

METROLOGICKÁ NÁVAZNOST, KALIBRACE A OVĚŘENÍ KALIBRACE

RNDr. Miroslav Jan Skopal

Mobilní Zkušebna Délkoměrů a výrobních Strojů, zkušební laboratoř L 1418 akreditovaná ČIA o.p.s.

Fakulta strojního inženýrství Vysokého učení technického v Brně (VUT v Brně)

Doc. Ing. Alois Fiala, CSc.

Fakulta strojního inženýrství Vysokého učení technického v Brně (VUT v Brně)

Anotace

Prosperita České republiky je dlouhodobě založena na průmyslové a strojírenské výrobě. V současné době působí na našem území několik výrobců automobilů a desítky velkých a středně velkých firem, které konečným výrobcům automobilů, a nejen u nás, dodávají komponenty. Způsobit dodavatelů komponent předpokládá zavedení a funkční systém managementu kvality a ten se neobejde bez části, která se zabývá řízením procesu práce s měřidly – podléhá auditu. Standardní postup při auditu je ten, že za důkaz metrologické návaznosti se považuje předložení kalibračního listu předmětného pracovního měřidla s datem kalibrace uvnitř kalibračního intervalu.

V únoru 2009 byl vydán Mezinárodní metrologický slovník – Základní a všeobecné pojmy a přidružené termíny (VIM) s označením TNI 01 0115, který je českou verzí normativního dokumentu ISO/IEC GUIDE 99:2007 a ten ruší a nahrazuje druhé vydání Mezinárodního slovníku základních a všeobecných termínů v metrologii (VIM); u nás byl zaveden českou technickou normou ČSN 01 0115:1996.

Autoři této publikace podávají poněkud odlišný náhled na problematiku managementu pracovních měřidel v systémech managementu kvality v souvislostech s tím, že definice pojmů „metrologická návaznost“ a „kalibrace“ se podle Mezinárodního metrologického slovníku vztahují k „výsledku měření“ a nikoliv k měřidlům, jako takovým. Pozornost je věnována především pojmu „kalibrace“, protože přidružený termín, její definice, se od dřívějších značně liší.

Úvod

Metrologická návaznost je vlastnost výsledku měření, pomocí níž může být výsledek vztažen ke stanovené referenci přes dokumentovaný nepřerušovaný řetězec kalibrací, z nichž každá se podílí svým příspěvkem na stanovené **nejjistotě měření** [4]. Na místě je položit si otázky k obsahu a formě pojmu kalibrace:

- Proč měřidla kalibrujeme?; a
- Proč se tak zásadně změnila definice přidruženého termínu k pojmu kalibrace?.

Odpověď na prvou otázku je poměrně jednoduchá a může být například tato: Z hlediska zaměnitelnosti je třeba, aby díly, zhotovené ve výrobních jednotkách v České republice, Číně nebo jinde ve světě, bylo možno sestavit například v Brazílii do jednoho celku a byl tak vyroben konečný pro-

dukt, který bude splňovat podmínky funkčnosti a ostatních specifikovaných parametrů ke spokojenosti zákazníka, například v Austrálii; aby tento produkt splňoval požadavky na kvalitu, byl kvalitní.

Obsah pojmu kalibrace se jistě nemění; a přesto byla formulována nová definice, zcela odlišná od dřívějších [2] a [3]. Důvodů mohlo být několik a jedním z nich mohla být i skutečnost, že v procesu managementu pracovních měřidel [1] v systémech managementu kvality postupně začalo docházet k deformaci výkladu obsahu pojmu pod tlakem, že je třeba mít činnost kalibrace dokumentovanou písemným vyjádřením, za které se u nás všeobecně a téměř výhradně považuje záznam s názvem „Kalibrační list“ nebo „Protokol o kalibraci“.

Nesporným důvodem změny formulace pojmu kalibrace je také bouřlivý vývoj měřidel v posledních asi dvaceti letech. Měřidla jsou konstruována a řízena v kompletech s výpočetní technikou a k získání výsledku měření dochází rovněž za aktivní účasti výpočetního software, kde úloha metrologa postupně přechází do polohy operátora měřicího systému, aniž by ten mohl ovlivňovat indikaci, ze které se získává výsledek měření.

