

# **Zavedení podnikové metrologie v systému kvality**

Miroslav Zikmund

---

Bakalářská práce  
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2011/2012

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Miroslav ZIKMUND**

Osobní číslo: **T090205**

Studijní program: **B 3909 Procesní inženýrství**

Studijní obor: **Technologická zařízení**

Téma práce: **Zavedení podnikové metrologie v systému kvality**

Zásady pro vypracování:

1. Studium současné legislativy v oblasti metrologie
2. Zabezpečení podnikové metrologie
3. Vypracování návrhu pro zavedení podnikové metrologie
4. Ověření a vyhodnocení návrhu

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

**Dle doporučení vedoucího bakalářské práce.**

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Josef Hrdina**

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

**13. února 2012**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**25. května 2012**

Ve Zlíně dne 8. února 2012

  
doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.  
děkan



  
prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.  
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Zikmund Miroslav

Obor: Technologická zařízení

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užit své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně ..... 10. 8. 2012

  
.....

<sup>1)</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště

vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

<sup>2)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

<sup>3)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Cílem bakalářské práce je vytvořit postup pro zavedení podnikové metrologie v systému kvality. V teoretické části jsou popsány současné právní požadavky a úkoly pro zabezpečení metrologického pořádku. Praktická část představuje zavedení podnikové metrologie do praxe vytvořením metrologického řádu, evidencí měřidel, karet měřidel a jejich konfirmace.

Klíčová slova: Podniková metrologie, evidence měřidel, konfirmace

## **ABSTRACT**

The aim of this work is to create a process to establish in the company the metrology system quality. The theoretical section describes the current legal requirements and responsibilities for ensuring metrological order. Practical implementation of a corporate practice to the creation of metrology procedure, measure registration, gauges and their card confirmation.

Keywords: Metrology in corporate, measure registration, confirmation

Poděkování:

Chtěl bych poděkovat vedoucímu bakalářské práce Ing. Hrdinovi za pomoc, užitečné rady a čas, který mi věnoval. Dále pak všem autorům odborné literatury, ze které jsem mohl čerpat znalosti podnikové metrologie.

Prohlášení:

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně dne .....

.....

podpis

# OBSAH

|   |           |
|---|-----------|
| <b>ÚVOD</b> .....   | <b>9</b>  |
| <b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....  | <b>10</b> |
| <b>1 PRÁVNÍ PŘEDPISY V OBLASTI METROLOGIE</b> .....   | <b>11</b> |
| 1.1 ZÁKONY A NOVELY .....   | 11        |
| 1.2 VYHLÁŠKY MINISTERSTVA PRŮMYSLU A OBCHODU.....   | 16        |
| 1.3 NAŘÍZENÍ VLÁDY .....  | 18        |
| 1.4 NORMY ČSN Z OBLASTI METROLOGIE .....  | 20        |
| 1.5 REZORTNÍ PŘEDPISY Z OBLASTI METROLOGIE .....  | 21        |
| <b>2 PODNIKOVÁ METROLOGIE</b> .....   | <b>22</b> |
| 2.1 ÚKOLY PRO ZABEZPEČENÍ METROLOGICKÉHO POŘÁDKU V ORGANIZACI.....  | 22        |
| <b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....  | <b>26</b> |
| <b>3 VYPRACOVÁNÍ NÁVRHU TYPOVÉHO ŘÁDU PODNIKOVÉ METROLOGIE</b> .....  | <b>27</b> |
| 3.1 ÚVODNÍ ČÁST .....   | 27        |
| 3.1.1 Vymezení rozsahu metrologie v podniku .....   | 27        |
| 3.1.2 Právní předpisy a normy .....   | 27        |
| 3.1.3 Přehled použitých zkratk .....  | 30        |
| 3.2 ORGANIZAČNÍ ČÁST .....  | 30        |
| 3.2.1 Povinnosti, odpovědnosti a činnosti pracovníků ve vztahu k podnikové metrologii .....                 | 31        |
| 3.3 TECHNICKÁ ČÁST .....  | 32        |
| 3.3.1 Kategorizace měřidel z hlediska metrologické návaznosti .....   | 32        |
| 3.3.2 Metrologická evidence měřidel .....   | 34        |
| 3.3.3 Kalibrační intervaly .....  | 34        |
| 3.3.4 Výběr externího dodavatele pro kalibraci měřidel a následného hodnocení .....                         | 34        |
| 3.3.5 Mezihlůtová kontrola měřidel .....  | 35        |
| 3.3.6 Nákup nového měřidla nebo KMZZ .....  | 35        |
| 3.3.7 Řešení měřidel v případě neshody .....  | 36        |
| 3.4 ZÁVĚREČNÁ ČÁST .....  | 36        |
| 3.4.1 Navazující předpisy .....   | 36        |
| <b>4 NÁVRH AUTOMATICKÉHO VÝPOČTU OPAKOVATELNOSTI A REPRODUKOVATELNOSTI MĚŘIDLA – NUMERICKÁ METODA</b> ..... | <b>37</b> |
| 4.1 VZHLED PROTOKOLU.....   | 37        |
| 4.2 VLOŽENÍ VZORCŮ.....   | 40        |
| <b>5 OVĚŘENÍ FUNKCE PROGRAMU</b> .....  | <b>46</b> |
| <b>ZÁVĚR</b> .....  | <b>49</b> |
| <b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....  | <b>50</b> |
| <b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK</b> .....   | <b>51</b> |
| <b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....   | <b>52</b> |
| <b>SEZNAM TABULEK</b> .....   | <b>53</b> |
| <b>SEZNAM PŘÍLOH</b> .....  | <b>54</b> |



## ÚVOD

Metrologie je věda, která se zabývá měřením, jednotkami, metodami, měřidly a osob provádějících měření. Tento vědný obor pak nachází své uplatnění téměř ve všech oblastech lidské činnosti. Téměř každou věc, se kterou zacházíme nebo ji vyrábíme, musíme umět také změřit. Touto myšlenkou se již zabývali naši dávní předchůdci. Jedním z nich byl astronom, filosof a fyzik Galileo Galilei.

*„Měřit vše měřitelné – neměřitelné učinit měřitelným.“*

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 PRÁVNÍ PŘEDPISY V OBLASTI METROLOGIE

Národní metrologický systém České republiky je vybudován a zabezpečován na základě právních předpisů upravujících práva a povinnosti subjektů působících v oblasti metrologie. [3]

### 1.1 Zákony a novely

**Zákon č. 20/1993 Sb., o zabezpečení výkonu státní správy v oblasti technické normalizace, metrologie a státního zkušebnictví**, ve znění pozdějších změn provedených zákonem č. 22/1997 Sb., zákonem č. 119/2000 Sb. a zákonem č. 137/2002 Sb.

Tento zákon má tři části. V úvodním ustanovení první části zákona se zřizuje Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Sídlo má v Praze a je podřízen Ministerstvem průmyslu a obchodu. MPO, ÚNMZ, ČMI a ČIA jsou orgány státní správy v oblasti technické normalizace, metrologie a státního zkušebnictví. V druhé části se popisuje působnost těchto orgánů. Kdo koho a co řídí, co kdo zabezpečuje a o čem rozhoduje. V závěrečné třetí části najdeme přechodná a závěrečná ustanovení. Tento zákon nabývá účinnosti dnem 1. ledna 1993. [1, 4]

**Zákon č. 22/1997 Sb., technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů**, ve znění pozdějších změn provedených zákonem č. 71/2000 Sb., zákonem č. 102/2001 Sb., zákonem č. 205/2002 Sb., zákonem č. 226/2003 Sb., zákonem č. 277/2003 Sb., zákonem č. 186/2006 Sb., zákonem č. 229/2006 Sb., zákonem č. 481/2008 Sb., zákonem č. 281/2009 Sb., zákonem č. 490/2009 Sb., zákonem č. 155/2010 Sb. a zákonem č. 34/2011 Sb.

Zákon obsahuje tři části. První část se týká technických požadavků na výrobky a akreditace subjektů posuzování shody. Tato část je rozdělena do pěti hlav. Jsou zde uvedeny úvodní ustanovení, technické předpisy, normy, státní zkušebnictví, akreditace subjektů posuzování shody a ustanovení společná a přechodná. V druhé části se mění a doplňují zákony č. 64/1986 Sb. a 20/1993 Sb. Závěrečná ustanovení jsou popsána ve třetí části. Tento zákon nabývá účinnosti prvním dnem sedmého kalendářního měsíce po dni vyhlášení. [1, 4]

**Zákon č. 505/1990 Sb., o metrologii**, ve znění pozdějších změn provedených zákonem č. 119/2000 Sb., zákonem č. 13/2002 Sb., zákonem č. 137/2002 Sb., zákonem č. 226/2003 Sb., zákonem č. 444/2005 Sb., zákonem č. 481/2008 Sb., zákonem č. 223/2009 Sb. a zákonem č. 155/2010 Sb. [1, 4]

Je základním legislativním dokumentem, který byl postupně novelizován ze tří důvodů:

1. zákon byl připraven již koncem 80. let 20. stol., kdy ale nedošlo k jeho schválení. Již od počátku 90. let docházelo k významným společenským změnám, které měly vliv i na obsah zákona,
2. technický vývoj ve společnosti si vynutil aktualizaci obsahu (např. hotově balené zboží),
3. pro připojení k Evropské unii bylo nutné sjednocení legislativy. [2]

Zákon má sedm částí. V první části se nachází všeobecná ustanovení, kde je popsán účel zákona, měřidla, státní metrologická kontrola měřidel a návaznost měřidel. Účelem zákona je úprava práv a povinností fyzických osob, které jsou podnikateli, a právnických osob a orgánů státní správy, a to v rozsahu potřebném k zajištění jednotnosti a správnosti měřidel a měření. Subjekty a orgány státní správy jsou povinny používat základní měřící jednotky. Mezi ně patří jednotka délky - metr, jednotka hmotnosti - kilogram, jednotka času - sekunda, jednotka elektrického proudu - ampér, jednotka látkového množství - mol, jednotka svítivosti - kandela. Měřidla slouží k určení hodnoty měřené veličiny a členíme je na etalony, pracovní měřidla stanovená, pracovní měřidla nestanovená, certifikované referenční materiály a ostatní referenční materiály. Etalon měřící jednotky je měřidlo sloužící k realizaci a uchování této jednotky a k jejímu přenosu na měřidla nižší přesnosti. Stanovená měřidla jsou měřidla, která Ministerstvo průmyslu a obchodu stanoví vyhláškou k povinnému ověřování s ohledem na jejich význam v závazkových vztazích, například při prodeji, nájmu nebo darování věci, poskytování služeb nebo při určení výše náhrady škody popřípadě jiné majetkové újmy. Dále pro stanovení sankcí, poplatků, tarifů a daní, ochranu zdraví, ochranu životního prostředí, bezpečnost při práci, nebo při ochraně jiných veřejných zájmů chráněných zvláštními právními předpisy. Ověření měřidla musí být provedeno nezávislým orgánem. Rozdíl mezi ověřením a kalibrací spočívá v tom, že u stanovených měřidel stát stanoví, že se skutečná hodnota může vyskytovat v určitých stanovených mezích (tyto nejistoty měření si ale zákazník nemůže jednoduchým způsobem ověřit, např. stojan na benzín nebo prodejní váhy). Pracovní měřidla jsou měřidla, která nejsou etalony ani stanoveným měřidlem. Certifikované referenční materiály a ostatní referenční materiály jsou materiály nebo látky přesně stanoveného složení nebo vlastností, používané zejména pro ověřování nebo kalibraci přístrojů, vyhodnocování měřících metod a kvantitativní určování vlastností materiálů. Dále zákon popisuje návaznost měřidel. Návazností

měřidel se rozumí zařazení daných měřidel do nepřerušené posloupnosti přenosu hodnoty veličiny počínající etalonem nejvyšší metrologické kvality pro daný účel. Státní schémata návaznosti pro určitý obor měření může stanovit ÚNMZ. Způsob návaznosti pracovních měřidel používaných v organizaci si stanoví organizace sama. V praxi to znamená, že podnikatelským subjektům umožňuje využívat kalibrační laboratoře, jejichž etalony jsou navázány se srovnatelnou metrologickou úrovní na zahraniční etalony. Schvalování typu měřidel je ve druhé části zákona. Tato část je složena ze schvalování typů měřidel vyrobených v tuzemsku, schvalování typů dovezených měřidel a certifikace referenčních materiálů. Při schvalování typu měřidla ČMI již neprovádí kontrolu, zda měřidlo neohroží bezpečnost při práci, zdraví, život uživatelů nebo životního prostředí. Tuto skutečnost nyní musí prokázat výrobci nebo dovozci měřidel podle zákona č. 22/1997 Sb. Měřidla neschváleného typu nelze uvádět do oběhu. Třetí část zákona popisuje ověřování a kalibrace. Ověřením se stanovuje, že měřidlo má požadované metrologické vlastnosti. ČMI nebo AMS toto měřidlo označí úřední značkou nebo vydá ověřovací list nebo obojí. Při kalibraci pracovního měřidla se jeho metrologické vlastnosti porovnávají zpravidla s etalonem. Pokud etalon není k dispozici, použijeme certifikovaný nebo ostatní materiál. Jednotnost a správnost pracovních měřidel zajišťuje v potřebném rozsahu jejich uživatel. Čtvrtá část zákona se týká vztahů k zahraničí a uznávání zahraničních dokladů o metrologické návaznosti nebo kontrole. Stačí pouze předložit ÚNMZ k uznání platnosti příslušný dokument nebo značku (není nutné žádat ÚNMZ o souhlas k návaznosti v zahraničí). V páté části tohoto zákona se popisují úkoly orgánů státní správy (ÚNMZ, ČMI, AMS a Státní úřad pro jadernou bezpečnost). Šestá část zákona se týká pokut udělovaných při neplnění ustanovení zákona a sankcí za nedodržování zákona při montážích stanovených měřidel provedených bez příslušné kalibrace. Sedmá a poslední část zákona je ustanovení společná a závěrečná. ČMI a AMS jsou povinny provádět metrologické výkony ve stanovených lhůtách. Tento zákon nabývá účinnosti dnem 1. února 1991. [1, 2, 4]

