_i , vznikl realizací náhodné veličiny $Y_i + \Delta_i$, kde $\Delta_i \neq 0$ je hodnota, do které vyústil nějaký omyl při měření (nejde pouze o náhodnou chybu). V tomto případě testujeme hypotézu, že $\Delta_i = 0$, a její zamítnutí vede k vyloučení hodnoty y_i ze souboru naměřených dat. Stanovíme charakteristiky, které nebudou tuto předpokládanou hodnotu obsahovat. Budeme se zabývat výhradně nevychýlenými charakteristikami. Uvažujme praktický případ, který připadá při zpracování experimentálních dat nejvíce v úvahu. Neznáme ani střední hodnotu μ ani disperzi σ^2 základního souboru. Oba parametry odhadujeme.

a) exkluzivní průměr \bar{y}_j

Rozepišme odečet předpokládané vybočující hodnoty y_i od výběrového průměru \bar{y} následujícím způsobem:

$$(n-1)\bar{y}_j = n\bar{y} - y_i = \sum_{i \neq j} y_j, \text{ tedy}$$

$$\bar{y}_j = \frac{1}{n-1} \sum_{i \neq j} y_j \quad (1)$$

Označení průměru \bar{y}_j vyjadřuje fakt, že do tohoto průměru nebyla započítána předpokládaná odlehlá hodnota y_i . Uvedeme některé jednoduché vztahy, které budeme potřebovat v dalších výpočtech.

$$E \bar{y}_j = \mu,$$

kde μ je střední hodnota základního souboru, z kterého byl proveden náhodný výběr; \bar{y}_j je tedy nevychýlenou charakteristikou.

$\text{cov}(y_i, \bar{y}_j) = 0$ obě náhodné veličiny jsou nezávislé (\bar{y}_j neobsahuje y_i).

$$E(y_i - \bar{y}_j) = \mu - \mu = 0. \quad (2)$$

b) exkluzivní variance $\hat{\sigma}_j^2$

Odhad variance vztahu ($y_i + \bar{y}_j$):

$$\begin{aligned} \text{var}(y_i - \bar{y}_j) &= \text{var } y_i + \text{var } \bar{y}_j = \sigma^2 + \text{var} \left(\frac{1}{n-1} \sum_{i \neq j} y_j \right) = \\ &= \sigma^2 + \left(\frac{1}{n-1} \right)^2 \text{var} \sum_{i \neq j} y_j = \sigma^2 + \left(\frac{1}{n-1} \right)^2 (n-1) \sigma^2 = \\ &= \sigma^2 + \frac{1}{n-1} \sigma^2 = \sigma^2 \frac{n}{n-1}. \end{aligned}$$

Tedy

$$\text{var}(y_i - \bar{y}_j) = \sigma^2 \frac{n}{n-1}. \quad (3)$$

Ze vztahu (2) a (3) vyplývá, že platí

$$\frac{y_i - \bar{y}_j}{\sigma \sqrt{\frac{n}{n-1}}} \sim N(0,1) \quad (4)$$

Výraz (4) pro nás bude mít zásadní význam.

Při odhadu nevychýlené variance budeme postupovat analogicky jako při odvození průměru \bar{y}_j

$$\begin{aligned} (n-1)S_*^2 &= \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_j)^2 - (y_i - \bar{y}_j)^2 = \\ &= (y_1 - \bar{y}_j)^2 + (y_2 - \bar{y}_j)^2 + \dots + (y_i - \bar{y}_j)^2 + \dots + \\ &+ (y_n - \bar{y}_j)^2 - (y_i - \bar{y}_j)^2 = \sum_{i \neq j} (y_j - \bar{y}_j)^2, \end{aligned}$$

kde náhodná veličina v závorce vyjadřuje opět ten fakt, že suma neobsahuje y_i . Symbolem S_*^2 jsme označili vychýlený odhad rozptylu. Konečně máme

$$S_*^2 = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i \neq j} (y_j - \bar{y}_j)^2. \quad (5)$$

Za účelem zjištění vychýlenosti výraz (5) nejprve upravíme

$$\begin{aligned} S_*^2 &= \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i \neq j} (y_j - \bar{y}_j)^2 = \\ &= \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i \neq j} \left(y_j - \frac{1}{n-1} \sum_{i \neq j} y_j \right)^2 = \\ &= \frac{1}{n-1} \left(\sum_{i \neq j} y_j^2 - 2 \sum_{i \neq j} y_j \cdot \frac{1}{n-1} \sum_{i \neq j} y_j + \bar{y}_j^2 \right) = \\ &= \frac{1}{n-1} \left(\sum_{i \neq j} y_j^2 - \bar{y}_j^2 \right) = \\ &= \frac{1}{n-1} \left[\left(\left(\sum_{i \neq j} y_j - \mu \right)^2 - (\bar{y}_j - \mu)^2 \right) \right]. \end{aligned}$$

Zde jsme provedli identitu, tzn., že jsme připočetli a odečetli střední hodnotu μ . Konečný výraz má tvar

$$s_*^2 = \frac{1}{n-1} \left[\left(\left(\sum_{i \neq j} y_j - \mu \right)^2 - (\bar{y}_j - \mu)^2 \right) \right]. \quad (6)$$

Rovnici (6) vystředíme za účelem stanovení vychýlenosti zkoumaného rozptylu.

$$E(S_*^2) = \frac{1}{n-1} (n-1) \sigma^2 - \frac{1}{n-1} \sigma^2 = \frac{n-2}{n-1} \sigma^2. \quad (7)$$

Rozptyl je vychýlený mírně doleva. Proto vynásobíme (7) hodnotou $\frac{n-1}{n-2}$ a dostaneme hledaný nevychýlený rozptyl

$$\hat{\sigma}_j^2 = \frac{1}{n-2} \cdot \sum_{i \neq j} (y_j - \bar{y}_j)^2. \quad (8)$$

$$\text{Ale } \frac{\hat{\sigma}_j^2 (n-2)}{\sigma^2} \sim X_{n-2}^2, \quad (9)$$

kde X_{n-2}^2 je chí kvadrát rozdělení s (n-2) stupni volnosti.

4. Testové kritérium T

Provedeme poměr vztahů (4) a (9). Náhodné veličiny v horním čitateli a dolním jmenovateli jsou stochasticky nezávislé, takže máme

$$\frac{\frac{y_i - \bar{y}_j}{\sigma \sqrt{\frac{n}{n-1}}}}{\frac{\hat{\sigma}_j^2 (n-2)}{\sigma^2} \frac{\sqrt{\frac{n}{n-1}}}{(n-2)}} = \frac{y_i - \bar{y}_j}{\hat{\sigma}_j \sqrt{\frac{n}{n-1}}} \sim t_{n-2}(0, 1-\alpha).$$

Pro kritérium T platí nerovnost,

$$T = \frac{|y_i - \bar{y}_j|}{\hat{\sigma}_j \sqrt{\frac{n}{n-1}}} \geq t_{n-2}(0, 1-\alpha). \tag{10}$$

Přijímáme alternativní hypotézu H_1 (y_i je odlehlá hodnota) s tím, že do vztahu (1) a (10) nezapočítáme v prvním případě hodnotu y_{\max} a v druhém y_{\min} . Testové kritérium T má Studentovo t rozdělení o $(n-2)$ stupních volnosti.

Na závěr doplníme:

- a) známe střední hodnotu μ a disperzi σ^2 statistika T má normální rozdělení

$$T = \frac{|y_i - \mu|}{\sigma} \sim N(0, 1), \tag{11}$$

- b) známe střední hodnotu μ a neznáme σ^2 statistika T má Studentovo rozdělení

$$T = \frac{|y_i - \mu|}{S_j} \sim t_{n-1}(1-\alpha), \tag{12}$$

kde $S_j^2 = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i \neq j} (y_j - \mu)^2$

a konečně

- c) známe disperzi σ^2 a neznáme střední hodnotu μ , dostaneme statistiku

$$T = \frac{y_i - \bar{y}_j}{\sigma \sqrt{\frac{n}{n-1}}} \sim N(0, 1), \tag{13}$$

kde $\bar{y}_j = \frac{1}{n-1} \sum_{i \neq j} y_j$.

Statistika daná vztahem (10) má zřejmě největší praktický význam. Platí následující zákonitost: riziko vyloučení y_{\max} nebo y_{\min} jako nápadně vybočující údaje z daného souboru naměřených dat, kdy známe jak střední hodnotu, tak rozptyl, je nejmenší. Riziko se zvětšuje tehdy, kdy neznáme jeden z těchto parametrů, a je největší, kdy neznáme ani jeden z těchto parametrů a v obou případech je musíme odhadovat z náhodného výběru.

Příklad

Měřením jsme získali následující data: 9,80; 9,56; 9,43; 9,25; 10,42; 9,38; 9,33; 9,28; 9,18; 9,44. Na 95% hladině významnosti otestujeme, zda hodnota 10,42 je odlehlou hodnotou. Uvažujeme pravostranný interval. Provedeme potřebné výpočty.

$$\bar{y}_j = 9,40556; \sqrt{\hat{\sigma}_j^2} = 0,186555.$$

$$T \doteq \frac{10,42 - 9,40556}{0,1866} = \mathbf{5,44} > \mathbf{1,86} = t_8(0,95).$$

Protože testovací statistika T padla do kritického oboru, považujeme hodnotu 10,42 pro $P = 0,95$ za odlehlou. Postupně probíráme okrajové hodnoty, a vybočují-li další hodnoty z intervalu vymezeného kritickou hodnotou, považujeme tato data za odlehlá. Musíme však vypočítat nový soubor, který má vždy rozsah o $(n - 1)$ menší než rozsah souboru předcházejícího. Pokud je to třeba, maximálně vyloučení provedeme $(2 \div 3)$ krát.

Je zřejmé, že žádná metoda nedokáže identifikovat odlehlá data za situace, kdy je hrubou chybou zatížena převážná část naměřených dat. V takovém případě říkáme, že soubor je kontaminován daty, která do něho nepatří. Potom musíme provést analýzu celého řetězce procesu měření a pravděpodobně provést měření nové.

Zajímavé je porovnat tento test s Grubbsovým testem. Ten má pro naše data hodnotu

$$\tau_{\max} = \frac{\max |x_i - \bar{x}|}{s} = 2,787.$$

Jde o inkuzivní test. Kritická hodnota testu je pro $n = 10$ rovna 2,294, tedy $\mathbf{2,787} > \mathbf{2,294}$. Grubbsův test je též pravostranný a využívá Bonferroniho nerovnost. Hodnotu 10,42 také vyloučíme.

Pro oba testy provedeme výpočet pro tzv. p-hodnotu testu (p-value)? Je to dosažená hladina významnosti p použitého testového kritéria. V případě, že hodnota této pravděpodobnosti p je totožná se zvolenou hodnotou hladiny význam-

nosti α uvažovaného rozdělení, je $\frac{\alpha}{p} = 1$. Z předešlého plyne, že v případě

$p > \alpha$ přijímáme nulovou hypotézu H_0 ,

$p < \alpha$ přijímáme alternativní hypotézu H_1 .

Často se také říká, že klesající p-hodnotu můžeme chápat jako míru nesouhlasu naměřených dat veličiny X s nulovou hypotézou H_0 . S rozšířením počítačů je vyhodnocování testů pomocí p-hodnoty testu stále častější. Vyhodnocování pomocí kritických hodnot stále více ustupuje. Využitím p-hodnoty testu dostaneme ihned daleko více informací.

Pro naše testy (jde o pravostranné testy) a zvolené $\alpha = 0,05$ platí:

Exkluzivní test ($p = 0,000308$): $\frac{\alpha}{p} = \frac{0,05}{0,000308} \doteq 162$

Inkluzivní Grubbsův test ($p = 0,00051$): $\frac{\alpha}{p} = \frac{0,05}{0,00051} \doteq 98.$

Testovací hodnota je v obou případech podle (9) hluboce v kritickém oboru a platí v obou případech alternativní hypotéza H_1 ; v prvním případě je 162x menší nežli pro $\alpha = 0,05$, v druhém 98x menší.

Doplníme, že rozlišovací schopnost testu, kdy započítáváme podezřelou hodnotu, je při opakovatelných podmínkách nižší. S rostoucím n rozlišovací schopnost těchto testů klesá. Proto se v literatuře většinou tyto testy uvádí pro malá n (kolem deseti). S rostoucím n dochází podle pravděpodobnosti ke stabilizaci počítaných charakteristik. Odlehlá hodnota se v těchto datech řečeno jednoduše s rostoucím n stále více a více „ztrácí“.

5. Závěr

Při analýze dat působí značné problémy tzv. vybočující nebo jinak řečeno odlehlá (extrémní) data. Při řešení tohoto problému můžeme postupovat tzv. **inkluzivně**, tj. při výpočtu hodnot výběrových charakteristik předpokládáme odlehle hodnoty nevyloučíme a zahrneme je do výpočtů (viz Grubbsův test). Tento postup však většinou způsobuje to, že testová statistika má vysokou míru rezistence k potenciálně odlehlým datům. Stačí, aby v souboru existovala jen jedna takováto hodnota, a odhady parametrů jsou velmi zkreslené; tyto parametry využíváme právě k výpočtu statistik, kterými stanovujeme tato data. Pohybujeme se tedy v kruhu. Použití výběrového průměru a směrodatné

odchyly není pro řešení tohoto problému příliš efektivní a vede často k výsledkům, které jsou mnohdy v rozporu s logikou.

Uvedený článek je pouze malou, ale důležitou demonstrací využití **exkluzivních** postupů a jeho efektivnosti. Viděli jsme, že konečné výsledky odhadů parametrů nejsou složité. Jejich důkaz není ovšem již tak triviální. Proto se autor článku věnoval i odvozením, které jistě zvědavého čtenáře uspokojí. Vždyť je důležité vědět ne pouze **jak**, ale hlavně **proč**. **Autor článku s plnou odpovědností doporučuje používat uvedený test. Test je jednoduchý, průhledný a má vysokou rozlišovací schopnost.**

Na závěr důležitá poznámka. T-testy nemůžeme obecně použít, nemáme-li zjištěnou nezávislost empirických dat náhodné veličiny. Tento požadavek je nejdůležitější. Při závislosti těchto dat jsou závěry testů zcela bezcenné. Proto doporučujeme vždy provést test na nezávislost dat.

6. Použitá a doporučená literatura

- [1] Anděl, J.: Matematická statistika. SNTL/Alfa, Praha 1985
- [2] Anděl, J.: Statistické metody. Matfyzpress, MFF UK, Praha 1998
- [3] Gumbel, E.: Statistika extrémních značení (ruský překlad). Mir, Moskva, 1965
- [4] Kubáčková, L.: Metódy spracovania experimentálnych údajov. Veda, Bratislava, 1990



INFORMACE O PRÁCI ČESKÉHO KALIBRAČNÍHO SDRUŽENÍ Z.S. (ČKS)

Ing. Jiří Kazda, předseda výboru ČKS

Úvod

České kalibrační sdružení je zájmovým sdružením akreditovaných a autorizovaných laboratoří a dalších zájemců o metrologii a hlavně o oblast kalibrací pracovních měřidel a ověřování stanovených měřidel. V rámci Sdružení působí sekce pro ověřování tachografů. Počet členů sdružení v současné době přesahuje sto členů.

Plánované akce v roce 2020 a v prvním pololetí 2021 díky vládním opatřením musely být zrušeny. Byla plánována 60. konference k třicátému výročí založení ČKS. Československé kalibrační sdružení bylo založeno na ustanovující schůzi 11. 12. 1990 a následnickou organizací je České kalibrační sdružení. Konference se podařila uspořádat až na podzim v tomto roce.

60. konference ČKS se konala 5. a 6. října 2021 tradičně v Hotelu Skalský Dvůr v Lísku u Bystřice nad Pernštejnem. Obvykle je schůze spolku pojena s jarní konferencí. Tato podzimní konference byla mimořádně spojena se schůzí spolku. Členové museli být seznámeni s činností a hospodařením spolku a také musely být uspořádány nové volby do výboru spolku po čtyřech letech.



Schůze spolku ČKS se zúčastnila nadpoloviční většinou členů a schůze byla usnášení schopná. Schůze proběhla dle plánovaného programu (volba pracovních komisí, volby do výboru a kontrolní komise, zpráva o činnosti výboru od 59. konference, zpráva o hospodaření v roce 2019 a 2020, zpráva o revizi hospodaření za rok 2019 a 2020, plán činnosti ČKS na další období, návrh změn ve stanovách ČKS, zpráva o výsledku voleb, návrh usnesení a jeho schválení.



Volební urna ČKS

Vedení nově zvoleného výboru je:
Ing. Jiří Kazda
 – předseda výboru ČKS
Ing. Roman Honig
 – místopředseda výboru ČKS
Ing. Vladislava Hýblová
 – místopředsedkyně výboru ČKS

Dále byla odsouhlasena **změna sídla sekretariátu ČKS:**

ČKS z.s., Elišky Krásnohorské 996/24B, 618 00 Brno.

Odborná část konference měla mnoho zajímavých přednášek.

- ▷ **Z historie 30 let trvání ČKS** (J. Střelec).
- ▷ **Aktuality z oblasti legální metrologie** (Ing. Zbyněk Veselák, ředitel odboru metrologie ÚNMZ).
- ▷ **Informace o nových aktivitách ČIA** (Ing. Jiří Růžička, MBA, ředitel ČIA).
- ▷ **ILAC G-8 – Pokyny k rozhodovacím pravidlům a shodě s požadavky** (Ing. Martin Valenta, ČIA).
- ▷ **Problematika pojištění škod v kalibrační laboratoři** (Tomáš Palán, Respect a.s.).
- ▷ **MPZ – pohled do zákulisí a výhled do budoucnosti** (RNDr. Simona Klenovská, ČMI Brno).
- ▷ **Terminologie v POA strojírenské metrologie** (Ing. Miloš Jakab, předseda výboru KZSR).
- ▷ **Co by se metrologovi stát (ne)mělo – zkušenosti z laboratoře a posuzování** (Ing. Martin Valenta, ČIA, Ing. Jindřich Šabata).
- ▷ **Počátky akreditace kalibračních laboratoří v Československu** (Ing. Miroslav Netopil, ITC Zlín).
- ▷ **Zkratky v životě metrologa – výklad některých termínů z ČSN EN IEC 62828-1** (Ing. Zdeněk Faltus, BD Sensors, s.r.o.).
- ▷ **Kalibrace a kalibrační list a jeho využití pro kvalifikaci měřidla** (Ing. Daniel Šťastný, jednatel, PROMETROLOGY 5.0 s.r.o.).