Záměrem autorů této publikace je podat námět k diskusi o odpovědi na druhou otázku a upozornit na některé skutečnosti v systémech managementu měřidel certifikovaných subjektů při účasti nezávislých metrologických subjektů za účelem úprav vztahů mezi auditem kvality, dodavatelem měřidel a uživatelem měřidel, který je producentem výrobků ke spotřebnímu užití konečným zákazníkem.

Dále publikované skutečnosti jsou postaveny na dlouholetých praktických zkušenostech v oblasti managementu pracovních měřidel na pracovištích ve výrobě, vývoji i výzkumu v České republice a zahraničí v oboru strojírenské výroby, v automobilovém průmyslu a ostatních příbuzných oborech.

Pojem kalibrace

V následujícím textu je citována úplná definice pojmu „kalibrace“ tak, jak je uvedena v TNI 01 0115:2009:

„**Kalibrace** je činnost, která za specifikovaných podmínek v prvním kroku stanoví vztah mezi **hodnotami veličiny s nejistotami měření** poskytnutými **etalony** a odpovídajícími **indikacemi** s přidruženými nejistotami měření a ve druhém kroku použije tyto informace ke stanovení vztahu pro získání **výsledku měření** z indikace.

POZNÁMKA 1 Kalibrace smí být vyjádřena údajem, kalibrační funkcí, **kalibračním diagramem**, **kalibrační křivkou** nebo kalibrační tabulkou. V některých případech se smí skládat ze součtových nebo násobných korekcí indikace s přidruženou nejistotou měření.

POZNÁMKA 2 Kalibrace nemá být zaměňována s **justováním měřicího systému**, často mylně nazývaným „samokalibrace“, ani s ověřením kalibrace.

POZNÁMKA 3 Samotný první krok ve výše uvedené definici je často chápán jako kalibrace [4].“

Diskuse:

Na základě definice pojmu a praktických poznatků lze konstatovat, že se jedná o posloupnost dílčích činností ve dvou hlavních krocích, kde první krok začíná hodnotami veličiny poskytnutými etalony a druhý končí výsledkem měření, který je získán z indikace. Pro kalibraci v případě pracovního měřidla je tak činnost ve druhém kroku ukončena až po získání výsledku každého dílčího měření, které je měřidlem prováděno, indikace je korigována na základě znalosti jejího rozdílu (její chyby) s referencí. Kalibrace je v tomto smyslu dynamický proces, který se opakuje při každém použití pracovního měřidla při měření.

První poznámka uvádí možnosti vyjádření kalibrace a dává tak dostatek volbě podle veličiny. Nelze si ale nevšimnout, že chybí návrh formy záznamu s označením „Kalibrační list“ nebo „Protokol o kalibraci“.

Druhá poznámka uvádí pojmy, se kterými nemá být kalibrace zaměňována. Pojem **justování měřicího systému** je definován v článku 3.11 [4] a podle třetí poznámky v této definici kalibraci předchází. Pojem „**ověření kalibrace**“ není explicitně definován a je provázán s pojmem 2.44 ověřování [4]. Z kontextu je zřejmé, že „**ověření kalibrace**“ je činnost, která naopak po kalibraci následuje. Nejsou-li splněny specifikované požadavky měřidla, je to signál k opakování procesu kalibrace a opakovanému ověření kalibrace. Do kategorie pojmu ověření kalibrace lze zařadit vykonání zkoušky funkčních (metrologických) parametrů měřidla, které má mít po provedené kalibraci. *PŘÍKLAD: U souřadnicového měřicího stroje jsou kalibrovány jednotlivé měřicí komponenty, abychom v konečné fázi z informací od všech dílčích indikací dostali jeden výsledek měření, kterým je rozměr měřeného prvku; včetně rozšířené nejistoty.* *POZNÁMKA Mezinárodně zavedené slovní spojení „ověření kalibrace“ (verification of calibration) koliduje v národním prostředí se slovním spojením „ověření stanoveného měřidla“ a bylo by vhodné je nahrazovat jiným, např. „potvrzení kalibrace“.*

