

KONFIRMACE MĚŘIDEL

Alois Fiala, Miroslav Jan Skopal

Fakulta strojního inženýrství VUT v Brně

Příspěvek se zabývá problematikou zajištění návaznosti měření a rozebírá obvyklé metrologické činnosti, které jsou za tím účelem prováděny. Zákon o metrologii i běžná praxe zmiňují jako základní postupy kalibraci nebo ověření stanovených měřidel. Kalibrace je postup vedoucí k dosažení způsobilého měřidla ve dvou logických krocích podle definice VIM. Vždy musí být zjištěn aktuální stav měřidla – provádí se zkouškou, která ověří, zda je měřidlo způsobilé plnit dané specifikace, či nikoliv. Nezpůsobilé měřidlo se musí kalibrovat nebo vyřadit. O výsledku je vydán doklad (kalibrační certifikát), jímž je potvrzena způsobilost z dřívější kalibrace nebo způsobilost dosažená kalibrací novou. Zvláštní pozornost je věnována kalibraci měřidel řízených softwarem, např. u souřadnicových měřicích strojů.

Měření | www.mmspektrum.com/170330

pro všechny veličiny včetně odvozených veličin, které jsou dále definovány pomocí základních veličin. V dalším se budeme přednostně zabývat problematikou veličiny délky u pracovních měřidel ve strojírenství, automobilovém a ostatním průmyslu. Rozsah používaných měřidel veličiny délky je značně rozmanitý, počínaje koncovou měrkou, která zhmotňuje jen jednu délku, až po měřicí systémy řízené výpočetní technikou s automatickým výstupem výsledku měření, kterými jsou například profiloměry, kruhoměry, drsnoměry, souřadnicové měřicí stroje a další.

Při měření v oboru veličiny délky nemůžeme pominout veličinu termodynamické teploty, kde podle ISO 1 je referenční teplota pro geometrické požadavky na výrobky a jejich ověřování stanovena na 20 °C. Určení teploty jak prostředí, tak výrobku a měřidel má značný vliv při rozpočtu složek kombinované nejistoty měření v oboru veličiny délky.

K pojmu kalibrace

První krok znamená v případě prvotní kalibrace po vyrobení a před expedicí nebo alternativně po rozsáhlém servisu zjištění stavu metrologické způsobilosti měřidla a ve druhém kroku je třeba stanovit takový vztah, aby bylo schopno plnit deklarovaný účel. Cílem kalibrace je do-

Zajistit jednotnost a správnost měření patří odnepaměti mezi základní povinnosti všech dodavatelů výrobků nebo poskytovatelů služeb. Kromě právních předpisů (zákon č. 505/1990 Sb., o metrologii) je tento požadavek aktuálně vyjádřen např. v normě ISO 9001 (čl. 7.1.5.1): *Je-li návaznost měření požadavkem nebo je-li považována organizací za nezbytnou součást poskytování důvěry v platnost výsledků měření, musí být měřicí vybavení (měřidla, měřicí systémy – dále jen měřidla) ve stanovených intervalech nebo před použitím kalibrováno nebo ověřováno podle etalonů navázaných na mezinárodní nebo národní etalony.*

Podle Mezinárodního metrologického slovníku (VIM v platné verzi) je *metrologická návaznost (nebo zkráceně návaznost) vlastnost výsledku měření, pomocí níž může být výsledek vztážen ke stanovené referenci přes dokumentovaný nepřerušovaný řetězec kalibrací, z nichž každá se podílí svým příspěvkem na stanovené nejistotě měření; 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; ověřování je poskytnutí objektivního důkazu, že daná položka splňuje specifikované požadavky.*

Splnění těchto povinností spočívá v provedení určitých technických a administrativních činností, které lze souhrnně označit jako metrologická konfirmace (ISO 10012) a zahrnuje kalibraci a/nebo ověřování, jakékoli nezbytné justování nebo opravu a následnou rekalibraci, porovnání s metrologickými požadavky na zamýšlené použité zařízení, stejně jako jakékoli požadované plombování a označování. Schematicky můžeme tento proces znázornit obrázkem.

Význam termínu ověření kalibrace

Proces metrologické konfirmace sestává z několika prvků, jejichž význam je obecně znám,

a/nebo je ve VIM definován. V tuzemském prostředí však vzniká problém při výkladu termínu ověření kalibrace (*verification of calibration*), který má v mezinárodním kontextu odlišný a širší význam oproti ověřování stanovených měřidel podle zákona 505, o metrologii. Ve smyslu metrologické konfirmace tomu rozumíme tak, že jde o potvrzení dosažení specifikovaných funkčních

SCHÉMA METROLOGICKÉ KONFIRMACE



vlastností metrologické způsobilosti měřidel. Že je měřidlo je způsobilé podle specifikovaných parametrů, tj. kalibrováno, se zpravidla dokládá kalibračním certifikátem (*calibration certificate*).