- ▷ **Kalibrační postupy a dokumenty ČMS** (Ing. František Hnízdil).

Také sekce tachografy měla přednášky přínosné pro AMS tachografy.

- ▷ **Požadavky na AMS – předpis MP 002:2020** (Ing. Erich Ludwig, ČMI, Brno).
- ▷ **Dosavadní zkušenosti z prověřování způsobilosti k ověřování digitálních tachografů 2. Generace** (Lukáš Rutar, ČMI, Brno).
- ▷ **Odhalování manipulace s DTCO** (František Chlupáček, Mechanika Teplice, závod Tachografy, Děčín).
- ▷ **Vývoj v tachografech, legislativě a silničních kontrolách** (pplk. Ing. Aleš Maxa, rada ŘSDP PP ČR).
- ▷ **Aplikace balíčku mobility** (Ing. Jiří Novotný, Centrum dopravního výzkumu, Brno).
- ▷ **Inteligentní tachograf EFAS** (Patrik Mück, Tachografy S.O.S., Praha).
- ▷ **Průřez historií tachografů od řady VEEDER-ROOT po SE5000 podle přílohy 1C** (Ing. Karel Jelínek, HALE spol. s r.o., Ústí nad Labem).
- ▷ **Aktivace IT (DT) a nové tachografy VDO** (Jan Hlavatý, TACHTEK Solutions, Brno).

ČKS plánuje

- **61. Odborná konference ČKS spojená se schůzí spolku** se uskuteční ve dnech 31. 5. a 1. 6. 2022 tradičně v hotelu Skalský dvůr v Lísku u Bystřice nad Pernštejnem.
- **Seminář „Nejistoty měření“** je plánován na dny 8. a 9. 3. 2022 také v hotelu Skalský dvůr v Lísku u Bystřice nad Pernštejnem.

Podrobná nabídka všech akcí ČKS je upřesňována vždy pro následující pololetí a je trvale k dispozici na webové stránce ČKS, www.cks-brno.cz, e-mail: sekretar@cks-brno.cz. Na těchto stránkách naleznete rovněž další informace a odkazy.



Ing. Roman Honig představuje kandidáty do výboru ČKS



Pohled do konferenčního sálu

ZDRAVOTNICKÉ PROSTŘEDKY S MĚŘICÍ FUNKCÍ NA JEDNOTNÉM TRHU EU

**Mgr. Svatava Lagronová, Ph.D.,
Ing. Milada Chudičková, Ph.D.**

Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví

Anotace k článku

Článek představuje úvod do série článků zabývajících se rozsáhlou problematikou zdravotnických prostředků s měřicí funkcí. V úvodním dílu se seznámíte s obecnými povinnostmi hospodářských subjektů při uvádění výrobků na trh v oblasti zdravotnických prostředků. Dozvíte se, jaká jsou kritéria pro určení, zda zdravotnický prostředek skutečně má měřicí funkci, na kterou se vztahuje více povinností a další právní předpisy. V článku se seznámíte s novými termíny a definicemi vycházejícími z přímo použitelného evropského nařízení o zdravotnických prostředcích, které je od letošního roku účinné. Získáte vhled do postupů posuzování shody a výběru oznamovaných subjektů. V poslední části článku přináší užitečné zdroje, ze kterých je možné čerpat další důležité informace.



Obr. 1: Impresní oční tonometr, zdroj: Vitězslav Suchý, Český metrologický institut

Úvod

Zdravotnické prostředky představují skupinu výrobků, které nám napomáhají vypořádat se s úrazy, nemocemi a zdravotním postižením. Stojí na vrcholu pomyslné pyramidy našich materiálních potřeb a vyskytují se v každé domácnosti. Mezi zdravotnické prostředky patří výrobky od obyčejné náplasti na drobná poranění až po velmi složité přístroje typu aktivního implantovatelného kardiostimulátoru. Nejjednodušším příkladem zdravotnického prostředku s měřicí funkcí je lékařský teploměr. Každý si jistě dovede představit, jak špatná funkce těchto prostředků, nečistota nebo volba materiálu, který není s naším tělem plně kompatibilní, může ovlivnit nejen vlastní léčbu symptomů, ale celkově naše zdraví do dalších let. Zdravotnické prostředky proto patří mezi tzv. „stanovené“ výrobky, tedy takové, které představují zvýšenou míru ohrožení oprávněného zájmu.

Nyní je nutno připomenout, že Česká republika je členem Evropské unie (dále jen „EU“), jejíž hospodářský rozvoj závisí na volném pohybu zboží, osob, služeb a kapitálu mezi všemi členskými státy EU (dále jen „ČS“). K zajištění volného pohybu zboží slouží **harmonizace technických předpisů a princip vzájemného uznávání**. Požadavky na uvedení výrobku na trh jsou proto mezi členskými státy postupně harmonizovány. Aby byla zajištěna bezpečnost výrobků na trhu, existuje celý řetězec právních předpisů, který se opírá jednak o základní bezpečnost všech výrobků na trhu a dále o speciální požadavky právě pro jednotlivé kategorie stanovených výrobků, u kterých musí být posouzena shoda s těmito speciálními požadavky. Proces posouzení shody je poté završen umístěním označení CE přímo na prostředek nebo jeho sterilní obal a zároveň do návodu k použití a na každém prodejním obalu. Označení CE na výrobku tedy znamená, že se na výrobek vztahuje harmonizační právní předpis EU, byl proveden postup posouzení shody s tímto předpisem a u výrobku byla shoda prokázána. Výrobce stanoveného výrobku z ČS i ze třetích zemí, pokud chce výrobek uvádět na jednotný evropský trh, deklaruje shodu s příslušným harmonizačním právním předpisem tím, že vydá prohlášení o shodě a opatří výrobek označením CE.

Pokud požadavky na konkrétní výrobek ještě nebyly harmonizovány, a zároveň byl výrobek vyroben v některém ze členských států EU, lze využít principu vzájemného uznávání. Jeho základním východiskem je myšlenka, že je-li zboží dobré pro spotřebitele z jednoho členského státu (tj. odpovídá jeho národním požadavkům), je dobré i pro spotřebitele z ostatních ČS, a musí v nich proto být umožněn prodej tohoto zboží. V praxi to znamená, že výrobku legálně uvedenému na trh v jednom členském státě musí být umožněn prodej v ostatních členských státech EU.

Seznam zkratek

CE	„Conformité Européenne“, značí shodu s harmonizačními evropskými předpisy pro uvádění výrobků na trh
ČS	členské státy EU
ČSN	česká technická norma
EN	evropská norma
EK	Evropská komise
EU	Evropská unie
ISO	mezinárodní norma
MDD	Medical Devices Directive – směrnice Rady 93/42/EHS o zdravotnických prostředcích
MDR	Medical Devices Regulation – nařízení Evropského parlamentu a Rady EU 2017/745 o zdravotnických prostředcích, v platném znění
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
NV	nařízení vlády
PMS	Post-Market Surveillance – sledování po uvedení na trh
PMCF	Post-Market Clinical Follow-up – následné klinické sledování po uvedení na trh

SÚKL	Státní ústav pro kontrolu léčiv
ÚNMZ	Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví
ZP	zdravotnický prostředek
MEDDEV	MEDical DEVICES – označení doporučujících a interpretačních dokumentů vydávaných Evropskou komisí



Obr. 2: Oční tonometr iCare, zdroj: Vítězslav Suchý, Český metrologický institut

Zdravotnický prostředek s měřicí funkcí

Regulace právních předpisů v oblasti zdravotnických prostředků (dále jen „ZP“) doznala v tomto roce významné změny. Místo původních dvou předpisů – směrnice pro aktivní implantabilní zdravotnické prostředky (dále jen „AIMD“)¹ z roku 1990 a směrnice pro zdravotnické prostředky (dále jen „MDD“)² z roku 1993 nabylo účinnosti dne 26. 5. 2021 přímo použitelné Nařízení EU o zdravotnických prostředcích (Medical Devices Regulation, dále jen „MDR“)³, na něž se český právní systém adaptuje zákonem č. 89/2021 Sb.⁴ (dále jen „zákon o ZP“). Zjednodušeně lze říci, že zákon o ZP upravuje ty oblasti, které MDR explicitně neřeší. Nařízení bude doplňováno prováděcími akty Evropské komise (dále jen „EK“) a interpretačními dokumenty koordinační skupiny pro zdravotnické prostředky (*Medical Devices Coordination Group*, dále jen „MDCG“). Nařízení však stanovuje přechodná ustanovení, podle kterých je možno až do 26. 5. 2024 uvádět na trh výrobky, jejichž certifikáty nebo prohlášení o shodě byly vydány před 26. 5. 2021 (tedy před účinností MDR) v souladu s MDD, avšak nejvýše do doby expirace příslušného certifikátu nebo prohlášení o shodě.

Do kategorie ZP dle MDR patří jakýkoliv výrobek využívaný u člověka pro léčbu, kompenzaci vady, prevenci zhoršení zdravotního stavu, monitoring nebo diagnostiku. Hlavním

mechanismem účinku ZP v lidském těle nebo na jeho povrchu nesmí být účinek farmakologický, imunologický nebo metabolický (tím se ZP liší od léčivých přípravků), funkce ZP však může být těmito účinky podpořena. V případě pochybností, zda výrobek spadá pod nařízení MDR či nikoli, je možné se obrátit na Státní ústav pro kontrolu léčiv (dále jen „SÚKL“), jenž za poplatek vydá závazné stanovisko. Dle klasifikačních pravidel se ZP dělí do rizikových tříd. Třída I zahrnuje prostředky s nejnižší mírou rizika. V rámci třídy I rozlišujeme ZP s měřicí funkcí (dále jen „Im“), ZP uváděné na trh ve sterilním stavu (dále jen „Is“) a chirurgické nástroje pro opakované použití (dále jen „Ir“). Míra rizika dále roste přes třídy IIa a IIb až k nejvyšší třídě III, a podle toho se liší i předepsané postupy posuzování shody a případná účast oznámeného subjektu na tomto procesu (ta je nutná u všech tříd kromě třídy I s výjimkou Im, Is, a Ir). MDR v příloze VIII stanovuje 22 klasifikačních pravidel. Jejich aplikaci je třeba věnovat náležitou pozornost. Špatná klasifikace ZP znamená obvykle nutnost přepracování značné části technické dokumentace výrobce a mnohdy úplný „návrat na začátek“ postupu posuzování shody. V případě jakýchkoliv pochybností lze doporučit i v této oblasti, stejně jako u kvalifikace hraničních výrobků, požádat SÚKL o vydání závazného stanoviska ke klasifikaci.

Kritéria pro měřicí funkci

Výrobek, který disponuje funkcí, která by měla něco kvantifikovat nebo označit určitou úroveň, nemusí být vždy považován za ZP s měřicí funkcí. Zda ZP má či nemá měřicí funkci z pohledu legislativy, je možné zjistit dle kritérií popsanych ve vysvětlujícím dokumentu MEDDEV 2.1/5⁵. Měřicí funkci popisují následující kritéria, která musí být splněna současně:

- Výrobek je výrobcem určen k měření:
 - fyziologických nebo anatomických parametrů kvantitativně, nebo
 - množství nebo dávky energie nebo látek dodaných do lidského těla nebo z něj odstraněných.
- Výsledek měření
 - je zobrazen v zákonných jednotkách nebo jiných přijatelných jednotkách ve smyslu směrnice 80/181/EHS⁶, nebo
 - je srovnáván s alespoň jedním referenčním bodem uvedeným v zákonných jednotkách nebo jiných přijatelných jednotkách v souladu s výše uvedenou směrnicí.
- Zamýšlený účel ZP zahrnuje přesnost měření, výslovně nebo nepřímou vyjádřenou, kdy by nedodržení předpokládané přesnosti mohlo mít významný nepříznivý vliv na zdraví a bezpečnost pacienta.

Příklady ZP s měřicí funkcí podle MEDDEV 2.1/5

- zařízení pro měření tělesné teploty,
- dudlík, který obsahuje zobrazení teploty, včetně takového, u kterého je pouze změna barvy (pokud je splněno kritérium b) Výsledek měření - viz výše),

⁵ <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/10283/attachments/1/translations>

⁶ Směrnice Rady ze dne 20. prosince 1979 o sblížení právních předpisů členských států týkajících se jednotek měření a o zrušení směrnice 71/354/EHS

¹ Směrnice Rady ze dne 20. června 1990 o sblížení právních předpisů členských států týkajících se aktivních implantabilních zdravotnických prostředků

² Směrnice Rady 93/42/EHS ze dne 14. června 1993 o zdravotnických prostředcích

³ Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2017/745 ze dne 5. dubna 2017 o zdravotnických prostředcích, změně směrnice 2001/83/ES, nařízení (ES) č. 178/2002 a nařízení (ES) č. 1223/2009 a o zrušení směrnice Rady 90/385/EHS a 93/42/EHS

⁴ Zákon č. 89/2021 Sb., o zdravotnických prostředcích a o změně zákonů č. 378/2007 Sb., o léčivech a o změnách některých souvisejících zákonů (zákon o léčivech), ve znění pozdějších předpisů

- zařízení pro indikaci, že tělesná teplota je vyšší nebo nižší než stanovená hodnota,
- neaktivní neinvazivní zařízení pro měření krevního tlaku,
- neaktivní zařízení pro měření nitroočního tlaku,
- zařízení pro měření objemu nebo tlaku nebo průtoku kapaliny nebo plynů dodávaných nebo odstraněných z lidského těla (včetně jakéhokoli kontejneru se stupnicí nebo s jednobodovou stupnicí, kde je splněno kritérium c). Zamýšlený účel ZP zahrnuje přesnost měření ... (viz výše).

Příklady zařízení bez měřicí funkce dle MEDDEV 2.1/5

- náplast/nálepka pro indikaci trendů tělesné teploty (pokud není splněno kritérium b),
- zařízení pro dodávání tekutiny do lidského těla (např. lékařské lžičky, šálky, kapátka, bez stupnice nebo škály nebo zobrazení měřicí jednotky),
- zařízení pro zobrazování trendů fyziologických parametrů (např. vaky na moč bez odstupňování nebo stupnice, posuvná měřítka pro obezitu),
- tabulka na testování zraku.

Mezi obecné požadavky na bezpečnost a účinnost vypsané v příloze I MDR patří také požadavky týkající se měřicí funkce prostředku, a to:

- Prostředky musí být navrženy a vyrobeny tak, aby byla odstraněna nebo na nejnižší možnou míru snížena rizika vyplývající ze skutečnosti, že prostředky nelze udržovat nebo kalibrovat (např. implantáty), ze stárnutí použitých materiálů nebo ztráty přesnosti měřicího nebo kontrolního mechanismu.
- Prostředky musí být navrženy a vyrobeny tak, aby seřizování, kalibrace a údržba mohly být prováděny bezpečně a účinně.
- Stupnice pro měření, monitorování nebo zobrazování musí být navrženy a vyrobeny v souladu s ergonomickými zásadami s ohledem na určený účel, uživatele a podmínky prostředí, ve kterém se mají dané prostředky používat.
- Diagnostické prostředky a prostředky s měřicí funkcí musí být navrženy a vyrobeny tak, aby poskytovaly dostatečnou přesnost, správnost a stabilitu pro svůj určený účel, a to na základě vhodných vědeckých a technických metod. Meze přesnosti musí být specifikovány výrobcem.
- Výsledky měření vykonaných pomocí prostředků s měřicí funkcí musí být vyjádřeny v zákonných jednotkách v souladu s ustanoveními směrnice Rady 80/181/EHS⁷.



Obr. 3: Lékařské teploměry, zdroj: Jiří Bílek, Český metrologický institut

⁷ Směrnice Rady ze dne 20. prosince 1979 o sblížení právních předpisů členských států týkajících se jednotek měření a o zrušení směrnice 71/354/EHS

Obecné zásady při uvádění ZP na trh

Jak již bylo řečeno výše, harmonizovaným právním aktem pro oblast ZP a jejich uvádění na trh, je přímo použitelné nařízení MDR. Oproti směrnici MDD klade nařízení MDR výrazně více požadavků na výrobce ZP a další hospodářské subjekty, na oznámené subjekty (notifikované osoby)⁸, ale i na kompetentní orgány členských států v oblasti dozoru nad trhem a orgány zodpovědné za oznámené subjekty a další. Harmonizace nařízení MDR je však omezena na **základní požadavky, které jsou ve veřejném zájmu**. Základní požadavky stanoví výsledky, jichž má být dosaženo, nebo rizika, která je nutno zohlednit. Nekonkrétní však příslušná **technická řešení**. Tato technická řešení mohou být stanovena v technické normě, technických specifikacích nebo jinak upravena, např. v návaznosti na vědecké poznatky. **Technické normy** jsou stěžejním nástrojem, který pomáhá výrobcí splnit podmínky požadované právními předpisy. Použití technické normy není však (na rozdíl od požadavků harmonizačních předpisů) právně závazné. Technická norma, která je na základě požadavku EK harmonizována s právním předpisem pro některé stanovené výrobky a zveřejněna v Úředním věstníku EU, se nazývá **harmonizovaná norma**. V případě, že výrobce použije harmonizovanou normu, může využít **předpokladu shody** s předpisem nebo částí předpisu, pro který je norma harmonizována.