Třetí poznámka je u nás rozporuplně vykládána v protichůdných smyslech. Jeden výklad je ten, že ke kalibraci stačí měřidlo pouze proměřit a výsledky měření zapsat do záznamu s názvem „Kalibrační list“. Tento výklad je ale nesprávný. Hlavním důvodem je ten, že se jedná o vysvětlující poznámku k definici samotné a nikoliv o výjimku, která by takový výklad umožňovala. V této poznámce je naopak zohledněna skutečnost, že jsou kladeny stále vyšší nároky na požadovanou přesnost pracovních měřidel a přibývá měřicích přístrojů a měřicích systémů, které již nelze k žádané přesnosti mechanicky vyrobit; nebo jen za cenu nepřiměřených nákladů. Nastupuje tak aktivní účast hardware a software výpočetní techniky (zápis údajů na hardware k softwarovému použití), s pomocí které lze požadovaných metrologických parametrů dosáhnout. Výrobci takových měřidel si ale nejnovější poznatky úzkostlivě chrání před konkurencí a kromě nich a jejich autorizovaných zastoupení nemá jiný subjekt možnost kalibraci provést. Tato poznámka upozorňuje na skutečnost, že nesprávně bývá za kalibraci považována jen činnost v prvním kroku, aniž by aktivně mohla být ovlivněna indikace, a naznačuje, že ke kalibraci jsou nutné činnosti v obou krocích [11].

Běžná standardní kalibrace

Ve stručnosti je uveden standardní postup kalibrace v případě běžných pracovních měřidel, která se v managementu měřidel v systémech managementu kvality vyskytují v dominantní míře.

V prvním kroku kalibrace měřidlo proměříme (porovnáme s referencí, pracovními etalony) a zjistíme jeho chyby, aby údaje o nich byly k dispozici ve druhém kroku činnosti kalibrace. K provedení druhého kroku zpravidla stačí, aby údaje o chybách byly zapsány v kalibračním listu. Tím je vytvořen předpoklad k provedení druhého kroku kalibrace, který vystavením kalibračního listu ještě není ukončen. Podle formulace pojmu 2.39 kalibrace je třeba **stanovit vztah pro získání výsledku měření z indikace** [4]. Ten vznikne až tehdy, až metrolog údaje z kalibračního listu použije ke korekci při svých měřeních. Zde dochází při auditech k prvnímu pochybení nebo omylu. Tyto se v některých případech spokojí jen s předložením Kalibračního listu, aniž by přezkoumal úplný dynamický proces činnosti kalibrace od reference, (hodnoty veličiny poskytnuté etalonym) až po výsledek měření.

POZNÁMKA V běžné výrobě, kde chyby pracovního měřidla jsou s ohledem na požadovanou přesnost měření malé nebo zanedbatelné, není třeba každé jednotlivé měření korigovat na základě chyb, uvedených v kalibračním listě. Za této situace je ale třeba tuto skutečnost promítnout do rozšířené nejistoty měření, která je tak nesporně větší. Tímto zkráceným postupem se může řešit požadavek vyšší produktivity měření samotných na úkor výsledků měření a jejich nejistoty.

Kalibrace měřicích přístrojů a měřicích systémů

Měřicí přístroje a měřicí systémy současné generace jsou řízeny za pomoci hardware a software výpočetní techniky a není u nich obecně komukoliv umožněno provedení zápisu údajů na hardware, získaných v prvním kroku činnosti kalibrace a naplnění tak základního vstupního požadavku k činnosti ve druhém kroku.

V prvním kroku metrolog měřicí systém proměří v plném rozsahu podle kalibračních postupů (zpravidla výrobce měřidla); analogicky se standardní běžnou kalibrací pracovního měřidla.

Druhý krok začíná zapsáním příslušných údajů na hardware měřicího systému, aby byl dán předpoklad k realizaci úplné činnosti ve druhém kroku; **stanovení vztahu k získání výsledku měření z indikace**. Tento vztah vznikne až softwarovým zpracováním každé dílčí indikace v procesu měření, ke které obsluha měřicího systému obecně nemá přístup; nevidí ji.