Mezinárodní soustava veličin (ISQ) je založena na sedmi základních veličinách a to znamená, že mezinárodní terminologie musí platit

sažení toho, že měřidlo je schopné zabezpečit jednotnost a správnost měření, v mezích zjištěné nejistoty a splnit specifikované metrologické požadavky. Při kalibraci koncové měrky je třeba podat uživateli informaci o chybě její jmenovité délky, aby metrolog mohl při svých měřeních indikaci korigovat a produkovat správný a přesný

výsledek. Toho lze snadno dosáhnout uvedením chyby např. v kalibračním listu. Ve smyslu chápání platné definice ve VIM zahrnuje proces činnosti kalibrace i práci uživatele měřidla při každém měření, protože ta má končit získáním výsledku měření.

Podstatně složitější je výklad termínu kalibrace u měřicích přístrojů, které jsou řízeny s podporou výpočetní techniky, indikace jsou zpracovávány automaticky a obsluze měřidla poskytují korigované výsledky měření.

O kalibraci můžeme hovořit tehdy a jen tehdy, když se skuteční oba kroky podle definice – provedení obou kroků je podmínkou nutnou a postačující. Dosažení tohoto stavu je vždy nezbytné ověřit; poskytnout objektivní důkazy o splnění specifikovaných požadavků. Toto lze zajistit zkouškou, která způsobilost měřidla prokáže.

Ztráta způsobilosti měřidla

Během používání je měřidlo vystaveno působení různých vlivů, které mohou vyvolat ztrátu metrologické způsobilosti měřidla. Proto je třeba v určitých okamžicích znovu zajistit důkazy o způsobilosti měřidla, zda je kalibrováno a shoduje se se specifikací. Logickým krokem je zkouška, která má ověřit, zda je měřidlo způsobilé, nebo ne. Je-li měřidlo shledáno způsobilým, je o této skutečnosti vydán příslušný doklad (záznam, certifikát apod.) a měřidlo může být dále využíváno určeným způsobem, aniž by bylo nutno realizovat kalibraci v obou krocích; měřidlo i nadále splňuje požadavky po dříve provedené kalibraci ve dvou krocích činnosti.

Návaznost měření pracovních měřidel je podmíněna nepřerušeným a dokumentovaným řetězcem kalibrací ke stanovené referenci. Kalibraci aplikujeme pouze tehdy, když je to nezbytné, a vyznačuje se provedením obou kroků činnosti podle definice. Zásadní význam má zkoušení měřidel za účelem ověření jejich aktuálního stavu. Zjistí-li se zkouškou, že měřidlo nespĺňuje specifikované požadavky, je třeba rozhodnout, zda je možné provést úkony vedoucí k dosažení shody (druhý krok dle definice), tedy zda může (a musí) být měřidlo kalibrováno. Není-li toto opatření možné, pak se musí vyřadit z okruhu pracovních nebo stanovených měřidel. Zjistí-li se zkouškou, že měřidlo specifikované požadavky splňuje, pak není nutné provádět druhý krok a vydá se doklad o způsobilosti měřidla. Kalibrace se ve dvou krocích činnosti neprovádí.

Z hlediska návaznosti měření jsou tedy v systému kvality činnosti kalibrace a ověření kalibrace zkouškou na srovnatelné úrovni významu.

Kalibrace měřicích systémů

Zvláštní pozornost zasluhují souřadnicové měřicí stroje (a také podobné měřicí systémy), jejichž činnost bez aktivního využití výpočetní techniky není možná, protože indikace naměřených hodnot jsou automaticky softwarově zpracovány a zviditelněny jsou až výsledné hodnoty měření.

Před zahájením kalibrace měřidla je třeba nejprve určit, co je indikace a kde k ní dochází. S vývojem měřicí techniky se v oboru měření délkou vyskytují nejméně tyto tři druhy indikace:

- analogová, kde indikaci pozorujeme přímo nebo za použití optických prostředků, jako je lupa nebo čteč mikroskop, a metrolog ji může korigovat podle údajů v kalibračním listu;
- jednoduchá digitální, kdy se indikace zobrazuje přímo na displeji měřicího systému a metrolog ji rovněž může korigovat podle údajů v kalibračním listu;
- digitální indikace mezi pravitkem a čteč hlavy, která tuto indikaci předává ke korekci PC programem a následnému zpracování výpočetním programem a zobrazení již korigovaného výsledku měření na displeji měřidla. Metrolog již prakticky nemá možnost výsledek měření dále korigovat.