Terminologie ZP dle nařízení MDR

Oproti směrnici MDD došlo z hlediska terminologie v MDR k určitým změnám především v definici jednotlivých hospodářských subjektů. Níže uvádíme základní pojmy vybrané pro potřeby pochopení tohoto textu, nikoliv však všechny, které jsou v MDR definovány:

„**hospodářským subjektem**“ výrobce, zplnomocněný zástupce, dovozce, distributor nebo osoba uvedená v čl. 22 odst. 1 a 3 MDR (fyzická nebo právnická osoba, která uvádí na trh jako jeden celek systém nebo soupravu jednotlivých prostředků označených CE, nebo sterilizuje systém nebo soupravu prostředků pro uvedení na trh);

„**výrobcem**“ fyzická nebo právnická osoba, která prostředek vyrábí nebo zcela obnovuje nebo prostředek dává navrhnout, vyrobit či zcela obnovit a uvádí tento prostředek na trh pod svým jménem nebo ochrannou známkou;

„**zplnomocněným zástupcem**“ fyzická nebo právnická osoba usazená v Unii, která od výrobce usazeného mimo Unii obdržela a přijala písemné pověření, aby jménem výrobce jednala při plnění konkrétních úkolů souvisejících s povinnostmi výrobce podle tohoto nařízení;

„**dovozcem**“ fyzická nebo právnická osoba usazená v Unii, která uvádí na trh Unie prostředek ze třetí země;

„**distributorem**“ fyzická nebo právnická osoba v dodavatelském řetězci, jiná než výrobce či dovozce, která dodává prostředek na trh, a to až do okamžiku jeho uvedení do provozu. Uvedením na trh se rozumí první dodání stanoveného výrobku na trh EU;

⁸ Nezávislý subjekt posuzování shody výrobku, který byl oficiálně určen svým vnitrostátním orgánem za účelem provádění postupů posuzování shody ve smyslu platných harmonizačních právních předpisů EU, vyžaduje-li se účast třetí strany.

„**uvedením na trh**“ první dodání prostředku, s výjimkou prostředku, který je předmětem klinické zkoušky, na trh EU;
 „**dodáním na trh**“ dodání prostředku, s výjimkou prostředku, který je předmětem klinické zkoušky, k distribuci, spotřebě nebo použití na trhu EU v rámci obchodní činnosti, ať už za úplatu nebo bezplatně;

„**uživatel**“ jakýkoliv zdravotnický pracovník nebo laická osoba, která prostředek používá;

„**určeným účelem**“ použití, pro které je prostředek určen podle údajů uvedených výrobcem na označení, v návodu k použití nebo v propagačních nebo prodejních materiálech či prohlášeních a jak je výrobcem specifikováno v rámci klinického hodnocení;

„**návodem k použití**“ informace poskytnuté výrobcem, které uživatele informují o určeném účelu a řádném použití daného prostředku a o jakýchkoliv opatřeních, jež mají být přijata;

„**jedinečným identifikátorem prostředku**“ („**UDI**“) série číselných či alfanumerických znaků, které jsou vytvořeny prostřednictvím mezinárodně přijímaných norem identifikace a kódování prostředků a které umožňují jednoznačnou identifikaci konkrétních prostředků na trhu;

„**účinností**“ schopnost prostředku plnit určený účel stanovený výrobcem;

„**rizikem**“ kombinace pravděpodobnosti toho, že dojde k újmě, a závažnosti takové újmy;

„**určením poměru přínosů a rizik**“ analýza všech posouzení přínosů a rizik, které mohou souviset s používáním prostředku k určenému účelu, je-li používán v souladu s určeným účelem stanoveným výrobcem;

„**posuzováním shody**“ postup k prokázání, zda byly splněny požadavky tohoto nařízení týkající se daného prostředku;

„**dozorem nad trhem**“ činnosti a opatření příslušných orgánů, které mají kontrolovat a zajišťovat, aby prostředky byly v souladu s požadavky stanovenými v příslušných harmonizačních právních předpisech Unie a aby neohrožovaly zdraví a bezpečnost nebo ochranu jiného veřejného zájmu;



Obr. 4: Osobní dozimetr, zdroj: Jana Šmoldasová, Český metrologický institut

Obecné povinnosti hospodářských subjektů

Pokud tedy výrobce zařadí výrobek jakožto ZP s ohledem na účel a hlavní mechanismus účinku do jedné z uvedených rizikových tříd podle klasifikačních pravidel MDR, provede posouzení shody stanoveného výrobku s požadavky těchto předpisů, a to samostatně nebo ve spolupráci s oznámeným

subjektem, vydá na závěr EU prohlášení o shodě a opatří výrobek označením CE (dle přílohy V MDR). Podpisem EU prohlášení o shodě výrobce přebírá plnou odpovědnost za soulad výrobku s požadavky MDR. Specifické požadavky na výrobce jsou stanoveny v článku 10 MDR (s výjimkami pro výrobce prostředků na zakázku⁹ a prostředků, které jsou předmětem klinické zkoušky) a patří mezi ně:

- zavedení, **dokumentace** a udržování **systému pro řízení rizik** dle přílohy I bodu 3 MDR,
- provedení **klinického hodnocení** dle článku 61 a v přílohy XIV MDR,
- vypracování a průběžná aktualizace **technické dokumentace** umožňující posouzení shody ZP s požadavky tohoto nařízení, včetně prvků v přílohách II a III MDR,
- v případě, že byl prokázán soulad s požadavky dle příslušného postupu posouzení shody, výrobci vypracují **EU prohlášení o shodě** dle článku 19 a na prostředek umístí **označení shody CE** dle článku 20 MDR,
- splnění povinnosti související se systémem jedinečné identifikace výrobku UDI podle článku 27 a registrační povinnosti dle článků 29 a 31 MDR,
- splnění povinnosti uchovávat technickou dokumentaci, EU prohlášení o shodě a případně kopii příslušných certifikátů včetně všech změn a příloh vydaných v souladu s článkem 56 MDR, po dobu alespoň 10 let od dne, kdy byl na trh uveden poslední prostředek, na který se vztahuje EU prohlášení o shodě, a na žádost příslušného orgánu poskytnout tyto dokumenty ke kontrole,
- zavedení postupů pro zachování shody sériové výroby s požadavky tohoto zařízení: **systému řízení kvality**, který zahrne alespoň aspekty zmíněné zde dále v kapitole Postupy posuzování shody dle MDR,
- průběžná aktualizace systému **sledování po uvedení na trh**,
- na požádání musí být výrobce schopen dodat příslušnému orgánu informace dle přílohy I bodu 23 MDR, které musí být přiloženy k výrobku, v úředním jazyce nebo jazycích EU stanovených členským státem, v němž je prostředek pacientovi nebo uživateli dodán. Údaje na označení musí být nesmazatelné, snadno čitelné a pro určeného pacienta nebo uživatele jasně srozumitelné,
- zavedení systému pro zaznamenávání a ohlašování nežádoucích příhod a bezpečnostních nápravných opatření v terénu dle článků 87 a 88 MDR.

Systém pro řízení rizik

Řízením rizik se rozumí (dle přílohy I MDR) nepřetržitý opakující se proces v rámci celého životního cyklu prostředku, který vyžaduje pravidelnou systematickou aktualizaci. Výrobce má při zavedení a udržování systému řízení rizik postupovat dle normy **ČSN EN ISO 14971:2020 Zdravotnické prostředky – Aplikace managementu rizik na zdravotnické prostředky**.

⁹ „prostředkem na zakázku“ prostředek speciálně vyrobený podle lékařského předpisu osoby oprávněné podle vnitrostátního práva na základě její odborné kvalifikace, jež na svou odpovědnost poskytne konkrétní popis návrhu, a určený k použití pouze pro jednoho konkrétního pacienta výlučně s cílem zajistit, aby odpovídal jeho individuálnímu zdravotnímu stavu a plnil jeho individuální potřeby.

V rámci řízení rizik musí výrobce provést tyto kroky:

- pro každý prostředek zavést a zdokumentovat plán řízení rizik;
- identifikovat a analyzovat známá a předvídatelná nebezpečí související s jednotlivými prostředky;
- odhadovat a vyhodnocovat rizika vznikající při určeném použití a při důvodně předvídatelném nesprávném použití nebo s nimi související;
- vyloučit nebo kontrolovat rizika uvedená v písmenu c) v souladu s požadavky bodu 4 přílohy I MDR;
- vyhodnocovat dopad informací z výrobní fáze, a zejména ze systému sledování po uvedení na trh, na nebezpečí a četnost jejich výskytu, na odhady s nimi souvisejících rizik, jakož i na celkové riziko, poměr přínosů a rizik a přijatelnost rizik; a
- na základě vyhodnocení dopadu informací uvedených v písmenu e) v případě potřeby pozměnit kontrolní opatření tak, aby byly v souladu se zásadami bezpečnosti a současně byl brán zřetel na obecně uznávaný nejnovější vývoj dle požadavku bodu 4 přílohy I MDR.

Opatření ke kontrole rizik, která výrobci zvolí při navrhování a výrobě prostředků, musí být v souladu se zásadami bezpečnosti a současně brát ohled na obecně uznávaný nejnovější vývoj. Za účelem snížení rizik musí výrobci řídit rizika tak, aby se zbytkové riziko spojené s každým nebezpečím a rovněž celkové zbytkové riziko považovalo za přijatelné. Při výběru nejvhodnějších řešení musí výrobci v uvedeném pořadí:

- vyloučit nebo snížit na nejnižší možnou míru rizika prostřednictvím zajištění bezpečného návrhu a výroby;
- ve vhodných případech přijmout odpovídající ochranná opatření, případně včetně výstražných zařízení, pokud jde o rizika, která nelze vyloučit; a
- poskytovat informace pro zajištění bezpečnosti (výstraha / preventivní opatření / kontraindikace) a ve vhodných případech zajistit pro uživatele zaškolení.

Výrobci musí informovat uživatele o veškerých přetrvávajících rizicích. V rámci úsilí o vyloučení nebo snížení rizik spojených s chybou při používání výrobce:

- sníží na nejnižší možnou míru rizika spojená s ergonomickými vlastnostmi prostředku a prostředí, v němž má být prostředek používán (návrh v zájmu bezpečnosti pacientů), a
- zváží technické znalosti, zkušenosti, vzdělání, proškolení a případně prostředí použití, jakož i zdravotní a fyzický stav určených uživatelů (návrh pro laické uživatele, profesionální uživatele, osoby s postižením nebo jiné uživatele).

Klinické hodnocení

Každý zdravotnický prostředek musí mít vypracované klinické hodnocení. Klinické hodnocení však neznamená totéž, co klinická zkouška, která je pouze jedním ze způsobů získání klinických údajů. Klinické hodnocení je metodicky spolehlivý průběžný postup pro sběr, hodnocení a analýzu klinických údajů týkajících se ZP a pro analýzu toho, zda existují dostatečné klinické důkazy pro potvrzení shody s příslušnými základními požadavky na bezpečnost a účinnost při používání ZP podle výrobcem daného návodu k použití. Náležitosti a podmínky, které musí klinické hodnocení splňovat, jsou popsány v článku 61 a příloze XIV MDR.

Jednotlivé kroky pro provedení klinického hodnocení:

- definovat rozsah a plán klinického hodnocení
- zajistit potřebné klinické údaje (podle § 11 (3) zákona o ZP)
- posoudit každý jednotlivý soubor údajů z hlediska jeho vědecké platnosti, relevance a důležitosti
- sepsat závěrečnou zprávu z klinického hodnocení CER (clinical evaluation report) – z CER musí jasně vyplynout prokázání bezpečnosti ZP a určeného účelu použití. Klinické údaje je třeba analyzovat, aby bylo možné dojít k závěrům:
- zda byly naplněny základní požadavky na bezpečnost a účinnost
- zda v materiálech dodaných výrobcem (návod k použití, štítky, propagační materiály a průvodní dokumenty) jsou obsaženy všechny důležité informace
- zda jsou zbytková rizika, nejistoty a nezodpovězené otázky přijatelné pro označení CE, případně zda je nutné je řešit během PMS.

Klinické hodnocení musí být provázáno se zbytkem technické dokumentace především přesným názvem ZP, určeným účelem použití a riziky identifikovanými v analýze rizika. Podrobný návod, jak vypracovat a aktualizovat klinické hodnocení, včetně hlášení závažných nežádoucích příhod, poskytuje dokument MEDDEV řady 2.7/1 rev. 4¹⁰, publikovaný na stránkách Evropské komise.

Technická dokumentace podle přílohy II MDR

Technická dokumentace a případně její souhrn, který má vyhotovit výrobce, se musí předložit jasným, přehledným a jednoznačným způsobem umožňujícím snadné vyhledávání a musí **obsahovat** zejména prvky uvedené v této příloze:

- popis a specifikace prostředku, včetně jeho variant a příslušenství
- informace, které má poskytnout výrobce
- informace o návrhu a výrobě
- obecné požadavky na bezpečnost a účinnost – dokumentace musí obsahovat informace umožňující prokázání shody s obecnými požadavky na bezpečnost a účinnost stanovenými v příloze I, které jsou použitelné na daný prostředek s ohledem na jeho určený účel, a musí zahrnovat odůvodnění, validaci a ověření řešení zvolených za účelem splnění uvedených požadavků
- analýza přínosů a rizik a řízení rizik
- ověřování a validace výrobku včetně předklinických a klinických údajů.

Systém řízení kvality

Výrobce je povinen zavést systém řízení kvality, který zahrnuje všechny části a prvky organizace výrobce, které se zabývají kvalitou procesů, postupů a prostředků. Výrobce má při zavádění systému řízení kvality postupovat dle normy **ČSN EN ISO 13485 ed. 2:2016** Zdravotnické prostředky - Systémy managementu kvality - Požadavky pro účely předpisů.

¹⁰ <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/17522/attachments/1/translations/>

Systém řízení kvality zohlední alespoň tyto aspekty:

- a) strategii pro zajištění souladu s právními předpisy, včetně souladu s postupy posuzování shody a postupy pro řízení úprav prostředků, na něž se systém vztahuje;
- b) určení příslušných obecných požadavků na bezpečnost a účinnost a průzkum možností, jak tyto požadavky zohlednit;
- c) odpovědnost za řízení;
- d) řízení zdrojů, včetně výběru a kontroly dodavatelů a subdodavatelů;
- e) řízení rizik podle přílohy I bodu 3 MDR;
- f) klinické hodnocení podle článku 61 a přílohy XIV MDR, včetně PMCF;
- g) realizaci výrobku, včetně plánování, návrhu, vývoje, výroby a poskytování služeb;
- h) ověření přidělení kódů jedinečné identifikace prostředku provedeného v souladu s čl. 27 odst. 3 všem příslušným prostředkům a zajišťující konzistentnost a platnost informací poskytovaných podle článku 29 MDR;
- i) vytvoření, uplatňování a udržování systému sledování po uvedení na trh v souladu s článkem 83 MDR;
- j) vedení komunikace s příslušnými orgány, oznámenými subjekty, jinými hospodářskými subjekty, zákazníky a/nebo jinými zúčastněnými stranami;
- k) postupy ohlašování závažných nežádoucích příhod a bezpečnostních nápravných opatření v terénu v rámci systému vigilance;
- l) řízení nápravných a preventivních opatření a ověřování jejich účinnosti;
- m) postupy monitorování a měření výstupů, analýzu údajů a zlepšování výrobku.

Sledování po uvedení na trh

Výrobci jsou povinni aktivně shromažďovat informace o zkušenostech týkajících se jejich výrobků uvedených na trh s cílem aktualizovat svou technickou dokumentaci a spolupracovat s příslušnými vnitrostátními orgány odpovědnými za činnost v oblasti vigilance a dozoru nad trhem. Dokumentace sledování po uvedení na trh musí být součástí technické dokumentace a být v souladu s přílohou III MDR.

EU prohlášení o shodě a označení CE

MDR v příloze IV stanovuje minimální obsah prohlášení o shodě zdravotnického prostředku uváděného na trh:

- 1) jméno, zapsaný obchodní název nebo zapsaná ochranná známka a, pokud již bylo uděleno, jediné registrační číslo podle článku 31 výrobce a případně jeho zplnomocněného zástupce a adresa jejich registrovaného místa podnikání, na níž je lze kontaktovat a zjistit, kde je lze nalézt;
- 2) uvedení toho, že EU prohlášení o shodě se vydává na výhradní odpovědnost výrobce;
- 3) základní UDI-DI podle přílohy VI části C MDR nebo číslo identifikující výrobek dle MDD (viz dále). Toto číslo nemusí být jedinečné pro každý výrobek. Může se vztahovat na výrobek, sérii, typ nebo sériové číslo. To je ponecháno na úvaze výrobce.

- 4) název a obchodní název výrobku, kód výrobku, katalogové číslo nebo jiný jednoznačný odkaz umožňující identifikaci a výsledovatelnost prostředku, na něž se prohlášení o shodě vztahuje, například ve vhodných případech fotografie, jakož i jeho určený účel. Kromě názvu nebo obchodního názvu výrobku mohou být informace umožňující identifikaci a výsledovatelnost poskytnuty prostřednictvím základního UDI-DI uvedeného v bodě 3;
- 5) riziková třída prostředku v souladu s klasifikačními pravidly stanovenými v příloze VIII MDR nebo příloze IX MDD;
- 6) údaj o tom, že prostředek, na něž se stávající prohlášení vztahuje, je ve shodě s tímto nařízením (nebo předchozí legislativou týkající se ZP) a případně s veškerými jinými příslušnými právními předpisy EU, které stanoví vydávání prohlášení o shodě;
- 7) odkazy na veškeré použité společné specifikace v souvislosti s nimiž se shoda prohlašuje;
- 8) případně název a identifikační číslo oznámeného subjektu, popis postupu posuzování shody a identifikace vydaného certifikátu nebo certifikátů;
- 9) případně doplňující informace;
- 10) místo a datum vydání prohlášení, jméno a funkce osoby, která je podepsala, a údaj o tom, pro koho a jménem koho je tato osoba podepsala, podpis.

Ad bod 6) Pokud v případě ZP s měřicí funkcí dochází k paralelnímu uplatnění MDR a metrologických směrnic 2014/32/EU¹¹ o dodávání měřidel na trh (Measuring Instruments Directive, dále jen „MID“) a 2014/31/EU¹² o dodávání vah s neautomatickou činností na trh (Non-automatic Weighing Instruments Directive, dále jen „NAWI“) nebo dalších směrnic, je tento souběh potřeba zohlednit při posuzování shody a případné volbě oznámeného subjektu. V takovém případě výrobce vystaví jedno EU prohlášení o shodě, kterým se deklaruje shoda se všemi souvisejícími právními předpisy, tedy například MDR a MID, případně MDR a NAWI pro váhy s neautomatickou činností. Při označení shody s MID se navíc vedle CE označení uvede doplňkové metrologické označení (dle čl. 21 MID a čl. 16 NAWI). Doplňkové metrologické označení tvoří velké písmeno „M“ a poslední dvě číslice roku, ve kterém byla značka umístěna, ohraničené obdélníkem, přičemž výška obdélníku se rovná výšce označení CE.

