



## **RESUMÉ**

Obecným cílem úkolu, jehož řešení zpráva popisuje, je stanovení oblastí, kde je nutno akcentovat unifikaci postupů laboratoří tlaku a odborných posuzovatelů při jejich posuzování, přehledně sumarizovat aplikovanou a dostupnou normativně-technickou dokumentaci (národní i mezinárodní), analyzovat a doporučit postupy unifikace a vazby na sumarizovanou dokumentaci a na dosavadní zkušenosti v akreditačním procesu. Finálním výstupem je doporučení akreditovaným i neakreditovaným laboratořím tlaku (v rámci svých kalibračních postupů) a odborným posuzovatelům těchto laboratoří (v rámci akreditace nebo autorizace), aby se závěrům tohoto řešení, co nejvíce přiblížili a sjednotili svůj přístup.

## **OBSAH**

RESUMÉ .....	1
OBSAH.....	2
1. ÚVOD.....	3
2. VLASTNÍ ŘEŠENÍ.....	3
2.1. REŠERŽE SUBJEKTŮ AKL A APLIKAČNÍ OBLAST TLAKU .....	3
2.2. VÝBĚR HARMONIZAČNÍCH BODŮ .....	5
2.3. DOKUMENTACE, VAZBA NA VÝŠE UVEDENÉ BODY .....	21
3. ZÁVĚR .....	25

Příloha č. 1: Plánovací list úkolu VII/5/09

## 1. ÚVOD

Laboratoře tlaku (akreditované i neakreditované) a orgány posuzující shodu laboratoří tlaku se dlouhodobě potýkají s problémem nejednotného přístupu jednotlivých laboratoří i odborných posuzovatelů k dílčím, leč technicky významným oblastem, zabezpečujícím jednotnost a správnost při kalibracích. Tato skutečnost byla v minulosti opakovaně předmětem jednání v rámci 4E-CZ, Technického výboru pro akreditaci kalibračních laboratoří ČIA, jednání v rámci ČKS i bilaterálních jednání ČMI a ČIA. Cílem řešení úkolu je připravit podklady pro jednotný přístup laboratoří i posuzovatelů a tím připravit technické podklady pro harmonizaci, které následně kalibrační laboratoře, ČMI i ČIA budou aplikovat.

## 2. VLASTNÍ ŘEŠENÍ

Řešení úkolu postupuje v následujících krocích.

### 2.1. REŠERŽE SUBJEKTŮ AKL A APLIKAČNÍ OBLAST TLAKU

Pro veličinu tlak je v současné době akreditováno 34 subjektů. Na základě jejich rozsahu akreditace, byl proveden rozbor, pro možnost určení objektivních a smysluplných oblastí harmonizace.

#### Druhy tlaků, které jsou předmětem akreditace dle příloh osvědčení:

Druh tlaku	Přetlak	Podtlak	Absolutní tlak
Počty akreditací	34	21	13

V některých přílohách osvědčení je místo dělení podtlak a přetlak uváděn relativní tlak. Výjimečně je uváděn odděleně barometrický tlak. V jednom případě je uváděna kalibrace tlakoměrů při statickém tlaku.

#### Použité médium ke kalibraci dle příloh osvědčení :

Použité médium ke kalibraci	Plyn	Kapalina
Počty akreditací	31	32

Místo plyn je někdy uváděn název vzduch. Jiný název upřesnění použitého plynu, např. dusík, uváděno není. Tedy pouze plyn nebo vzduch.

U kapalin místo obecného názvu kapalina uváděn název olej. Ve dvou případech byl uveden název voda a jednou líh.

Není uváděna specifikace média pro možnost kalibrace tlakoměrů např. na kyslík.

### **Dělení dle druhu (typu) kalibrovaného tlakoměru dle příloh osvědčení :**

Typ tlakoměru	Deformační	Číslicové	Převodníky tlaku
Počty akreditací	34	23	23

Z tabulky by mohlo vyplývat, že 23 laboratoří je akreditováno zároveň na číslicové tlakoměry a převodníky tlaku. Ve skutečnosti to tak není. Některé laboratoře jsou akreditovány pouze na číslicové tlakoměry, jiné pouze na převodníky tlaku.

Některé laboratoře mají uváděn název elektromechanické tlakoměry.

### **Rozsah měřené veličiny, nejlepší měřicí schopnost :**

Z příloh osvědčení vyplývá, že tlak je akreditován v rozsahu (-0,1 až 120) MPa.

Spodní hranice -100 kPa však v žádném případě neznamená, že některá laboratoř je akreditována na kalibrace v oblasti vakua. Věrohodně akreditovatelný přístroj např. v oblasti kalibrace absolutních tlakoměrů, dle příloh osvědčení, je rozsah (0 až 10) kPa.

Jedna laboratoř upřesňuje svůj rozsah na proudový výstupní signál z převodníku.

V přílohách též nejsou charakterizovány kalibrace kolem nulového tlaku, tedy nejmenší věrohodně kalibrovatelný tlak. Pouze v jedné příloze je uváděno, že laboratoř je schopna provádět kalibrace od tlaku 20 Pa.

V jednom případě je udávána kalibrace deformačních tlakoměrů při statickém tlaku.

Nejlepší měřicí schopnosti jsou udávány v jednotkách Pa a jeho násobcích. Taktéž je uváděna v % z měřené hodnoty nebo z uváděného rozsahu. Je též uváděna kombinovaně a to % z MH + jednotky tlaku.

### **Identifikace metody :**

V drtivé většině je uváděno číslo interního kalibračního postupu. V některých případech je toto doplněno příslušnou normou nebo všeobecně uznávaným dokumentem, z kterého interní kalibrační postup vychází.

### **Typy měřeného přístroje nebo zařízení :**

Mimo již uváděných názvů kalibrovaných přístrojů, tedy deformačních tlakoměrů, číslicových tlakoměrů a převodníků tlaku jsou v přílohách uváděny tyto specifikace kalibrovaných přístrojů :

kalibrátory tlaku, měřicí řetězce tlaku, barometry, záznamové barometry, tonometry, měřidla tlaku v pneumatikách, pístové tlakoměry, kapalinové tlakoměry, prstencové tlakoměry, letecké tlakoměry, ...

Z uvedeného výčtu vyplývá, že většina laboratoří – akreditovaných subjektů se zabývá kalibrací deformačních tlakoměrů, číslicových tlakoměrů, převodníků tlaku a to v plynném i kapalném médiu. Rozsah kalibrace je od -100 kPa do 120 MPa.

Tyto oblasti by měly být předmětem možné harmonizace.

## 2.2. VÝBĚR HARMONIZAČNÍCH BODŮ

Na jednání technického výboru kalibračních laboratoří (TV KL) při ČIA byli ustanoveny jednotlivé pracovní skupiny pro harmonizaci přístupu odborných posuzovatelů k posuzování kalibračních laboratoří. Bylo stanoveno 15 bodů, které by měly být předmětem harmonizace přístupu odborných posuzovatelů pro oblast tlak. Řešitel tohoto úkolu získal vyjádření 7 odborných posuzovatelů působících při ČIA pro obor měření tlak k těmto patnácti bodům, které by měly být předmětem harmonizace. Sjednocení názorů odborných posuzovatelů provedl Ing. Jindřich Šabata. Následně bylo požádáno ČMI, konkrétně Ing. František Staněk, o jejich vyjádření k těmto možným bodům harmonizace. Níže jsou uvedeny jejich názory na možné okruhy harmonizace. Nejedná se tedy o názor řešitele. Řešitelem byla provedena pouze určitá jednotící a jazyková úprava, nikoli odborná. Odpovědi jsou ve většině případech ponechány tak, jak se vyjádřili odborní posuzovatelé a následně je uváděn názor ČMI.

### Otázky k harmonizaci v oblasti tlaku

**1. Převodníky tlaku x číslicové tlakoměry – rozdělovat? Mít dvě metodiky ? Jak a podle čeho ? Je např. Rosemount 3051 s displejem číslicový tlakoměr ?**

#### *Odborní posuzovatelé*

Drtivá většina laboratoří má zpracovány 2 kalibrační postupy. Jeden na kalibraci digitálních (číslicových) tlakoměrů a jeden na kalibraci převodníků tlaku.

Na jejich kalibraci je však vydán jeden dokument EURAMET/cg-17/v.01 Dokument pro kalibraci elektromechanických tlakoměrů. **Není tedy nutné resp. ani nelze požadovat dvě metodiky.** V praxi se můžeme setkat s oběma případy : laboratoř měla zvlášť kalibrační postup na kalibraci digitálních tlakoměrů a kalibrační postup na kalibraci převodníků tlaku a laboratoř, která měla jeden kalibrační postup dohromady. Vhodnější je mít 2 kalibrační postupy.