**Zákon č. 119/2000 Sb., kterým se mění zákon č. 505/1990 Sb., o metrologii, zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, a zákon č. 20/1993 Sb., o zabezpečení výkonu státní správy v oblasti technické normalizace, metrologie a státního zkušebnictví, ve znění zákona č. 22/1997 Sb.**

Novela v zákoně č. 505/1990 Sb. mění účel zákona, podrobně popisuje základní měřicí jednotky, doplňuje stanovená měřidla a certifikaci referenčních materiálů. Dále mění názvy

orgánů a nahrazuje slova v textu. V zákoně č. 110/1997 Sb. se pozměňuje mezinárodní symbol. Další změna se týká zákona č. 20/1993 Sb. zabezpečení ČMI. Tento zákon nabývá účinnosti dnem 1. července 2000. [1, 4]

**Zákon č. 13/2002 Sb., kterým se mění zákon č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, zákon č. 505/1990 Sb., o metrologii, ve znění zákona č. 119/2000 Sb., zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 2/1969 Sb., o zřízení ministerstev a jiných ústředních orgánů státní správy České republiky, ve znění pozdějších předpisů.**

Tato novela zákona mění atomový zákon, zákon o zřízení ministerstev a jiných ústředních orgánů státní správy České republiky a zákon o metrologii. V zákoně č. 505/1990 Sb., je doplněn Státní úřad pro jadernou bezpečnost, který prověřuje u uživatelů měřidel plnění povinností tohoto zákona. Tento zákon nabývá účinnosti dnem 1. července 2002. [1, 4]

**Zákon č. 137/2002 Sb., kterým se mění zákon č. 505/1990 Sb., o metrologii, ve znění pozdějších předpisů, a některé další zákony.**

Novela zákona přidává hotově balené zboží označené symbolem „e“ a lahve používané jako odměrné obaly pro hotově balené zboží a zajištění návaznosti pracovních měřidel. Dále dochází ke změně slov textu a úředního měření (metrologického výkonu). Tento zákon nabývá účinnosti dnem vyhlášení. [1, 4]

**Zákon č. 226/2003 Sb., kterým se mění zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, zákon č. 64/1986 Sb., o České obchodní inspekci, ve znění pozdějších předpisů, zákon č. 505/1990 Sb., o metrologii, ve znění pozdějších předpisů a zákon č. 61/1988 Sb., o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě, ve znění pozdějších předpisů.**

Novela zákona mění čtyři zákony. A to zákon č. 22/1997 Sb., 64/1986 Sb., 505/1990 Sb., 61/1998 Sb. V zákoně č. 505/1990 Sb. se doplňuje, že měřidlo vyrobené a uvedené do oběhu v některém z členských států Evropské unie nebo Evropského hospodářského prostoru nebo ve státě s nímž je sjednána mezinárodní smlouva o uznávání se výsledky metrologických zjištění uznávají, pokud jsou výsledky k dispozici ČMI. Tento zákon nabývá

účinnosti dnem vstupu smlouvy o přistoupení České republiky k Evropské unii v platnost. [1, 4]

**Zákon č. 444/2005 Sb., kterým se mění zákon č. 531/1990 Sb., o územních finančních orgánech, ve znění pozdějších předpisů, a některé další zákony.**

Tato novela zákona mění zákon č. 531/1990 Sb., 64/1986 Sb., 62/1988 Sb., 505/1990 Sb., 455/1991 Sb., 114/1992 Sb., 229/1992 Sb., 344/1992 Sb., 337/1992 Sb., 634/1992 Sb., 42/1994 Sb., 200/1994 Sb., 40/1995 Sb., 219/1995 Sb., 289/1995 Sb., 91/1996 Sb., 97/1996 Sb., 110/1997 Sb., 252/1997 Sb., 148/1998 Sb., 156/1998 Sb., 166/1999 Sb., 325/1999 Sb., 326/1999 Sb., 363/1999 Sb., 48/2000 Sb., 98/2000 Sb., 101/2000 Sb., 133/2000 Sb., 154/2000 Sb., 156/2000 Sb., 227/2000 Sb., 241/2000 Sb., 242/2000 Sb., 258/2000 Sb., 307/2000 Sb., 365/2000 Sb., 408/2000 Sb., 164/2001 Sb., 185/2001 Sb., 254/2001 Sb., 449/2001 Sb., 477/2001 Sb., 76/2002 Sb., 86/2002 Sb., 119/2002 Sb., 146/2002 Sb., 148/2003 Sb., 149/2003 Sb., 219/2003 Sb., 38/2004 Sb., 99/2004 Sb., 100/2004 Sb., 321/2004 Sb., 326/2004 Sb., 435/2004 Sb., 480/2004 Sb., 499/2004 Sb., 501/2004 Sb., 634/2004 Sb., 4/2005 Sb. V zákoně č. 505/1990 Sb. se změna týká pouze o nahrazení jednoho slova v textu. Tento zákon nabývá účinnosti dnem 1. ledna 2006. [1, 4]

**Zákon č. 481/2008, kterým se mění zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 505/1990 Sb., o metrologii, ve znění pozdějších předpisů.**

Novela zákona mění zákon č. 22/1997 Sb. se upravují slova v textu a jsou zde přidány věty ohledně úplaty za distribuci technických norem. V zákoně č. 505/1990 Sb. se změna týká opatření obecné povahy a přechodného ustanovení. Tento zákon nabývá účinnosti dnem 1. ledna 2009. [1, 4]

**Zákon č. 223/2009 Sb., kterým se mění některé zákony v souvislosti s přijetím zákona o volném pohybu služeb.**

Tato novela zákona mění zákon č. 174/1968 Sb., 20/1968 Sb., 61/1998 Sb., 62/1988 Sb., 505/1990 Sb., 114/1992 Sb., 523/1992 Sb., 200/1994 Sb., 289/1995 Sb., 18/1997 Sb., 19/1997 Sb., 166/1999 Sb., 363/1999 Sb., 26/2000 Sb., 227/2000 Sb., 247/2000 Sb., 365/2000 Sb., 406/2000 Sb., 458/2000 Sb., 100/2001 Sb., 185/2001 Sb., 86/2002 Sb., 281/2002 Sb., 149/2003 Sb., 219/2003 Sb., 38/2004 Sb., 256/2004 Sb., 417/2004 Sb., 435/2004 Sb., 563/2004 Sb., 108/2006 Sb., 179/2006 Sb., 183/2006 Sb., 309/2006 Sb.,

312/2006 Sb. V zákoně č. 505/1990 Sb., se změna týká střediska kalibrační služby. Tento zákon nabývá účinnosti dnem 28. prosince 2009. [1, 4]

**Zákon č. 155/2010 Sb., kterým se mění některé zákony ke zkvalitnění jejich aplikace a ke snížení administrativní zátěže podnikatelů.**

Novela zákona mění zákon č. 40/1964 Sb., 64/1986 Sb., 505/1990 Sb., 455/1991 Sb., 634/1992 Sb., 22/1997 Sb., 61/1998 Sb., 156/2000 Sb., 458/2000 Sb. V zákoně č. 505/1990 Sb. je doplněno hotově balené zboží a lahve používané jako odměrné obaly pro hotově balené zboží, úkoly ČMI a přechodná ustanovení. Tento zákon nabývá účinnosti prvním dnem třetího kalendářního měsíce následujícího po dni jeho vyhlášení. [1, 4]

## **1.2 Vyhlášky Ministerstva průmyslu a obchodu**

**Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 262/2000 Sb., kterou se zajišťuje jednotnost a správnost měřidel a měření.**

Vyhláška rozpracovává některé postupy a zásady pro provádění konkrétních ustanovení zákona o metrologii. Ruší vyhlášku č. 69/1991 Sb. a vyhlášku č. 231/1993 Sb. Tato vyhláška nabývá platnost účinnosti dnem vyhlášení. [1, 3, 4]

**Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 264/2000 Sb., o základních měřicích jednotkách a ostatních jednotkách a jejich označování.**

Vyhláška stanovuje jednotky SI a jejich desetinné násobky a díly a odvozené jednotky, které lze odvodit pomocí definičních vztahů. Dále jednotky, jejichž hodnoty byly stanoveny experimentálně a jednotky povolené ve specializovaných oblastech. Tato vyhláška nabývá platnost účinnosti dnem vyhlášení. [1, 3, 4]

**Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 344/2002 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 262/2000 Sb., kterou se zajišťuje jednotnost a správnost měřidel a měření.**

Tato vyhláška doplňuje a mění některá ustanovení vyhlášky č. 262/2000 Sb. Tato vyhláška nabývá účinnosti dnem 1. září 2002. [1, 3, 4]

**Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 345/2002 Sb., kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu.**



Vyhláška v přílohách stanoví měřidla podléhající schvalování typu a povinnému ověřování a doby platnosti jejich ověření. Nahrazuje dřívější výměry ÚNMZ. Ruší vyhlášku MPO č. 263/2000 Sb. Tato vyhláška nabývá účinnosti dnem 1. září 2002. [1, 3, 4]

**Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 65/2006 Sb., kterou se mění vyhláška MPO č. 345/2002 Sb., kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu.**

Vyhláškou se zcela nově nepodřizují povinnosti schvalovat typ některé druhy stanovených měřidel. V přílohách se ze stanovených měřidel vypouštějí některé druhy a některé se nově zařazují. U některých se mění lhůta platnosti ověření atd. Tato vyhláška nabývá účinnosti dnem 2. dubna 2006. [1, 3, 4]

**Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 259/2007 Sb., kterou se mění vyhláška MPO č. 345/2002 Sb., kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu, ve znění vyhlášky 65/2006 Sb., a kterou se zrušují některé další vyhlášky.**

Vyhláškou se vyřazují z kategorie stanovených měřidel některé druhy měřidel a současně se ruší vyhlášky, které pro zrušené druhy měřidel stanovují metrologické a technické požadavky a metody zkoušení při schvalování jejich typu a ověřování. Tato vyhláška nabývá účinnosti prvním dnem třetího kalendářního měsíce následujícího po dni jejího vyhlášení. [1, 3, 4]

**Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 424/2009 Sb., kterou se mění vyhláška MPO č. 264/2000 Sb., o základních měřicích jednotkách a ostatních jednotkách a jejich označování.**

Vyhláška v rámci nově vydané přílohy zavádí novou jednotku v rozsahu tzv. odvozených jednotek SI a upravuje některá další ustanovení této přílohy. Tato vyhláška nabývá účinnosti dnem 1. ledna 2010. [1, 3, 4]

**Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 204/2010 Sb., kterou se mění vyhláška MPO č. 345/2002 Sb., kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu, ve znění pozdějších předpisů.**

Vyhláškou se zařazují do kategorie stanovených měřidel váhy pro vysokorychlostní kontrolní vážení silničních vozidel za pohybu. Tato vyhláška nabývá účinnosti dnem 1. ledna 2011 s výjimkou jednoho bodu, který nabývá účinnosti dnem jejího vyhlášení. [1, 3, 4]

**Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 229/2010 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 262/2000 Sb., kterou se zajišťuje jednotnost a správnost měřidel a měření, ve znění vyhlášky č. 344/2002 Sb.**

Doplňuje a mění některá ustanovení vyhlášky č. 262/2000 Sb. Tato vyhláška nabývá účinnosti dnem 1. srpna 2010. [1, 3, 4]

**Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 285/2011 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 345/2002 Sb., kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu, ve znění pozdějších předpisů.**

Tato vyhláška vyjímá napínací soupravy na předpjatý beton a horninové kotvy z povinnosti schvalování typu, sjednocuje dobu platnosti ověření vodoměrů na teplou vodu i vodoměrů na studenou vodu používaných pouze k rozúčtování nákladů konečným spotřebitelům na 5 roků, zavádí možnost použití statistických metod pro následné ověřování elektroměrů a některé další změny. Tato vyhláška nabývá účinnosti dnem 1. ledna 2012. [1, 3, 4]

### **1.3 Nařízení vlády**

**Nařízení vlády č. 326/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na váhy s neautomatickou činností.**

Stanovuje požadavky na váhy s neautomatickou činností. Výrobce vah musí před jejich uvedením na trh zajistit posouzení shody s požadavky v příloze nařízení. Současně nařízení stanovuje možné postupy posouzení shody. Toto nařízení nabývá účinnosti dnem 1. října 2002, s výjimkou dvou ustanovení. [1, 3, 4]

**Nařízení vlády č. 336/2004 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na zdravotnické prostředky a kterým se mění nařízení vlády č. 251/2003 Sb., kterým se mění některá nařízení vlády vydaná k provedení zákona č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.**

Toto nařízení vlády stanovuje obecně požadavky na zdravotnické výrobky. Jako jeden z druhů výrobků specifikuje zdravotnické prostředky s měřicí funkcí. Nařízení vlády stanovuje požadavky na metrologické parametry zdravotnických prostředků s měřicí funkcí pouze ve velmi obecné poloze, a proto se má za to, že tento aspekt jejich shody je zajišťován postupy posouzení shody cestou splnění harmonizovaných technických norem a dalších normativních technických dokumentů. Výrobce musí před uvedením na trh zajistit

posouzení shody; současně se stanovují možné postupy posouzení shody. Toto nařízení nabývá účinnosti dnem jeho vyhlášení. [1, 3, 4]