Obecné povinnosti dovozců a distributorů

Povinnosti dovozců jsou uvedeny v článku 13 MDR a povinnosti distributorů v článku 14 MDR. Pro účely tohoto článku lze shrnout zásadní povinnosti dovozců a distributorů do několika bodů. Výčet povinností však není úplný.

¹¹ Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/32/EU ze dne 26. února 2014 o harmonizaci právních předpisů členských států týkajících se dodávání měřidel na trh

¹² Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/31/EU ze dne 26. února 2014 o harmonizaci právních předpisů členských států týkajících se dodávání vah s neautomatickou činností na trh

Dovozce podle čl. 13 MDR:

- může uvádět na trh EU pouze prostředky, které jsou ve shodě s tímto nařízením
- ověří, že:
 - prostředek byl opatřen označením CE a bylo vypracováno EU prohlášení o shodě prostředku;
 - výrobce je identifikován a ustanovil zplnomocněného zástupce v souladu s článkem 11;
 - prostředek je označen v souladu s tímto nařízením a je k němu přiložen požadovaný návod k použití;
 - případně byla výrobcem prostředku přidělena UDI
- uvede na prostředku či obalu své jméno nebo obchodní značku a adresu
- dodržuje skladovací a přepravní podmínky stanovené výrobcem (a v souladu s obecnými podmínkami na bezpečnost a účinnost)
- vede registr stížností, nevyhovujících prostředků a případů stažení prostředku z trhu
- předá výrobcí nebo zplnomocněnému zástupci veškeré stížnosti nebo hlášení od uživatelů o podezření na nežádoucí příhody
- uchová po kopii EU prohlášení o shodě a příslušných certifikátů pro potřeby orgánů dozoru nad trhem
- spolupracuje s příslušnými orgány na veškerých opatřeních přijatých s cílem snížit rizika, která výrobky jimi uvedené na trh představují

Distributor podle čl. 14 MDR:

- ověří, že
 - prostředek byl opatřen označením CE a bylo vypracováno EU prohlášení o shodě prostředku;
 - k prostředku jsou přiloženy informace, které mají být výrobcem předloženy
 - dovozce u dovážených prostředků splnil požadavky ohledně uvedení jeho jména a adresy na prostředku nebo jeho obalu
 - prostředku byla v příslušných případech výrobcem přidělena jedinečná identifikace prostředku.
- dodržuje skladovací a přepravní podmínky stanovené výrobcem
- okamžitě informuje výrobce, dovozce nebo zplnomocněného zástupce v případě, že se domnívá, že výrobek není v souladu s tímto nařízením
- vede registr stížností, nevyhovujících prostředků a případů stažení prostředku z trhu
- předá výrobcí nebo zplnomocněnému zástupci veškeré stížnosti nebo hlášení od uživatelů o podezření na nežádoucí příhody
- předloží příslušnému orgánu na požádání všechny informace a dokumentaci, které mají k dispozici a které jsou nezbytné k prokázání shody prostředku.
- spolupracuje s příslušnými orgány na veškerých opatřeních přijatých s cílem snížit rizika, která výrobky jimi uvedené na trh představují.

Pro všechny hospodářské subjekty platí shodně povinnost hlášení a spolupráce s příslušnými orgány, pokud se domnívají, že výrobek není ve shodě s požadavky MDR,

případně pokud je třeba přistoupit k jeho stažení z trhu nebo z oběhu.

Informační povinnost

Další významná změna, kterou MDR přináší, je vytvoření nového systému pro identifikaci a vysledovatelnost prostředků. Při registraci prostředků a hospodářských subjektů popsaných v čl. 29 až 31 MDR do celoevropské databáze EUDAMED, která bude nově přístupná i veřejnosti, se bude využívat systém jedinečné identifikace prostředku UDI a jedinečného registračního čísla přiděleného hospodářským subjektům. Jedinečná identifikace prostředku se skládá z identifikátoru prostředku (dále jen „UDI-DI“) specifického pro daného výrobce a prostředek, a identifikátoru výroby (dále jen „UDI-PI“). **UDI-DI** představuje hlavní klíč k záznamům v databázi UDI, kam je hospodářský subjekt povinen uvádět informace uvedené v příloze VI části A a B MDR. **UDI-PI** je číselný nebo alfanumerický kód, který identifikuje jednotku výroby prostředku. Mezi různé UDI-PI patří sériové číslo, číslo šarže, identifikace softwaru a datum výroby nebo použitelnosti nebo obě data. Pro usnadnění fungování databáze EUDAMED se bude využívat mezinárodně uznávané nomenklatury ZP, která bude bezúplatně k dispozici výrobcům a jiným fyzickým nebo právnickým osobám a dalším zúčastněným stranám.

V současné době není celoevropská databáze EUDAMED zcela funkční, a proto registrace prostředků a hospodářských subjektů stále probíhá dle systémů vytvořených v jednotlivých členských státech, jak tomu bylo podle MDD, transponované do českého právního řádu nařízením vlády NV č. 54/2015 Sb. Na tyto případy se použijí přechodná ustanovení zákona o ZP, především § 73 a § 74, které odkazují na použití Registru zdravotnických prostředků zřízených podle zákona č. 268/2014 Sb.¹³

Postupy posuzování shody

Nařízení MDR nepracuje s modulárním systémem posuzování shody, ale jednotlivé postupy posuzování shody jsou uvedené v přílohách IX – XI. Pro lepší přehled postupů posuzování shody dle MDR a jejich možného využití pro jednotlivé rizikové třídy ZP byla vytvořena následující tabulka (za článkem).

Oznámené subjekty

Oznámeným subjektem (oznámenou / notifikovanou osobou) se rozumí právnická osoba způsobilá k provádění postupů posuzování shody jakožto třetí osoba, včetně kalibrace, testování, certifikace a inspekce, která je nestranná a nezávislá na výrobcí nebo na jakémkoli jiném hospodářském subjektu, který má na prostředku zájem. Má zaveden systém řízení kvality a splňuje požadavky MDR na zdroje, má tedy na každý postup posuzování shody a na každý typ prostředku, pro který je subjekt jmenován, k dispozici dostatek administrativních, technických a vědeckých pracovníků se zkušenostmi ohled-

¹³ Zákon č. 268/2014 Sb., o diagnostických zdravotnických prostředcích in vitro (dříve Zákon o zdravotnických prostředcích a o změně zákona č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů)

ně příslušných prostředků a souvisejících technologií. Způsobilost oznámených subjektů je řádně posuzována v rámci společných posouzení se zástupci EK a národními experty z členských států. Jmenování oznámených subjektů, u nichž bylo dokončeno posouzení podle článku 39 MDR a které jsou v souladu s přílohou VII MDR, proběhne až po schválení MDCG, jež je poradním orgánem Komise a ostatních členských států. Následně probíhá pravidelné monitorování oznámeného subjektu ze strany orgánu odpovědného za oznámené subjekty (v České republice ÚNMZ¹⁴).

MD kódy

Pro určení typu ZP, pro které jsou jednotlivé oznámené subjekty jmenovány, jsou ZP rozříděny mezi tzv. MD kódy, uvedené v prováděcím nařízení Komise 2017/2185¹⁵ a vysvětleny v dokumentu MDCG 2019-14.¹⁶ MD kódy značíme **MDA** pro aktivní ZP a **MDN** pro neaktivní ZP, které jsou číselně označeny podle účelu použití nebo použití pro specifickou část lidského těla. Navíc rozlišujeme tzv. kódy horizontální, které pokrývají odborné znalosti z oblastí týkajících se celé řady ZP napříč MDA a MDN kódy. Horizontální kódy se dále dělí na **MDS** kódy pro speciální oblasti, jako je například sterilita nebo měřicí funkce, a **MDT** kódy pro znalosti technologie výroby s použitím různých materiálů. Oznámené subjekty jsou jmenovány pouze k vybraným

¹⁴ §27 zákona č. 90/2016 Sb., o posuzování shody stanovených výrobků při jejich dodávání na trh
¹⁵ Prováděcí nařízení Komise (EU) 2017/2185 ze dne 23. listopadu 2017 o seznamu kódů a odpovídajících typů prostředků za účelem určení rozsahu jmenování oznámených subjektů v oblasti zdravotnických prostředků podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2017/745 a diagnostických zdravotnických prostředků in vitro podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2017/746
¹⁶ https://ec.europa.eu/health/sites/default/files/md_sector/docs/md_mdcg_2019_14_mdr_codes_en.pdf

MD kódům, nikoliv k celému rozsahu zdravotnických prostředků. Oznámený subjekt musí zajistit plně kvalifikované posuzovatele pro každý MD kód, pro který chce být jmenován. Je důležité, aby hospodářský subjekt při svém výběru oznámeného subjektu k provádění činností posuzování shody sledoval jeho jmenování k různým MD kódům tak, aby byly pokryty všechny oblasti, které se jeho výrobku týkají. V případě prostředků s měřicí funkcí se nesmí opomenout kód **MDS 1010**.

Zdroje

- [1] Databáze oznámených subjektů pro MDR včetně rozsahu jejich oznámení
https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/nando/index.cfm?fuseaction=directive.notifiedbody&dir_id=34
- [2] Seznam dokumentů vydaných skupinou MDCG za účelem vysvětlení některých článků nebo postupů MDR
https://ec.europa.eu/health/md_sector/new_regulations/guidance_en
- [3] Seznam dokumentů vydaných skupinou MDCG za účelem vysvětlení některých článků nebo postupů dle původní směrnice MDD
https://ec.europa.eu/health/sites/default/files/md_sector/docs/md_guidance_meddevs.pdf
 Dokumenty řeší některé aspekty, které jsou uvedeny i v MDR. V takovém případě jsou dokumenty stále platné, pokud není vydán ekvivalentní v rámci dokumentů MDCG.
- [4] Databáze harmonizovaných norem k MDR
<https://www.nlfnorm.cz/normy/475/databaze-harmonizovanych-norem-480?scId=&ssId=133&s=HARMONIZED&rId=228&sgId=&cdId=&mId=&asId=¬ifiedBody=&query=>

Tabulka 1: Přehled postupů posuzování shody dle MDR a jejich možného využití pro jednotlivé rizikové třídy ZP

Postup posuzování shody Třída	Příloha IX	Příloha X	Příloha XI	Prohlášení o shodě	
I					
Is, Im, Ir	kapitola I a III 	nebo	část A 	a	
Ila	kapitola I, II (4) a III 	nebo	bod 10 nebo 18 	a	
Ilb	kapitola I, II (4) a III 	nebo	a	část A nebo B 	a
III Ilb implantabilní		nebo	a	část A nebo B 	a

aplikovatelné v celém rozsahu
 aplikovatelné pouze z části

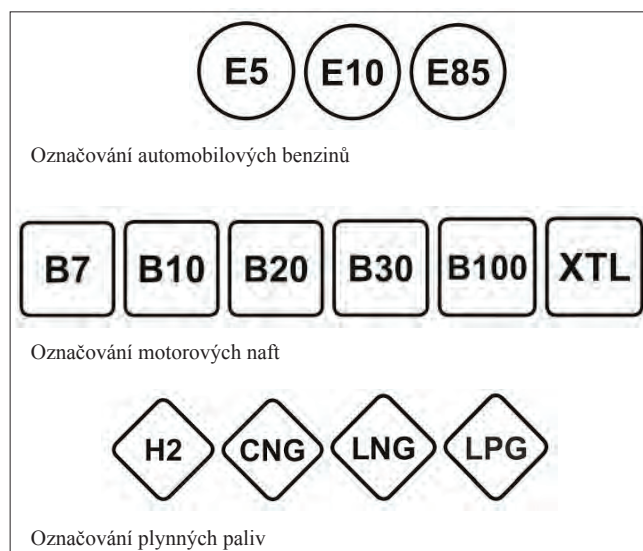
MOTOROVÁ PALIVA, JEJICH SOUČASNOST A BUDOUCNOST ČÁST DRUHÁ – VYHLÁŠKA Č. 516/2020 SB. O POŽADAVCÍCH NA POHONNÉ HMOTY

Ing. Petr Kříž

Česká strojnická společnost, Centrum technické normalizace

Kvalita motorových paliv v dopravě je dlouhodobě řešena prostřednictvím evropské legislativy, která je transponována do legislativy ČR. Jedná se o zákon č. 311/2006 Sb., o pohonných hmotách, v aktuálním znění a jeho prováděcí vyhlášku, která byla přepracována a vydána jako nová vyhláška pod označením č. 516/2020 Sb., o požadavcích na pohonné hmoty a provedení některých dalších ustanovení zákona o pohonných hmotách, a která specifikuje jednotlivé druhy pohonných hmot prostřednictvím odkazů na české technické normy, které se tak stávají pro kvalitu pohonných hmot legislativně závaznými (**tab. 1**). Ke všem uvedeným legislativně závazným technickým normám je zřízen tzv. **sponzorovaný přístup**, který představuje bezplatný přístup nejširší odborné i spotřebitelské veřejnosti po registraci na stránkách České agentury pro standardizaci. Je třeba konstatovat, že spektrum standardizovaných pohonných hmot zahrnuje v České republice prakticky všechny druhy alternativních paliv, které jsou používány v Evropě, nebo o jejichž používání se uvažuje. Cílem následujícího přehledu nejdůležitějších změn legislativních a normativních požadavků k jednotlivým skupinám paliv, s důrazem na jejich změny, je ukázat aktuální stav v legislativě a standardizaci kvality motorových paliv s výhledem do budoucna ve smyslu zavádění nových alternativních paliv, především z obnovitelných a nízkouhlíkových zdrojů, v návaznosti na evropskou legislativu (směrnice RED II, AFID, FQD). Podrobně je význam jednotlivých parametrů u automobilových benzinů a motorových naft diskutován v článku v časopisu **METROLOGIE 4/2017**. Fosilní i alternativní paliva v uplynulém období vykazala formální i neformální změny technických požadavků ve smyslu změn ve vymezení pojmů a příslušných technických norem, které vyhláška činí závaznými. Do vyhlášky č. 516/2020 Sb. byly zapracovány v rámci vymezení pojmů definice nových alternativních paliv, resp. byly zpřesněny pojmy stávající, zejména bioplyn, biometan, syntetické palivo, motorová nafta s vysokým obsahem FAME a další paliva, především na bázi obnovitelných zdrojů. Vydaním nové vyhlášky dále došlo k aktualizaci vymezení pojmů ve smyslu definice jednotlivých druhů paliv prostřednictvím kódů kombinované nomenklatury uvedených v nařízení Rady (EHS) č. 2658/87 o celní a statistické nomenklatuře a o společném celním sazebníku ve znění platném ke dni 1. ledna 2020. Byly doplněny a aktualizovány citace technických norem ČSN pro jednotlivé kategorie paliv. Dále byly aktualizovány přílohy vyhlášky s ohledem na změny parametrů v technických normách v důsledku jejich revizí a aktualizací a vydání nových norem a doplnění

nových druhů paliv. Aktuálně platné technické normy specifikující jednotlivá motorová paliva uvádí **tab. 1**. Obecnou změnou ve standardizaci zkušebních metod pro motorová paliva je uvedení souboru nových statistických norem ČSN EN ISO 4259-1 a ČSN EN ISO 4259-2, podle jejichž kritérií se interpretují výsledky jednotlivých měření při zkoušení motorových paliv. Rozdělení motorových paliv na jednotlivé druhy specifikuje v návaznosti na legislativu norma **ČSN EN 16942 Paliva – Identifikace kompatibility vozidla – Grafické vyjádření informací pro spotřebitele**. Příslušné symboly jsou prezentovány na **obr. 1**.



Obr. 1: Označování paliv podle ČSN EN 16942

Tab. 1: Motorová paliva a technické normy specifikující požadavky

Druh motorového paliva	Označení podle ČSN EN 16942	Technická norma
automobilové benzin	E5, E10	ČSN EN 228
motorové nafty	B7	ČSN EN 590
FAME	B100	ČSN EN 14214
motorová nafta B10	B10	ČSN EN 16734
motorová nafta s vysokým obsahem FAME	B20, B30	ČSN EN 16709
ethanol E85	E85	ČSN EN 15293
LPG	LPG	ČSN EN 589
CNG a bio-CNG	CNG	ČSN 65 6517 ČSN EN 16723-2
vodík pro přímé použití	H2	ČSN ISO 14687-1

vodík pro palivové články	H2	ČSN ISO 14687-2 ČSN EN 17124
LNG a bio-LNG	LNG	ČSN ISO 16723-2
biometan	CNG, LNG	ČSN 65 6514 ČSN EN 16723-2
parafinická motorová nafta	XTL	ČSN EN 15940

Automobilové benziny ČSN EN 228

Nejdůležitější ukazatele kvality automobilových benzinů tvoří parametry, které jsou součástí přílohy č. 1 zmíněné vyhlášky. Jde především o obě oktánová čísla, oktánové číslo výzkumnou metodou (OČVM) a oktánové číslo motorovou metodou (OČMM), podle kterých se komerčně označují jednotlivé druhy benzínu. Podle národní přílohy normy ČSN EN 228 zůstávají z hlediska tohoto parametru rozlišeny tři druhy benzinů, a to s OČVM minimálně 91, 95 a 98. Oktánová čísla charakterizují spalovací vlastnosti benzinů ve smyslu antidektonační charakteristiky. Použití daného druhu benzínu je v principu dáno požadavkem výrobce automobilu, který je uveden v technické dokumentaci k vozidlu.