#### *ČMI*

Naprostý souhlas, vhodnější dvě metodiky (číslicové tlakoměry, převodníky tlaku). Je však v některých případech velmi složité jednoznačně zařadit kalibrované měřidlo do té či oné kategorie. Trochu se přičí provést kalibraci výstupního elektrického signálu typického převodníku tlaku, jenž je například navíc doplněn displejem, jehož kalibrací z tohoto typického převodníku „udělám“ číslicový tlakoměr. Představme si níže uvedený raději řekněme „tlakoměr“ Rosemount 3051 (ale i další – Yokogawa EJA 110, řada EJX, Fuji, Foxboro, Siemens,.....). Všechny jsou výrobci měřidel deklarovány jako „převodníky tlaku“, stejně tak jsou definovány v Certifikátech schválení typu měřidla, aniž by se v této souvislosti rozlišovalo, zda uživatel využívá elektrický výstupní signál či komunikační protokol, či zda ho nakonec nezajímá „jen“ hodnota z instalovaného displeje. Pokud budeme hledat vhodné hledisko pro jednoznačné zařazení měřidla do procesu metrologické návaznosti z pohledu použití kalibračního postupu a budeme se chtít zaštitit kalibrací „digitálního údaje“, je zde na místě s trochou nadsázky a sarkasmu říci, že při kalibraci elektrického výstupního signálu, neděláme vlastně nic jiného....(digitální údaj na multimetru).

Pokud přijmeme nabízející se filozofii, začneme tím zcela „rozebírat“ např. dosavadní koncepce v legální metrologii. V současné době platné technické metrologické předpisy TPM 4655-01 a TPM 4654-01 pro ověřování převodníků totiž (jako by předjímalý tyto

diskuze) hned na úvod deklarují, že jsou určeny pro ověřování převodníků tlaku jak s elektrickým výstupním signálem, tak s výstupem digitálním. Zůstaneme-li ještě chvíli v oblasti legální metrologie, je vhodné poznamenat, že není známa žádná položka vyhlášky MPO č. 345/2002 Sb. ve znění vyhlášky MPO č. 65/2006 Sb., která by v oblasti měření tlaku naznačovala použití číslicových tlakoměrů jakožto dílčích členů měřících sestav protečeného množství plynů, kapalin či měřičů tepla (navíc tímto způsobem není orientován jediný metrologický dokument v podobě TPM či vyhlášek MPO).

Celá problematika se v podstatě může omezit na to, jestli budeme a chceme respektovat původní a typické cílové určení tlakoměru nebo zda budeme trvat na jeho druhovém pojmenování podle kalibrovaného výstupu (a budeme tím tedy měnit druh toho samého tlakoměru podle toho, jaký výstup bude kalibrován či použit). Každý průměrný metrolog samozřejmě zná a ihned identifikuje typické číslicové tlakoměry, typické převodníky tlaku s elektrickým výstupním signálem, ale začínáme najednou pochybovat, když u typického převodníku tlaku s elektrickým výstupním signálem je ještě zákazníkem požadována kalibrace dalších výstupů (digitální komunikační protokoly, displej) ? Co když tedy např. u typického číslicového tlakoměru nalezneme dodatečnou možnost měření tlaku v podobě výstupního napětí ? A právě budoucí koncepce a přístup k těmto multivýstupním tlakoměrům je zásadní pro další vývoj v oblasti tvorby metrologických předpisů, v oblasti vývoje a dělení kalibračních metodik a jejich akceptace při procesu akreditace i v oblasti legislativy a právní úpravy metrologie v ČR.

Shrneme-li všechny výše uvedené skutečnosti, nabízí se zde na první pohled jako logickou ta cesta, kdy v kalibračním listu uvedeme název druhu měřidla – elektromechanický tlakoměr (v souladu s filozofií dokumentu Euramet cg17/v01, dříve EA 10/17), níže uvedeme jeho kalibrované výstupní signály a všechny výsledky budou uvedeny v jediném kalibračním listu. Kolika metodikami respektive technickými metrologickými předpisy a jak druhově rozdělenými bude vydání takového dokumentu o metrologické návaznosti (kalibrační list) či metrologické shodě (ověřovací list) dosaženo, je již z tohoto pohledu nezajímavé.

Tato praxe by však znamenala poměrně velký zásah do podvědomí odborné metrologické veřejnosti, s nadsázkou by se dalo říci, že je to jako chtít po Američanech, aby používali systém jednotek SI. A tak se dá předpokládat a dávat více šancí víceméně současné praxi, tj. elektromechanickými tlakoměry by byly číslicové tlakoměry, převodníky tlaku s elektrickým výstupním signálem a převodníky tlaku s digitálním výstupem (v případě převodníku tlaku s více výstupy uvést v kalibračním listu druh obecně „převodník tlaku,, , níže uvést „druhy kalibrovaných výstupních signálů – výstupů“ a všechny výsledky uvést v rámci jediného kalibračního listu. Je zcela irelevantní vystavovat v tomto případě několik kalibračních listů k jednomu převodníku tlaku, přestože např. zrovna u multirozsahových číslicových tlakoměrů je to standardní a ustálený postup. Dělení či nedělení metodik je vhodné ponechal na libovůli kalibrační laboratoře, pro odborné posuzovatele musí být nakonec prioritou věcná a technická správnost metodiky při zachování souladu s obecně uznávaným dokumentem Euramet (EA) včetně bilance nejistot měření. Nakonec lze s určitou dávkou jistoty předpokládat, že v oblasti AKL bude vývoj reagovat na politiku a chování akreditačních orgánů (budou-li náklady na akreditaci odvozovány od počtu kalibračních metodik...).

#### *Odborní posuzovatelé*

Rosemount 3051... V tomto případě záleží, co laboratoř kalibruje. Je-li prováděna kalibrace analogového (elektrického) výstupu jde o kalibraci převodníku tlaku. Pokud je prováděna kalibrace digitálního výstupu (displeje), jde o kalibraci digitálního tlakoměru. Pokud provádím kalibraci obou výstupů, jde o dvě kalibrace a je vhodné vystavit dva kalibrační listy. Dá se říct, že se jedná o dvě nezávislé kalibrace.

ČMI

Na to je rozdílný názor (viz výše). To je právě ta deformace skutečnosti – je nějaký dokument (český nebo zahraniční – certifikáty schválení typu, katalogy výrobců, zkušební protokoly, prospekty,...), který definuje klasický převodník tlaku s komunikačním protokolem jako číslicový tlakoměr ?

## 1. HARMONIZAČNÍ ZÁVĚR:

Harmonizace v tomto bodě je velmi obtížná, ale naprosto nezbytná. Jedná se o relativně novou problematiku spojenou s uváděním nových technologií do praxe a čím dříve harmonizace proběhne, tím menší budou problémy s jejím zaváděním. Je nutné přijmou několik zásad:

1.1) Číslicový tlakoměr je jednoznačně definován tak, že indikovaná hodnota je odečítána na displeji, který je jeho nedílnou součástí. Tedy převodník tlaku s displejem, který je kalibrován na indikaci displeje, musí být kalibrován dle postupu pro číslicový tlakoměr včetně způsobu výpočtu nejistot. Pokud zařízení nemá vlastní displej, ale hodnota se čte na libovolném externím zařízení (např. HART komunikátoru), jedná se o převodník tlaku s příslušným výstupem (nějaký digitální protokol, HART, BRIAN,...)

1.2) Kalibrace je vždy provedena pro určitý výstup dle volby zákazníka (např. 4 – 20 mA nebo HART) a tato skutečnost musí být vždy zcela jednoznačně patrná z kalibračního listu. Faktem je, že v současnosti v nejčastějším případě převodníku tlaku s výstupním signálem (4 – 20) mA a zároveň HART spolu výstupní indikace nemusí vůbec souhlasit a z kalibrace jedné nelze dělat závěry vůči druhé. Současná kalibrace více výstupů je možná, lze ji uvést i do jednoho kalibračního listu, z kterého ale musí být zcela patrné, jaké hodnoty přísluší kterému výstupu.

1.3) V podmínkách ČR je dlouhodobě zafixováno využívat oddělené kalibrační metodiky (postupy) pro převodníky tlaku a číslicové tlakoměry. Opačný postup vede k tomu, že v jedné metodice jsou shrnuty oba postupy a dle typu měřidla je používána ta či ona část metodiky = jakýkoliv přínos tohoto postupu kromě umělého snížení počtu metodik je velmi diskutabilní, naopak je velmi nevhodný i z hlediska přehlednosti a srozumitelnosti kalibračního postupu.

## 2. Vyjadřování BMC u převodníků tlaku – v jakých veličinách ? Tlakové nebo výstupního signálu ?

*Odborní posuzovatelé*

Tuto otázku je vhodné rozdělit na dvě části : 1) vyjadřování BMC (nejlepší měřicí schopnosti laboratoře) na příloze osvědčení o akreditaci a 2) vyjadřování nejistoty měření (kalibrace) v kalibračním listě.

Případ 1) Dnes má většina převodníků výstupem proudový signál (4 až 20) mA. Nicméně může být i v jiném proudovém rozsahu nebo napětěový nebo např. frekvenční. Udávat tedy v příloze osvědčení BMC v jiných jednotkách než tlakových by vedlo ke značné nepřehlednosti. **V příloze osvědčení je logické udávat BMC v jednotkách tlaku.** vhodnější jednoduchost na úkor preciznosti, ale nepřehlednosti.

Případ 2) Logičtější je udávat nejistotu v jednotkách měřeného signálu. Nicméně není to podmínkou, nejistota může být vyjádřena i v jednotkách tlaku nebo v % vzhledem k rozpětí výstupního signálu. **Posuzovatel tedy nemůže kalibrační laboratoři přikazovat jaký**



**způsob vyjádření nejistoty kalibrace má laboratoř použít. Laboratoř však musí být schopna vyjádřit nejistotu všemi způsoby,** musí umět vyhovět požadavku zákazníka. Na kalibračním listě je možné např. uvádět nejistotu jak v jednotkách výstupního signálu tak přepočítané podle převodové charakteristiky v jednotkách tlaku.