Duplicitní zápis údajů, zjištěných v prvním kroku kalibrace, do „lidsky čitelného záznamu“ postrádá po obsahové stránce smysl, protože pro PC jsou tyto údaje nepoužitelné. Měřicí systém provádí druhý krok činnosti kalibrace automaticky od sejmутí hodnoty veličiny až po zobrazení výsledku měření některou z forem, která je srozumitelná jeho obsluze k dalšímu řízení procesu měření produktu. Takto je zajištěna metrologická návaznost výsledku měření ke stanovené refe-

renci, kde pracovní měřidlo, měřicí systém, a i obsluha měřidla (operátor), jsou součástí hierarchie návaznosti.

Na tomto místě vzniká požadavek důkazu metrologické návaznosti; vztahu ke stanovené referenci přes dokumentovaný nepřerušovaný řetězec kalibrací [4]. V nejjednodušším případě je to jakýkoliv věcný dokument a může jím být zápis dodavatele služby, pracovní výkaz (podložený dodacím listem a fakturou), kalibrační značka, anebo jiné standardní dostupné formy záznamu mimo „Kalibrační list“ nebo jiný zavádějící název. Takový záznam zpravidla předkládá výrobce měřidla nebo jeho autorizovaný zástupce. S ohledem na zákon 505, o metrologii, v platném znění [1] výrobce **nemusí splňovat** ustanovení zrušeného § 20; mít statut kalibrační laboratoře a mít přidělenou kalibrační značku. Výrobci měřidel a jejich autorizovaní servisní zástupci však zpravidla nejsou akreditováni a nespĺňují tak podmínku pro dodavatele do automobilového průmyslu, která je uvedena v ČSN P ISO/TS 16949:2009 [8].

Není-li výše uvedená forma dokladování kalibrace měřidla pro audit dostatečně důvěryhodná a je požadován důkaz od třetího a nezávislého a/nebo akreditovaného subjektu, je třeba hledat schůdnou cestu ke splnění požadavku auditu. Zde se nabízí alternativa, na kterou je upozorněno ve druhé poznámce definice 2.39 kalibrace a v páté poznámce definice 2.44 ověřování [4]. Jedná se o metrologický výkon „ověření kalibrace“.

Kalibrace souřadnicového měřicího stroje

Souřadnicový měřicí stroj (CMM) je měřicí přístroj a současně splňuje i klasifikaci měřicího systému, protože jsou v něm zakomponována 3 a více délkoměrná měřítka s vlastními indikacemi, zpravidla i měřidla teploty a další pomocná měřidla podle konstrukce CMM. V naznačení problematiky kalibrace CMM se omezíme jen na veličinu oboru délka, jejíž měření je hlavní činnost CMM a např. měření teplot je podpůrné k dosažení vyšší přesnosti.

Kalibrací CMM v prvním kroku se zjistí chyby vedení snímacího systému ve směru tří souřadných os v závislosti na poloze uvnitř rozsahu každé souřadnice. Tyto chyby souvisí s tím, že mechanismus má obecně 6 stupňů volnosti v jednom směru pohybu. Jedná se o celkem 6 nelineárních funkcí, které jsou získány experimentálně za použití unikátních měřicích přístrojů. Například v ose x to jsou tři funkce rotačních chyb R_{xx} , R_{xy} a R_{xz} , dvě funkce translačních chyb T_{xy} a T_{xz} a konečně funkce nelinearity měřítka L_{xx} . Podle rozsahu v příslušné ose se tato měření provedou s krokem 20, 50, 100 nebo 200 mm. Větší krok se zpravidla již nepoužívá. Pro CMM s rozsahem 6 000 mm v nejdelší ose, na kterých se proměřují celé karoserie aut, to

Obr.: Příklad tabulky korekcí ve formátu, použitelném pro výpočetní software měřicího systému ke stanovení vztahu pro získání výsledku měření z indikace v souladu s formulací pojmu 2.39 kalibrace, TNI 01 0115:2009

standardně obnáší desítky hodnot. Po zjištění chybových funkcí ve směru všech tří souřadných os je třeba ještě zjistit chyby pravouhlosti vedení Φ_{xy} , Φ_{yz} a Φ_{zx} , protože výpočetní software provádí matematické výpočty v pravouhlém eukleidovském prostoru, které jsou proti výpočtu v obecném nepravoúhlém prostoru značně jednodušší.