Dalším zásadním ukazatelem spojeným s potřebnými spalovacími vlastnostmi je destilační zkouška určující destilační rozmezí automobilových benzinů podle normy ČSN EN ISO 3405. Tato zkouška souvisí mimo jiné s těkavostí, která je zkoušena podle normy ČSN EN 13016-1 **Kapalně ropné výrobky – Tlak par – Část 1: Stanovení tlaku vzduchem nasycených par (ASVP) a výpočet ekvivalentu tlaku suchých par (DVPE)**. Při této metodě

se vzorek za definovaných podmínek nastříkne do speciální termostaticky regulované evakuované komory a vlastní měření se provádí při teplotě 37,8 °C. Naměřený celkový tlak par se použitím korelační rovnice převádí na ekvivalent tlaku suchých par (DVPE – Dry Vapour Pressure Equivalent). Hodnota této veličiny může být ovlivněna tzv. **směšovacím efektem**, kdy při smíchání dvou různých dodávek (šarží) automobilového benzínu s různým obsahem ethanolu může dojít v důsledku tohoto jevu k nárůstu tlaku par vzniklé směsi nad hodnoty tlaku par jednotlivých dodávek. Tento nárůst je v závislosti na koncentraci ethanolu v jednotlivých dávkách a konečném obsahu ethanolu definován v normě ČSN EN 228. Je však třeba zdůraznit, že na směšovací efekt norma i vyhláška upozorňuje, v tom smyslu, že je třeba s ním počítat, avšak podle vyhlášky nesmí dojít u výsledné hodnoty k překročení maximální hodnoty tlaku pro stanovené období.

Nová vyhláška upravuje v návaznosti na změnu v národní příloze ČSN EN 228 v části NA.6 „Požadavky na těkavost automobilových benzinů“ jednotlivá **období používaná pro specifikaci požadavků na těkavost**. Cílem této změny, která proběhla na základě široké diskuse s odbornou veřejností, byla **optimalizace nastavení přechodových období** při přechodu mezi zimní a letní třídou automobilových benzinů. **Aktuálně platná období** jsou přehledně znázorněna na **obr. 2**.

Legislativa i technická norma jsou plně připraveny a umožňují bezproblémové **zavedení benzínu E10 s vyšším obsahem kyslíkaté složky** na bázi obnovitelných zdrojů, které je v současné době velmi diskutováno v souvislosti se závazky České republiky k dosažení cílů uplatnění obnovitelných zdrojů energie v dopravě.

kalendářní měsíc	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
výroba	60 – 90 (D)		50 – 80 (C1)	45 – 60 (A)						50 – 90 (C1 + D1)	60 – 90 (D)		
distribuce	60 – 90 (D)		50 – 90 (C1 + D)	45 – 60 (A)						45 – 90 (A + C1 + D1)	60 – 90 (D)		
čerpací stanice	60 – 90 (D)		50 – 90 (C1 + D)	45 – 90 (A + C1 + D)	45 – 60 (A)						45 – 90 (A + D1)	60 – 90 (D)	
			21.3./22.3.	21.4./22.4.	21.5./22.5.							30.9./1.10.	15.11./16.11.

vysvětlivky		třídy těkavosti	
	zimní období	A	45 – 60 kPa
	přechodová období	C/C1	50 – 80 kPa
	prodloužené přechodové období pro ČR	D/D1	60 – 90 kPa
	letní období		

Obr. 2: Aktuálně platná období a třídy těkavosti pro automobilové benziny podle ČSN EN 228

Motorové nafty ČSN EN 590

Kromě formálních výše uvedených obecných změn nepředstavuje nová vyhláška žádnou změnu pro klasické motorové nafty označované podle ČSN EN 16942 jako B7. V současné době však proběhlo hlasování k navrhovaným změnám evropské normy EN 590, které zahrnují celou řadu změn v oblasti zavádění nových automatizovaných zkušebních metod. U vlastností motorových naft dochází ke změně v dolní mezi u parametru hustota, kde u zimních tříd motorových naft (D, E, F) je navrhováno snížení dolní meze na hodnotu 815 kg/m³. Tato změna odpovídá možným změnám ve formulacích motorových naft především s ohledem na podíl obnovitelných zdrojů energie a související snižování emisí, tj. pokročilá biopaliva, případně jiné syntetické složky, zejména HVO (hydrotreated vegetable oils).

FAME (motorová nafta B100)

Vyhláška zavádí širší definici tohoto pojmu, který je synonymem k pojmu bionafta ve smyslu možnosti uplatnění i jiných typů esterů, než jsou methylestery mastných kyselin (FAME). V úvahu tedy připadají obecně alkylestery mastných kyselin (tzv. FAMA)E vyrobené z rostlinného oleje, živočišného tuku nebo jiné biomasy. Poslední verze normy ČSN EN 14214, která byla vydána v září 2019, je charakteristická sladěním nebo naopak rozlišením požadavků mezi normou pro FAME a ČSN EN 590 pro motorové nafty, neboť FAME má samozřejmě široké využití kromě výroby motorové nafty B100 i jako složka pro všechny další typy motorových naft („klasická“ B7, ale i B10, B20 a B30). Tyto změny spočívají zejména v aktualizaci specifikace s ohledem na výše uvedené mísení a řešení některých technických výzev, jako je tvorba úsad pod vlivem nízkých teplot a s tím související požadavky na filtrovatelnost. Řešení spočívá v zavedení dalších požadavků na FAME, jako je stanovení a omezení kontaminantů (sterylglykosidů a monoglyceridů). Z jiných požadavků je důležité především zvýšení požadavku na oxidační stabilitu z minimálně 6 h na minimálně 8 h podle ČSN EN 15721 – Stanovení oxidační stability (FAME) metodou zrychlené oxidace.

Motorové nafty B10 a motorové nafty s vysokým obsahem FAME

Do legislativy byly nově zavedeny další druhy motorových naft s vyšším obsahem FAME, jako jsou varianty B10, ale i B20 a B30 (motorové nafty s vysokým obsahem FAME), a to včetně příslušných norem ČSN EN 16734 a ČSN EN 16709, které byly vydány na konci roku 2019. Tyto druhy motorových naft s vyšším obsahem biosložky by měly hrát v budoucnu nezanedbatelnou roli z hlediska uplatnění obnovitelných zdrojů energie. Požadavky na tyto nové motorové nafty jsou víceméně analogické k požadavkům na klasickou motorovou naftu B7. Podle nové vyhlášky jsou tak sledovány ukazatele jako cetanové číslo, cetanový index (u B10), hustota při 15 °C, průběh destilace, obsah polycyklických aromatických uhlovodíků, obsah vody, obsah FAME, bod vzplanutí, oxidační stabilita a obsah manganu, a v zimním období samozřejmě také filtrovatelnost.

Syntetická motorová nafta

Zcela novou položkou vyhlášky je definice syntetických paliv, kterými se rozumí syntetická uhlovodíková paliva používaná v dopravě, vyrobená chemicko-technologickými postupy z biomasy nebo z jiných surovin pro výrobu alternativních paliv, zejména parafinická motorová nafta (označovaná XTL) vyrobená syntézou na bázi syntézního plynu nebo hydrogenací určená k pohonu spalovacích vznětových motorů, včetně parafinické motorové nafty vyrobené z uhlovodíků na bázi hydrogenovaných rostlinných olejů (HVO) nebo jiných olejů a tuků z biomasy. Čisté parafinické a syntetické motorové nafty nespĺňují obvykle současnou specifikaci běžné motorové nafty podle ČSN EN 590 z důvodu jejich nižší hustoty. ČSN EN 15940 rozlišuje dvě třídy syntetické motorové nafty s rozdílným cetanovým číslem. Třída A vykazuje vyšší cetanové číslo, a proto zlepšenou kvalitu zapalování ve srovnání s naftou splňující normu EN 590. Třída B představuje naftu se standardním cetanovým číslem. ČSN EN 15940 zahrnuje mísení parafinické (syntetické) motorové nafty (XTL) s methylestery mastných kyselin (FAME). Parafinické motorové nafty (XTL) se ovšem používají i jako mísicí komponenta pro běžné motorové nafty, a v takovém případě nemusí odpovídat specifikacím podle ČSN EN 15940, ale výsledná směs je klasifikována ve smyslu běžné motorové nafty podle ČSN EN 590, případně podle norem pro motorové nafty B10, resp. B20 a B30, pokud jde o mísicí složku pro tyto druhy nafty.

Ethanol E85

Toto automobilové palivo pro zážehové motory je nově ve vyhlášce specifikováno technickou normou ČSN EN 15293, která byla vydána v roce 2019 jako standardní norma na základě předchozí technické specifikace ČSN P CEN/TS 15293, která byla v platnosti od roku 2011. Nejpodstatnější změnou vůči předchozímu dokumentu je změna v požadavcích na kontaminanty, které byly dány do souladu s nově upravenou normou ČSN EN 15376, specifikující požadovanou jakost bioethanolu, která zůstává samozřejmě závazná i v nové vyhlášce.

LPG

Toto palivo, zjednodušeně označované jako propan-butan, které má poměrně významný podíl u osobních automobilů v České republice, specifikuje norma ČSN EN 589. Doposud sledované ukazatele jakosti pohonných hmot uváděné ve vyhlášce, tj. oktanové číslo motorovou metodou (OČMM) – výpočet ze složení stanoveného chromatograficky, obsah síry, obsah dienu, korozivní působení na měď, přítomnost sirovodíku (sulfanu) a zbytek po odpaření stanovený vysokoteplotní gravimetrickou metodou podle ČSN EN 15471, byly rozšířeny o obsah propanu (má vliv na těkavost a spalné teplo výsledné směsi), který byl v poslední revizi normy stanoven do 30. 04. 2022 minimální hodnotou 20 % (m/m) a od 01. 05. 2022 dokonce minimální hodnotou 30 % (m/m). Tento nový parametr zajišťující optimální těkavost plynu za nízkých teplot (v zimních podmínkách) doznává v návrhu revize v právě probíhajícím hlasování změny a počítá se

s tím, že minimální obsah zůstane na hodnotě 20 % (m/m) trvale. Nově se jako LPG ve smyslu vyhlášky definují i plyny složení shodného s LPG, které jsou vyrobené z biomasy (obvykle bývají označovány zkratkou bio-LPG). Významným standardizačním příspěvkem je rovněž původní ČSN 65 6501, která vyšla v únoru 2021 a definuje, resp. upřesňuje v návaznosti na vyhlášku **podmínky odběru vzorků LPG na čerpacích stanicích**.

Biometan

Biometan hraje velmi významnou roli v národních akčních plánech Čistá mobilita a Vnitrostátní plán České republiky v oblasti energetiky a klimatu a počítá se s ním jako s pilířem dekarbonizace dopravy v České republice v následujících desetiletích. Z tohoto důvodu je tomuto palivu věnována v legislativě i ve standardizaci zvýšená pozornost. Především dochází ke sjednocení názvosloví a jasnému vymezení rozdílu mezi pojmy bioplyn a biometan. „Bioplynem“ se v tomto smyslu rozumí surová směs plynů vyrobená z biomasy, naproti tomu pod pojmem „biometan“ chápeme upravený bioplyn určený k pohonu spalovacích motorů, jehož kvalita a čistota splňují kvalitativní parametry zemního plynu. Analogická definice se uplatňuje i pro stlačený biometan (bio-CNG) a zkapalněný biometan (bio-LNG). Vyhláška uvádí shodné požadavky pro všechna motorová paliva na bázi metanu, tedy bio-CNG a bio-LNG, ale také pro konvenční paliva na bázi zemního plynu, tj. stlačený zemní plyn (CNG) a zkapalněný zemní plyn (LNG). Těmito požadavky jsou obsah metanu, obsah síry před odorizací, obsah vody a relativní hustota, které zůstaly beze změny vůči předchozí legislativě – ve smyslu specifikací CNG a LNG. Posledním parametrem specifikovaným vyhláškou je tzv. Wobbého číslo, u kterého došlo k sjednocení s požadavky normy ČSN EN 16723-2. Tato norma specifikuje meze pro obsah kontaminantů a jiné technické parametry v biometanu zemním plynu, které jsou používány jako pohonná hmota nebo vtlačeny do plynovodů.

V důsledku toho došlo k navýšení horní meze pro Wobbého číslo, které je funkcí spalného tepla a relativní hustoty daného plynu a určuje především záměnnost plynu z hlediska jeho spalovacích vlastností. Rozšíření mezí pro Wobbého číslo je ve smyslu evropské normy zcela oprávněné a umožní použití biometanu v dopravě z nejširších možných zdrojů, aniž by tím utrpěla kvalita paliva.

Vodík

Ačkoliv vodík je nutno chápat nikoliv jako energetický zdroj nebo palivo, ale jako nosič energie, který musí být vyroben za nemalé spotřeby energie, neboť se nikde na Zemi nevyskytuje ve volném stavu, je pravděpodobné, že právě vodík může být v dlouhodobém horizontu univerzálním řešením pro dekarbonizaci ekonomiky. V dopravě přichází v úvahu přímé spalování vodíku ve spalovacích motorech nebo použití palivových článků s protonvýměnnou membránou (PEM). Na vyhlášku, kde toto není rozlišeno, jsou navázány technické normy, specifikující potřebnou čistotu vodíku prostřednictvím limitů jeho možných kontaminantů. Pro přímé spalování jde o ČSN ISO 14687-1, pro palivové články (které mají v současné době podstatně vyšší nároky na čistotu) potom ČSN ISO 14687-2. Tato ISO norma bude ke dni 12. 11. 2021 v souladu s evropskou legislativou nahrazena ve vyhlášce evropskou normou ČSN EN 17124. Vzhledem k tomu, že vodík je mimořádně perspektivní



„palivo“, které by prostřednictvím technologie palivových článků mohlo být úspěšnější alternativou k bateriovým elektromobilům, budeme věnovat příští článek právě podrobnému pohledu na vodíkové technologie.



MEZINÁRODNÍ SLOVNÍK METROLOGIE MÁ JIŽ ČTVRTÉ VYDÁNÍ

Doc. Ing. Jiří Horský, CSc.

Tento příspěvek je upozorněním na dokument BIPM VIM4, publikovaný jako návrh Společného výboru pro průvodce v metrologii JCGM-WG2-CD-02.

Snahy o sjednocení názvosloví

Celosvětová snaha sjednotit názvosloví začala obsáhlým slovníkem vydaným OIML až v roce 1978. Brzy pak následovaly slovníky v několika variantách, označované VIM, vydávané pod patronací BIPM a zpracované se souhlasem mnoha mezinárodních organizací (ISO, IEC, BIPM, IFCC, IUPAC, IUPAP a OIML). Situaci komplikovala snaha o univerzálnost

názvosloví napříč různými obory měření, které získaly postupně své vlastní názvosloví a nerady se ho zřikaly. To mělo za následek, že bylo snadno dosaženo shody na pojmech, které byly všem jasné a stejně vyjadřované i bez použití slovníku. Důležité pojmy pro praxi, jako například pro udávání specifikací a pro rozdíl mezi hodnotou reprezentovanou etalonem a hodnotou naměřenou, se ve slovnících nenašly. Navíc přišly změny v základním přístupu k vyjadřování přesnosti měření.

Názvoslovná norma VIM prodělala poměrně rychle tři velmi podstatné revize. Stručně uvedeme několik poznámek k předchozím vydáním slovníku.

VIM1

První vydání z roku 1984 bylo přeloženo jako slovník RVHP, ale do praxe se u nás příliš nedostalo. Až do nového a posledního vydání VIM3 byla vložena nově celá řada termínů převzatých z GUM, který byl zaveden do ČSN P ENV 13005 „Pokyn pro vyjádření nejistoty měření“.

VIM2

Ve slovníku VIM2 z roku 1993 (tj. TNI 01 0115) byl pouze základní termín a příslušná definice pro nejistotu měření. Návrh revize VIM2 z roku 2004 (nepřijatý) popisoval nejistotový a chybový přístup samostatně a odděleně. Protože teorie chybového i nejistotového přístupu byla velmi podrobně dopracována, převládá názor, že není třeba tyto dva přístupy chápat jako základně rozdílné a návrh revize VIM2 byl zcela přepracován tak, že je nerozlišoval.

VIM3

Do VIM3 z roku 2008, který je po terminologické stránce nadřazen původním termínům uvedeným v GUM, byly doplněny další termíny. Je to způsobeno tím, že se v posledních asi 20 letech podstatně změnily možnosti měření a slovník na to musel reagovat. Od vyhodnocení analogovým způsobem, převládajícím ještě nedávno, šel vývoj rychle k současnému stavu. Ten je charakterizován převodníkem měřené veličiny na elektrický signál a dalším zpracováním již elektrickou cestou, často s využitím možností výpočetní techniky.

Publikace VIM v anglickém originálu je jedna věc, druhou však je **překlad** do češtiny. Ten sjednocuje poprvé v historii jazykové ekvivalenty, které mají šanci vžít se nahlédě na obor měření. Samozřejmě tím, že norma vznikala *a posteriori*, může dosavadní dokumentace, vniklá dříve, používat jiné pojmy a tím vznikají potíže přechodu na nové pojmy. Dále je problém se snahou, aby byla norma mezioborově univerzální, což znamená, že specifitější pojmy musí být až v návazných oborových normách, z nichž se VIM3 odkazuje na **Mezinárodní elektrotechnický slovník Electropedia (IEV)**. Názvosloví by mělo být jednoznačné a srozumitelné všem, bez ohledu na předchozí vzdělání v oblasti měření.

Mezinárodní metrologický slovník **VIM3** je současný platný základní a nejdůležitější pramen ke sjednocení používaných pojmů pro všechny obory měření. Je přeložen z anglického originálu: *International vocabulary of Metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM3)*, vydaného v roce 2008). Český překlad byl vydán také jako technická normalizační informace TNI 01 0115:2009. Pro praxi je velmi užitečné, že sborník terminologie v oblasti metrologie je umístěn na webu ÚNMZ (viz <https://www.unmz.cz/urad/terminologie-v-metrologii>), a že obsahuje nejen slovník VIM3, ale je doplněn i slovníkem z oblasti legální metrologie podle OIML. Pro podrobnější oborové názvosloví tento materiál doplňují další názvoslovné dokumenty, z nichž se VIM3 jmenovitě odkazuje na IEV. Tento slovník, známý také jako „IEV Online“, je volně k dispozici například na adrese <https://electropedia.org>.

Návrh VIM4

Text VIM3 byl revidován s cílem:

- zlepšení srozumitelnosti definic, poznámek a příkladů,
- přidání dalších vysvětlení, poznámek a příkladů,
- snížení výslovného důrazu na terminologii, vnímanou jako zdroj složitosti.