### *ČMI*

Zde je v mnohém podobný názor. Lze říci, že nemůže být nikdo znalý věci jiného názoru než, že v případě vyjadřování BMC používat jednotky tlaku (jednotky oboru či veličiny, jež je principiálně předmětem akreditace). V případě uvádění výsledků v kalibračním listu upřednostňovat vyjadřování nejistoty měření v jednotkách měřeného (uváděného) výstupního signálu, tj. zachovat kontinuitu výsledku. Jak potom vypadá např. prezentace výsledku 2,006 mA s nejistotou 5 Pa odpovídající konvenčně pravé hodnotě nebo výsledku 2,006 mA s nejistotou odpovídající 0,2 % rozpětí výstupního signálu (pouze takto prezentované hodnoty si zákazník v mnoha případech je schopen „vytáhnout“ či „přečíst“ z tabulky v kalibračním listu !!!). Tím však není řečeno, že ČMI neprezentuje výsledky kalibrací i těmito způsoby. Je pravdou, že v podstatě nikde nejsou jednoznačná detailní kritéria či detailní požadavky na způsob uvádění výsledků v kalibračním listu, nicméně lze považovat za jediné „čisté“ vyjádření výsledků kalibrace takové, kdy jsou jednotné měřící jednotky jak u uváděné střední hodnoty měření, tak u uváděné nejistoty měření, tj. např. 2,006 mA  $\pm$  0,005 mA (toto vyjádření má pro nezávislého čtenáře kalibračního listu nejvyšší okamžitou vypovídající schopnost o „kvalitě“ výsledku).

## **2. HARMONIZAČNÍ ZÁVĚR:**

Problém lze rozdělit na vyjadřování nejistot (BMC) v příloze osvědčení o akreditaci a na kalibračním listě. Nejedná se o specifický problém převodníků tlaku, ale analogii obecné problematiky převodu měření jedné fyzikální veličiny na druhou. Typickým již zcela zažitým příkladem je při kalibraci pístových etalonů tlaku, kde se dlouhodobě uplatňuje zcela analogicky harmonizace – BMC v jednotkách tlaku, nejistota efektivní plochy a deformačních koeficientu v jednotkách těchto parametrů.

2.1) V příloze osvědčení o akreditaci musí být pro zajištění jednotnosti jednoznačně uvedeny BMC v jednotkách tlaku nebo relativním vyjádřením poměrem (například v procentech). Jakýkoliv jiný postup vede k dezorientaci zákazníků (například řada převodníků má dnes více jak jeden výstupní signál, některé mají unifikovaný výstupní signál dle volby uživatele 4 - 20 mA nebo 10 – 50 mA) a komplikované struktury Přílohy osvědčení (pro každé měřidlo by byla příloha jiná, což vzhledem k dnešní variabilitě výstupních signálů není prakticky realizovatelné.

2.2) V případě kalibračního listu není nutné ani vhodné vyjadřování nejistot unifikovat, je zde široké spektrum možností vyjádření jak v jednotkách tlaku, tak jednotkách výstupního signálu či relativním vyjádřením. Odborný posuzovatel by neměl do volby laboratoře nijak zasahovat, pouze prověřit, zda zvolený způsob odpovídá kalibrační metodice laboratoře. Je však žádoucí, aby číselná hodnota výsledku a k tomu přiřazená nejistota (není-li vyjádřena %) byly ve stejných jednotkách

**3. Převodníky tlaku s protokolárním výstupním signálem (HART, Fielbus, Profibus) – jaké jsou požadavky na laboratoř, validaci SW, jak uvádět nejistoty a BMC (souvisí**

**s okruhem 2), uvádění informací v KL, štítky na měřidle (např. požadovat štítek kalibrován pouze HART ? Nebo obráceně analogový výstup nekalibrován? Nebo nic?)**

*Odborní posuzovatelé*

HART protokol je digitální způsob zpracování signálu (jde vlastně o datový přenos), takže odpovídá digitálním měřidlům. **Jde o kalibraci digitálního tlakoměru.** Nejistoty tedy odpovídají kalibraci digitálních měřidel – viz bod 2.

*ČMI*

V návaznosti na bod 1 nesouhlas s filozofií „zařazení“ převodníků tlaku s protokolárním výstupním signálem do „digitálních tlakoměrů“, současně však souhlas s tím, že princip určení respektive výpočtu nejistot měření je v podstatě analogický s výpočtem nejistot u klasických číslicových tlakoměrů.

*Odborní posuzovatelé*

Laboratoř by měla mít buď vhodný HART komunikátor (existuje mnoho verzí SW) nebo tzv. procesní kalibrátor s HART protokolem (simulátor i měřidlo výstupních veličin) nebo přímo softwarový produkt výrobce – komunikační programy určené pro instalaci do PC s příslušnými např. Hart modemy. SW v komunikátoru je implementován výrobcem, validace je tedy již zajištěna výrobcem. **Validaci SW laboratoř nemusí provádět.** Muselo by jít o vlastní SW laboratoře. Za validaci resp. verifikaci (ne jen SW) lze např. považovat úspěšnou účast laboratoře v MPZ.

*ČMI*

Plný souhlas.

*Odborní posuzovatelé*

V dokumentu Euramet cg17/v01 „Dokument pro kalibraci elektromechanických tlakoměrů“ je uvedeno, že pokud má převodník více výstupů, je třeba každý kalibrovat zvlášť. Tudíž je to věcí zákazníka, který využívá a který požaduje zkalibrovat. Není možné přikazovat zákazníkovi kalibraci všech výstupů.

Problém štítků bude spíš záležitost zákazníků, kterým tato měřidla laboratoř kalibruje. Štítek s informací je užitečný.

*ČMI*

Co se týká značení kalibrovaného druhu výstupního signálu (výstupu) v případě „multioutput“ převodníků, nelze říct, že je nějaký zásadní argument, proč by kalibrační laboratoř měla mít povinnost označovat druh kalibrovaného výstupu na převodníku. Tato informace je v zásadě v jediném možném dokumentu (= důkazu o metrologické návaznosti měřidla formou kalibrace), tj. v kalibračním listu. Souhlasit však lze s tím, že je to užitečná informace.

Zcela opačná situace je však v oblasti legální metrologie, kde např. v případě ověřování převodníků tlaku nedochází k vystavení žádného dokumentu. Ověřovací list se nevydává, jen v případech požadavku zákazníka se vystavuje nepovinný doklad o ověření takových měřidel, tj. „Potvrzení o ověření stanoveného měřidla“. Zde je naopak žádoucí a důležité, aby druh ověřeného výstupu a jeho rozsah či rozpětí byly nedílnou součástí informací na výrobním (typovém) štítku či součástí informací na tělese převodníku (tento požadavek je sice uveden v TPM, nicméně je v mnohých případech ignorován !).

### 3. HARMONIZAČNÍ ZÁVĚR:

Jedná se o novou problematiku generovanou využitím nových technologií. Zcela jednoznačně je nutné zde důsledně sjednotit přístup všech odborných posuzovatelů a následně i AKL v oblasti tlaku. Čím dříve se tak stane, tím snadněji bude harmonizace přijata a zažita nejširší veřejností. Je třeba upozornit na fakt, že HART protokol není digitálním protokolem, ale analogovým, kdy na základní hodnotu proudového výstupu v rozsahu (4 – 20) mA je namodulována frekvenční hodnota s nulovou střední hodnotou, na rozdíl od digitálních protokolů typu MODBUS, FIELDBUS či Profibus. Obdobou protokolu HART je i protokol BRIAN. V rámci harmonizace je nezbytné se sjednotit na následujících minimálních požadavcích:

3.1) Každý výstup musí být kalibrován samostatně, tato skutečnost musí být jednoznačně uvedena v kalibračním listě, v případě jednoho kalibračního listu pro více hodnot musí být jednoznačně patrné, z jakého výstupu byly dané hodnoty získány.

3.2) V příloze osvědčení o akreditaci musí být zcela jasně identifikováno, pro jaké výstupy je laboratoř akreditována. Zároveň musí mít pro tyto výstupy dostupné technické vybavení na potřebné úrovni a přesnosti, což posoudí odborný posuzovatel.

3.3) Při využití jakýchkoliv analogových výstupů musí být jednoznačně zajištěna návaznost měření výstupních veličin v souladu s politikou ČIA.

3.4) V případě využití výrobcem validovaných komunikačních prostředků není možné uplatňovat další požadavky na jeho prozkoušení či validaci (typicky ruční komunikátory např. typu Rosemount HART 268 či 273 či komplexní HW-SW řešení typu BEAMEX QCal).

3.5) V případě využití laboratoří vyvinutého prostředku (typicky laboratoří vyvinutý SW s využitím komerční HW karty, např. National Instruments) či prostředku výrobcem nevalidovaného je nutno harmonizovaně požadovat předložení jeho důkazů o validaci jednotlivých parametrů před akreditací laboratoře na tento typ výstupu.