Tyto metrologické výkony jsou podle definice kalibrace činností v prvním kroku a slušně vybavená tuzemská metrologická laboratoř je schopna je zvládnout. Takto je vytvořen předpoklad ke druhému kroku kalibrace, zadání konstant do prostorové matice, které se říká „mapa korekcí“.

Na následujícím **obr.** je uveden příklad tabulky pro jednotlivé funkce v závislosti na zvoleném kroku sloupového CMM s údaji ke korekci v ose z s vloženým oknem tabulky údajů ke korekci chyb pravouhlosti všech tří souřadných os.

Po zjištění matice chyb je tuto třeba zapsat na příslušný hardware, aby ji mohl software při výpočtech používat. Toto zpravidla může provést jen výrobce CMM nebo jeho autorizovaný servisní zástupce podle postupů výrobce a nikoliv běžná kalibrační laboratoř, protože k zápisu údajů ke korekci do mapy je třeba mít kalibrační software a také mít povolen přístup k zápisu na hardware CMM.

Při měření samotném podle místa, kde dojde k sejmutí bodu snímacím systémem na měřené součásti, software znamená polohu v mapě korekcí podle jednotlivých indikací, přihlédne k nejbližším 8 diskrétně korigovaným bodům a zobrazí výsledek měření (snímaný bod se zpravidla nachází uvnitř některého kvádrů, na které je měřicí prostor korekčních mapou rozdělen).

Tato činnost je druhým krokem kalibrace CMM a subjekt, který tuto činnost z různých důvodů není schopen zrealizovat, nemá deklarovat kalibraci CMM a rovněž nemá vystavit „Kalibrační list“. Zápis chyb nebo korekčních hodnot mapy na papír z metrologického hlediska nemá smysl, i kdyby byl úplný. CMM si tyto údaje z papíru přečíst nedokáže a operá-

Step	Rzx	Rzy	Rzz	Lzx	Lzy	Lzz
.00	160.0	.0	.0	.0	.0	.0
-100.00	188.0	2.0	-3.0	1.0	-26.0	-12.8
-200.00	218.0	-2.0	-3.0	5.0	-49.0	-19.6
-300.00	252.5	-3.5	-1.0	3.0	-68.0	-22.4
-400.00	287.0	-7.0	.0	-1.0	-82.0	-31.2
-500.00	312.0	-8.0	3.0	-1.0	-94.0	-45.0
-600.00	343.0	-5.5	4.0	-1.0	-103.0	-46.8
-700.00	382.0	-6.5	6.0	.0	-107.0	-54.6
-800.00	414.0	-12.0	9.0	-1.0	-107.0	-59.4
-900.00	452.0	-14.0	15.0	.0	-103.0	-60.2
-1000.00	489.5	-16.0	16.0	-1.0	-95.0	-74.0
-1100.00	526.5	-12.0	17.0	-1.0	-85.0	-74.8
-1200.00	555.5	-13.5	16.0	.0	-72.0	-86.6
-1300.00	592.0	-16.5	20.0	-7.0	-50.0	-92.4
-1400.00	627.5	-13.0	26.0	-7.0	-27.0	-94.2
-1500.00	670.0	-13.0	27.0	.0	.0	-111.0

Square	OldSink	XY	YZ	ZX
-12	0	-186.0	65.0	-12.0

tor CMM nemá možnost, jak tyto údaje při svých měřeních s CMM použít.

Na tomto místě je třeba upozornit ještě na jednu skutečnost, že provedená úplná kalibrace CMM ve dvou krocích ještě nedává záruky, že ten splňuje požadavky metrologické návaznosti, je metrologicky způsobilý, a bude ve shodě se specifikací. **Ověření** kalibrace má následovat.