**Nařízení vlády č. 464/2005 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na měřidla.**

Nařízení vlády stanovuje požadavky na vybrané druhy měřidel a postupy posouzení shody pro jejich uvedení na trh. Týká se vodoměrů, plynoměrů, elektroměrů, měřičů tepla, měřících systémů pro měření množství kapalin jiných než voda, vah s automatickou činností, taxametru, ztělesněných měr, měřidel pro měření rozměrů a analyzátorů výfukových plynů. Výrobce musí před uvedením na trh zajistit posouzení shody v souladu s tímto nařízením. Toto nařízení nabývá účinnosti dnem 30. října 2006. [1, 3, 4]

**Nařízení vlády č. 212/2007 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 336/2004 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na zdravotnické prostředky a kterým se mění nařízení vlády č. 251/2003 Sb., kterým se mění některá nařízení vlády vydaná k provedení zákona č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.**

Nařízení vlády stanovuje technické požadavky na zdravotnické prostředky. Toto nařízení nabývá účinnosti dnem 1. září 2007. [1, 3, 4]

**Nařízení vlády č. 245/2009 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 336/2004 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na zdravotnické prostředky a kterým se mění nařízení vlády č. 251/2003 Sb., kterým se mění některá nařízení vlády vydaná k provedení zákona č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, ve znění nařízení vlády č. 212/2007 Sb.**

Nařízení vlády se týká oznamovací povinností osob odpovědných za uvádění zdravotnických prostředků na trh nebo do provozu. Toto nařízení nabývá účinnosti dnem 21. března 2010. [1, 3, 4]

**Nařízení vlády č. 246/2010 Sb., kterým se mění nařízení vlády 464/2005 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na měřidla.**

Nařízení vlády mění přílohy v nařízení vlády č. 464/2005 Sb. Toto nařízení nabývá účinnosti dnem 1. června 2011. [1, 3, 4]

## 1.4 Normy ČSN z oblasti metrologie

Technické normy jsou právně obecně nezávazné a jejich obsah má jen doporučující charakter. [2]

### **ČSN EN ISO 9000:2005 Systémy managementu kvality – Základní principy a slovník.**

V této mezinárodní normě jsou popsány základní principy systémů managementu kvality a dále specifikuje terminologii systémů managementu kvality. [5]

### **ČSN EN ISO 9001:2009 Systémy managementu kvality - Požadavky**

V této normě jsou specifikovány požadavky na systém managementu jakosti v případech, kdy organizace potřebuje prokázat svoji schopnost trvale poskytovat produkt, který splňuje požadavky zákazníka a příslušné požadavky předpisů a kdy má v úmyslu zvyšovat spokojenost zákazníka, a to efektivní aplikací systému, včetně procesů pro jeho neustálé zlepšování. [6]

### **ČSN EN ISO 10012:2003 Systémy managementu měření – Požadavky na procesy měření a měřící vybavení.**

Tato mezinárodní norma stanovuje všeobecné požadavky a poskytuje návod pro management procesů měření a metrologickou confirmaci měřícího vybavení používaného k podpoře a prokázání souladu s metrologickými požadavky. Dále stanovuje požadavky na management kvality z hlediska systému managementu měření, které mohou být použity organizací provádějící měření jako součást celkového systému managementu a k zajištění toho, že metrologické požadavky budou splněny. [7]

### **ČSN EN ISO 11843-1:1998 Detekční schopnost - Část 1: Termíny a definice**

Tato část vymezuje termíny a definice vztahující se k zjišťování rozdílu mezi aktuálním stavem systému a jeho základním stavem.

### **ČSN EN ISO 11843-2:2001 Detekční schopnost - Část 2: Metodologie v případě lineární kalibrace.**

Norma specifikuje základní metody pro návrh experimentů pro odhad kritické hodnoty redukované stavové proměnné, kritické hodnoty odezvy a minimální detekovatelné hodnoty redukované stavové proměnné a odhad těchto charakteristik z experimentálních údajů pro případy, kdy kalibrační funkce je lineární a směrodatná odchylka je buď konstantní, nebo je v lineárním vztahu s redukovanou stavovou proměnnou.

**ČSN EN ISO 11843-3:2004 Detekční schopnost - Část 3: Metodologie pro stanovení kritické hodnoty odezvy bez použití dat z kalibrace.**

Norma poskytuje metodu odhadování kritické hodnoty odezvy na základě aritmetického průměru a výběrové směrodatné odchylky opakovaných měření referenčního stavu v určitých situacích, při nichž je hodnota redukované stavové proměnné pro všechny racionální a předvídatelné záměry rovna nule.

**ČSN EN ISO 11843-3:2005 Detekční schopnost - Část 4: Metodologie pro porovnání minimální detekovatelné hodnoty s danou hodnotou.**

Tato část se zabývá posuzováním detekční schopnosti metody měření, aniž vyžaduje předpoklady z ISO 11843-2 o lineární kalibrační křivce a o určitém vztahu mezi reziduální směrodatnou odchylkou a hodnotou redukované stavové proměnné.

**ČSN EN ISO/IEC 17025:2005 Posuzování shody – Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří.**

Tato mezinárodní norma stanovuje všeobecné požadavky na způsobilost provádět zkoušky a kalibrace včetně vzorkování. Obsahuje všechny požadavky, které musí zkušební a kalibrační laboratoře splňovat, pokud chtějí prokázat, že provozují systém řízení kvality, že jsou způsobilé a schopné dosahovat technicky platných výsledků. Akreditační orgány, které osvědčují způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří, používají tuto mezinárodní normu jako základ pro jejich akreditaci. [8]

**1.5 Rezortní předpisy z oblasti metrologie**

Metodické pokyny, technické požadavky na měřidla, pracovní postupy atd., které vydávají ÚNMZ nebo ČMI. Tyto pokyny jsou právně nezávazné. Mezi ně patří:

- Metodické pokyny pro metrologii,
- Technické předpisy metrologické,
- Metrologické předpisy,
- Předpisy OIML typ R,
- Předpisy OIML typ D. [2]

## 2 PODNIKOVÁ METROLOGIE

Metrologický pořádek je systém, který zajišťuje, aby riziko, že měřicí zařízení bude vykazovat výsledky s nepřijatelnými chybami, zůstalo v přípustných mezích. K metrologickému pořádku patří vše, co v organizaci souvisí se zajišťováním jednotnosti a správnosti měřících zařízení a měřidel, a to od hlavního etanolu až po pracovní měřidla používaná jednotlivými pracovníky. Do metrologického pořádku patří i zajištění správného používání měřidel, tedy způsob a podmínky použití, výběr vhodné měřicí metody, sběr a vyhodnocování naměřených dat. Organizace má hlavní zásady metrologického pořádku uvedeny ve svém normativu, nazývaném Řád podnikové metrologie. [2]

### 2.1 Úkoly pro zabezpečení metrologického pořádku v organizaci

#### a) Vymezení odpovědnosti za dodržování metrologického pořádku

V organizaci musí být prokazatelně stanoveny odpovědnosti za údržbu etanolů, evidenci a kalibraci měřidel, správnou manipulaci s měřidly, předkládání měřidel ke kalibraci, vyřazování měřidel a správné užívání měřidel. Tyto odpovědnosti mají být uvedeny v Řádu podnikové metrologie.

#### b) Systematická a dokladovaná evidence a kontrola měřidel

Všechna měřidla a měřicí zařízení používaná při výrobě a zkoušení musí být evidovaná a pravidelně ověřovaná akreditovaným střediskem kalibrační služby nebo v rámci organizace porovnána s vlastními etalony, které jsou navázány až na etalony státní. Zároveň musí organizace vést záznamy o kalibracích a lhůtách jejich platnosti. Evidence o kalibracích může být ve formě evidenčních karet nebo v elektronické formě na PC, ale vždy musí obsahovat následující údaje:

- identifikaci měřidla (tj. název, druh, princip, typ, výrobce),
- veličinu, kterou měřidlo měří,
- rozsah měřidla,
- místo uložení měřidla,
- určení návaznosti,
- datum posledního ověření nebo kalibrace,
- interval mezi prověrkami,
- stav měřidla

#### c) Pravidelné revize současného metrologického zabezpečení

Metrologický systém organizace musí být aktualizován a musí rychle reagovat na změny ve výrobě včasným metrologickým zajištěním všech nových veličin nebo nových typů zařízení. Přezkoumávání a úpravu systému plánování v oblasti metrologie je nutné dokumentovat.

#### **d) Plánování v oblasti metrologie**

Každá organizace má mít kromě koncepce výrobního programu také koncepci zajištění měřicí techniky, a to včetně etalonáže. Tím je řešeno také metrologické zabezpečení z hlediska norem, předpisů a metodických pokynů.

#### **e) Dokumentování měřících a kalibračních postupů**

Každé měřidlo používané v organizaci musí být opatřeno dokumentací, která obsahuje dostatek instrukcí pro zajištění přeměřené činnosti. Dokumentace musí obsahovat měřicí postupy, kalibrační postupy, způsob měření, podmínky pracovního prostředí, normy pro ověřování etalonů a požadavky na údržbu. Kromě toho je vhodné vést o každém zkušebním zařízení ještě provozní deník, kde jsou uvedeny následující záznamy:

- provozní hodiny,
- prověření správné funkce a provedení kontroly kalibrace.

Kalibrace etalonů se provádí podle norem nebo platných předpisů, pro kalibrace složitých zařízení se vydávají metodické pokyny, pro pracovní měřidla jsou zpracovány v původní dokumentaci návody pro kalibraci a měření.

#### **f) Vedení protokolů o kalibraci měřidel**

V protokolu o kalibraci se kromě údajů z evidenční karty uvádí naměřené hodnoty, analýza a vyhodnocení výsledků, způsob stanovení výsledné nejistoty a podmínky prostředí při kalibraci.

#### **g) Zajišťování návaznosti měřidel**

Všechna měřicí zařízení musí být v rámci certifikačního systému kalibrována etalonem navázaným buď přímo nebo zprostředkovaně na státní etalon. Toto je graficky uvedeno ve schématech návaznosti, která jsou přílohou řádu podnikové metrologie (*viz příloha PI*).

#### **h) Označování ověřených měřidel**

Všechna ověřená měřidla musí být označena úřední značkou, a to buď plombou nebo štítkem, nálepkou nebo jiným vhodným způsobem tak, aby bylo z označení zřejmé:

- datum posledního ověření,
- doba platnosti ověření,
- identifikace ověřujícího orgánu.

Způsob označení je uveden v platné vyhlášce.

**i) Zajištění, aby s kalibrovanými měřidly nebylo neoprávněně manipulováno**

Měřicí zařízení, která jsou při kalibraci pevně nastavena, musí být prokazatelně zajištěna, aby nedošlo k neoprávněnému zásahu. Tento postup musí být pro jednotlivé případy popsán v návodech ke kalibraci zařízení a uveden v řádu podnikové metrologie. Pokud je přístroj opatřen plombou, ta musí být jednoznačně identifikovatelná a během používání měřidla nepoškozená. Přístup ke chráněné části přístroje je možný pouze při nevratném poškození plomby.

**j) Zajištění kontroly měřidla po opravě nebo úpravě**

Všechna měřidla, na kterých se provádějí úpravy nebo opravy, musí být před opětovným používáním zkontrolována. Každá úprava nebo oprava musí být uvedena na evidenční kartě měřidla.

**k) Zajištění metrologické správnosti příslušné dokumentace**

Veškerá dokumentace (pracovní a kontrolní návody, popisy, výkresy) musí být správná z hlediska metrologického pořádku, musí zde být uvedeny zákonné jednotky, jmenovité hodnoty, povolené tolerance. Výsledky měření musí být uvedeny s nejistotou, kterou je zatíženo použité měřidlo. Musí být také jednoznačně definována použitá měřicí metoda.

**l) Vyřazování neshodných měřidel**

V řádu podnikové metrologie musí být popsáno zajištění, aby nedošlo k používání měřících a zkušebních zařízení nebo etalonů, které ztratily správnou funkci (tzn., že nevyhověly požadavkům kontroly nebo mají prokazatelnou neshodu).

**m) Manipulace s měřidly a jejich skladování**

Manipulace, údržba, skladování a transport etalonů a měřidel musí být zajištěny tak, aby nedošlo k jejich zneužití, zničení nebo špatnému použití. Hlavní etalon musí mít pevně určené místo, které je uvedeno v řádu podnikové metrologie.

**n) Intervaly pro prověřování (konfirmační intervaly)**



Měřicí zařízení i etalony musí být ověřovány v určitých (obvykle pravidelných) intervalech, které jsou stanoveny na základě stálosti, účelu a použití.

**o) Kumulativní vliv nejistot**

Pro každý etalon a člen měřicího řetězce, který se prověřuje, se musí uvažovat kumulativní vliv nejistot. Pokud celková nejistota ovlivňuje schopnost zařízení provádět měření v mezích přípustné chyby, musí se provést vhodná opatření, která opět musí být uvedena v řádu podnikové metrologie.

**p) Podmínky okolního prostředí**

Měřicí zařízení i etalony musí být skladovány, kalibrovány, nastavovány a používány v prostředí, které nesníží platnost výsledků měření. Průběžně se sledují podmínky okolního prostředí (teplota, vlhkost, osvětlení, vibrace, čistota, prašnost, elektrická nebo magnetická rušivá pole) a zaznamenávají se k případné korekci výsledků měření. Záznamy o měření musí obsahovat jak původní, tak korigované hodnoty.

**q) Metrologická zajištěnost u subdodavatelů**

Pokud výrobce používá zboží od jiných dodavatelů, musí i od nich vyžadovat prokazatelné dodržování výše uvedených norem a zároveň dokladuje způsob vlastního dohledu nad přejímkami.