3.6) Využití kalibračních štítků s informací na měřidle o kalibrovaném výstupu je možné pouze doporučit, ovšem nikoliv vyžadovat, protože souběžně vydávaný KL obsahuje jednoznačně veškeré potřebné informace ohledně rozsahu, který byl kalibrován.

### 4. Vyjadřování podtlaku x záporného přetlaku ?

#### *Odborní posuzovatelé*

Relativní tlak se měří vůči atmosférickému tlaku. Nad tímto tlakem se jedná o přetlak, pod tímto tlakem se jedná o podtlak. Je praktické podtlak značit záporným znaménkem. Pro zákazníka je to srozumitelnější. **Odborný posuzovatel by měl upřednostňovat značení podtlaku v kalibračním listě záporným znaménkem.**

Jiné to může být v příloze osvědčení. Tam je vhodnější uvádět např. Podtlak (5 až 80) kPa.

#### *ČMI*

V podstatě souhlas s tímto názorem.

### 4. HARMONIZAČNÍ ZÁVĚR:

V jednotlivých evropských zemích se využívá k vyjadřování podtlaku v různé míře obou způsobů. Situace historicky vznikla jako anglikanismus, kdy v anglicky hovořících zemích se

pro přetlak využívá pojmu „gauge pressure“ a podtlak „negative gauge pressure“, což vede automaticky k plné analogii s vyjadřováním podtlaku jako přetlaku se záporným znaménkem. Vzhledem k zhruba stejnému rozšíření obou způsobů a bezproblémovému chápání i u laické zákaznické veřejnosti není nutné a ani vhodné v tuto chvíli přistupovat k harmonizaci s výjimkou sjednocení uvádění na Příloze osvědčení o akreditaci. Zde jsou prakticky možné a rovnocenné obě dvě možnosti s doporučením zvolenou verzí vybrat na poradě (školení) odborných posuzovatelů.

## 5. Vyjadřování spodní hranice tlakového rozsahu u BMC (typicky problém s (0 – 60) MPa) ?

*Odborní posuzovatelé*

Pokud je ve výbavě laboratoře pístový tlakoměr a z něj výpočet BMC, pak je správnější pokud je uveden např. tlakový rozsah (1,5 až 100) kPa. Laboratoř pak nemusí umět tlakový bod např. 1 kPa. Je to pravdivější než uvést (0 až 100) kPa. Je logické, že u kalibrovaného přístroje je uveden údaj na nule – jako kalibrovaný bod. Ten však nemá s etalonovým tlakoměrem laboratoře v podstatě nic společného.

ČMI

Souhlas.

*Odborní posuzovatelé*

Pokud mám ve výbavě digitální tlakoměr, tak ty mají definovanou pevnou chybu na dolní mezi rozsahu. Pokud pak provádím výpočet BMC z digitálního tlakoměru, je možné v příloze osvědčení uvést např. kalibraci v rozsahu (0 až 10) kPa s BMC  $\pm 100$  Pa. Pak je ale logické, že laboratoř ztěžka může přijmout zakázku kalibrace tlakoměru s rozsahem např. do 1 kPa. Pokud by toto učinila, jedná se z její strany o závažnou neshodu.

ČMI

Souhlas

## 5. HARMONIZAČNÍ ZÁVĚR:

Vždy důsledně uvádět i spodní hranici rozsahu, zejména pak v příloze osvědčení o akreditaci.

## 6. Požadavky na prokázání g u laboratoří s pístovým tlakoměrem ?

*Odborní posuzovatelé*

Hodnotu g je třeba znát nejen u pístových, ale i kapalinových tlakoměrů. Nutnost přesnosti její znalosti souvisí s požadavkem na BMC laboratoře. Na našem území je g poměrně dobře zmapováno a při odhadu s patřičnou nejistotou není třeba trvat na přesném měření. **Laboratoř však musí doložit jakým způsobem g určila včetně nejistoty** a vliv této nejistoty na celkovou (resp. uváděnou) nejistotu (BMC) laboratoře.

Laboratoř, která provádí kalibraci pístových tlakoměrů nebo přesných kapalinových tlakoměrů, musí mít gravitaci změřenou v místě kalibrace.

ČMI

Souhlas.

## 6. HARMONIZAČNÍ ZÁVĚR:

AKL je vždy zodpovědná za zcela jednoznačné prokázání své metrologické návaznosti v souladu s deklarovanou aktuální politikou ČIA v této oblasti. Je především na odpovědnosti laboratoře a následně odborného posuzovatele, aby posoudil její splnění. Za možný způsob splnění návaznosti lze považovat experimentální zjištění hodnoty  $g$  absolutní metodou v daném místě s plnou metrologickou návazností, poměrové určení hodnoty  $g$  či využití mnohem méně přesných tabelovaných či výpočtových metod. Laboratoř ovšem důsledně musí ke každé využívané hodnotě  $g$  určit i příslušnou nejistotu a dále s ní počítat v rámci určení celkové nejistoty kalibrace a BMC. Na odborném posuzovateli je, aby předloženou metodu návaznosti  $g$  zhodnotil včetně nejistoty a buďto přijal, nebo zamítl. Jako vhodný podklad pro odborné posuzovatele se jeví v rámci jejich školení zorganizovat příkladovou studii na toto téma.

## 7. Sjednocení podmínek při kalibraci dle požadavků normalizovaných předpisů (např. současná diskuze, zda převodníky tlaku při 20 °C nebo 23 °C) ?

### *Odborní posuzovatelé*

Zatím v oboru tlaku platí referenční hodnota 20 °C, ke které jsou v současnosti vztahovány nejpřesnější etalony tlaku, pístové tlakoměry (významné i pro kapalinové tlakoměry). Pokud by se převodníky kalibrovaly při referenční teplotě 23 °C, musely by se laboratoře vypořádat s nejistotou etalonu tlaku. U deformačních tlakoměrů je tř. př. vztahována také pro 20 °C.

Do budoucna by však bylo vhodnější provádět kalibraci pístových tlakoměrů při 23 °C (odpadl by současný přepočít z 20 °C na 23 °C). Rozhodně to je pro pracovníky příjemnější teplota a i výrobci parametry svých přístrojů (digitálních) většinou vztahují k této teplotě. Referenční teplota pro elektrické veličiny je většinou 23 °C.

**Záleží na laboratoři pro jakou referenční teplotu má vztaženy BMC a jsou prováděny kalibrace.** Musí být však schopna provádět potřebné přepočty nebo znát vliv teploty na nejistotu svých etalonů.

V současnosti je v této oblasti značná nejednotnost. Budoucnost je však spíše v teplotě 23 °C.

### *ČMI*

Ano, to je typická oblast nejednotnosti, a to nejen napříč oborům, ale i napříč jednotlivým státními. V oboru tlak je v ČR spíše zvyklostí respektovat referenční teplotu 20 °C, naproti tomu obor elektrických veličin upřednostňuje referenční teplotu 23 °C. Zde nastává typický problém, se kterým se můžeme setkat – konflikt referenčních teplot oboru tlak a oboru elektrické veličiny, typicky vzniká tento problém u laboratořích kalibrujících či ověřujících převodníky tlaku s elektrickým výstupním signálem (referenční teplota 20 °C) a používajících etalonového odporového normálu, jehož kalibraci mají provedenu při 23 °C. Naproti tomu, podíváme-li se např. do Německa do PTB a to od oblasti návaznosti měřidel a etalonů vakua, tak PTB kalibruje při 23 °C, Český metrologický institut při 20 °C, a tak bychom mohli pokračovat. Podíváme-li se zase např. do oblasti vztažných respektive standardních podmínek při měření průtoku plynu, je zde mnohem používanější teplota 20 °C.

Nelze říct, která teplota má do budoucna lepší vyhlídky při případném jednotícím procesu, protože nejednotnost v případě měřidel tlaku je v podstatě ve všech možných a posuzovatelných kritériích či oblastech.

## 7. HARMONIZAČNÍ ZÁVĚR:

V této otázce není zatím harmonizace možná, ač je problematika v některých zemích EA jednoznačně určena a harmonizována, tak mezi jednotlivými zeměmi tomu tak není. Typickým příkladem je zcela rozdílná situace AKL akreditovaných DKD a COFRAC. Situaci komplikují dále výrobci některých měřidel a etalonů, kteří často uvádí jako z hlediska výrobce možnou referenční teplotu hodnotu pouze jednu (ať již 20°C, 23°C, 60°F či 68°F). AKL je ovšem vždy zodpovědná za zcela jednoznačnou identifikaci referenční teploty jak ve své kalibrační metodice, tak v kalibračním listě a zohlednění nejistot vlastního etalonážního zařízení v případě, že je využíváno za jiné referenční teploty, než byla provedena jeho návaznost kalibrací. Referenční teplota by měla také být jednoznačně identifikována v příloze osvědčení o akreditaci. Pokud laboratoř pracuje s více jak jednou referenční teplotou ve stejných laboratorních prostorech, musí zcela jednoznačně identifikovat kritéria prostředí a parametry na přechod z jedné teploty na druhou! Na odborném posuzovateli je, aby předložená kritéria a parametry zhodnotil jako přípustná či naopak.

## 8. Sjednocení využívání normativních předpisů (EN 837, EA doporučení na převodníky x EN 60770, ....) ?

*Odborní posuzovatelé*

Norma EN 837 je platná pro deformační tlakoměry a je v mnoha směrech analogická s požadavky Euramet cg17/v01 Dokument pro kalibraci elektromechanických tlakoměrů.