Problematiku metrologické způsobilosti CMM řeší pracovní skupina WG 10 CMM při Technické komisi ISO / TC 213 GPS zpracováváním podkladů pro vydávání mezinárodních norem [9]. Obsahem těchto norem je zkoušení CMM, které můžeme s ohledem na terminologii v Mezinárodním metrologickém slovníku [4] považovat za **ověření** kalibrace.

Výrobci CMM a jejich autorizované servisní subjekty mají již tyto mezinárodní normy zakomponovány do procesu výroby CMM, jejich uvedení do provozu a předání zákazníkovi včetně kalibrace jako standard (jak u nového CMM, tak po periodickém servisu) a ověření kalibrace dokladují některou formou záznamu o provedené zkoušce.

Shrnutí

- **Metrologická návaznost** v systémech managementu kvality jednoznačně požaduje **kalibraci** a zavedenou **hierarchii kalibrace**.
- Kalibrace podle TNI 01 0115:2009 je metrologická činnost ve dvou krocích, kde v prvním kroku zjistíme údaje o chybách, aby tyto ve druhém kroku byly k dispozici ke korekci; k zobrazení metrologicky správného výsledku měření. Obsah pojmu se nemění.
- „Kalibrační list“ není totéž, co metrologická činnost „kalibrace“. **Kalibrační list je jen jednou z možností**, jak vytvořit předpoklad k úplné realizaci činnosti ve druhém kroku kalibrace. Pasivní vypsání naměřených hodnot bez dalšího užití, možnosti korekce, však nelze považovat za splnění druhého kroku činnosti kalibrace v souladu s definicí v TNI 01 0115:2009.
- Je-li proveden pouze první krok kalibrace ve smyslu definice v TNI 01 0115:2009, nemá být takový metrologický výkon považován a vydáván za kalibraci.
- Metrologický výkon, který podle definice TNI 01 0115:2009 kalibrací není, nelze tudíž dokladovat „Kalibračním listem“ anebo obdobným záznamem.
- Management měřidel objednává u externího dodavatele kalibraci s objektivními důkazy o jejím provedení a nikoliv jen shromažďuje Kalibrační listy. S ohledem na ekonomickou situaci a požadavky výroby volí optimální interval kalibrace a specifikuje metrologické požadavky.
- V období mezi periodickými kalibracemi ji ověřuje mezikontrolami a vlastními zkouškami anebo ke zkouškám, v souladu s požadavky systému managementu kvality, objednává třetí subjekty (zkušební nebo kalibrační laboratoře, anebo jiné důvěryhodné subjekty).
- Dodavatel služby objektivně informuje klienta, zda je schopen provést kalibraci předmětného měřidla, měřicího systému, v souladu s platnou definicí. Není-li tomu tak, tak

doklad o provedeném metrologickém výkonu nemá nazvat „Kalibrační list“, či obdobně, a má informovat o tom, že kalibraci nebo její dílčí část může „jen“ ověřit.

- Zpracovatel kalibračních postupů dbá na platnou terminologii a pojem zkouška ve validovaných normách a jiných předpisech, které cituje, nemá nahrazovat pojmem kalibrace.
- Vrcholový management firmy by neměl jako doklad o kalibraci požadovat kalibrační list v těch případech, kde to není objektivně možné, nebo to nemá smysl.
- Management měřidel nemá zaměňovat pojmy „zkouška“ a „kalibrace“.
- Zkoušky souřadnicových měřicích strojů podle validovaných mezinárodních norem řady ČSN EN ISO 10360-x lze považovat za jeden z vhodných důkazů **ověření** kalibrace; nikoliv však za kalibraci samotnou podle článku 2.39 TNI 010115:2009.
- Auditor systému managementu kvality (interní i externí) by neměl vyžadovat jen předkládání kalibračních listů, ale přezkoumávat důkazy o provedené kalibraci a metrologické způsobilosti ke splnění požadavku metrologické návaznosti.

Závěrem

Při diskusích v oboru metrologie slycháme názory, že nová formulace pojmu „kalibrace“ je špatná, je příliš složitá a špatně pochopitelná, že kalibrace samotná je činnost v prvním kroku, doložena „Kalibračním listem“, a že druhý krok je pouze interpretace činnosti v prvním kroku.