Cílem dokumentu JCGM-WG2-CD-02 Mezinárodní slovník metrologie (návrh VIM4 CD-02) je šířit vědecké a technické znalosti o metrologii harmonizací související základní terminologie. Je to nejsrozumitelnější pro široké spektrum čtenářů, výzkumných pracovníků a odborníků z praxe. Jeho institucionálním úkolem je vytvořit doporučení pro zvyšující se počet a důležitost metrologického zpracování jmenovitých (nominálních) vlastností. Proto je potřeba uvést ve VIM více pojmů vztahených k jmenovitým hodnotám a vlastnostem a k postupu jejich zkoumání. To vedlo pracovní skupinu WG2 k přehodnocení některých klíčových konceptů VIM, počínaje těmi, které souvisejí se samotným rozlišováním mezi kvantitativními a nekvantitativními vlastnostmi. Návrh VIM4 napomáhá uspořádáním kapitol strukturování znalostí o metrologii:

- Kapitola 1 „Veličiny a jednotky“ představuje klíčové entity metrologie: veličiny, jednotky, hodnoty a váhy,
- kapitola 2 „Měření“ se zaměřuje na měření jako experimentální i matematický proces,
- kapitola 3 „Kvalita měření“ je o tom, co charakterizuje kvalitu procesů a postupů měření, měřicí přístroje a systémy a samozřejmě výsledky měření, tedy v první řadě nejistotu měření, ale také chybu měření, přesnost atd.,
- kapitola 4 „Měřicí zařízení a jejich vlastnosti“ je o měřicích přístrojích a systémech a jejich vlastnostech,
- kapitola 5 „Etalony měření a metrologická návaznost“ rozšiřuje kontext tím, že se zabývá metrologickými systémy, včetně etalonů měření a kalibrace: co je požadováno pro zajištění metrologické návaznosti výsledků měření,
- kapitola 6 „Jmenovité vlastnosti a zkoušky“, věnovaná nominálním vlastnostem a jejich zkoumání.

Zatímco VIM3 obsahoval položku pro „jmenovitou (nominální) vlastnost“ (tj. nekvantitativní, pouze klasifikační vlastnosti), byla do VIM4 přidána řada souvisejících dalších položek. Definice „měření“ a „metrologie“ byly zvažovány pečlivěji; převážně byly převzaty ze slovníku o nominálních vlastnostech, vyšetření a souvisejících konceptech pro klinickou laboratoř (*doporučení IFCC-IUPAC 2017*; Pure Appl. Chem. 2018; 90(5): 913–935). Byly upraveny tak, aby byly konzistentní s VIM.

Závěr

Návrh dokumentu VIM4 CD-02 je graficky zpracován tak, že v levém sloupci textu jsou uváděny navrhované termíny a poznámky, a v pravém jsou odpovídající původní znění podle VIM3. Změny a bibliografické odkazy jsou vyznačeny barevným pozadím. To velmi usnadňuje pochopení změn. Před definitivním vydáním lze ještě očekávat další diskuse a upřesnění, i tak ale stojí dokument za prostudování. Je k dispozici na adrese:

https://www.bipm.org/documents/20126/54295284/VIM4_CD_210111b.pdf

POČÁTKY AKREDITACE KALIBRAČNÍCH LABORATOŘÍ V ČESKOSLOVENSKU A ČESKÉ REPUBLICE – ČÁST II.

Ing. Miroslav Netopil

Institút pro testování a certifikaci, a.s.

1. Úvod

V minulém díle jsme v naší historické cestě po stopách počátků akreditace v Československu a České republice došli až k roku 1992. V seznamech akreditovaných subjektů, otištěných v čísle 2/2021 METROLOGIE, figurují s čísly osvědčení o akreditaci 14 a 16 (záměrně bez lomítka a ročníku za ním) také první dvě kalibrační laboratoře. Osvědčení byla vydána počátkem roku 1992, ale vlastní akreditační proces probíhal již v posledním čtvrtletí roku 1991. Proto i pro nás, metrology, je tento rok prvním akreditačním, a proto i my si můžeme oprávněně přisvojit letošní kulaté výročí začátků akreditace v našich zemích.

2. Akreditace prvních kalibračních laboratoř

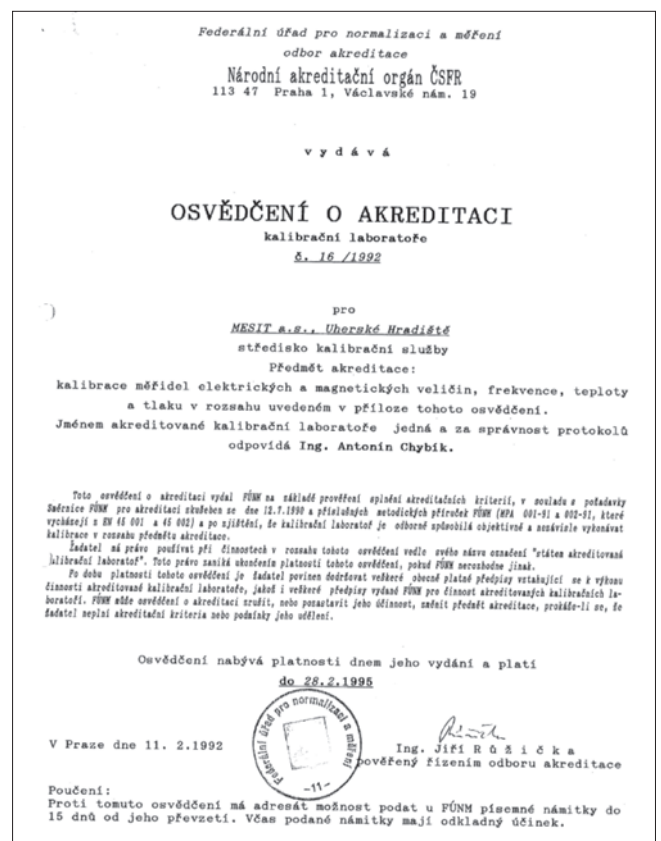
Úvodem tohoto odstavce je nutno dát do souladu čísla osvědčení o akreditaci prvních dvou AKL.

Podle seznamu z časopisu METROLOGIE 1/1992, otištěném v minulém díle, náleží prvním dvěma akreditovaným kalibračním laboratořím čísla osvědčení o akreditaci 14/91 a 16/91. Podle oficiálního seznamu z Věstníku FÚNM č. 6/1992 však mají čísla 14/92 a 16/92 (**obr. 1**).



Obr. 1: Sdělení odboru akreditace FÚNM ve Věstníku FÚNM č. 6/1992

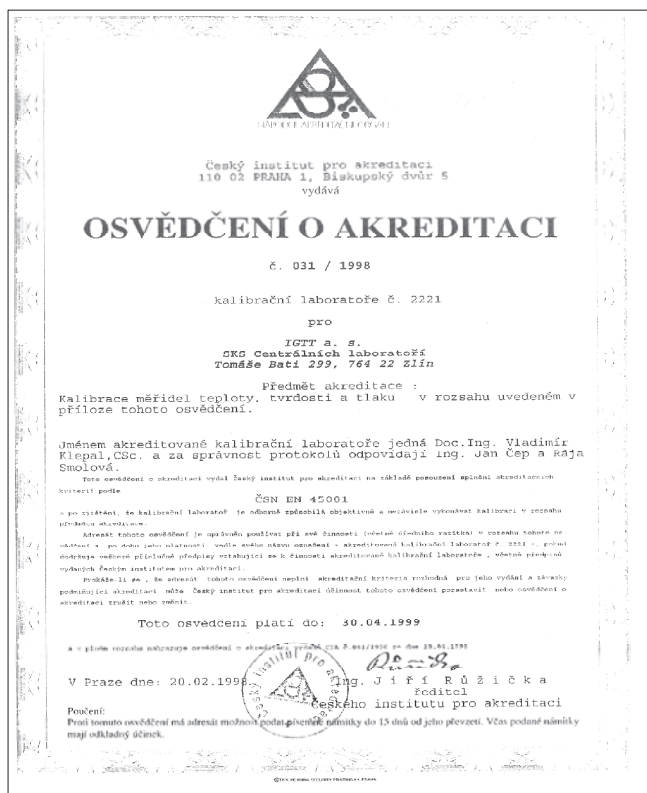
Zdálo by se tedy logické, že platí informace z oficiálního zdroje. Ani ten však nebyl vždy bezchybný, jak uvidíme v odstavci 4. Proto jsou nevěrohodnějším dokladem přímo ona první dvě historická osvědčení o akreditaci. Tím zcela prvním bylo OA pro středisko kalibrační služby Centrálních laboratoř Výzkumného ústavu gumárenské a plastikařské technologie Zlín, necelý měsíc po něm bylo vydáno OA pro středisko kalibrační služby MESIT a.s., Uherské Hradiště. Přes usilovné pátrání se nepodařilo objevit byt i jen kopii OA č. 14/92 pro úběc první akreditovanou kalibrační laboratoř. Nezbyvá než se spokojit s OA pro historicky druhou AKL (**obr. 2**), která je důkazem, že správná informace byla skutečně uvedena ve Věstníku FÚNM č. 6/1992, a nikoli v časopise METROLOGIE 1/1992.



Obr. 2: Osvědčení o akreditaci historicky druhé akreditované kalibrační laboratoře

První kalibrační laboratoř se stala neopakovatelnou raritou také v tom, že, jak můžeme číst v kopii Věstníku FÚNM č. 6/ 1992, byla akreditována jako **středisko kalibrační služby** v rámci akreditované zkušební laboratoře. Její první OA se sice nepodařilo dopátrat, ale existuje přece jen jedno OA první akreditované kalibrační laboratoře – AKL 2221 (**obr. 3**).

V květnu 1992 byla akreditována rovněž první slovenská kalibrační laboratoř. Jednalo se o kalibrační laboratoř



Obr. 3: OA první akreditované kalibrační laboratoře – AKL 2221

Československého ústavu pre atestáciu prístrojov a zariadení, Piešťany (nyní Technický a skúšobný ústav Piešťany), která byla celkově třetí AKL v tehdejší Československu. Historické OA č. 32/1992 je na kopii **obr. 4**.

Do konce roku 1992 pak byly akreditovány ještě další tři AKL, z toho jedna slovenská, celkem tedy šest kalibračních laboratoří během prvního roku. Mezi kalibračními laboratořemi akreditovanými v prvním roce (1992) převažovaly české (4 ze 6), naopak ze třinácti zkušebních laboratoří akreditovaných v prvním roce (1991) bylo osm slovenských a jen pět českých.

Zájem o akreditaci byl velký, a jak informoval na 3. konferenci Československého kalibračního sdružení v dubnu 1992 náměstek ředitele ČIA Ing. Milan Badal, bylo Odborem akreditace FÚNM registrováno 33 žádostí ze strany KL (a dokonce 354 ze strany ZL). Proto udiví, že v následujícím roce – 1993 – bylo akreditováno o jednu AKL méně než v roce předchozím, tedy jen 5; zároveň bylo jedné (AKL 2221) OA pozastaveno. K pozastavení došlo právě hned u první AKL, a to z důvodu změny majitele (VÚGPT Zlín), kdy laboratoř absolvovala mimořádný dozor až po změně vlastníka (nově IGTT Zlín) v roce 1994.

V roce 1994 nebyla akreditována ani jedna nová AKL a vydána byla pouze dvě OA pro již akreditované KL (kromě AKL 2221 ještě pro AKL 2227 Geodzie Liberec). Je však potřeba připomenout, že od 1. 1. 1993 už existovala samostatná ČR, a počet potenciálně akreditovatelných laboratoří se tak značně snížil. Především však byly důvodem technické i organizační nedostatky laboratoří, kvůli kterým se akreditační proces neúměrně protahoval.



Obr. 4: Osvědčení o akreditaci první slovenské kalibrační laboratoře

V roce 1995 už proběhla první reakreditace AKL. Nejednalo se však ani o první AKL VÚGPT – z důvodů uvedených výše), ani o druhou AKL (MESIT), která proces reakreditace zahájila s několikaměsíčním odstupem od skončení platnosti prvního OA, ale až o v pořadí třetí českou laboratoř, AKL Státního ústavu lehkého průmyslu. V roce 1996 se pak již akreditace AKL „rozjely“ – kromě čtyř reakreditací bylo do poloviny roku vydáno OA dvanácti novým AKL.

Přehled OA vydávaných AKL od začátku r. 1992 do poloviny r. 1996 přináší **tabulka 1** (za článkem).

Celkem bylo za toto období akreditováno 30 AKL, z nichž 12 je dosud aktivních a existuje pod stále stejným číslem. Další tři zanikly z důvodu spojení s jiným subjektem. Celkem 11 z oněch 12 změnilo majitele (některé i vícekrát) a existuje pod jiným vlastníkem. Jediná AKL 2249 patří od svého vzniku stále téže společnosti MEROS spol. s r. o.

Časopis METROLOGIE se rovněž snažil vyplnit mezeru v informacích o rozsahu akreditace. V čísle 2/1992 uveřejňuje rozsah akreditace dvou prvních AKL – středisek kalibrační služby VÚGPT Zlín a MESIT Uherské Hradiště. Na **obr. 5a** a **5b** je sken dvou stran tohoto čísla METROLOGIE s celým rozsahem akreditace AKL VÚGPT a částí rozsahu akreditace AKL MESIT.

Ve stejném čísle časopis METROLOGIE zveřejňuje „Rozsah metrologických výkonů zabezpečovaných Státním metrologickým inspektorátem (SMI)“. Přeloženo do dnešní řeči šlo vlastně o „Přílohu osvědčení o akreditaci“ laboratoří sekundární metrologie ČMI, tehdy SMI. V uvozovkách proto, že tyto laboratoře nebyly akreditovány, a nebyly akreditovány ani laboratoře Československého metrologického ústavu (ČSMÚ, pozdější laboratoře primární metrologie ČMI).

METROLOGIE č. 2/1992 83

**ROZSAH AKREDITACE KALIBRAČNÍCH LABORATORŮ,
KTERÉ OBDŘELY OSVĚDČENÍ O AKREDITACI KE DNI 14. 2. 1992**

Akreditovaná kalibrační laboratoř
Výzkumný ústav gumárenský
a plastická technologie Zlín
Středisko kalibrační služby
centrálních laboratoř

Oprávněný pracovník
Ing. Josef Lapčák

STŘEDISKO KALIBRAČNÍ SLUŽBY CENTRÁLNÍCH LABORATORŮ VŮPRT ZLÍN

Poř. čís.	Název zkoušky	Specifikace metody
1.1	Kalibrace skleněných teploměrů 0 °C, 20 až 200 °C. Rozsah: Nejistota měření: (±) 20 až 50 °C 0,1 % 50 až 100 °C 0,1 % 100 až 150 °C 0,1 % 150 až 200 °C 0,1 %	- Předpis ke kalibraci skleněných teploměrů OMS ČZGP 1/76 - Metrologický předpis MP ČSR 02/8-83 „Instrukce pro kontrolu skleněných teploměrů“
2.1	Kalibrace stejnosměrných voltmetrů 0 až 600 V Rozsah: Nejistota měření: (±) 0 až 0,03 V 0,02 % 0 až 0,15 V 0,02 % 0 až 0,75 V 0,02 % 0 až 3 V 0,02 % 3 až 600 V 0,02 %	- Předpis na kontrolu provozních číselových voltmetrů OMS ČZGP 8/84 - Metrologický předpis MP ČSR 002/17-85 „Podniková kontrola ss elektrických měřidel (napětí, proud) ručkových a se světelnou značkou“
2.2	Kalibrace stejnosměrných ampérmetrů 0 až 30 A Rozsah: Nejistota měření: (±) 0 až 0,015 A 0,02 % 0 až 0,03 A 0,02 % 0 až 0,075 A 0,02 % 0 až 0,15 A 0,02 % 0 až 0,3 A 0,02 % 0,75 až 30 A 0,02 %	- Metrologický předpis MP ČSR 002/17-85 „Podniková kontrola ss elektrických měřidel (napětí, proud) ručkových a se světelnou značkou“
2.3	Kalibrace ohmmetrů 0,1 až 100 000 Ω Rozsah: Nejistota měření: (±) 0,1 Ω 0,02 % 1 Ω 0,02 % 10 Ω 0,02 % 100 Ω 0,02 % 1 000 Ω 0,02 % 10 000 Ω 0,02 % 100 000 Ω 0,02 %	- Metrologický předpis MP ČSR 002/17-85 „Podniková kontrola ss elektrických měřidel (napětí, proud) ručkových a se světelnou značkou“

Obr. 5a: Rozsah akreditace první AKL

METROLOGIE č. 2/1992 84

Poř. čís.	Název zkoušky	Specifikace metody
3.1	Kalibrace tvrdoměrů Shore A a Shore D Rozsah: Nejistota měření: (±) 0 až 100 Sh 0,5 %	- Předpis na ověřování tvrdoměrů type Shore A a Shore D, OMS ČZGP 7/83 - Příloha k předpisu OMS ČZGP 7/83 ze dne 21. 10. 1991 (Pracovní předpis pro hodnocení geometrie pracovního hrotu tvrdoměrů Shore A a Shore D.)