**Akreditovaný kalibrační postup musí vycházet ze všeobecně uznávané dokumentace.** Jinak by laboratoř měla statisticky ale i jinak prokazovat validaci svého kalibračního postupu.

Sjednocení normativních předpisů na kalibraci nejen tlakoměrů by bylo velmi přínosné nicméně v praxi obtížně realizovatelné.

*ČMI*

Otázku lze chápat spíše jako otázku vhodnosti jednotícího procesu tam, kde pro účel kalibrace příslušného druhu měřidel existuje více normativních zdrojů. Lze říct, že v současné době je situace bezproblémová pro deformační tlakoměry (EN 837-1 až 3), pro převodníky tlaku a číslicové tlakoměry (Euramet = elektromechanické tlakoměry, EN 60770 lze spíše chápat jako zdrojový dokument pro zkušební účely – např. zkoušky pro schválení typu), podpůrné dokumenty existují i pro pístové tlakoměry (OIML) či barometry (OIML). Problém je spíše v oblastech takových druhů měřidel jako jsou kapalinové tlakoměry, vakuometry, ..., tj. tam, kde dlouhá léta existovaly různé PNU, které v posledních letech procházejí procesem rušení bez náhrady a nejsou vytvořeny vhodné dokumenty na evropské úrovni (EN, OIML, Euramet, ISO, ...).

## 8. HARMONIZAČNÍ ZÁVĚR:

Každá laboratoř je sama zodpovědná za výběr resp. tvorbu své kalibrační metodiky. Ovšem je nutné důsledně oddělovat vlastní laboratořní vyvinuté metody kalibrace a metody založené na mezinárodních normativních dokumentech (EN, ISO, EURAMET, EA, DKD, OIML normy či doporučení) a následně se k nim v procesu akreditace i tak chovat. Podrobněji je tato problematika rozebrána v bodě 14.

## 9. Sjednocení přístupu ohledně požadavků na rekalibrační lhůty ?

*Odborní posuzovatelé*

Norma ČSN EN ISO/IEC 17025 požaduje, aby laboratoř měla ve své dokumentaci popsán způsob určování period kalibrací (rekalibračních lhůt). Jejich délka záleží na mnoha aspektech. Např. na frekvenci a způsobu používání ( pouze v laboratoři nebo i v provozu), doporučení výrobce, výsledky předchozích kalibrací, ...**Obecně stanovit periody kalibrací (rekalibračních lhůt) nelze.**

Otázka však je postavena tak, zda není možné stanovit určité zásady podle kterých si laboratoř musí stanovit periody kalibrací. Pak by odborný posuzovatel mohl posoudit zda laboratoř při určování rekalibrační lhůty posoudila všechny aspekty mající vliv na optimální určení periody kalibrací. Jedná se o podrobnější specifikaci požadavku, který je obecně popsán ve výše zmíněné normě.

Určité sjednocení požadavků na způsob stanovení periody kalibrací by bylo přínosné.

V současnosti se **laboratoř má řídit dokumentem ILAC – G24:2007 „Pokyny pro stanovení kalibračních intervalů měřicích přístrojů“**. Tento dokument je volně ke stažení na stránkách ČIA ([www.cai.cz](http://www.cai.cz))

*ČMI*

Lze říct, že situace je popsána velmi přesně. Jednou větou lze tedy říci, že žádný způsob regulace v oblasti stanovování kalibračních intervalů zde možný není, nicméně určitý konkrétnější systém požadavků vázaný např. na fyzikální princip měření by mohl být přínosem pro názorovou jednotnost odborných posuzovatelů ČIA. .

## 9. HARMONIZAČNÍ ZÁVĚR:

Harmonizace je již jednoznačně stanovena dokumentem **ILAC – G24:2007 „Pokyny pro stanovení kalibračních intervalů měřicích přístrojů“**. Tento dokument je volně ke stažení na stránkách ČIA ([www.cai.cz](http://www.cai.cz)). Pouze je potřeba proškolit odborné posuzovatele v oblasti tlaku a zajistit tak jednotný výklad tohoto dokumentu.

## 10. Sjednocení příloh osvědčení o akreditaci – jak hluboce dělit a uvádět kalibrovaná měřidla + to samé u BMC ?

*Odborní posuzovatelé*

Současné dělení kalibrovaných měřidel, které je všeobecně používáno tedy např. deformační tlakoměry, digitální tlakoměry, převodníky tlaku s napěťovým nebo proudovým výstupním signálem, pístové tlakoměry, kapalinové tlakoměry, .... lze považovat za

postačující. Rozlišení např., že provádím kalibraci deformačních tlakoměrů se spínacími elektrickými kontakty je zbytečné.

Další nezbytné rozdělení je, které kalibrace provádím ve stálých prostorách laboratoře a které i mimo stálé prostory tedy externí kalibrace.

Dělení BMC podle typu kalibrovaného měřidla (deformační, digitální, ...) spíše znepráhlední přílohu osvědčení a přínos pro zákazníka je nulový. Odděleně je vhodné uvádět BMC pro pístové tlakoměry. Dalším kritériem pro dělení je použité médium (plyn, kapalina).

**Dělení BMC podle typu kalibrovaného měřidla (mimo pístových tlakoměrů) je nevhodné.**

*ČMI*

Souhlas.

## **10. HARMONIZAČNÍ ZÁVĚR:**

Důsledná harmonizace je zde zcela nezbytná, jedná se o dokument prvotně pro zákazníka laboratoře, který má být pro něho jasný, přehledný a srozumitelný a umožňovat mu jednoduchou formou porovnat nabízené služby a kompetence laboratoře. Harmonizace se dá rozdělit do několika bodů:

10.1) V příloze osvědčení o akreditaci v části přístrojové uvádět základní rozdělení tlakových měřidel a etalonů (pístový tlakoměr, číslicový tlakoměr, převodník tlaku, mechanický tlakoměr (manometr), kapalinový manometr, vakuometr, letecký tlakový kalibrátor (ADTS), tlaková netěsnost, pneuměřič, krevní tonometr, ...). Důležité je, aby členění nebylo příliš jemné, ale aby zároveň zachovalo identifikace speciálních obtížných měřidel (tlakové netěsnosti, ADTS,...)

10.2) V příloze osvědčení o akreditaci by vždy měli být jednoznačně uvedeny možné výstupy kalibrovaných převodníků tlaku (analogový, HART, BRIAN, FIELDBUS, Profibus...)

10.3) Uváděné BMC by měly být přehledné, pro oblast tlaku je zcela nevhodný systém uvádění hodnot v izolovaných bodech často používaný v oboru teplota. Doporučuje se uvádět vždy v určitém přesně ohraničeném rozsahu hodnotu BMC buďto absolutní hodnotou tlaku nebo lineární rovnicí. Pouze v případě velmi nízkých BMC v oblasti vysokého tlaku používat kvadratickou rovnici.

10.4) Typicky se hodnoty BMC uvádějí pro jednotlivé tlakové módy a média samostatně. Stejně tak je nutné rozlišovat kalibraci v laboratoři a mimo stálé laboratorní prostory, která v oboru tlak se v mnoha případech BMC výrazně liší.

## **11. Jak u absolutních pístových tlakoměrů – požadovat kalibraci efektivní plochy i v absolutním tlaku ?**

*Odborní posuzovatelé*

Pokud toto má vliv na nejlepší měřicí schopnost (BMC) laboratoře tak určitě. Nicméně výrobce by měl mít tento vliv na efektivní plochu měřky popsán a z prvotní kalibrace by měl být zřejmý.

**Znalost efektivní plochy měřky přímo závisí na BMC laboratoře a vlastnostech pístového tlakoměru.**



ČMI

Stejný názor.

## 11. HARMONIZAČNÍ ZÁVĚR:

AKL je vždy zodpovědná za zcela jednoznačné prokázání své metrologické návaznosti v souladu s deklarovanou aktuální politikou ČIA v této oblasti. Je především na odpovědnosti laboratoře a následně odborného posuzovatele, aby posoudil její splnění. Za možný způsob splnění návaznosti lze považovat i kalibraci efektivní plochy pístového etalonu tlaku v přetlakovém módu a následné využití s vakuovou referencí v absolutním módu, pokud je podložena dalšími důkazy dokládajícími možnost tohoto postupu pro daný etalon (doporučení výrobce, expertíza národního metrologického institutu, experimentální prověření). Na odborném posuzovateli je, aby předložené důkazy zhodnotil a buďto přijmul, nebo zamítl.

## 12. Sjednotit přístup k nejistotám (např. u číslicových tlakoměrů s nulováním k příspěvku jejich nejistoty) ?

*Odborní posuzovatelé*

Zde by mělo spíše platit pravidlo, že mezi jednotlivými sériemi měření se nulování neprovádí. Přísnější ale objektivnější pro hodnocení kalibrovaného měřidla.

Nicméně i zde je nejednoznačnost v přístupu. Jiná skupina odborníků říká, že laboratoř neposuzuje stabilitu číslicového tlakoměru a tedy by měla provádět po každé sérii měření nulování.