**r) Systematická výchova pracovníků**

Pracovníci provádějící prověřování metrologického pořádku musí mít vhodnou kvalifikaci a musí být průběžně školeni po stránce technické i legislativní.

**s) Hodnocení způsobilosti měřidel**

Metodami hodnocení způsobilosti měřidel se kromě periodického ověřování a kalibrací kontroluje, zda měřicí zařízení plní správně svou funkci průběžně za reálných podmínek používání. [2]

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

### **3 VYPRACOVÁNÍ NÁVRHU TYPOVÉHO ŘÁDU PODNIKOVÉ METROLOGIE**

V návaznosti na Příručku kvality rozdělím směrnici Řád podnikové metrologie na tyto hlavní části:

- úvodní část,
- organizační část,
- technická část,
- a závěrečná část.

#### **3.1 Úvodní část**

##### **3.1.1 Vymezení rozsahu metrologie v podniku**

Podrobně popíši činnosti související s organizací a řízením podnikové metrologie, volbou a používáním měřicích jednotek, zajišťování jednotnosti a správnosti měřidel a měření, dále o další činnosti související s měřením a jeho přípravou i s dodržováním metrologického pořádku a jeho kontrolou.

##### **3.1.2 Právní předpisy a normy**

Vytvořím seznam obecně platných předpisů. Mezi tyto předpisy patří zákony, vyhlášky Ministerstva průmyslu a obchodu, nařízení vlády, normy a interní podnikové předpisy týkající se oblasti metrologie.

- Zákon č. 505/1990 Sb., o metrologii
- Zákon č. 20/1993 Sb., o zabezpečení výkonu státní správy v oblasti technické normalizace, metrologie a státního zkušebnictví
- Zákon č. 22/1997 Sb., technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů
- Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 262/2000 Sb., kterou se zajišťuje jednotnost a správnost měřidel a měření
- Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 264/2000 Sb., o základních měřicích jednotkách a ostatních jednotkách a jejich označování

- Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 344/2002 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 262/2000 Sb., kterou se zajišťuje jednotnost a správnost měřidel a měření
- Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 345/2002 Sb., kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu
- Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 65/2006 Sb., kterou se mění vyhláška MPO č. 345/2002 Sb., kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu
- Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 259/2007 Sb., kterou se mění vyhláška MPO č. 345/2002 Sb., kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu, ve znění vyhlášky 65/2006 Sb., a kterou se zrušují některé další vyhlášky
- Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 424/2009 Sb., kterou se mění vyhláška MPO č. 264/2000 Sb., o základních měřicích jednotkách a ostatních jednotkách a jejich označování
- Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 204/2010 Sb., kterou se mění vyhláška MPO č. 345/2002 Sb., kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 229/2010 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 262/2000 Sb., kterou se zajišťuje jednotnost a správnost měřidel a měření, ve znění vyhlášky č. 344/2002 Sb.
- Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 285/2011 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 345/2002 Sb., kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu, ve znění pozdějších předpisů
- Nařízení vlády č. 326/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na váhy s neautomatickou činností
- Nařízení vlády č. 336/2004 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na zdravotnické prostředky a kterým se mění nařízení vlády č. 251/2003 Sb., kterým se mění některá nařízení vlády vydaná k provedení zákona č. 22/1997 Sb., o technických

požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů

- Nařízení vlády č. 464/2005 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na měřidla
- Nařízení vlády č. 212/2007 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 336/2004 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na zdravotnické prostředky a kterým se mění nařízení vlády č. 251/2003 Sb., kterým se mění některá nařízení vlády vydaná k provedení zákona č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů
- Nařízení vlády č. 245/2009 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 336/2004 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na zdravotnické prostředky a kterým se mění nařízení vlády č. 251/2003 Sb., kterým se mění některá nařízení vlády vydaná k provedení zákona č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, ve znění nařízení vlády č. 212/2007 Sb.
- Nařízení vlády č. 246/2010 Sb., kterým se mění nařízení vlády 464/2005 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na měřidla
- ČSN 01 0115 Mezinárodní slovník základních a všeobecných termínů v metrologii
- ČSN EN ISO 9000:2005 Systémy managementu kvality – Základní principy a slovník
- ČSN EN ISO 9001:2009 Systémy managementu kvality - Požadavky
- ČSN EN ISO 10012:2003 Systémy managementu měření – Požadavky na procesy měření a měřící vybavení
- ČSN EN ISO 11843-1:1998 Detekční schopnost - Část 1: Termíny a definice
- ČSN EN ISO 11843-2:2001 Detekční schopnost - Část 2: Metodologie v případě lineární kalibrace
- ČSN EN ISO 11843-3:2004 Detekční schopnost - Část 3: Metodologie pro stanovení kritické hodnoty odezvy bez použití dat z kalibrace
- ČSN EN ISO 11843-3:2005 Detekční schopnost - Část 4: Metodologie pro porovnání minimální detekovatelné hodnoty s danou hodnotou

- ČSN EN ISO/IEC 17025:2005 Posuzování shody – Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří
- Dokumenty TPM zabývající se stanovením nejistot při měření
- Dokumenty EA (EA-4/02 a EA-4/02-S1) zabývající se vyjadřováním nejistot měření

### 3.1.3 Přehled použitých zkratk

Uvedu všechny zkratky, které jsou použity v Řádu podnikové metrologie. Např.:

MPO Ministerstvo průmyslu a obchodu

ÚNMZ Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví

ČMI Český metrologický institut

ČIA Český institut pro akreditaci

AMS Autorizované metrologické středisko

ČSN Česká technická norma

PE Pracovní etalon

SM Pracovní měřidlo stanovené

PM Pracovní měřidlo nestanovené

RF Referenční materiál

KMZZ Kontrolní, měřicí a zkušební zařízení

OM Orientační měřidlo

## 3.2 Organizační část

Pro zabezpečení metrologického pořádku a splnění požadavků zákona o metrologii je zřízena funkce podnikového metrologa. Podnikového metrologa jmenuje a odvolává ředitel podniku.

### 3.2.1 Povinnosti, odpovědnosti a činnosti pracovníků ve vztahu k podnikové metrologii

Podle organizačního schématu podniku popíši povinnosti, odpovědnosti a činnosti ředitele podniku, podnikového metrologa a uživatele měřidla. Musím zdůraznit, že za metrologický pořádek odpovídají všichni pracovníci v podniku, kteří přichází do styku s měřidly a kontrolními přípravky.

#### Ředitel podniku

- organizuje a řídí metrologickou činnost prostřednictvím podnikového metrologa, kterého jmenuje do funkce,
- stanovuje politiku a schvaluje cíle pro podnikovou metrologii,
- schvaluje opatření pro rozvoj a zlepšování metrologie,
- odpovídá za úroveň metrologického zabezpečení v souladu s právními předpisy.

#### Podnikový metrolog – vlastník měřidla

- řídí metrologické činnosti v podniku,
- zpracovává návaznost měřidel a KMZZ,
- vypracovává kontrolní postupy pro měřidla a KMZZ
- rozhoduje o nákupu nového měřidla nebo KMZZ
- rozhoduje o použití měřidla nebo KMZZ k měření,
- předává měřidla a KMZZ uživateli,
- eviduje všechny měřidla (HE, PE, PM, SM ...) a KMZZ,
- stanovuje kalibrační lhůty,
- sestavuje roční plány kalibrace,
- předkládá měřidla a KMZZ ke kalibraci popř. k ověření,
- vytváří karty měřidel a KMZZ,
- uchovává záznamy o měřidlech a KMZZ (kalibrační list, záznam o opravě měřidla, záznam o mezilhůtové kontrole
- označuje měřidla a KMZZ stavem kalibrace,

- vyřazuje měřidla a KMZZ, která nemají označenou dobu platnosti nebo jsou poškozená,
- stahuje dlouhodobě neužívaná měřidla a KMZZ,
- dohlíží nad skladováním a ukládání měřidel a KMZZ,
- hodnotí dodavatele metrologických služeb,
- provádí školení v oblasti metrologie,
- ročně předkládá vedení zprávu o stavu podnikové metrologie,
- odpovídá za evidenci měřidel a KMZZ
- odpovídá za stav měřidel a KMZZ
- odpovídá za včasné předkládání měřidel nebo KMZZ ke kalibraci nebo ověření
- odpovídá za vhodné použití měřidla nebo KMZZ k měření
- odpovídá za údržbu a uskladnění měřidla nebo KMZZ.

### **Uživatel měřidla**

- uchovává zapůjčená měřidla a KMZZ v provozuschopném stavu,
- dbá na správné uložení měřidel a KMZZ,
- předkládá měřidla a KMZZ, která jsou poškozená nebo bez označení doby platnosti,
- seřizuje a kontroluje měřidla, KMZZ před zahájením měření,
- provádí mezilhůtové kontroly měřidla nebo KMZZ a vytváří o tom záznamy
- odpovídá za dodržování kontrolních postupů,
- odpovídá za řádné zacházení s měřidly a KMZZ,
- odpovídá za to, že nepoužije měřidlo nebo KMZZ, které není evidováno nebo je bez označení doby platnosti.

## **3.3 Technická část**

### **3.3.1 Kategorizace měřidel z hlediska metrologické návaznosti**

Rozdělím měřidla do kategorií a vytvořím stručný popis.



**Pracovní etalony**

- jsou měřidla sloužící k realizaci a uchování této jednotky a k jejímu přenosu na měřidla nižší přesnosti,
- slouží ke kalibraci pracovních měřidel,
- podléhají periodické kalibraci.

**Pracovní měřidla stanovená**

- jsou měřidla, která Ministerstvo průmyslu a obchodu stanoví vyhláškou k povinnému ověřování s ohledem na jejich význam v závazkových vztazích nebo pro ochranu zdraví, životního prostředí, bezpečnosti při práci a při ochraně jiných veřejných zájmů.

**Pracovní měřidla nestanovená**

- jsou měřidla, která nejsou etalonem ani stanoveným měřidlem,
- podléhají periodické kalibraci,
- jsou označeny dobou platnosti kalibrace.

**Referenční materiály**

- jsou materiály nebo látky přesně stanoveného složení nebo vlastností, používané zejména pro ověřování nebo kalibraci přístrojů, vyhodnocování měřících metod a kvantitativní určování vlastností materiálů.

**Kontrolní, měřící a zkušební zařízení**

- jsou měřidla a další zařízení, která se používají při vývoji, výrobě, instalaci a servisu výrobků (zkušební přístroje, software, výrobní stroje, šablony, modely a kalibry apod.)
- podléhají periodické kalibraci,
- jsou označeny dobou platnosti kalibrace.

**Orientační měřidla**

- jsou měřidla, která neovlivňují kvalitu výrobního procesu nebo kvalitu výrobků, bezpečnost práce a obchodní styk.
- nepodléhají periodické kalibraci,

- jsou viditelně označeny značkou „OM“

### 3.3.2 Metrologická evidence měřidel

Vytvořím postup pro zaevidování měřidel a KMZZ. Každé nové měřidlo nebo KMZZ v podniku má vytvořenou tzv. Kartu měřidla (*viz příloha PII*), kde jsou důležité informace o názvu a typu měřidla, výrobního čísla měřidla, prvotní kalibrace, uvedení do provozu a přiděleném evidenčním čísle. Všechny měřidla v podniku jsou vedeny v informačním systému nebo v databázi měřidel popř. v aplikaci Office. Jde vlastně o soupis měřidel (*viz příloha PIII*), kde jsou stanoveny periodické kalibrace, rozsahy měřidel, stav měřidel a jiné.

### 3.3.3 Kalibrační intervaly

Popíši, na základě čeho stanoví Metrolog kalibrační intervaly. Délka kalibračního intervalu měřidla záleží:

- na doporučení výrobce,
- četnosti, rozsahu a náročnosti používání,
- podmínek okolního prostředí a umístění,
- průběhu údržby a servisu.

Stanovený kalibrační interval a termín příští kalibrace jsou uvedeny v kontrolní kartě měřidla a také v seznamu měřidel. Konec intervalu je vyznačen na měřidle.

### 3.3.4 Výběr externího dodavatele pro kalibraci měřidel a následného hodnocení

Vytvořím popis výběru dodavatele. Externího dodavatele metrologických služeb vybíráme podle způsobu a úrovně zajištění jednotnosti a správnosti měřidel a měření. Dále pak rozhodují ekonomické aspekty. A to náklady na kalibraci, na dopravu popř. na opravu měřidel. Velmi důležitým aspektem je doba, kdy měřidla určená ke kalibraci budou v externí laboratoři. S dodavatelem metrologických služeb je uzavřena smlouva, ve které jsou specifikovány požadavky metrologa. Hodnocení dodavatelských služeb se provádí většinou jednou za půl roku, kde se hodnotí např. kvalita služby, dodací lhůty, cena a další.

### 3.3.5 Mezilhůtová kontrola měřidel

Vypracuji kontrolní postup pro mezilhůtovou kontrolu měřidel. Mezilhůtová kontrola měřidla slouží k zajištění, zda kontrolované měřidlo neztratilo mezi následujícími kalibracemi své metrologické vlastnosti. Kontrolu měřidla provádí jeho uživatel.

#### Kontrolní postup

- Uvedu název, typ, specifikaci měřidla (měřící rozsah, rozlišitelnost apod.),
- dám odkaz na normy a směrnice,
- určím, podle jakého etalonu se bude kontrola provádět,
- stanovím četnost kontroly,
- vytvořím pokyn pro vyhodnocení kontroly a případná nápravná opatření.

### 3.3.6 Nákup nového měřidla nebo KMZZ

Napíši postup nákupu měřidla nebo KMZZ. Jedná se o výběr měřidla, vystavení požadavku na nákup měřidla, převímka měřidla a prvotní kalibrace.