Akreditovaná kalibrační laboratoř
MEST, a. s. Úberské Hradiště
Oddělení metrologie – středisko kalibrační služby

Oprávněný pracovník
Ing. Antonín Chybký

Pořad. číslo	Název zkoušky (kalibrace)	Specifikace metody
1.	Kalibrace měřidel elektrických a magnetických veličin	
1.1.	Jednosměrné elektrické napětí (rozsah napětí/nejistota): 10 μV až 200 μV/1,0 % 200 μV až 2 mV/0,1 % 2 mV až 20 mV/0,015 % 20 mV až 200 mV/0,005 % 200 mV až 2 V/0,002 % 2 V až 20 V/0,001 % 20 V až 200 V/0,003 % 200 V až 1000 V/0,003 %	ČSN 35 6202, ČSN 35 6203 ČSN 35 6231, ČSN 35 6406 PNÚ 2102.2, PNÚ 2116.2 MKM I
1.2.	Střídavé elektrické napětí (rozsah napětí/frekvence/nejistota): 100 μV až 2 mV/ /10 Hz až 31 Hz/0,5 % 32 Hz až 10 kHz/0,5 % 10 kHz až 33 kHz/0,6 % 30 kHz až 100 kHz/0,6 % 100 kHz až 330 kHz/1,2 % 300 kHz až 1 MHz/2,2 % 2 mV až 20 mV/ /10 Hz až 31 Hz/0,08 % 32 Hz až 10 kHz/0,07 % 10 kHz až 33 kHz/0,10 % 30 kHz až 100 kHz/0,17 % 100 kHz až 330 kHz/0,32 % 300 kHz až 1 MHz/0,66 % 20 mV až 200 mV/ /10 Hz až 31 Hz/0,03 % 32 Hz až 10 kHz/0,03 % 10 kHz až 33 kHz/0,07 % 30 kHz až 100 kHz/0,13 % 100 kHz až 330 kHz/0,24 % 300 kHz až 1 MHz/0,50 %	ČSN 35 6202, ČSN 35 6203, ČSN 35 6231, ČSN 35 6530, ČSN 35 6537, MKM II

Obr. 5b: Část rozsahu akreditace druhé AKL

3. Značení akreditovaných laboratoř

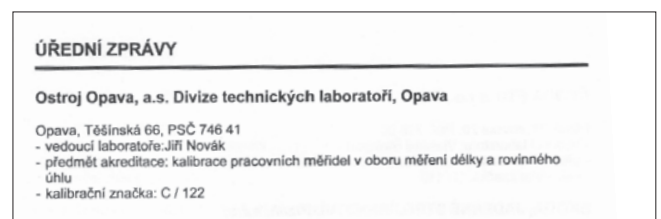
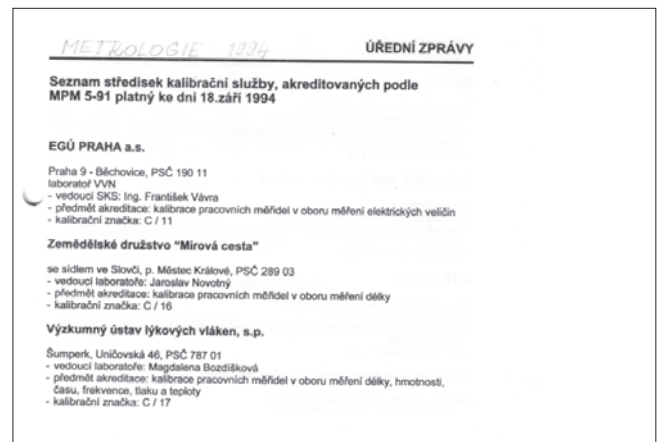
V roce 1991, kdy Odbor akreditace FÚNM vydal první OA, byly akreditované subjekty identifikovány číslem OA, pod kterým byly akreditovány. Jak je možné vydedukovat z historického OA na obr. 2, je číslo 16/1992 současně i číslem akreditované laboratoře. Přitom se nerozlišovala číselná řada pro AKL a AZL. Tento způsob označování se používal v letech 1991 – 1992. Avšak bylo jasné, že se zvyšujícím se počtem laboratoř a současně přibývajícím počtem OA pro jednu a tutéž laboratoř by se tento systém stal nepřehledným.

Od r. 1993, kdy vznikla samostatná ČR, navíc vypadly z číselné posloupnosti slovenské laboratoře. ČIA tak zavedl nové značení akreditovaných laboratoř, které používá dosud: zkušební laboratoře mají číselnou řadu „Izzz“, kde „zzz“ je pořadové číslo, ve kterém byla příslušná laboratoř akreditována v posloupnosti všech akreditovaných zkušebních laboratoř. První akreditované zkušební laboratoři tedy bylo přiděleno číslo 1001, druhé 1002, atd. Pořadí se přitom řídilo nikoliv datem, čili chronologií vydání OA, ale chronologií přijetí žádosti o akreditaci.

Stejný systém používá ČIA pro další oblasti akreditací, takže kalibrační laboratoře mají číselnou řadu „2kkk“, certifikační orgány „3ccc“, inspekční orgány „4iii“ atd., až po medicínské laboratoře „8mmm“.

U všech číselných řad má laboratoř, akreditovaná jako v čase první, označení „X001“. Výjimku tvoří kalibrační laboratoře, kdy kalibrační laboratoř akreditovaná jako historicky první měla číslo 2221, druhá má 2222 atd. Číselná řada AKL tedy nezačíná číslem 2001. Jak to vysvětlit?

Jak bylo zmíněno v prvním díle seriálu o počátcích akreditace laboratoř, existovala již dříve střediska kalibrační služby (SKS) a v souladu s MPM 5-91 vznikala SKS i poté, kdy byly v r. 1992 akreditovány první kalibrační laboratoře „pravou



Obr. 6: Sken první a poslední části Seznamu SKS ke dni 18. 9. 1994, vydaného v (toho roku jediném čísle) časopise METROLOGIE.

akreditací“. SKS měla podle tohoto MPM přidělována značku ve tvaru:

C/pořadové číslo

Ze seznamu SKS k 18. 9. 1994, jehož začátek a konec jsou na **obr. 6**, je vidět, že k uvedenému datu bylo těchto SKS celkem 122.

Kromě toho existovala SKS, která vznikla z dřívějších Středisek metrologické služby, a těm byla do r. 1992 ponechána jejich dosavadní značka. Systém číslování byl jiný, jak je zřejmé z hlavičky historického kalibračního listu vydaného SKS č. „C/117/41“ MESIT, a.s., Uherské Hradiště (**obr. 7**).

Certifikát č. 22/1991

vydaný Střediskem kalibrační služby Mesit a.s. Uherské Hradiště
č. C/117/41 zřízeným se souhlasem FÚM rozhodnutím FHMSE
č.j. 103/1887/4/249/B9 ze dne 30. srpna 1989.

Certifikát obsahuje 8 stran.

Kalibrace byla provedena ve dnech 5. 3. až 15. 3. 1991

Provedením kalibrace byl pověřen p. Jindřich Uříčiek

Název kalibrovaného přístroje : Imitátor majáček

Typ : MIM 66

Výrobní číslo : 735

Výrobce : SSSR

Zákazník : ČSĀ Praha Ruzyně

Podmínky, za kterých byla měření nebo kalibrace provedena :

- teplota okolí $23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$
- relativní vlhkost 45 % až 50 %
- napájecí napětí $27\text{ V} \pm 0,5\text{ V}$

Popis : Imitátor majáček MIM 66 je zařízení určené k prověřování základních jakostních charakteristik palubní aparatury I a II kategorie systémů typu SP50, ILS a VUR prováděných v různých etapách přípravy letounů.

Zkouška : Vyšeuvedený přístroj byl zkoušen podle metodiky zpracované pro tento přístroj oddělením metrologie Mesit a.s. Uh. Hradiště podnikovými etalonu a měřidly uvedeného oddělení s následujícími výsledky :

Obr. 7: Hlavička Certifikátu 22/1991, vydaného SKS číslo C/117/41.

Současně se množina dřívějších SKS rozšiřovala o kalibrační laboratoře akreditované již „pravou akreditací“, a bylo logické, aby těmto SKS byla přidělována značka ve stejném formátu – tedy:

„C/kkk“

kde „kkk“ je poslední trojčíslí v čísle AKL. Značku na žádost laboratoře přiděloval nově ČIA – na **obr. 8** a **obr. 9**. je vidět žádost a její kladné vyřízení v podobě Oznámení o přidělení značky C/222.

Kdyby číselná řada AKL začínala číslem 2001, vznikla by pro SKS akreditovaná „pravou akreditací“ stejná značka, jakou již měla SKS akreditovaná „nepravou akreditací“. Starých SKS bylo více než 100, takže ČIA začíná číselnou řadu pro akreditovaná SKS od čísla 201 a číselnou řadu pro AKL až od čísla 2201. Přitom prvních 20 pozic, tedy AKL 2201 až 2220, zarezervoval ČIA pro akreditaci laboratoří ČMI, ačkoliv první z nich získala akreditaci až v roce 1997. Posledním číslem AKL bylo k datu 31. 10. 2021 číslo 2414.

MESIT akciová společnost, 686 49 UHERSKÉ HRADIŠTĚ

ČESKÝ INSTITUT PRO AKREDITACI
Ing. Jiří R ů ž i ě k a
Václavské nám. 19
Praha 1 - Nové Město
1 1 3 4 7

VŠE DOPIS ZNAČKOVÉ DNE
NÁZEV ZNAČKY
VÝDELEK
UH. HRADIŠTĚ
11. 5. 1993

več
Žádost o přidělení kalibrační značky

Vzhledem k tomu, že podle § 6 zákona ČNR č. 20/1993 Sb. přešla působnost ve věci přidělování kalibračních značek na Český institut pro akreditaci, žádáme tímto jako držitel osvědčení o akreditaci o přidělení kalibrační značky.

S pozdravem

Ing. Antonín Chybík
ved. odd. metrologie

Fax: 0632 3010

03
2-48 TELEFON 40820 SAMOSTATNÉ OBLASTI
KON. SOKOLSKÁ UL. HRADIŠTĚ Č.Č. 1100-171 4001044 DALŠÍHO
MESTI MESIT LH

Obr. 8: Žádost o přidělení značky pro středisko kalibrační služby

NAROVNÉ AKREDITAČNÍ ORGÁN

ČESKÝ INSTITUT PRO AKREDITACI
113 47 Praha 1, Václavské nám. 19

na základě § 20 zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii, v souladu s § 6 zákona ČNR č. 20/1993 Sb., o zabezpečení výkonu státní správy v oblasti technické normalizace, metrologie a státního zkoušebnictví, a v návaznosti na vydání osvědčení o akreditaci kalibrační laboratoře č. 16/92 ze dne 11. 2. 1992

P ř i d ě l u j e
K A L I B R A Č N Í Z N A Č K U
C / 2 2 2
pro
MESIT a.s.
Sokolovská 573, 686 49 Uherské Hradiště

Podle ust. § 6 zákona ČNR č. 20/1993 Sb. přešla působnost ve věci akreditace středisek kalibrační služby a přidělování kalibračních značek podle § 20 zákona o metrologii z Federálního úřadu pro normalizaci a měření na Český institut pro akreditaci.

Přidělení kalibrační značky jsou splněny podmínky, které § 20 zákona o metrologii vyžaduje pro činnost střediska kalibrační služby k poskytování metrologických služeb pro jiné organizace, a to i ve vztahu k § 27 zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání.

Tuto kalibrační značku lze užívat pouze v rozsahu osvědčení o akreditaci kalibrační laboratoře.

V Praze dne 14. 5. 1993

Český institut pro akreditaci
Ing. Jiří R ů ž i ě k a
pověřený řízením
Českého institutu pro akreditaci

Obr. 9: Dokument ČIA o přidělení značky středisku kalibrační služby

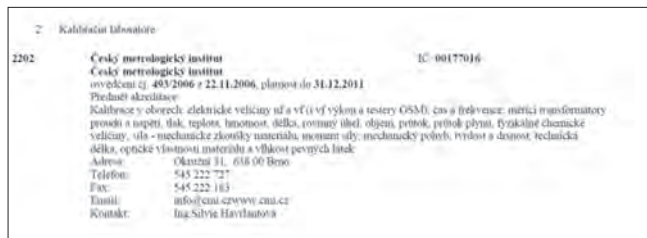
4. Akreditace laboratoří ČMI

S nabytím účinnosti zákona č. 505/1990 Sb. byl výkon státní metrologie rozdělen do dvou organizací:

- ČSMÚ (Československý metrologický ústav), který zajišťoval metrologický výzkum, uchování státních a ostatních primárních etalonů včetně přenosu jednotek na sekundární etalony.
- SMI (Státní metrologický inspektorát), který uchovával sekundární etalony nejvyšších řádů a zajišťoval návaznost hlavních etalonů organizací a ověřování stanovených měřidel.

Akreditace ČSMÚ měla započít v průběhu roku 1992 a akreditace SMI od roku 1993. Obě akreditace měly být ukončeny v plném rozsahu v roce 1995. Do těchto plánů však vstoupilo rozdělení Československa 1. 1. 1993 a v samostatné České republice byl pak na bázi oblastních inspektorátů někdejšího SMI vytvořen Český metrologický institut.

Protože podstatná část etalonů ČSMÚ byla soustředěna v Bratislavě, bylo nutné především vybudovat systém státní etalonáže samostatné ČR. Akreditace tak šla stranou a první akreditovanou laboratoří ČMI tak byl až v r. 1997 Oblastní inspektorát (OI) Liberec (veličina délka). Další OI přibývaly v následujících letech a byly jim postupně přidělována čísla AKL z předem rezervované řady 2201 až 2220. V roce 2006 byly při reakreditaci AKL 2202, kterézto číslo náleželo Oblastnímu inspektorátu Brno, připojeny pod toto číslo laboratoře akreditace dalších OI. Oznámení této skutečnosti ve Věstníku ÚNMZ je na obrázku **obr. 10**.



Obr. 10: Sdělení ve Věstníku ÚNMZ č. 2/2006 o udělení akreditace sjednocené AKL 2202 ČMI.

Oblastní inspektoráty, kterým končila platnost v té nebo jí blízké době, byly už akreditovány pod jednou AKL 2202. Oblastní inspektoráty, kterým platnost OA přesahovala datum 22. 11. 2006 byly pod jednotnou AKL 2202 akreditovány v období před koncem platnosti jejich dosavadního OA.

Přehled akreditací jednotlivých OI, jak je uveřejňoval Věstník ÚNMZ, včetně jejich ukončení přináší **tabulka 2** (za článkem).

5. Chyby a nesrovnalosti v informacích o akreditaci AKL

Při pátrání v historii AKL ČMI vyplynulo na světlo několik nesrovnalostí:

- OI Kroměříž měl v historii dvě čísla AKL: 2208 z r. 2004 a 2326 z r. 2006, se stejným číslem OA, jen s upřesněním „změna přílohy“ – odkaz na přílohu 2 z 13. 1. 2006 (**obr. 11**). Podle informací ředitele OI Kroměříž však žádné OA s číslem AKL 2326 v archivu tohoto OI neexistuje a zřejmě se tedy jedná o administrativní chybu při uveřejnění Sdělení. Dnes pod číslem 2326 není akreditován žádný subjekt.



Obr. 11: Sdělení ve Věstníku ÚNMZ č. 4/2006 o udělení akreditace AKL 2326 ČMI OI Kroměříž

- LPM Praha byly akreditovány pod číslem AKL 2304 (**obr. 12**), které zcela vybočuje z řady 2201 až 2220. Domněnka je, že šlo rovněž o administrativní překlep, díky kterému se tehdy namísto čísla 2204 přidělilo LPM Praha číslo 2304. Dnes pod číslem 2304 není akreditován žádný subjekt.



Obr. 12: Sdělení ve Věstníku ÚNMZ č. 1/2002 o udělení akreditace AKL 2304 ČMI LPM Praha.

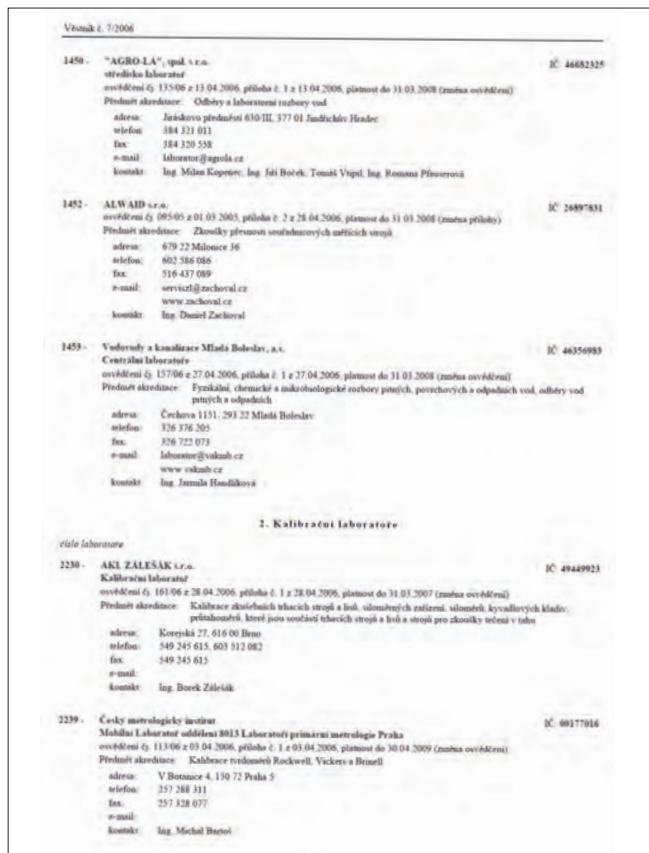
- LPM Praha měly podle Věstníku č. 7/2006 mobilní laboratoř s číslem AKL 2239 z r. 2006 (**obr. 13**), přičemž pod tímto číslem byla akreditována již v r. 1999 AKL firmy Rudolf Veselý. Nepodařilo se dopátrat historii, faktem však je, že v současnosti je pod č. 2239 akreditována laboratoř firmy Jaroslav Veselý.
- Podle oznámení ve Věstníku ÚNMZ č. 7/1993 byla pěti ze šesti tehdy existujících AKL údajně pozastavena účinnost OA (**obr. 14**). Údajně proto, že ve skutečnosti šlo o chybu v nadpisech „Soupis kalibračních laboratoří“ a „Pozastavena účinnost“.
- Na téže straně Věstníku je další chyba, i když jen drobný překlep: namísto názvu „TESTCOM“ pro AKL 2225 je nesprávně uvedeno „TESTOM“.

Opravu chyby uveřejnil ÚNMZ se značným zpožděním - až ve Věstníku č. 1/1994; viz **obr. 15**. Nicméně již v přecházejícím čísle, ve Věstníku 10/1993 zveřejnil správně informaci o pozastavení účinnosti OA pro AKL 2221. Na té informaci zas ovšem zaráží to, že účinnost byla pozastavena k 23. 3. 1992, ale k oznámení ve Věstníku došlo až o rok a čtvrt později. Tudíž je možné, že došlo k překlepu - namísto 1993 je nesprávně 1992. Logiku má tato domněnka z toho důvodu, že OA bylo vydáno 15. 1. 1992 - a hned za dva měsíce mělo být pozastaveno?