**V současnosti nelze tedy jednoznačně určit, který z přístupů je správný.**

ČMI

Velmi problematické téma. Tady je opravdu velká nejednotnost, bohužel je tato problematika snadno zneužitelná při deklarování metrologických parametrů měřidel. Věc má mnoho různých pohledů. Pokud budeme upřednostňovat předpokládanou funkci či cílené určení tlakoměru, je z pohledu koncového uživatele zásadní znalost skutečného stavu měřidla či jeho schopností správného měření v čase, tj. aby např. po 10 minutách provozu při několika zatěžujících a odtěžujících cyklech nedocházelo k „devastaci“ metrologických parametrů měřidla a k posunu např. nulové hodnoty mimo požadovanou nebo deklarovanou přesnost. To zaručí pouze nenulování měřidla v průběhu opakovaných měřících cyklů při kalibraci. Případný posun hodnot pak pochopitelně zvyšuje nejistotu typu A respektive celkovou nejistotu měření a výsledky takového měření nemusí „působit dobře“. Takový typický problém vzniká např. u převodníků tlaku „střední třídy“ pro měření absolutních tlaků v řádu jednotek kPa.

V současnosti jsme spíše svědky nulování měřidel mezi jednotlivými měřícími sériemi, u některých druhů měřidel je to přímo principiální záležitostí respektive podmínkou schopnosti plnit svou funkci a vyhovět deklarované specifikaci (některé vakuometry, měřidla malých tlakových diferencí nebo typicky měřidla absolutního tlaku, digitální měřidla přetlaku,.....). Požadavek na nulování měřidel se dokonce někdy objevuje i v Certifikátech schválení typu měřidel.

## 12. HARMONIZAČNÍ ZÁVĚR:

Zcela jednoznačně je nutné zde důsledně sjednotit přístup všech odborných posuzovatelů a následně i AKL v oblasti tlaku. Současná situace vede v důsledku k tomu, že některé AKL uplatňují přísnější postup (nenulování mezi sériemi) a některé měkčí (nulování), ovšem z vydaného KL to není pro zákazníka zjistitelné. U některých typů především číslicových tlakoměrů tak kalibrace v různých AKL dává zásadně rozdílné hodnoty kalibrační křivky i nejistoty! Jaký způsob sjednocení zvolit není řešiteli úkolu zřejmé, doporučuje to vyřešit v rámci jednání odborných posuzovatelů a případně poprosit ČMI o stanovisko včetně přehledu, jak je tomu v ostatních evropských zemích.

## 13. Sjednotit přístup k minimálním požadavkům na počet kalibračních bodů a sérií včetně zkrácených sérií u jednotlivých měřidel a tříd přesnosti ?

*Odborní posuzovatelé*

Tento bod souvisí z bodem 8

Dokument Euramet cg17/v01 „Dokument pro kalibraci elektromechanických tlakoměrů“ minimální požadavky stanovuje a je v podstatě v souladu s dokumenty, ze kterých vychází.

Vzhledem k tomu, že v oblasti převodníků a číslicových tlakoměrů nejsou definovány třídy přesnosti, je v textu uvedeno, že se vychází z očekávané nejistoty měření kalibrovaného měřidla (čímž se předpokládá jeho očekávaná chyba (z technických údajů výrobce).

*ČMI*

Zde je vhodné být opatrnější – když se tato definice přečte několikrát za sebou, jeví se pod pojmem „očekávaná rozšířená nejistota měření“ i možnost, že to může být tak, že touto očekávanou nejistotou může být zadání zákazníka či uživatele měřidla, který nám sdělí svoji potřebu, jak přesně respektive s jakou nejistotou potřebuje hodnotu tlaku měřit ? Přesná výsledná interpretace „očekávané nejistoty měření“ je velmi zajímavá - významná. Toto by totiž bylo velmi zásadní v přístupu k návaznosti měřidel, protože by to nebránilo kalibrační laboratoři provést kalibraci měřidla, které je svou „výrobní“ specifikací nad rámec jejich BMC a mohli by se pak odvolávat na zadání zákazníka, který tuto specifikaci (očekávanou nejistotu) při zadání kalibrace zhoršil v důsledku svých menších nároků na měření až do oblasti zabezpečenou BMC laboratoře ! Pak by takové zadání zákazníka však muselo být průkazné – tj. uvedeno v kalibračním listu „specifikace metrologických parametrů“.

*Odborní posuzovatelé*

Ve druhém odstavci kapitoly 5.2 je celkem srozumitelně řečeno: „**Aplikovaný postup závisí na očekávané přesnosti kalibrovaného přístroje**, opět ve vztahu k požadavku zákazníka“.

Bohužel hned v následujícím odstavci 5.2.1 je tento požadavek již interpretován následovně: „Základní kalibrační postup by měl být použit pro přístroje, jejichž **očekávaná nejistota měření** ( $k = 2$ ), je  $U > 0,2 \%$  ... (a následně v dalších odstavcích pro jiné hodnoty  $U$ ). V praxi pak nastal případ, kdy uvedená **očekávaná nejistota měření kalibrovaného měřidla** byla zaměněna s pojmem očekávané nejistoty kalibrace (která je pochopitelně několikrát menší) a došlo k naprosto nelogickým požadavkům na počet měřících bodů.

Nicméně stanovení minimálních požadavků (nepodkročitelné minimum), které by pro laboratoř bylo závazné by bylo přínosné i když se již nachází v příslušné normativně technické dokumentaci.

*ČMI*

Nepodkročitelné minimum je fakticky již dáno dokumentem Euramet (EA), i když by si to zasloužilo jednoznačnější interpretaci (viz níže) !

Tento bod vychází z praktických zkušeností (nejčastěji při externích výkonech), kdy kalibrační laboratoře nabídnou uživateli (typicky při soutěži o nějakou větší zakázku pro kalibrace měřidel) kalibraci v jakémsi zkráceném rozsahu respektive postupu, tj. např. kalibrace ve 3 bodech a jednom opakování nebo kalibrace v pracovním bodě,.....

Výsledkem pak je, že AKL je v takovém případě výrazně znevýhodněna před neakreditovanými subjekty, pokud je zákazník respektuje v rámci svého systému kvality, protože AKL nabízejí cenu odpovídající časovým nárokům předepsaných akreditovaných kalibračních metodik. Problémem však je, že žádná regulace na oblast mimo AKL nebude účinná, protože zde žádné požadavky mimo požadavku na platnou návaznost etalonu nejsou.

Je však otázkou, zda je správné vytvářet nějaké mantinely (nepodkročitelné minimum) a vyloučit tak AKL z možnosti ucházet se o zakázky, kde zákazník sám stanoví svůj rozsah požadavků, které jsou např. pod požadovaným minimem z hlediska počtu kalibračních bodů dle Euramet (EA) ? Zda to v tomto případě není diskriminující pro AKL ? Zda např. při takovém zadání respektive požadavku zákazníka neuvést pouze tuto skutečnost do kalibračního listu do položky „Kalibrační postup“ nebo podobně? Bohužel na všechny otázky není vždy jednoznačná odpověď.

### **13. HARMONIZAČNÍ ZÁVĚR:**

Zde je nutné začít důsledně oddělovat vlastní laboratoří vyvinuté metody kalibrace a metody založené na mezinárodních normativních dokumentech (EN, ISO, EURAMET, EA, DKD, OIML normy či doporučení).

13.1) Jedná-li se o kalibraci dle metodiky založené na mezinárodním normativním předpisu (EN, EA, ISO, EURAMET, OIML, DKD), tak je minimální počet bodů a sérií měření uvedený v této normě či doporučení pro jednotlivé situace (většinou popsán jako třída přesnosti měřidla) nepodkročitelný. Porušení vede k tomu, že je kalibrace provedena za výrazně jiných podmínek, než byl předpis prověřen (validován) a schválen = laboratoř de facto provádí kalibraci nevalidovaným postupem a ještě navíc klame zákazníka odkazem na mezinárodní dokument. Jedná se o velmi závažnou neshodu! Za stejně hrubou neshodu je potřeba považovat i situaci, kdy AKL si v souladu s mezinárodním doporučením vybere kalibraci pro tlakoměr s přesností 0,05% a horší v 7 bodech, ale v kalibračním listě pak uvede nejistotu lepší, které by ovšem dle stejného předpisu odpovídala kalibrace v 11 bodech.

13.2) Laboratoř si může vyvinout libovolnou vlastní kalibrační metodiku s libovolným počtem bodů a sérií měření, ovšem musí před jejím využitím v AKL splnit veškeré náročné požadavky na její validaci a zároveň klamat zákazníka odkazem na mezinárodní dokumenty. S počtem sérií měření velmi úzce souvisí i způsob výpočtu nejistoty typu A, která musí být při libovolné kalibrační metodice v souladu s dokumentem EA 4/02!

### **14. Sjednotit požadavky na prokázání způsobilosti porovnáním z hlediska výběru rozsahů a měřidel ?**

*Odborní posuzovatelé*

Záleží na konkrétních podmínkách. Každá laboratoř bude vycházet ze svého vybavení a možností a rozsahu akreditace. Určitými sjednocovacími kritérii pro prokázání způsobilosti může např. být zda je měřen přetlak x podtlak x absolutní tlak v plynu, přetlak x absolutní tlak v kapalině, zda laboratoř provádí kalibraci diferenčních tlakoměrů při statickém tlaku. Současně by měly být prověřeny odděleně přímoukazující tlakoměry, digitální tlakoměry, převodníky s elektrickým výstupem, kapalinové tlakoměry, pístové tlakoměry. Dalším sjednocovacím kritériem mohou být okrajové rozsahy (nízké a vysoké tlaky) a kalibrace speciálních přístrojů.