#### Výběr nového měřidla nebo KMZZ

Výběr měřidla nebo KMZZ před nákupem provádí metrolog dle požadavku od oddělení projektu, oddělení kvality nebo od budoucího uživatele:

- dle výrobní dokumentace, nároků na rozsah, toleranci, dovolenou chybu a nejistotu měření s ohledem na plnění specifikace a přesnosti měřidla nebo KMZZ,
- nároků na prostředí, ve kterém bude měřidlo nebo KMZZ umístěno (prašnost, vlhkost, vibrace, osvětlení apod.)

#### Vystavení požadavku na nákup měřidla nebo KMZZ

Zajištění nabídek a vystavení požadavku na nákup měřidla nebo KMZZ provede metrolog. Požadavek je zapsán do objednávky a předán nákupu. Metrolog rozhodne o vhodnosti školení k používání měřidla nebo KMZZ, které v podniku nebylo ještě nikdy používáno. O tomto školení je veden záznam.

#### Převímka měřidla nebo KMZZ

Po nákupu měřidla nebo KMZZ provede Metrolog jeho převímku (kontrolu úplnosti dodávky) a kontrolu funkčnosti měřidla nebo KMZZ včetně přezkoumání kalibračního listu.

Je-li zjištěna neshoda mezi objednávkou a dodávkou, dá metrolog podnět obchodnímu oddělení na reklamaci dodávky.

### **Prvotní kalibrace měřidla nebo KMZZ**

U všech nakupovaných nebo dodaných měřidla nebo KMZZ do podniku musí být provedeny jejich prvotní kalibrace (*viz příloha PIV*). Každé nové měřidlo nebo KMZZ je označeno evidenčním číslem a je zaevidováno do evidence měřidel. U měřidel nebo KMZZ kalibrovaných externí organizací platí kalibrační předpisy těchto organizací popř. výrobní tolerance dané příslušnou normou. Splňuje-li měřidlo nebo KMZZ požadavky prvotní kalibrace, je po označení doby platnosti kalibrace předáno uživateli. Obdobně to platí i u stanovených měřidel. Ke stanovenému měřidlu je vystaveno potvrzení o ověření stanoveného měřidla (*viz příloha PV*).

#### **3.3.7 Řešení měřidel v případě neshody**

Popíší jak postupovat v případě neshody. Všechna měřidla nebo KMZZ, která byla při kalibraci shledána nesprávnými, poškozená nebo jejichž doba platnosti vypršela anebo nesprávně fungují, musí být z provozu vyřazena. Metrolog takové měřidlo nebo KMZZ označí červeným štítkem a izoluje je do té doby, než budou odstraněny příčiny neshody. Pokud nemůže být měřidlo nebo KMZZ opraveno, vyřadí metrolog měřidlo nebo KMZZ z evidence a následně ho zlikviduje.

### **3.4 Závěrečná část**

#### **3.4.1 Navazující předpisy**

V závěrečné části uvedu registr souvisejících dokumentů a interních předpisů. Dále pak rušící předpisy, platnost této směrnice a schválení. Dodatkem tohoto dokumentu je seznam změn, revizí a soupis všech příloh.

## 4 NÁVRH AUTOMATICKÉHO VÝPOČTU OPAKOVATELNOSTI A REPRODUKOVATELNOSTI MĚŘIDLA – NUMERICKÁ METODA

K vytvoření protokolu opakovatelnosti a reprodukovatelnosti měřidla jsem použil program Microsoft Office Excel 2007. Po spuštění tohoto programu se mi automaticky otevře sešit jedna a já mohu začít pracovat na vzhledu protokolu.

### 4.1 Vzhled protokolu

Protokol bude mít dvě části:

List 1 – list pro sběr dat o opakovatelnosti a reprodukovatelnosti měřidla,

List 2 – protokol o opakovatelnosti a reprodukovatelnosti měřidla.

Oba listy nastavím na formát A4.

*Rozložení stránky – Velikost – A4*

V listu pro sběr dat o opakovatelnosti a reprodukovatelnosti měřidla upravím výšky řádků a šířky sloupců a vložím do buněk odpovídající text. Nejdříve začnu operátorem A.

| Operátor/<br>číslo měření | DÍL |   |   |   |   |   |   |   |   |    | Průměr |               |
|---------------------------|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--------|---------------|
|                           | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |        |               |
| A 1                       |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |        |               |
| 2                         |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |        |               |
| 3                         |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |        |               |
| Průměr                    |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |        | $\bar{X}_a =$ |
| Rozpětí                   |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |        | $\bar{R}_a =$ |

Obr. 4-1 Tabulka operátora A

Nyní zkopíruji buňky operátora A pomocí klávesových zkratk a vytvořím buňky pro operátora B a C.

| Operátor/<br>číslo měření | Díl |   |   |   |   |   |   |   |   |    | Průměr |               |
|---------------------------|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--------|---------------|
|                           | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |        |               |
| A                         | 1   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |        |               |
|                           | 2   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |        |               |
|                           | 3   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |        |               |
| Průměr                    |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |        | $\bar{X}_a =$ |
| Rozpětí                   |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |        | $\bar{R}_a =$ |
| B                         | 1   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |        |               |
|                           | 2   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |        |               |
|                           | 3   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |        |               |
| Průměr                    |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |        | $\bar{X}_b =$ |
| Rozpětí                   |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |        | $\bar{R}_b =$ |
| C                         | 1   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |        |               |
|                           | 2   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |        |               |
|                           | 3   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |        |               |
| Průměr                    |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |        | $\bar{X}_c =$ |
| Rozpětí                   |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |        | $\bar{R}_c =$ |

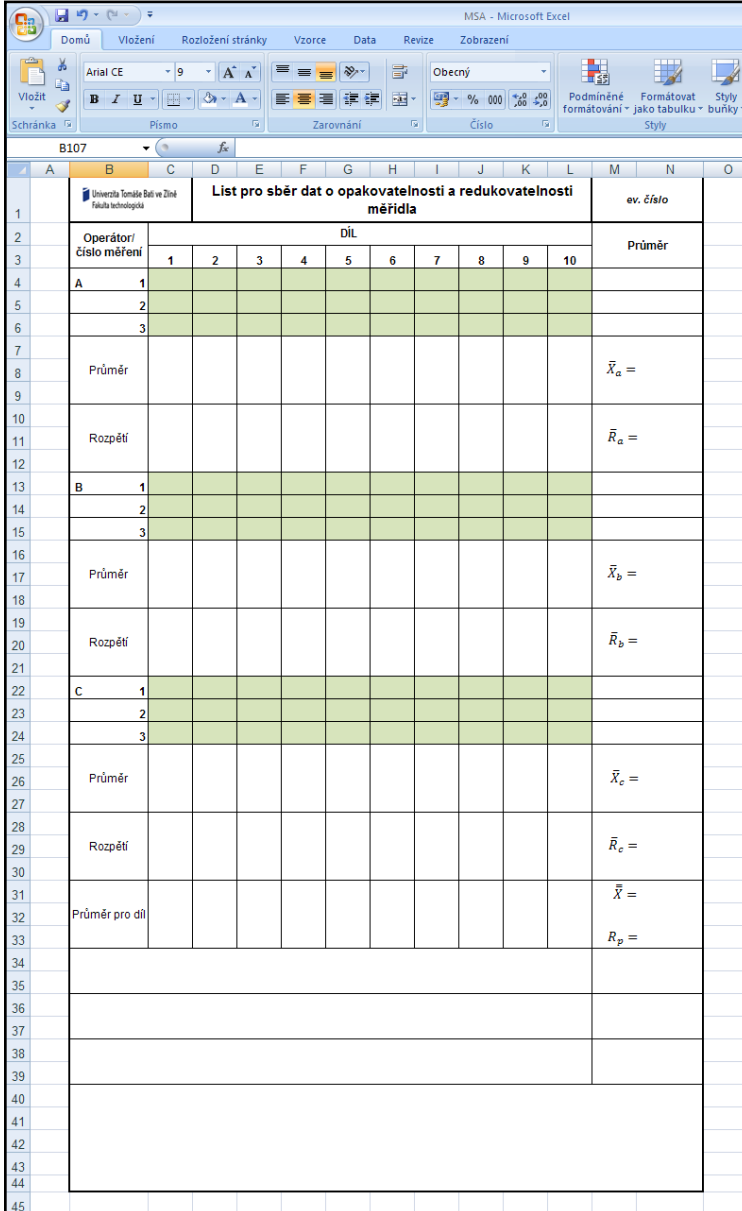
Obr. 4-2 Tabulka operátorů A, B, C

Přidám řádek pro hlavičku formuláře, kde vložím logo fakulty, název a evidenční číslo.

|   |   |                  |
|---|---|------------------|
|  | <b>List pro sběr dat o opakovatelnosti a redukovatelnosti měřidla</b> | <i>ev. číslo</i> |
|---|---|------------------|

Obr. 4-3 Hlavička formuláře

Dále vytvořím řádek průměr pro díl a další 4 řádky pro vzorce a výpočty, které později doplním.



|                           |   | List pro sběr dat o opakovatelnosti a redukovatelnosti měřidla |   |   |   |   |   |   |   |   |    | ev. číslo         |
|---------------------------|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-------------------|
| Operátor/<br>číslo měření |   | Díl  |   |   |   |   |   |   |   |   |    | Průměr            |
|                           |   | 1  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |                   |
| A                         | 1 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                   |
|                           | 2 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                   |
|                           | 3 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                   |
| Průměr                    |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    | $\bar{x}_a =$     |
| Rozpětí                   |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    | $\bar{R}_a =$     |
| B                         | 1 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                   |
|                           | 2 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                   |
|                           | 3 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                   |
| Průměr                    |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    | $\bar{x}_b =$     |
| Rozpětí                   |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    | $\bar{R}_b =$     |
| C                         | 1 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                   |
|                           | 2 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                   |
|                           | 3 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                   |
| Průměr                    |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    | $\bar{x}_c =$     |
| Rozpětí                   |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    | $\bar{R}_c =$     |
| Průměr pro díl            |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    | $\bar{\bar{x}} =$ |
|                           |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    | $R_p =$           |

Obr. 4-4 Tabulka bez vzorců

## 4.2 Vložení vzorců

### Výpočet operátora A, B a C

Pro výpočet aritmetického průměru z prvního měření všech dílů vložím vzorec = PRŮMĚR (C4:L4) do buňky M4. To samé udělám pro druhé a třetí měření.

Dále pro výpočet aritmetického průměru prvního dílu ze třech měření zvolím vzorec = PRŮMĚR (C4;C5;C6) do buňky C7. Dále pokračuji v zadávání vzorců pro druhý, třetí, čtvrtý až desátý díl.

K výpočtu aritmetického průměru  $\bar{X}_a$  ze všech měření a dílů použiji vzorec = PRŮMĚR (C4:L6), který vložím do buňky N7.

Rozpětí u prvního dílu se vypočítá tak, že se odečte nejmenší odečtená hodnota od největší odečtené hodnoty. Rozpětí jsou vždy kladné hodnoty. Pro tento výpočet rozpětí vložím vzorec = ABS (MIN (C4:C6) - MAX (C4:C6)). Dále pokračuji v zadávání vzorců pro druhý, třetí, čtvrtý až desátý díl.

Pro výpočet průměrného rozpětí  $\bar{R}_a$  zvolím vzorec = PRŮMĚR (C10:L12).

Tento postup zopakuji i pro operátora B a C.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data and formulas:

|    | B                         | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L  | M      | N             | O |
|----|---------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--------|---------------|---|
| 2  | Operátor/<br>číslo měření |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |        |               |   |
| 3  |                           | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Průměr |               |   |
| 4  | A                         | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |        |               |   |
| 5  |                           | 2 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |        |               |   |
| 6  |                           | 3 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |        |               |   |
| 7  |                           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |        |               |   |
| 8  | Průměr                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |        | $\bar{X}_a =$ |   |
| 9  |                           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |        |               |   |
| 10 | Rozpětí                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |        | $\bar{R}_a =$ |   |
| 11 |                           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |        |               |   |
| 12 |                           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |        |               |   |

Formulas shown in yellow callouts:

- $=\text{PRŮMĚR}(C4:L4)$  (pointing to cell M4)
- $=\text{PRŮMĚR}(C4;C5;C6)$  (pointing to cell C7)
- $=\text{ABS}(\text{MIN}(C4:C6) - \text{MAX}(C4:C6))$  (pointing to cell C10)
- $=\text{PRŮMĚR}(C10:L12)$  (pointing to cell M10)
- $=\text{PRŮMĚR}(C4:L6)$  (pointing to cell N7)

Obr. 4-5 Výpočet operátora A



### Výpočet průměru pro díl, $\bar{X}_{DIFF}$ , $\bar{X}$ , $\bar{R}$ , $R_p$ a $UCL_R$

K výpočtu prvního průměru pro díl použiji vzorec = PRŮMĚR (C7;C16;C25), který umístím do buňky C31. Dále pokračuji v zadávání vzorců pro druhý, třetí, čtvrtý až desátý díl.