Souřadnicový měřicí stroj (CMM) je měřicí systém, s prostředky pro pohyb snímacího systému a schopností určovat prostorové souřadnice na povrchu měřené součásti. Snímací systém CMM indikuje souřadnice diskretních bodů anebo jejich skupin (skenování) v měřicím prostoru na třech nebo i více měřících. Následuje korekce podle údajů uvedených v datovém souboru, který je uložen pod operačním systémem ovládacího PC nebo přímo v řídicím systému CMM. Korigované souřadnice jsou dále zpracovávány výpočetním softwarem k realizaci výpočtu jednoduchých prvků a následně celých tvarů podle programu a v relaci s výkresovou dokumentací měřeného prvku.

Kalibraci těchto zařízení mohou provádět pouze subjekty disponující SW, který umožňuje vyhodnotit případné chyby zjištěné v prvním kroku kalibrace a provést korekce řídicího SW měřidla, který je odpovědný za výstupní informace z měřidla. Jenom v těchto případech mohou být provedeny oba kroky kalibrace.

Návrh nových pojmů k používání

Virtuální kalibrační list je soubor s údaji o chybách měřidla nebo měřicího systému, použitelných ke korekci digitálních indikací.

Virtuální metrolog je výpočetní program korigující indikace podle údajů ve virtuálním kalibračním listu.

Virtuální kalibrační listy jsou uloženy na hardwaru měřidla a jsou zpravidla skryty pod hardwarovou a/nebo softwarovou ochranou, aby nemohly být ze strany uživatele měřidla či jiného subjektu změněny a nemohla tak být narušena přesnost měření neautorizovaným a neoprávněným, i neúmyslným, zásahem. Přístup k virtuálnímu kalibračnímu listu má jen autorizovaný servisní technik – metrolog.

K objasnění pojmů virtuální kalibrační list a virtuální metrolog uvedeme jednoduchý příklad z běžného života z oblasti automobi-

lismu, kde produkce je značně závislá na používání CMM.

Je naprosto běžné, že používání dálničnického systému je v evropských státech zpoplatněno. K oprávnění použít dálnici je potřeba zakoupit dálniční známku a v klasickém případě mít vylepenou na předním skle automobilu. Dálniční kontrola má pak přímou možnost kontroly. Tento stav lze přeneseně charakterizovat jako vztah kalibrační list–metrolog–auditor.

S vývojem výpočetní techniky je v některých státech nutno koupit elektronickou (virtuální) dálniční známku, která je v datovém formátu uložena v databázi daného provozovatele dálniční sítě. Snímací systém indikuje SPZ projíždějícího vozidla a neshledá-li shodu s příslušnou databází, automaticky zahájí sankční řízení, které již dále řídí fyzický personál.

Ve všech ostatních případech, kdy lze uskutečnit pouze první krok, proto nemá být nabízena kalibrace. Standardizované zkoušky poskytující důkazy o splnění specifikovaných požadavků – ověřující způsobilost měřidla – jsou základním a plnohodnotným způsobem zajištění návaznosti měření. Tyto činnosti mohou provádět subjekty disponující kompetentním personálem (kvalifikovaným pro tyto činnosti a majícím příslušné morální a volní vlastnosti) s odpovídajícím vybavením a osvojenými metodami a postupy.

Závěr

Je-li nutné a možné pro zajištění návaznosti měření provést oba kroky podle definice ve VIM, pak se jedná o kalibraci (v ČR také u stanovených měřidel „ověření“ ve smyslu zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii). Kalibrace má být ověřena, zpravidla zkouškou, a způsobilost měřidla, shodu se specifikovanými požadavky podle dodavatele nebo uživatele, je třeba doložit dokladem.

Není-li nutné (měřidlo vykazuje způsobilost plnit specifikované požadavky) nebo možné (měřidlo je nevratně znehodnocené nebo subjektu chybí příslušná kompetence) provést druhý krok, pak nemůžeme hovořit o kalibraci, nýbrž pouze o zkoušce za účelem ověření kalibrace (VIM) s následujícím výrokem o splnění nebo nespĺnění specifikovaných požadavků. Na to musí logicky navazovat rozhodnutí managementu organizace, jak bude s měřidlem dále naloženo; v prvním případě je vydán doklad o trvalé platné kalibraci, způsobilosti měřidla plnit specifikované požadavky. Ve druhém případě je třeba buď vyřadit dané měřidlo z okruhu pracovních (popř. stanovených) měřidel, nebo požádat kompetentní subjekt o provedení druhého kroku (dokončení kalibrace), včetně následného ověření a vydání dokladu o způsobilosti plnit specifikované požadavky.

Tyto závěry by měly být náležitě (diferencovaně podle konkrétních podmínek) aplikovány v řídicích dokumentech v rámci systémů managementu kvality subjektů a mělo by k nim být přihlíženo také při posuzování těchto systémů ze strany certifikačních orgánů (auditoři by měli být v tomto smyslu prokazatelně poučeni). ■