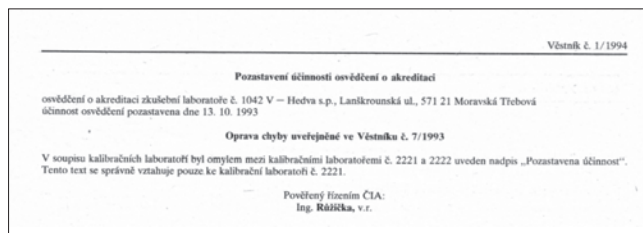
- OA 33/93 AKL 2228 fy Testima z 20. 10. 1993 mělo podle Věstníku č. 4/1994 platnost do 31. 11. 1996 (**obr. 16**, v **tab. 1** nejde tedy o překlep). Takové OA s neexistujícím

datem konce platnosti, tedy nikdy nekončící platností, by jistě ráda vlastnila nejedna kalibrační laboratoř. Ale jak patrně ze skenu na obr. 16, této výsady se dostalo jen jediné AKL 2228, další laboratoři v pořadí, AKL 2229, už končila platnost OA „normálně“.

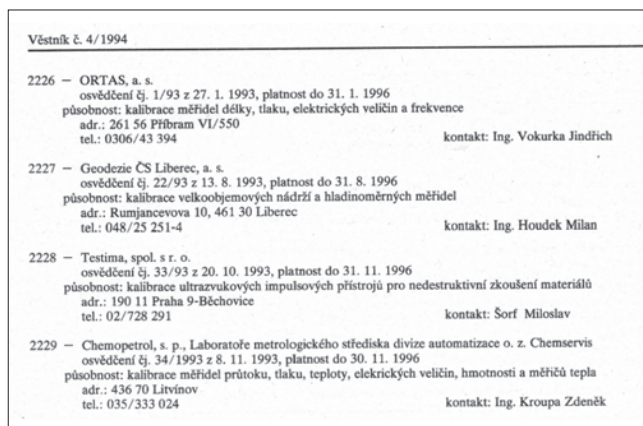
Jak vidět, zveřejňované informace o akreditovaných laboratořích i administrativní procesy byly doprovázeny nejdou jednou chybou, někdy kuriózní a úsměvnou, někdy docela fatální, jako v případě falešné informace o pozastavení účinnosti OA. Podobné kuriozity a zajímavosti skýtal z dnešního pohledu také samotný proces akreditace, jak se podíváme v příštím, třetím a posledním díle seriálu o počátcích akreditace kalibračních laboratořích u nás.



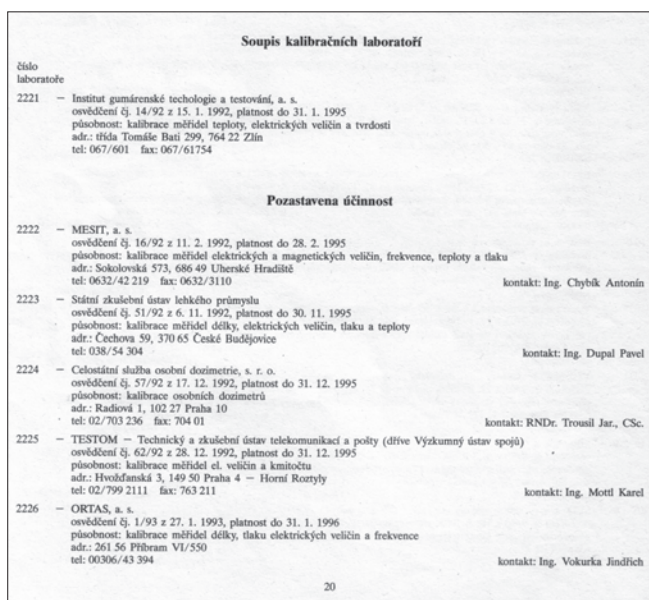
Obr. 13: Sdělení ve Věstníku ÚNMZ č. 7/2006 s akreditací mobilní laboratoře ČMI LPM Praha



Obr. 15: Oprava chyby z Věstníku ÚNMZ č. 7/1993 o pozastavení účinnosti OA pěti laboratořím



Obr. 16: Část seznamu akreditovaných subjektů z Věstníku ÚNMZ č. 4/1994 – AKL 2228 s platností OA do 31. 11. 1996



Obr. 14: Sdělení ve Věstníku ÚNMZ č. 7/1993 o pozastavení účinnosti OA pěti laboratořím

6. Použité zdroje:

- [1] Osobní vzpomínky (Doc. Ing. Jiří Horský, CSc., RNDr. Radomír Čevelík, RNDr. Pavel Malčík, Jan Střepec, Ing. Roman Honig)
- [2] Věstníky FÚNM
- [3] Věstníky ÚNMZ
- [4] Časopis Metrologie: 1/1992, 2/1992, 3/1992, 1994, 1/1995
- [5] Český institut pro akreditaci: „25 let akreditačního systému 1991–2016“ (publikace ČIA k výročí 25 let akreditace). Dostupné na: https://www.cai.cz/wp-content/uploads/2018/12/25let_akreditace_brozura_CIA.pdf
- [6] Archiv Institutu pro testování a certifikaci, a. s., Zlín
- [7] Archiv Textilního zkušebního ústavu, s. p., Brno

Poznámka k pojmům „pravá akreditace“ a „nepravá akreditace“: Podle informace Ing. Františka Drozdy na 60. konferenci Českého kalibračního sdružení se pro tyto dva druhy posuzování způsobilosti používaly pracovní názvy „velká akreditace“ a „malá akreditace“.

Tabulka 1: Přehled vydaných OA pro AKL do 06/1996

Číslo prvně získaného OA	Číslo AKL podle kódování ČIA	Název organizace, pod kterou AKL získala první OA	Rok získání (pozastavení, ukončení) OA / konec platnosti					Stav v 7/2021
			1992	1993	1994 (žádná nová AKL)	1995	1996	
14/91	2221	VÚGTP, SKS Centrálních laboratoří	15. 1. / 31. 1. 1995	23. 3. pozast. účinnost (přešla pod IGTT)	23. 6. reakred. pod IGTT / 30. 4. 1999			de facto spojena s AKL 2222
16/91	2222	MESIT, a.s., SKS zkušební laboratoře	11. 2. / 28. 2. 1995	7. 5. / 28. 2. 1995		28. 2. OA skončilo – neobnoveno	29. 4. / 31. 5. 2001 pod MESIT QM, s. r.o.	Institut pro testování a certifikaci, Zlín
32/92		Čs. ústav pre atestáciu prístrojov a zariadení, Piešťany	18. 5. / 30. 6. 1995					Technický skúsobný ústav, Piešťany
51/92	2223	Státní zkušební ústav lehkého průmyslu, ČB	6. 11. / 30. 11. 1995	7. 5. / 30. 11. 1995		1. 12. / 31. 12. 2000	14. 11. / 31. 12. 2000	-
59/92	2224	Celostátní služba dozimetrie, spol. s r. o. Praha	17. 12. / (ve Věstníku je 17. 2) 31. 12. 1995	4. 5. (překlep ve Věstníku – má asi být 7. 5) / 31. 12. 1995			1. 1. / 31. 1. 2001	-
61/92		Východoslovenské strojárne a.s., Košice	28. 12. – 31. 12. 1995					-
63/92	2225	Výzkumný ústav spojů, Praha	28. 12. – 31. 12. 1995	7. 5. / 31. 12. 1995			1. 1. / 31. 1. 2001	Připojen pod ČMI
1/93	2226	ORTAS, a.s. Příbram		27. 1. + 7. 5. / 31. 1. 1996		21. 4. / 31. 1. 1996		-
22/93	2227	Geodezie ČS Liberec, a.s		13. 8. / 31. 8. 1996	31. 5. – 31. 8. 1996			-
33/93	2228	Testima, spol. s r.o.		20. 10. – 31. 11. 1996				-
34/93	2229	Chemopetrol, divize automatizace o.z. Chemoservis		8. 11. / 30. 11. 1996				INSELV
36/93	2230	AKL Zálešák, s.r.o.		24. 11. / 30. 12. 1996				AKL Zálešák
006/95	2231	ŠKODA, Jaderné strojírenství Plzeň, s.r.o.				19. 1. – 28. 2. 1998		-
053/95	2232	Strojírenský zkušební ústav Brno				9. 5. – 31. 5. 1998		-
057/95	2233	BD Sensors s.r.o., Buchlovice				26. 5. – 30. 6. 1998		BD Sensors
066/95	2234	Krušnohorské strojírny, a.s., Most-Komořany				12. 6. – 30. 6. 1998		-
081/95	2235	ZEMAN MILAN, Brno				21. 7. – 31. 8. 1998	12. 4. / 31. 8. 1998 (přejm. na VOLUME)	-
108/95	2236	ČZ Strakonice, a.s.				1. 11. – 30. 11. 1998		ČZ, a.s.
014/96	2237	Vodovody a kanalizace Jižní Čechy, a.s.					6. 2. / 28. 2. 1999	-
129/95	2238	Moravskoslezské teplárny, a.s., Ostrava				13. 12. – 31. 12. 1998		-
001/96	2239	Rudolf Veselý, Praha					1. 1. / 31. 1. 1999	Jaroslav Veselý
095/96	2240	Lisovny nových hmot, a.s, Vrbno pod Pradědem					15. 8. / 28. 2. 1999	Jelínek- Trading,
023/96	2241	D5, a.s., Třinec					4. 3. / 31. 3. 1999	-
025/96	2242	MPE-I, s.r.o., Otrokovice					4. 3. / 31. 3. 1999	-
032/96	2243	Elektrárny Opatovice, a.s.					1. 4. / 30. 4. 1999	MEOP, později sloučen se SEC

Číslo prvně získaného OA	Číslo AKL podle kódování ČIA	Název organizace, pod kterou AKL získala první OA	Rok získání (pozastavení, ukončení) OA / konec platnosti					Stav v 7/2021
			1992	1993	1994 (žádná nová AKL)	1995	1996	
053/96	2244	BENZINA, a.s., Kolín					1. 4. / 30. 4. 1999	-
054/96	2245	ČEZ a.s., JE Dukovany					16. 5. / 30. 6. 1999	ČEZ, a.s. (+2245.2 = JE Temelín
061/96	2246	ŠKODA VÝZKUM s.r.o., Plzeň					24. 5. / 30. 6. 1999	Výzkumný a zkušební ústav Plzeň
064/96	2247	Severomoravská energetika, a.s., Ostrava					6. 6. / 30. 6. 1999	-
066/96	2248	NOVÁ HUŤ, a.s., Ostrava					6. 6. / 30. 6. 1999	Liberty Ostrava
079/96	2249	MEROS, spol. s r.o.					28. 6. / 31. 7. 1999	MEROS
082/96	2250	ČKD Kompresory, a.s., Praha					28. 6. / 31. 7. 1999	-

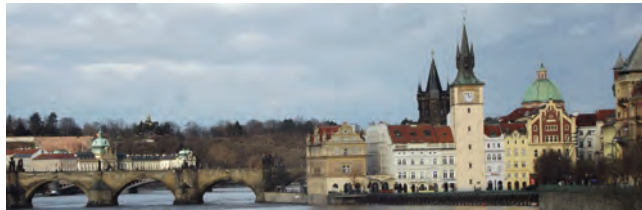
Tabulka 2: Přehled akreditací ČMI

Číslo získaných OA	Číslo AKL	Oblastní inspektorát ČMI	Získání OA	Ukončení OA	Sloučení pod AKL 2202	Poznámka
142/2002, 562/2004, 477/2005	2201	Liberec	8. 12. 2004, 30. 11. 2005	30. 11. 2005 31. 10. 2010	jednotná AKL ČMI, OA 493/2006 z 22. 11. 2006	
231/1998, 325/2002, 494/2004	2202	Brno	20. 11. 1998 20. 10. 2004	31. 7. 2007	jednotná AKL ČMI, OA 493/2006 z 22. 11. 2006	
117/1998, 504/2001, 086/2006	2203	Pardubice	16. 6. 1998 3. 3. 2006	31. 12. 2006	jednotná AKL ČMI, OA 493/2006 z 22. 11. 2006	
380/2001, 529/2002, 027/2005	2304	LPM Praha	11. 10. 2001, 13. 1. 2005	31. 10. 2004 31. 1. 2010	jednotná AKL ČMI, OA 493/2006 z 22. 11. 2006	zřejmě tisková chyba v čísle AKL
080/199, 216/2002, 321/2004	2205	Plzeň	14. 4. 1999, 3. 5. 2002, 30. 4. 2004	31. 5. 2007	jednotná AKL ČMI, OA 493/2006 z 22. 11. 2006	
284/199, 210/2003	2206	Opava	8. 12. 1999, 13. 5. 2003	31. 5. 2008	jednotná AKL ČMI, OA 493/2006 z 22. 11. 2006	
492/2004	2207	Jihlava	20. 10. 2004	30. 11. 2007	asi 2006	
---	---	OI Olomouc	---	---	jednotná AKL ČMI, OA 493/2006 z 22. 11. 2006	Do 31. 12. 2005 pobočka Olomouc pod OI Opava, od 1. 1. 2006 OA jako samostatný OI, pak jednotná KL ČMI
493/2004	2208	Kroměříž	20. 10. 2004	30. 11. 2007	jednotná AKL ČMI, OA 493/2006 z 22. 11. 2006	Příloha 1
510/2004	2209	České Budějovice	29. 10. 2004	30. 11. 2007	jednotná AKL ČMI, OA 493/2006 z 22. 11. 2006	
563/2004, 468/2005	2210	Most	9. 12. 2004 24. 11. 2005	30. 11. 2005 31. 12. 2010	jednotná AKL ČMI, OA 493/2006 z 22. 11. 2006	
493/2004	2326	Kroměříž	13. 1. 2006	30. 11. 2007		Změna přílohy – Příloha 2, anomálie v čísle AKL
113/2006	2239	Mobilní laboratoř oddělení LPM Praha	03. 4. 2006	30. 4. 2009	nezjištěno	AKL 2239 akreditována již 1. 1. 1996 pod firmou Rudolf Veselý, v současnosti 2239 je pod firmou Jaroslav Veselý
		TESTCOM Praha				Pod ČMI přešel z bývalé příspěvkové organizace, v roce 2008.

NABÍDKA AKCÍ ČMS do konce roku 2021 a na I. pololetí roku 2022



Česká metrologická společnost, z.s.
Zakládající člen Českého svazu
vědeckotechnických společností
Novotného lávka 5, 110 00 Praha 1
tel.: 606 957 233
e-mail: cms-zk@csvts.cz
www.spolky-csvts.cz/cms



Místo a datum konání	Kód akce	Název akce
8. 12. 2021 Klub lávka, Praha, Novotného lávka 201/1	K 578-21	22. fórum metrologů Aktuality v metrologické legislativě a aktuální trendy v metrologické praxi
Datum konání ¹⁾ ČSVTS Praha, učebna č. 501	K 576-21	54. základní kurz metrologie (listopad/prosinec 2021) ¹⁾ kurzu je možno účastnit se po dohodě korespondenční formou nebo v novém termínu březen/duben 2022
28. 2. 2022 ²⁾ ČSVTS Praha, učebna č. 318	K 577-22	Měření momentu síly ²⁾ Původní termín konání 22. 11. 2021 kurzu je přesunut na 28. 2. 2022
8. 3. až 9. 3. 2022 Hotel PRIMAVERA, Plzeň	Ko 571-22	30. mezinárodní konference MĚŘICÍ TECHNIKA PRO KONTROLU JAKOSTI



Místo a datum konání	Kód akce	Název akce
Březen 2022 ČSVTS Praha, učebna č. 318	K 579-22	Řízení metrologie v organizaci
Březen/duben 2022 ČSVTS Praha, učebna č. 501	K 580-22	55. základní kurz metrologie
Duben 2022 ČSVTS Praha, učebna č. 318	K 581-22	Měření hmotnosti
Duben 2022 ČSVTS Praha, učebna č. 318	K 582-22	Statistické zpracování dat v metrologii
Květen 2022 ČSVTS Praha, učebna č. 318	K 583-22	Základy měření ve strojírenství

Nabídka akcí ČMS může být v případě změn aktualizována.
Aktuální informace včetně přihlášek
ke stažení budou zveřejněny na
<https://www.spolky-csvts.cz/cms> v menu Odborné akce/
Kalendář akcí ČMS
(<https://spolky-csvts.cz/cms/kalendar-akci-cms>).

**Pro účast na akcích ČMS je nutno dodržovat platná
mimořádná a ochranná opatření vlády při epidemii
onemocnění covid-19.**

Redakční rada:

Ing. Zdeňka Pohořelá (předsedkyně), Mgr. Kristýna Vančurová (místopředsedkyně), Ing. Milan Badal, Ing. Miroslav Čermák, Mgr. Václava Holušová, Doc. Ing. Jiří Horský, CSc., Ing. František Jelínek, CSc., Ing. Jiří Kazda, Mgr. Petra Krůčková, Ing. Petr Pánek, CSc., RNDr. Klára Popadičová, Ing. Pavel Rubáš, Ing. Radek Sedláček, Ph.D., doc. RNDr. Jiří Tesař, Ph.D., Ing. Josef Vojtíšek.

Prizvání: PhDr. Bořivoj Kleník – šéfredaktor.

Časopis vychází 4 x ročně. Cena výtisku 80,- Kč, roční předplatné 320,- Kč + poštovné a balné + 10 % DPH. Vydavatel: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ) ve spolupráci s Českým metrologickým institutem, Českou metrologickou společností a Českým kalibračním sdružením. Sídlo vydavatele: ÚNMZ, Na Žertvách 132/24, 180 00 Praha 8. IČO: 48135267. Povolení tisku: registrace MK ČR 6111, MIČ 46 676, ISSN 1210-3543.

Místo vydávání: Praha. Datum vydání: listopad 2021. Nakladatelský servis, předplatné a inzerce: PhDr. Bořivoj Kleník, Bezdědice 19, 294 25 Katusice, mobil: 603 846 527, e-mail: klenik@q-art.cz. Nevyžádané materiály se nevracejí. Za původnost a správnost příspěvků odpovídají autoři.

Foto na obálce:

3D graf naměřeného rozložení osvětlenosti v rovině vzdálené 2,7 m od LED svítidla

Photo on the front page:

The illuminance distribution within a calculation area in the 2.7 m distance from the luminaire