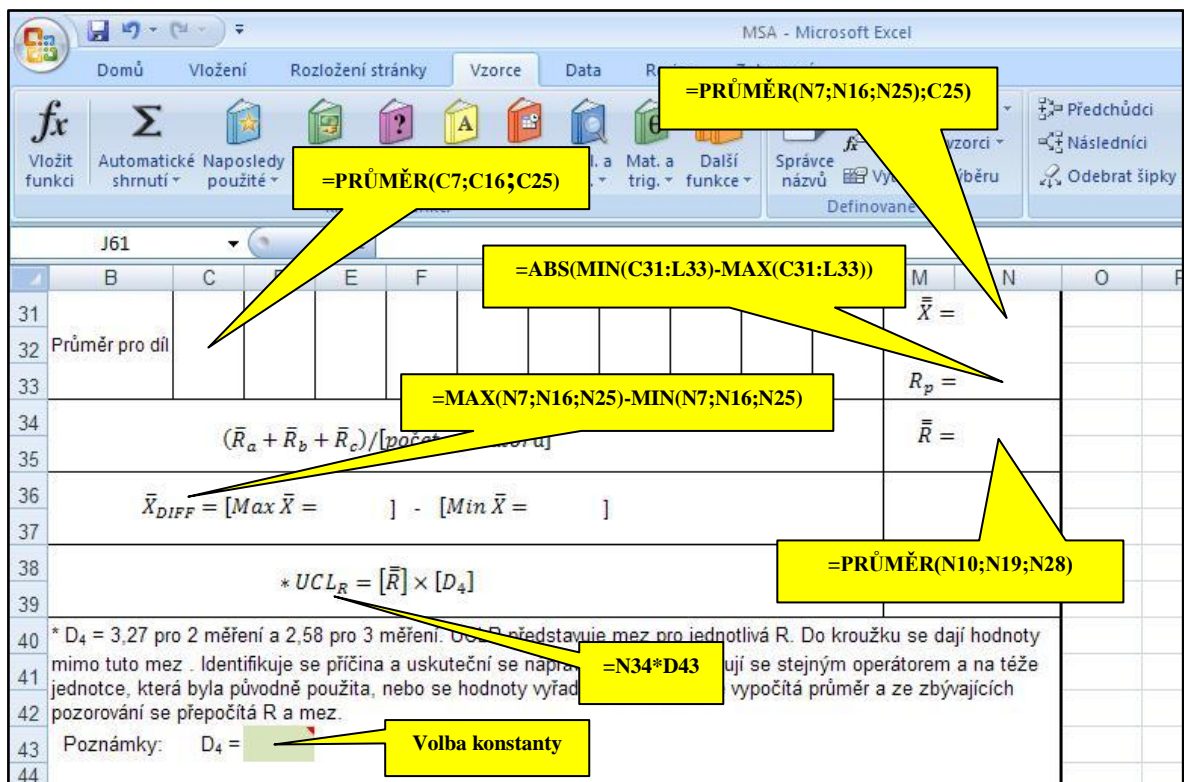
Pro výpočet  $\bar{X}_{DIFF}$  použiji vzorec = MAX (N7;N16;N25) - MIN (N7;N16;N25), který umístím do buňky M36.

Vypočítám celkový aritmetický průměr pro díl  $\bar{X}$  podle vzorce = PRŮMĚR (N7;N16;N25) v buňce N31.

Průměr všech rozpětí  $\bar{R}$  vypočítám podle vzorce = PRŮMĚR (N10;N19;N28), který vloží do buňky N34.

Hodnotu rozpětí průměrů dílů  $R_p$  vypočítám pomocí vzorce = ABS (MIN (C31:L33) - MAX (C31:L33)), který umístím do buňky M33.

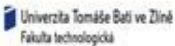
Horní regulační mez  $UCL_R$  vypočítám podle vzorce = N34\*D43. Za konstantu  $D_4$  volím pro 3 měření hodnotu 2,58.



Obr. 4-6 Výpočet průměru pro díl,  $\bar{X}_{DIFF}$ ,  $\bar{X}$ ,  $\bar{R}$ ,  $R_p$  a  $UCL_R$

## List 2 – Protokol

V listu protokolu o opakovatelnosti a reprodukovatelnosti měřidla upravím výšky řádků a šířky sloupců a vložím do buněk odpovídající text. Nejprve začnu tvorbou hlavičky protokolu. Uvedu zde logo fakulty, název, evidenční číslo, číslo a název dílu, znaky, specifikace a další. Z listu pro sběr dat převedu  $\bar{\bar{R}}$ ,  $\bar{X}_{DIFF}$ ,  $R_p$ .

|   |   |           |
|---|---|-----------|
|  | <b>Protokol o opakovatelnosti a reprodukovatelnosti měřidla</b> | ev. číslo |
| Číslo a název dílu:   | Název měřidla:  | Datum:    |
| Znaky:  | Typ měř.  |           |
| Specifikace:  |   |           |
| Data z listu pro sběr dat: $\bar{\bar{R}} =$                                      | $\bar{X}_{DIFF} =$  | $R_p =$   |

Obr. 4-7 Hlavička protokolu

Dále rozdělím protokol na:

- analýzu měřící jednotky a
- procento celkové variability

### Analýza měřící jednotky

*Opakovatelnost – variabilita zařízení (EV):*

$$EV = \bar{\bar{R}} \times K_1 \quad (4.1)$$

Pro tento výpočet použiji vzorec = H6\*M9, který vložím do buňky D12.

*Reprodukovatelnost – variabilita operátora (AV):*

$$\sqrt{(\bar{X}_{DIFF} \times K_2)^2 - (EV^2/(nr))} \quad (4.2)$$

Variabilitu operátora vypočítám podle vzorce  $= (((M6*L17)^2)-(D12^2) / (B20*E20))^{0,5}$

Vzorec vložím do buňky C17.

*Opakovatelnost a reprodukovatelnost (GRR):*

$$GRR = \sqrt{EV^2 + AV^2} \quad (4.3)$$

Opakovatelnost a reprodukovatelnost vypočítám pomocí vzorce  $= (D12^2+D18^2)^{0,5}$ .

Tento vzorec umístím do buňky D24.

*Variabilita dílu (PV):*

$$PV = R_p \times K_3 \quad (4.4)$$

Na výpočet variabilitu dílu použiji vzorec  $= R6*K28$ , který vložím do buňky D31.

*Celkový variabilita (TV):*

$$TV = \sqrt{GRR^2 + PV^2} \quad (4.5)$$

Celkovou variabilitu vypočítám podle vzorce  $= (D24^2+D31^2)^{0,5}$ , který umístím do buňky D38.

### **% celkové variability**

Procento variability zařízení připadající na celkovou variabilitu se vypočítá pomocí vzorce:

$$\% EV = 100 [EV/TV] \quad (4.6)$$

Pro tento výpočet vložím do buňky Q12 vzorec  $= (D12/D38)$  a formát buňky nastavím na procenta.

Procento, které ostatní faktory spotřebovávají z celkové variability, se vypočítají pomocí těchto vzorců:

$$\% AV = 100 [AV/TV] \quad (4.7)$$

$$\% GRR = 100 [GRR/TV] \quad (4.8)$$

$$\% PV = 100 [PV/TV] \quad (4.9)$$

Pro % AV v buňce Q18 použijí vzorec = (D18/D38) s formátem nastaveným na procenta.

Dále pro výpočet % GRR vložím do buňky Q24 vzorec = (D24/D38) a formát buňky nastavím na procenta.

Pro % PV v buňce Q31 použijí vzorec = (D31/D38) s formátem nastaveným na procenta.

Závěrečným krokem v numerické analýze je stanovit počet různých kategorií, které lze spolehlivě rozlišit systémem měření. Je to počet nepřekrývajících se 97% konfidencích intervalů, které pokryjí rozpětí očekávané variability produktu. [9]

Tento počet různých kategorií je dán vztahem:

$$ncd = 1,41(PV/GRR) \quad (4.10)$$

Pro výpočet *ncd* použijí vzorec = 1,41\*(D31/D24), který umístím do buňky Q38.

MSA - Microsoft Excel

Domů Vložení Rozložení stránky Vzorce Data Revize Zobrazení

Arial CE 10

Vložit Vložit

Schránka Písmo Zarovnání

Obecný Podmíněně formátování

G83

**Analýza měřicí jednotky** % celkové variability (TV)

9 Opakovatelnost - variabilita zařízení (EV)  $K_1 =$

10  $EV = \bar{R} \times K_1$  **=H6\*M9**

11 =

| Počet měření | $K_1$  |
|--------------|--------|
| 2            | 0,8862 |
| 3            | 0,5908 |

12 % EV = 100 [EV/TV]

13 = **=(D12/D38)**

14 **Volba konstanty**

15 Reprodukovatelnost - variabilita operátora (AV)

16  $AV = \sqrt{(\bar{X}_{DIFF} \times K_2)^2 - (EV^2 / (nr))}$   $K_2 =$

17 = **=((M6\*L17)^2)-(D12^2)/(B20\*E20)^0,5**

18 % AV = 100 [AV/TV]

19 = **=(D18/D38)**

20 n = díly r = měření 

| $K_2$ | 0,7071 | 0,5231 |
|-------|--------|--------|
|-------|--------|--------|

21 Opakovatelnost a reprodukovatelnost (GRR)

22  $GRR = \sqrt{EV^2 + AV^2}$  **=(D12^2+D18^2)^0,5**

23 =

24 % GRR = 100 [GRR/TV]

25 = **=(D24/D38)**

26 **Volba konstanty**

27 Variabilita dílu (PV)

28  $K_3 =$

29  $PV = R_p \times K_3$  **=R6\*K28**

30 =

| Díly | $K_3$  |
|------|--------|
| 2    | 0,7071 |
| 3    | 0,5231 |
| 4    | 0,4467 |
| 5    | 0,4030 |
| 6    | 0,3742 |
| 7    | 0,3534 |
| 8    | 0,3375 |
| 9    | 0,3249 |
| 10   | 0,3146 |

31 % PV = 100 [PV/TV]

32 = **=(D31/D38)**

33 **Volba konstanty**

34 Celková variabilita (TV)

35  $TV = \sqrt{GRR^2 + PV^2}$  **=(D24^2+D31^2)^0,5**

36 =

37  $n_{cd} = 1,41(PV/GRR)$

38 = **=1,41\*(D31/D24)**

39

40 Informace o teorii a konstantách použitých ve formuláři - viz. Příručka MSA Reference Manual, 4. vydání

41

|                           |                |                             |
|---------------------------|----------------|-----------------------------|
| 42 <b>Hodnocení</b>       | %GRR < 10%     | system je způsobilý         |
| 43 <b>způsobilosti</b>    | %GRR = 10-30 % | system podmínečně způsobilý |
| 44 <b>systemu měření:</b> | %GRR > 30%     | system není způsobilý       |

Obr. 4-8 Protokol o opakovatelnosti a reprodukovatelnosti měřidla

## 5 OVĚŘENÍ FUNKCE PROGRAMU

Z výrobního procesu si odeberu 10 výrobků, které označím čísly 1 až 10 tak, aby je operátoři neviděli. Operátoři budou opakovaně měřit jeden rozměr na několika různých kusech stejného výrobku v náhodném pořadí. Výrobky budou sloužit jako etalon. Skutečný rozměr etalonu nezjišťujeme, protože nemá žádný vliv na výsledek měření. Dále označím operátory písmeny A, B, C. Provedu kontrolu měřidla a nechám si výrobky změřit. Operátoři zapíší hodnoty odečtů do listu pro sběr dat o opakovatelnosti reprodukovatelnosti měřidla. O zbytek se už postará program sám.

|   |          |             |              |             |             |              |              |             |              |             |              |
|---|----------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
|   |          | <i>1</i>    | <i>2</i>     | <i>3</i>    | <i>4</i>    | <i>5</i>     | <i>6</i>     | <i>7</i>    | <i>8</i>     | <i>9</i>    | <i>10</i>    |
| A | <i>1</i> | <b>0,29</b> | <b>-0,56</b> | <b>1,34</b> | <b>0,47</b> | <b>-0,80</b> | <b>0,02</b>  | <b>0,59</b> | <b>-0,31</b> | <b>2,26</b> | <b>-1,36</b> |
|   | <i>2</i> | <b>0,41</b> | <b>-0,68</b> | <b>1,17</b> | <b>0,50</b> | <b>-0,92</b> | <b>-0,11</b> | <b>0,75</b> | <b>-0,20</b> | <b>1,99</b> | <b>-1,25</b> |
|   | <i>3</i> | <b>0,64</b> | <b>-0,58</b> | <b>1,27</b> | <b>0,64</b> | <b>-0,84</b> | <b>-0,21</b> | <b>0,66</b> | <b>-0,17</b> | <b>2,01</b> | <b>-1,31</b> |

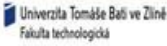
*Tabulka 5-1 Odečet operátora A*

|   |          |             |              |             |             |              |              |             |              |             |              |
|---|----------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
|   |          | <i>1</i>    | <i>2</i>     | <i>3</i>    | <i>4</i>    | <i>5</i>     | <i>6</i>     | <i>7</i>    | <i>8</i>     | <i>9</i>    | <i>10</i>    |
| B | <i>1</i> | <b>0,08</b> | <b>-0,47</b> | <b>1,19</b> | <b>0,01</b> | <b>-0,56</b> | <b>-0,20</b> | <b>0,47</b> | <b>-0,63</b> | <b>1,80</b> | <b>-1,68</b> |
|   | <i>2</i> | <b>0,25</b> | <b>-1,22</b> | <b>0,94</b> | <b>1,03</b> | <b>-1,20</b> | <b>0,22</b>  | <b>0,55</b> | <b>0,08</b>  | <b>2,12</b> | <b>-1,62</b> |
|   | <i>3</i> | <b>0,07</b> | <b>-0,68</b> | <b>1,34</b> | <b>0,20</b> | <b>-1,28</b> | <b>0,06</b>  | <b>0,83</b> | <b>-0,34</b> | <b>2,19</b> | <b>-1,50</b> |