Na všechny tyto oblasti by pak mohl vzniknout požadavek na jejich verifikaci např. provedením MPZ.

Záleží pak na odborném posuzovateli, jak určí potřebný rozsah prokázání způsobilosti laboratoře k akreditovaným činnostem.

### *ČMI*

Je třeba si uvědomit, že organizování MPZ je přímo závislé na možnostech zajištění adekvátního přístrojového vybavení respektive transfer etalonů. To musí někdo financovat ! Lze pochybovat, jestliže dojde k situaci, kdy organizátor MPZ bude zohledňovat v ceně nákladů na MPZ nákup vhodných „transfer měřidel“ a ty bude přenášet na účastníky MPZ, že to budou účastníci akceptovat. Co by následovalo, kdyby se měly projevit např. v ceně kruhového porovnání převodníků tlaku cenové náklady na jejich pořízení (např. 150 000,- Kč) v případě číslicových tlakoměrů klidně 500 000,-, pokud necháváme kolovat např. 3 měřidla, je nám asi jasné. Zde by si měli všichni zainteresovaní uvědomit, že tyto náklady nejsou v MPZ promítnuty, v oblasti tlaku je vše na oddělení primární metrologie tlaku, které měřidla musí zajistit (pořídit) a to v rámci možnosti s parametry stability, které jsou pro účel MPZ dostatečné. To vše s rizikem, že se měřidla mohou v průběhu porovnávání poškodit (což se také stává), může dojít k poruchám (nutné opravy, servisy měřidla) atd.

Myšlenka realizace porovnávání v „extrémních okrajových rozsazích“ je sice vedena dobrým úmyslem, aby kalibrační laboratoř prokazovala svoji kvalitu komplexně (má-li tam BMC), nicméně v praxi je tato cesta velmi obtížně realizovatelná. Jednak naráží na technickou proveditelnost (obvykle specifická a drahá zařízení a měřidla, velmi problematické je vůbec zajistit transfer měřidlo, jedná se obvykle o 1 či 2 laboratoře ve státě), a jednak pochopitelně naráží na otázku finanční realizovatelnosti takového porovnání (pro kalibrační laboratoře velmi nákladné).

Pokud pohlédneme na věc reálně, vznikne pocit, že např. v oblasti tlaku jsou realizována porovnání v dostatečné míře (frekvenci) jak dle druhů měřidel, tak dle druhů tlaku, měřících rozsahů či dle použitého tlakového média a především s velmi dobrou akceptovatelnou cenou pro zúčastněné laboratoře (což je také velmi důležité), zvláště při požadavcích účastnit se v daném oboru minimálně každé 2 roky porovnání. V posledních letech byla zvolena strategie, kdy se kruhovým MPZ pokouší pokrýt možnosti a požadavky drtivé většiny AKL a dalších laboratoří mimo oblast AKL. Standardně jsou vybírány pro kruhové MPZ pro určitý druh měřidel 3 měřidla pokrývající vhodnou kombinaci druhu tlaku, měřícího rozsahu a tlakového média. Prioritou je, aby minimálně 1 měřidlo bylo voleno tak, aby bylo umožněno se zúčastnit MPZ většině kalibračních laboratoří, další měřidla se potom svou volbou posouvají do oblastí náročnějších (vysoký tlak, nízká tlaková diference, absolutní tlak, barometrický tlak,...). Nelze dělat kroky, které by vedly k další zátěži (časové a finanční) jak kalibračních laboratoří, tak subjektů, které MPZ zajišťují.

Jednou z možností však je nastavit systém tak, že má-li AKL BMC v nějaké extrémním rozsahu a žádné porovnání v takovém rozsahu nebylo organizováno, pak by mělo za povinnost např. jednou za několik let, o takové porovnání požádat (a pak je otázkou, co je extrémní rozsah a jednou za kolik let by ta povinnost vznikla – to by asi musel určit odborný

posuzovatel, těch je jen pár, takže určitá domluva na jednotném postupu při uplatňování takových požadavků by neměl být problém.

## **14. HARMONIZAČNÍ ZÁVĚR:**

Zde se jedná o celosvětový problém nejenom v oblasti metrologie tlaku. Jednoznačná harmonizace zde není zatím možná, i když by byla žádoucí. Doporučuje se důsledně požadovat po AKL plnění dosavadní politiky ČIA v oblasti MPZ s těmito dodatky pro oblast tlaku:

14.1) deklarované nejistoty AKL v MPZ by měly být přiměřené existujícím BMC AKL. Je nepřijatelné, aby laboratoř BMC na úrovni setin % dokládala MPZ s nejistotami v jednotkách %.

14.2) laboratoř by měla pokrýt v průběhu akreditačního cyklu MPZ nejenom všechny metodiky, ale i všechny tlakové režimy (přetlak, podtlak, absolutní tlak, tlakové diference). Zároveň by měla dbát na to, aby byly MPZ pokryty alespoň přibližně všechny akreditované rozsahy i tlaková média. Například pokud je laboratoř akreditována na přetlak v kapalném a plynném médiu od 1 kPa do 60 MPa je nepřípustné, aby všechny MPZ byla provedena v rozsahu (100 – 600) kPa pouze plynným médiem.

## **15. Sjednotit vyjadřování a členění tlakových médií (kapalina x plyn či podrobněji olej x voda x dusík x vzduch x kyslík ...) na KL, metodice i příloze osvědčení ?**

### *Odborní posuzovatelé*

Obecně může dělení na kapalina x plyn být postačující. Zde záleží spíše na zákazníkovi, aby případně požadoval podrobnější vyjádření. U tlakoměrů na kyslík konstatování, že jako médium při kalibraci byla použita kapalina je zcela nedostačující.

Obecně by zákazník měl ve svém požadavku uvést jaké médium je možné ke kalibraci použít.

Pro laboratoř by však neměl být problém uvádět i bližší specifikaci (vzduch x dusík x .....

### *ČMI*

Souhlas, v této oblasti není zásadní problém.

## **15. Harmonizační závěr:**

Je nutné rozdělit aplikaci harmonizace na úroveň kalibračního listu, metodiky a přílohy osvědčení o akreditaci. Doporučují se následující tři harmonizace na jednotlivých úrovních:

15.1) V příloze osvědčení o akreditaci musí být jednoznačně identifikováno, pro jaký okruh tekutin je laboratoř akreditována. Vzhledem k problematice kalibrace kyslíkových tlakoměrů je dělení kapalina x plyn nedostatečné. Ideálním kompromisem se zdá být členění na plynné médium (s možností dalšího nepovinného členění na vzduch, dusík,...), olejové médium a vodu resp. jinou kapalinu určenou pro kalibraci kyslíkových manometrů.

15.2) Metodika laboratoře musí jednoznačně obsahovat tlaková média, kterými je možné kalibraci provést minimálně ve stejném členění, jako je doporučováno u přílohy osvědčení o akreditaci.

15.3) Kalibrační list by měl vždy obsahovat informaci o skutečném médiu, kterým byla kalibrace provedena (dusík, vzduch, hélium, olej, voda), u kalibrace měřidel, kde by mohla

mít čistota či složení tlakového média vliv (např. vakuometry, tlakoměry s čidlem na principu vibračního pouzdra, pístové tlakoměry) uvádět vždy čistotu média (např. dusík o čistotě 99,99) nebo identifikaci chemického složení (např. olej di-methyl-hexil sebacate) či případné možné kontaminace (především pokud byla kalibrace provedena plynným médiem na etalonu s olejovým mazáním).

## 2.3 DOKUMENTACE, VAZBA NA VÝŠE UVEDENÉ BODY

Ve zprávě pro úvodní oponenturu bylo v souvislosti se související dokumentací uvedeno následující:

### LITERATURA

- [1] Metrologie tlaku, publikace, 2007
- [2] Související dokumenty EA a dalších akreditačních institucí
- [3] Podklady z jednání EURAMET G
- [4] články[2] EURAMET G
- [5] Související normy ČSN, ČSN EN, TPM, atd.
- [6] Podklady z řešení úkolů TR ČMI, atd.

Pozn.: Vzhledem k rozsahu, zde není použita literatura podrobně uváděna. Bude se však detailně nacházet na příslušných místech textu závěrečné zprávy, jakož i v její příloze.