Při tvorbě mezinárodního slovníku Společným výborem pro pokyny v metrologii (JCGM) a formulaci pojmu 2.39 „kalibrace“ v JCGM 200:2008 [10] včetně poznámek bylo záměrem pracovní skupiny WG2 upozornit třetí poznámkou na to, že za kalibraci bývá vydávána činnost pouze v prvním kroku, a že právě naopak, ke kalibraci jsou nutné oba kroky činnosti včetně stanovení vztahu pro získání výsledku měření z indikace [11].

Zastáváme názor, že definice pojmu „kalibrace“ je dobrá, ba dokonce velmi dobrá. Je proto na místě brát obsah pojmu „kalibrace“ vážně a při auditech na všech stupních a všeho druhu přestat požadovat jako důkaz formální předložení „Kalibračního listu“, aniž aby byla úplná činnost kalibrace ve dvou krocích přezkoumávána.

V případech, kdy pro daný typ pracovního měřidla není ke kalibraci k dispozici kvalifikovaná laboratoř a tuto službu provádí výrobce měřidla nebo jeho autorizovaný zástupce [8] a ti nejsou akreditováni, je třeba k rozhodnutí o způsobilosti pracovního měřidla posuzovat důkazy o **ověření** kalibrace. Za takový důkaz lze považovat doklad na základě zkoušky akreditovanou zkušební nebo kalibrační laboratoří, anebo jinou laboratoří [8].

Literatura – publikační prameny

- [1] Zákon č. 505/1990 Sb., o metrologii ze dne 16. listopadu 1990, ve znění dalších zákonů včetně zákona č.155/2010 Sb., kterým se mění některé zákony ke zkvalitnění jejich aplikace a ke snížení administrativní

- zátěže podnikatelů ze dne 21. dubna 2010 (část pátá, Změna zákona o metrologii).
- [2] ČSN 01 0115:1991 Názvosloví v metrologii.
- [3] ČSN 01 0115:1996 Mezinárodní slovník základních a všeobecných termínů v metrologii.
- [4] TNI 01 0115:2009 Mezinárodní metrologický slovník – Základní a všeobecné pojmy a přidružené termíny (VIM).
- [5] ČSN EN ISO/IEC 17025:2005 Posuzování shody – Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří.
- [6] ČSN EN ISO 9000:2006 Systémy management kvality – Základní principy a slovník.
- [7] ČSN EN ISO/IEC 17000:2005 Posuzování shody – Slovník a základní principy.
- [8] ČSN P ISO/TS 16949:2009 Systémy management kvality – Zvláštní požadavky na používání ISO 9001:2008 v organizacích zajišťujících sériovou výrobu a výrobu náhradních dílů v automobilovém průmyslu.
- [9] Mezinárodní normy řady ČSN EN ISO 10360-x Geometrické požadavky na výrobky (GPS) – Přejímací a periodické zkoušky souřadnicových měřicích strojů (CMM).
- [10] JCGM 200:2008 International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM), volně dostupná verze ke stažení na adrese http://www.bipm.org/utils/common/documents/jcgm/JCGM_200_2008.pdf
- [11] Emailová korespondence BIPM a NIST. <http://www.mzds.cz/korespondence.pdf/>
- [12] Fiala, A.: Řízení monitorovacího a měřicího zařízení. Internetový časopis Q&GPS. ISSN 1801-5352. <http://gps.fme.vutbr.cz/>
- [13] Skopal, M.J.: Pojmy managementu měřidel v systémech kvality. Q&GPS. ISSN 1801-5352. <http://gps.fme.vutbr.cz/>
- [14] Skopal, M.J.: Kalibrace a zkouška měřidel a měřicích systémů. Q&GPS. ISSN 1801-5352. <http://gps.fme.vutbr.cz/>

Poděkování

Na tomto místě bychom chtěli poděkovat všem, kteří nám pomohli při formulaci myšlenek, jmenovitě doc. Ing. Miroslavu Tykalovi, CSc., Ing. Luboši Kotkovi, Ph.D. a Ing. Františku Kleinovi.