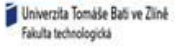
*Tabulka 5-2 Odečet operátora B*

|   |          |              |              |             |             |              |              |             |              |             |              |
|---|----------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
|   |          | <i>1</i>     | <i>2</i>     | <i>3</i>    | <i>4</i>    | <i>5</i>     | <i>6</i>     | <i>7</i>    | <i>8</i>     | <i>9</i>    | <i>10</i>    |
| C | <i>1</i> | <b>0,04</b>  | <b>-1,38</b> | <b>0,88</b> | <b>0,14</b> | <b>-1,46</b> | <b>-0,29</b> | <b>0,02</b> | <b>-0,46</b> | <b>1,77</b> | <b>-1,49</b> |
|   | <i>2</i> | <b>-0,11</b> | <b>-1,13</b> | <b>1,09</b> | <b>0,20</b> | <b>-1,07</b> | <b>-0,67</b> | <b>0,01</b> | <b>-0,56</b> | <b>1,45</b> | <b>-1,77</b> |
|   | <i>3</i> | <b>-0,15</b> | <b>-0,96</b> | <b>0,67</b> | <b>0,11</b> | <b>-1,45</b> | <b>-0,49</b> | <b>0,21</b> | <b>-0,49</b> | <b>1,87</b> | <b>-2,16</b> |

*Tabulka 5-3 Odečet operátora C*

|    |     | List pro sběr dat o opakovatelnosti a redukovatelnosti měřidla |        |       |       |        |        |       |        |       |                    | 001/2012              |
|---|-----|--|--------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|-------|--------------------|-----------------------|
| Operátor/<br>číslo měření   | Díl |  |        |       |       |        |        |       |        |       | Průměr             |                       |
|   | 1   | 2  | 3      | 4     | 5     | 6      | 7      | 8     | 9      | 10    |                    |                       |
| A   | 1   | 0,29   | -0,56  | 1,34  | 0,47  | -0,8   | 0,02   | 0,59  | -0,31  | 2,26  | -1,36              | 0,194                 |
|   | 2   | 0,41   | -0,68  | 1,17  | 0,5   | -0,92  | -0,11  | 0,75  | -0,2   | 1,99  | -1,25              | 0,166                 |
|   | 3   | 0,64   | -0,58  | 1,27  | 0,64  | -0,84  | -0,21  | 0,66  | -0,17  | 2,01  | -1,31              | 0,211                 |
| Průměr  |     | 0,447  | -0,607 | 1,260 | 0,537 | -0,853 | -0,100 | 0,667 | -0,227 | 2,087 | -1,307             | $\bar{X}_a = 0,1903$  |
| Rozpětí   |     | 0,35   | 0,12   | 0,17  | 0,17  | 0,12   | 0,23   | 0,16  | 0,14   | 0,27  | 0,11               | $\bar{R}_a = 0,184$   |
| B   | 1   | 0,08   | -0,47  | 1,19  | 0,01  | -0,56  | -0,2   | 0,47  | -0,63  | 1,8   | -1,68              | 0,001                 |
|   | 2   | 0,25   | -1,22  | 0,94  | 1,03  | -1,2   | 0,22   | 0,55  | 0,08   | 2,12  | -1,62              | 0,115                 |
|   | 3   | 0,07   | -0,68  | 1,34  | 0,2   | -1,28  | 0,06   | 0,83  | -0,34  | 2,19  | -1,5               | 0,089                 |
| Průměr  |     | 0,133  | -0,790 | 1,157 | 0,413 | -1,013 | 0,027  | 0,617 | -0,297 | 2,037 | -1,600             | $\bar{X}_b = 0,0683$  |
| Rozpětí   |     | 0,18   | 0,75   | 0,40  | 1,02  | 0,72   | 0,42   | 0,36  | 0,71   | 0,39  | 0,18               | $\bar{R}_b = 0,513$   |
| C   | 1   | 0,04   | -1,38  | 0,88  | 0,14  | -1,46  | -0,29  | 0,02  | -0,46  | 1,77  | -1,49              | -0,223                |
|   | 2   | -0,11  | -1,13  | 1,09  | 0,2   | -1,07  | -0,67  | 0,01  | -0,56  | 1,45  | -1,77              | -0,256                |
|   | 3   | -0,15  | -0,96  | 0,67  | 0,11  | -1,45  | -0,49  | 0,21  | -0,49  | 1,87  | -2,16              | -0,284                |
| Průměr  |     | -0,073   | -1,157 | 0,880 | 0,150 | -1,327 | -0,483 | 0,080 | -0,503 | 1,697 | -1,807             | $\bar{X}_c = -0,2543$ |
| Rozpětí   |     | 0,19   | 0,42   | 0,42  | 0,09  | 0,39   | 0,38   | 0,20  | 0,10   | 0,42  | 0,67               | $\bar{R}_c = 0,328$   |
| Průměr pro díl  |     | 0,169  | -0,851 | 1,099 | 0,367 | -1,064 | -0,186 | 0,454 | -0,342 | 1,940 | -1,571             | $\bar{X} = 0,0014$    |
|   |     |  |        |       |       |        |        |       |        |       |                    | $R_p = 3,511$         |
| $(\bar{R}_a + \bar{R}_b + \bar{R}_c) / [\text{počet operátorů}]$  |     |  |        |       |       |        |        |       |        |       | $\bar{R} = 0,3417$ |                       |
| $\bar{X}_{DIFF} = [\text{Max } \bar{X} = 0,1903] - [\text{Min } \bar{X} = -0,2543]$   |     |  |        |       |       |        |        |       |        |       | 0,4447             |                       |
| $* UCL_R = [\bar{R}] \times [D_4]$  |     |  |        |       |       |        |        |       |        |       | 0,8815             |                       |
| <p>* <math>D_4 = 3,27</math> pro 2 měření a <math>2,58</math> pro 3 měření. UCL<sub>R</sub> představuje mez pro jednotlivá R. Do kroužku se dají hodnoty mimo tuto mez. Identifikuje se příčina a uskuteční se náprava. Čtení se opakují se stejným operátorem a na téže jednotce, která byla původně použita, nebo se hodnoty vyřadí a opakovaně se vypočítá průměr a ze zbývajících pozorování se přepočítá R a mez.</p> <p>Poznámky: <math>D_4 = 2,58</math></p> |     |  |        |       |       |        |        |       |        |       |                    |                       |

Obr. 5-1 Výpočty ze sběru dat o opakovatelnosti a reprodukovatelnosti měřidla

|                        |        | <b>Protokol o opakovatelnosti a reprodukovatelnosti měřidla</b>   |  | <b>001/2012</b>                   |       |   |        |        |        |             |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |    |        |             |  |
|---|--------|---|--|-----------------------------------|-------|---|--------|--------|--------|-------------|--------|---|--------|---|--------|---|--------|---|--------|---|--------|----|--------|-------------|--|
| Číslo a název dílu:   |        | Název měřidla:  |  | Datum:                            |       |   |        |        |        |             |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |    |        |             |  |
| Znak:   |        | Číslo měřidla:  |  | Provedl:                          |       |   |        |        |        |             |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |    |        |             |  |
| Specifikace:  |        | Typ měřidla:  |  |                                   |       |   |        |        |        |             |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |    |        |             |  |
| Data z listu pro sběr dat: $\bar{R} = 0,3417$ $\bar{X}_{DIFF} = 0,4447$ $R_p = 3,511$                   |        |   |  |                                   |       |   |        |        |        |             |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |    |        |             |  |
| <b>Analýza měřicí jednotky</b>  |        |   |  | <b>% celkové variability (TV)</b> |       |   |        |        |        |             |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |    |        |             |  |
| Opakovatelnost - variabilita zařízení (EV)  |        | $K_1 = 0,5908$  |  | $\% EV = 100 [EV/TV]$             |       |   |        |        |        |             |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |    |        |             |  |
| $EV = \bar{R} \times K_1$<br>$= 0,20186$  |        | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Počet měření</th> <th><math>K_1</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>0,8862</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,5908</td> </tr> </tbody> </table>  |  | Počet měření                      | $K_1$ | 2 | 0,8862 | 3      | 0,5908 | $= 17,61\%$ |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |    |        |             |  |
| Počet měření  | $K_1$  |   |  |                                   |       |   |        |        |        |             |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |    |        |             |  |
| 2   | 0,8862 |   |  |                                   |       |   |        |        |        |             |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |    |        |             |  |
| 3   | 0,5908 |   |  |                                   |       |   |        |        |        |             |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |    |        |             |  |
| Reprodukovatelnost - variabilita operátora (AV)   |        | $K_2 = 0,5231$  |  | $\% AV = 100 [AV/TV]$             |       |   |        |        |        |             |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |    |        |             |  |
| $AV = \sqrt{(\bar{X}_{DIFF} \times K_2)^2 - (EV^2/(nr))}$<br>$= 0,22967$                                |        | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Operátoři</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>K_2</math></td> <td>0,7071</td> <td>0,5231</td> </tr> </tbody> </table>  |  | Operátoři                         | 2     | 3 | $K_2$  | 0,7071 | 0,5231 | $= 20,04\%$ |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |    |        |             |  |
| Operátoři   | 2      | 3   |  |                                   |       |   |        |        |        |             |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |    |        |             |  |
| $K_2$   | 0,7071 | 0,5231  |  |                                   |       |   |        |        |        |             |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |    |        |             |  |
| 10 n-dílů      3 r-měření   |        |   |  |                                   |       |   |        |        |        |             |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |    |        |             |  |
| Opakovatelnost a reprodukovatelnost (GRR)   |        |   |  | $\% GRR = 100 [GRR/TV]$           |       |   |        |        |        |             |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |    |        |             |  |
| $GRR = \sqrt{EV^2 + AV^2}$<br>$= 0,30577$   |        |   |  | $= 26,68\%$                       |       |   |        |        |        |             |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |    |        |             |  |
| Variabilita dílu (PV)   |        | $K_3 = 0,3146$  |  | $\% PV = 100 [PV/TV]$             |       |   |        |        |        |             |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |    |        |             |  |
| $PV = R_p \times K_3$<br>$= 1,10460$  |        | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Díly</th> <th><math>K_3</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>0,7071</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,5231</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0,4467</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0,4030</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>0,3742</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>0,3534</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>0,3375</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>0,3249</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>0,3146</td> </tr> </tbody> </table> |  | Díly                              | $K_3$ | 2 | 0,7071 | 3      | 0,5231 | 4           | 0,4467 | 5 | 0,4030 | 6 | 0,3742 | 7 | 0,3534 | 8 | 0,3375 | 9 | 0,3249 | 10 | 0,3146 | $= 96,38\%$ |  |
| Díly  | $K_3$  |   |  |                                   |       |   |        |        |        |             |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |    |        |             |  |
| 2   | 0,7071 |   |  |                                   |       |   |        |        |        |             |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |    |        |             |  |
| 3   | 0,5231 |   |  |                                   |       |   |        |        |        |             |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |    |        |             |  |
| 4   | 0,4467 |   |  |                                   |       |   |        |        |        |             |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |    |        |             |  |
| 5   | 0,4030 |   |  |                                   |       |   |        |        |        |             |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |    |        |             |  |
| 6   | 0,3742 |   |  |                                   |       |   |        |        |        |             |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |    |        |             |  |
| 7   | 0,3534 |   |  |                                   |       |   |        |        |        |             |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |    |        |             |  |
| 8   | 0,3375 |   |  |                                   |       |   |        |        |        |             |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |    |        |             |  |
| 9   | 0,3249 |   |  |                                   |       |   |        |        |        |             |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |    |        |             |  |
| 10  | 0,3146 |   |  |                                   |       |   |        |        |        |             |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |    |        |             |  |
| Celková variabilita (TV)  |        |   |  | $n_{cd} = 1,41 (PV/GRR)$          |       |   |        |        |        |             |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |    |        |             |  |
| $TV = \sqrt{GRR^2 + PV^2}$<br>$= 1,14613$   |        |   |  | $= 5,094 \sim 5$                  |       |   |        |        |        |             |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |    |        |             |  |
| Informace o teorii a konstantách použitých ve formuláři - viz. Příručka MSA Reference Manual, 4. vydání |        |   |  |                                   |       |   |        |        |        |             |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |    |        |             |  |

|   |                   |                            |
|---|-------------------|----------------------------|
| <b>Hodnocení způsobilosti systému měření:</b> | $\%GRR < 10\%$    | systém je způsobilý        |
|   | $\%GRR = 10-30\%$ | systém podmíněně způsobilý |
|   | $\%GRR > 30\%$    | systém není způsobilý      |

Obr. 5-2 Konečné výsledky



## ZÁVĚR

Cílem mé bakalářské práce bylo vytvořit návrh typového řádu podnikové metrologie, který je v souladu se systémem kvality ISO 9001 a zhotovení programu pro metodu založenou na průměru a rozpětí.

Návrh typového řádu podnikové metrologie má sloužit jako návod k vytvoření směrnice pro podnikovou metrologii při zavádění systému kvality.