Na základě toho a ve vazbě na předcházející body řešení, byl zvolen následující postup:

Pro úplný přehled dokumentace v oblasti tlaku jsou informativně uvedeny následující dřívější dokumenty ještě z období Československa, stále ještě mnohdy dostupné a stále obsahující mnoho cenných informací:

### *Předpisy typu I*

Označení	Název dokumentu	Rok vydání
1703	Inštrukcia pre úradné overovanie etalónových kvapalinových tlakomerov s hornou hranicou meracieho rozsahu (5 až 250) kPa	1978

### *Dřívější normy PNÚ (Podniková norma Úřadu):*

Označení	Název dokumentu	Rok vydání
1700.0	Československá schéma nadváznosti meradiel tlaku v oblasti pretlaku do 250 MPa	1986

1703.1	Etalónové kvapalinové tlakoměry s hornými mezami meracieho rozsahu od 5 do 250 kPa. Technické požiadavky	1981
1704.1	Kvapalinové mikromanometre s hornými mezami meracieho rozsahu od 100 Pa do 40 kPa. Sekundárne etalóny a prevádzkové meradlá. Technické požiadavky	1983
1704.2	Kvapalinové mikromanometre s hornými mezami meracieho rozsahu od 100 Pa do 40 kPa. Sekundárne etalóny a prevádzkové meradlá. Metódy skúšania pre úradné overovanie	1983
1706.1	Piestové barometre s hornou medzou meracieho rozsahu 105 kPa. Sekundárne etalóny a prevádzkové meradlá. Technické požiadavky	1985
1706.2	Piestové barometre s hornou medzou meracieho rozsahu 105 kPa. Sekundárne etalóny a prevádzkové meradlá. Metódy skúšania	1985
1707.1	Etalónové kompresné MacLeodové vákuometre s meracím rozsahom 1 kPa až 100 $\mu$ Pa. Technické požiadavky	1982
1707.2	Etalónové kompresné MacLeodové vákuometre s meracím rozsahom 1 kPa až 100 $\mu$ Pa. Metódy skúšania pre úradné overovanie	1982
1713.1	Ortuťové barometre s hornou medzou meracieho rozsahu do 110 kPa. Sekundárne etalóny 2. rádu a prevádzkové meradlá. Technické požiadavky	1982
1713.2	Ortuťové barometre s hornou medzou meracieho rozsahu do 110 kPa. Sekundárne etalóny 2. rádu a prevádzkové meradlá. Metódy skúšania pre úradné overovanie	1982
1714.1	Deformačné barometre s hornou medzou meracieho rozsahu do 110 kPa - sekundárne etalóny 2. rádu a prevádzkové meradlá. Technické požiadavky	1987
1714.2	Deformačné barometre s hornou medzou meracieho rozsahu do 110 kPa - sekundárne etalóny 2. rádu a prevádzkové meradlá. Metódy skúšania pre úradné overovanie	1987

Z aktuálných národných dokumentů se uvádějí předpisy TPM (Technický předpis metrologie):

Označení TPM	Název dokumentu	Rok vydání
4651-99	Přístroje na měření krevního tlaku nepřímou metodou; tonometry rtuťové a deformační; metody zkoušení při ověřování	2000

4653-00	Přístroje na měření krevního tlaku nepřímou metodou; tonometry elektronické; metody zkoušení při ověřování	2000
4654-01	Měřicí převodníky tlaku; technické a metrologické požadavky	2002
4655-01	Měřicí převodníky tlaku; metody zkoušení při ověřování	2002
4657-01	Měřidla tlaku v pneumatikách silničních motorových vozidel; metody zkoušení při ověřování	2002

Pokud jde o aktuální (harmonizovanou) dokumentaci v oblasti tlaku, již se zaměřením na řešení tohoto úkolu, tj. i na oblasti jednotlivých typů přístrojů, jedná se zejména o následující:

**Pozn.:** Neuvádí se oblast tlakoměrů pro měření tlaku krve, vakuometry, atd., neboť se tyto oblasti netýkají AKL v ČR. V tabulce pro tlakové převodníky jsou opakovaně uvedeny 2 předpisy TPM z předcházející tabulky, ty však byly zpracovávány pro oblast ověřování.

#### *Deformační tlakoměry*

Označení	Název dokumentu	Použitelnost
ČSN EN 837 - 1	Měřidla tlaku – Část 1: Tlakoměry s pružnou trubicí – Rozměry, metrologie, požadavky a zkoušení.	kalibrace schvalování typu
ČSN EN 837 - 2	Měřidla tlaku – Část 2: Doporučení pro volbu a instalaci tlakoměrů.	volba instalace
ČSN EN 837 - 3	Měřidla tlaku – Část 3: Membránové a krabicové tlakoměry – Rozměry, metrologie, požadavky a zkoušení.	kalibrace schvalování typu
OIML R 109	Pressure gauges and vacuum gauges with elastic sensing elements (standard instruments).	kalibrace
DKD-R 6-1	Kalibrace tlakoměrů	kalibrace

#### *Převodníky tlaku*

Označení	Název dokumentu	Použitelnost
TPM 4654-01	Měřicí převodníky tlaku; technické a metrologické požadavky	ověřování
TPM 4655-01	Měřicí převodníky tlaku; metody zkoušení při ověřování	ověřování
EURAMET/cg-17/v.01	Kalibrace elektromechanických tlakoměrů.	kalibrace
ČSN EN 60770-1 a 3	Měřicí převodníky pro řídicí systémy průmyslových procesů. Část 1: Metody hodnocení vlastností. Část 3: Metody hodnocení vlastností inteligentních převodníků.	schvalování typu



ČSN EN 61298-1 až 4	Zařízení pro měření a řízení průmyslových procesů – Obecné metody a postupy pro hodnocení vlastností Část 1: Obecné úvahy. Část 2: Zkoušky při referenčních podmínkách. Část 3: Zkoušky pro určování účinků ovlivňujících veličin. Část 4: Obsah hodnotící zprávy.	schvalování typu
DKD-R 6-1	Kalibrace tlakoměrů	kalibrace

### *Číslicové tlakoměry*

Označení	Název dokumentu	Použitelnost
EURAMET/cg-17/v.01	Kalibrace elektromechanických tlakoměrů.	kalibrace
DKD-R 6-1	Kalibrace tlakoměrů	kalibrace

**Pozn.1:** Normy ČSN EN pro převodníky tlaku jsou uvedeny informativně.

**Pozn.2:** Dokument EURAMET/cg-17 je modifikovanou verzí Dokumentu EA 10/17.

### *Pístové tlakoměry*

Označení	Název dokumentu	Použitelnost
EA-4/17	Kalibrace pístových tlakoměrů (dříve EAL-G26).	kalibrace
OIML R 110	Pressure Balances.	kalibrace
DKD-R 6-1	Kalibrace tlakoměrů	kalibrace

### *Barometry*

Označení	Název dokumentu	Použitelnost
OIML R 97	Barometers.	doporučení (kalibrace)

### *Nejistoty měření*

Označení	Název dokumentu	Použitelnost
EA-4/02	Vyjadřování nejistot při kalibracích.	kalibrace
dokument ISO	Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement.	kalibrace

**Pozn.:** Zde lze rovněž doporučit dokument M003, Vyjadřování nejistot a věrohodnosti měření, vydaný v r. 2007 prostřednictvím UKAS, UK.

### *Intervaly recalibrace*

Označení	Název dokumentu	Použitelnost
ILAC-G24:2007	Pokyny pro stanovení kalibračních intervalů měřicích přístrojů	kalibrace

Výše uvedenou dokumentaci lze mimo jiné získat na následující www stránkách:

[www.cai.cz](http://www.cai.cz)

[www.cmi.cz](http://www.cmi.cz)

[www.unmz.cz](http://www.unmz.cz)

[www.oiml.org](http://www.oiml.org)

[www.ea.org](http://www.ea.org)

[www.ukas.uk](http://www.ukas.uk), atd.

Většina výše uvedených dokumentů (včetně dokumentů mezinárodních organizací – OIML, EURAMET, DKD, atd.) byla podrobně prostudována se zaměřením na harmonizaci pro jednotlivé typy tlakoměrů v souvislosti s problematikou tohoto úkolu. Harmonizační závěry jsou uvedeny v předcházející části 2.2.

Významným se jeví dokument DKD-R 6-1, Kalibrace tlakoměrů, uvedený v předcházejících tabulkách pro deformační tlakoměry, číslicové tlakoměry, převodníky a pístové tlakoměry. Tento dokument pro dané typy analyticky sumarizuje problematiku, která velmi úzce váže na řešené téma. Vzhledem k autorským právům Německé kalibrační služby jej však zatím nebylo možno podrobněji v tomto materiálu prezentovat.

### **3. ZÁVĚR**

Úkol VII/5/09 byl navržen po jednáních 4E-CZ, Technického výboru pro akreditaci kalibračních laboratoří ČIA, ČKS i bilaterálních jednání ČMI a ČIA a konzultacích s externími odbornými posuzovateli ČIA a vybranými kalibračními laboratořemi v oblasti tlaku. Řešení úkolu umožní vytvořit technické podklady pro harmonizaci, které následně kalibrační laboratoře, ČMI i ČIA budou aplikovat.

Po schválení řešení tohoto úkolu, ČIA uspořádá školení s odbornými posuzovateli, na kterém stanoví doporučení a zásady pro posuzování akreditovaných laboratoří v oblasti tlaku.

Taktéž doporučí akreditovaným laboratořím aby se v rámci svých kalibračních postupů závěrům tohoto řešení co nejvíce přiblížily.

Řešitel se v kontextu výše uvedeného domnívá, že je vhodné poskytnout tento materiál všem zainteresovaným AKL, resp. odborným posuzovatelům. Rovněž se domnívá, že je vhodné podniknout kroky pro možnou legalizaci použití dokumentu DKD-R 6-1 v rámci akreditačního systému ČIA.

ČIA má zájem pokračovat v další harmonizaci postupů a posuzování jednotlivých oblastí veličin. Na příští rok se navrhuje řešení harmonizace v oblasti teploty.