Vytvoření programu pro metodu založenou na průměru a rozpětí a následné ověření funkčnosti jsem došel k závěru, že testované měřicí zařízení dosáhlo hodnoty % opakovatelnosti a reprodukovatelnosti rovno 26,68%. Na základě tohoto výsledku mohu konstatovat, že systém měření je podmíněčně způsobilý. Systém měření může být přijatelný podle důležitosti měření aplikace, nákladů vynaložených na měřicí zařízení, nákladů na přepracování nebo opravu a podobně. Konečné rozhodnutí má vždy zákazník, který se k problematice vyjádří buď souhlasem, nebo zamítnutím.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] Ministerstvo vnitra České republiky.: *Sbírka zákonů a Sbírka mezinárodních smluv* <<http://www.mvcr.cz/>>
- [2] Tůmová Olga.: *Metrologie a hodnocení procesů*, Praha 2009
- [3] Český metrologický institut.: *Přehled předpisů* <<http://www.cmi.cz/>>
- [4] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.: *Právní předpisy* <<http://www.unmz.cz/>>
- [5] Český normalizační institut.: *ČSN EN ISO 9000*, Praha 2006
- [6] Český normalizační institut.: *ČSN EN ISO 9001*, Praha 2009
- [7] Český normalizační institut.: *ČSN EN ISO 10012*, Praha 2003
- [8] Český normalizační institut.: *ČSN EN ISO/IEC 17025*, Praha 2005
- [9] Česká společnost pro jakost.: *Analýza systémů měření - 4. vydání*, Praha 2011

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

|                  |   |
|------------------|---|
| MPO              | Ministerstvo průmyslu a obchodu                                   |
| ÚNMZ             | Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví |
| ČMI              | Český metrologický institut                                       |
| ČIA              | Český institut pro akreditaci                                     |
| AMS              | Autorizované metrologické středisko                               |
| ČSN              | Česká technická norma   |
| PE               | Pracovní etalon   |
| SM               | Pracovní měřidlo stanovené  |
| PM               | Pracovní měřidlo nestanovené                                      |
| RF               | Referenční materiál   |
| KMZZ             | Kontrolní, měřicí a zkušební zařízení                             |
| $\bar{X}$        | Aritmetický průměr  |
| $\bar{\bar{X}}$  | Celkový aritmetický průměr pro díl                                |
| $\bar{X}_{DIFF}$ | Rozdíl max. a min. aritmetického průměru                          |
| $\bar{R}$        | Průměrné rozpětí  |
| $\bar{\bar{R}}$  | Průměr všech rozpětí  |
| $R_p$            | Rozpětí průměrů dílů  |
| $UCL_R$          | Horní regulační mez   |
| EV               | Opakovatelnost - variabilita zařízení                             |
| AV               | Reprodukovatelnost - variabilita operátora                        |
| GRR              | Opakovatelnost a reprodukovatelnost - variabilita systému měření  |
| PV               | Variabilita dílu  |
| TV               | Celková variabilita   |
| $ndc$            | Počet různých kategorií - Citlivost měřicího systému              |

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

|                 |   |    |
|-----------------|---|----|
| <i>Obr. 4-1</i> | <i>Tabulka operátora A</i> .....  | 37 |
| <i>Obr. 4-2</i> | <i>Tabulka operátorů A, B, C</i> .....  | 38 |
| <i>Obr. 4-3</i> | <i>Hlavička formuláře</i> .....   | 39 |
| <i>Obr. 4-4</i> | <i>Tabulka bez vzorců</i> .....   | 39 |
| <i>Obr. 4-5</i> | <i>Výpočet operátora A</i> .....  | 40 |
| <i>Obr. 4-6</i> | <i>Výpočet průměru pro díl, XDIFF, X, R, Rp a UCLR</i> .....                      | 41 |
| <i>Obr. 4-7</i> | <i>Hlavička protokolu</i> .....   | 42 |
| <i>Obr. 4-8</i> | <i>Protokol o opakovatelnosti a reprodukovatelnosti měřidla</i> .....             | 45 |
| <i>Obr. 5-1</i> | <i>Výpočty ze sběru dat o opakovatelnosti a reprodukovatelnosti měřidla</i> ..... | 47 |
| <i>Obr. 5-2</i> | <i>Konečné výsledky</i> .....   | 48 |

**SEZNAM TABULEK**

|                    |                                 |    |
|--------------------|---------------------------------|----|
| <i>Tabulka 5-1</i> | <i>Odečet operátora A</i> ..... | 46 |
| <i>Tabulka 5-2</i> | <i>Odečet operátora B</i> ..... | 46 |
| <i>Tabulka 5-3</i> | <i>Odečet operátora C</i> ..... | 46 |

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha PI: Návaznost měřidel

Příloha PII: Formulář – Karta měřidla

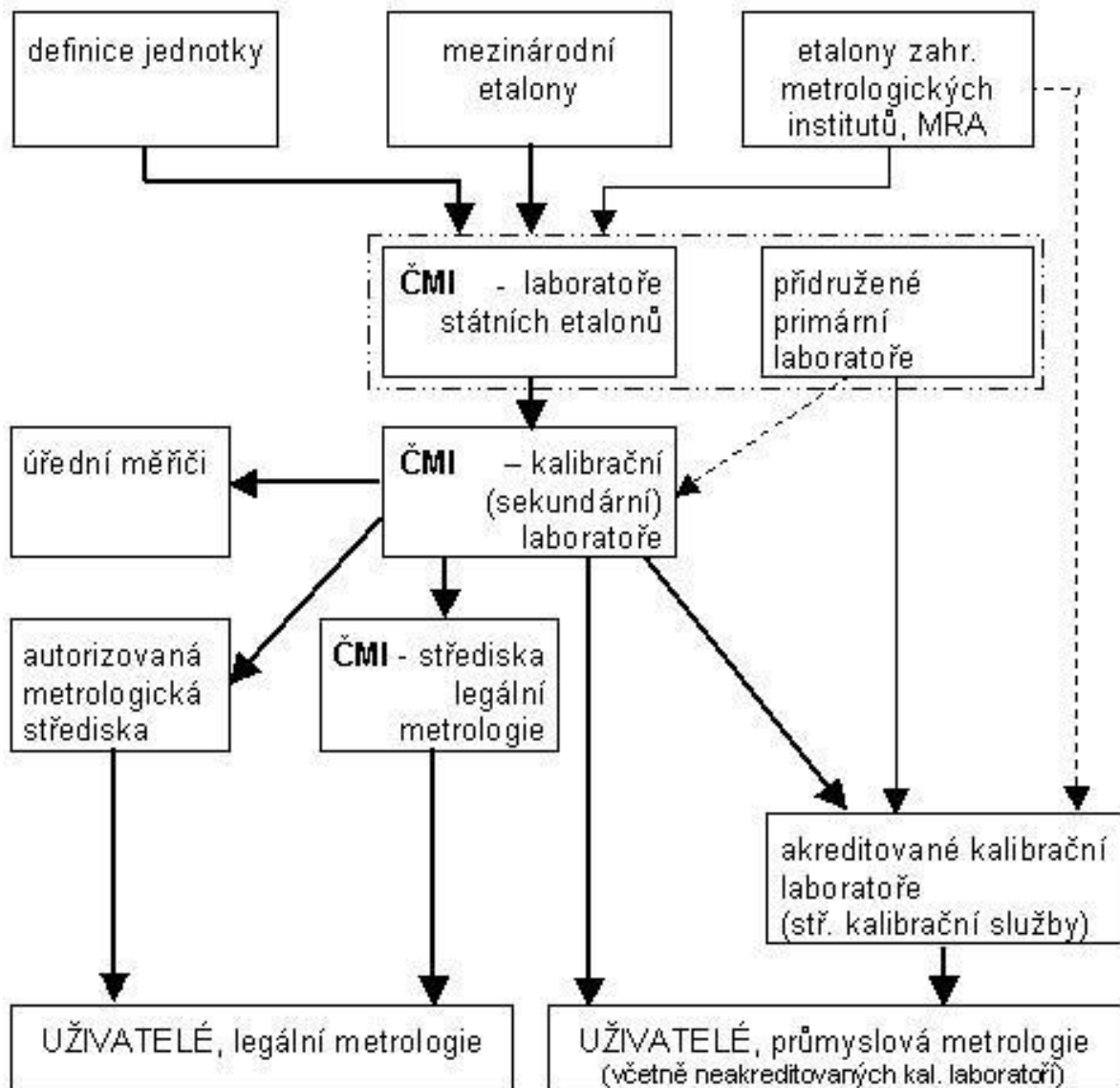
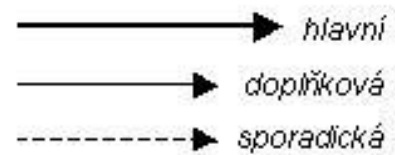
Příloha PIII: Soupis měřidel

Příloha PIV: Kalibrační list

Příloha PV: Ověření stanoveného měřidla

## PŘÍLOHA P I: NÁVAZNOST MĚŘIDEL

### NÁRODNÍ METROLOGICKÝ SYSTÉM – CESTY ZAJIŠTĚNÍ NÁVAZNOSTI



## PŘÍLOHA P II: FORMLÁŘ – KARTA MĚŘIDLA

|   |  |
|---|--|
| Název měřidla:  |  |
| Identifikační číslo měřidla:  |  |
| Kategorizace měřidla:   |  |
| Výrobce:  |  |
| Model:  |  |
| Typové označení:  |  |
| Číslo výrobce:  |  |
| Datum výroby:   |  |
| Datum dodání:   |  |
| Uvedení do provozu:   |  |
| Stav při převzetí (nové, použité, po generální opravě):   |  |
| Forma vlastnictví měřidla (vlastní, pronájem, leasing):   |  |
| Uživatel měřidla:   |  |
| Datum ověření či kalibrace:   |  |
| Doba platnosti ověření či kalibrace:  |  |
| Záznam o provedené údržbě či kontrole:  |  |
| Evidence závad, poškození, špatné funkce, oprav:  |  |
| Seznam příloh ke kartě měřidla a místo uložení:   |  |
| Odborné proškolení:   |  |
| Kartu zpracoval:  |  |
| Datum, podpis:  |  |
| <p><b>Pozn. č. 1:</b> Pro zajištění přehledné formy jsou karty měřidel zpracovány databázovým způsobem, jsou uloženy v PC; dále jsou na vytištěných kartách, kde jsou uvedeny identifikační údaje měřidla. Karta měřidla obsahuje tyto údaje dle tohoto vzoru, příp. přílohy.</p> <p><b>Pozn. č. 2:</b> Přílohami ke kartě měřidla mohou být např. ověřovací listy, kalibrační listy, návody k použití, zápisy o proškolení obsluhy, aj. V případě, že je některá část karty zcela zaplněna, takže nelze zapsat další údaje, založí se karta nová. Stávající zaplněná karta i se svými přílohami se připojí k nově zavedené kartě a stává se její přílohou.</p> |  |



## PŘÍLOHA P III: SOUPISU MĚŘIDEL

| Metrologická značka | Název měřidla        | Rozsah měření | Dělení stupnice | Úhla kalibrace nebo ověření | Náročnost seznámení s obsluhou | Náročnost seznámení s obsluhou |                 |                    |                    |                  |           |   |                 |                 |  |
|---------------------|----------------------|---------------|-----------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|------------------|-----------|---|-----------------|-----------------|--|
|                     |                      |               |                 |                             |                                | Ato-ae                         | Datum kalibrace | Výsledek kalibrace | Kalibrační provedl | Konec platnosti  | Kategorie | Stav měřidla                                | Umístění        | Odpovědná osoba |  |
| N/01                | digitální váha       | 20 g - 3 kg   | 0,1 g           | 2 roky                      | ne                             | 20.5.2011                      | Vyhovuje        | Sela - váhy s.r.o. | 20.5.2013          | Pracovní měřidlo | Aktivní   | Kompletace                                  | Hana Seveimová  |                 |  |
| N/02                | digitální váha       | 20 g - 3 kg   | 0,1 g           | 2 roky                      | ne                             | 20.5.2011                      | Vyhovuje        | Sela - váhy s.r.o. | 20.5.2013          | Pracovní měřidlo | Aktivní   | Tiskárna                                    | Libor Chovaneec |                 |  |
| N/03                | digitální váha       | 20 g - 3 kg   | 0,1 g           | 2 roky                      | ne                             | 20.5.2011                      | Vyhovuje        | Sela - váhy s.r.o. | 20.5.2013          | Pracovní měřidlo | Aktivní   | Kompletace                                  | Hana Seveimová  |                 |  |
| N/04                | digitální váha       | 20 g - 3 kg   | 0,1 g           | 2 roky                      | ne                             | 20.5.2011                      | Vyhovuje        | Sela - váhy s.r.o. | 20.5.2013          | Pracovní měřidlo | Aktivní   | Kompletace                                  | Hana Seveimová  |                 |  |
| N/05                | digitální váha       | 20 g - 3 kg   | 0,1 g           | 2 roky                      | ne                             | 20.5.2011                      | Vyhovuje        | Sela - váhy s.r.o. | 20.5.2013          | Pracovní měřidlo | Aktivní   | Kompletace                                  | Hana Seveimová  |                 |  |
| N/06                | digitální váha       | 20 g - 3 kg   | 0,1 g           | 2 roky                      | ne                             | 20.5.2011                      | Vyhovuje        | Sela - váhy s.r.o. | 20.5.2013          | Pracovní měřidlo | Aktivní   | Kompletace                                  | Hana Seveimová  |                 |  |
| N/09                | digitální váha       | 20 g - 3 kg   | 0,1 g           | 2 roky                      | ne                             | 29.10.2010                     | Vyhovuje        | Milan Vitek - GAVI | 29.10.2012         | Pracovní měřidlo | Aktivní   | Tiskárna                                    | Libor Chovaneec |                 |  |
| N/10                | měřtko ocelové 50 cm | 0 - 500 mm    | 1 mm            | 2 roky                      | ne                             | 24.6.2011                      | Vyhovuje        | KL Zindler         | 24.6.2013          | Pracovní měřidlo | Aktivní   | Tiskárna - kancelář mistra                  | Libor Chovaneec |                 |  |
| N/11                | ocel.snov.metr 2 m   | 0 - 2000 mm   | 1 mm            | 2 roky                      | ne                             | 24.6.2011                      | Vyhovuje        | KL Zindler         | 24.6.2013          | Pracovní měřidlo | Aktivní   | Tiskárna - kancelář mistra                  | Libor Chovaneec |                 |  |
| N/12                | římerový mikrometr   | 0 - 25 mm     | 0,01 mm         | 2 roky                      | ne                             | 24.6.2011                      | Vyhovuje        | KL Zindler         | 24.6.2013          | Pracovní měřidlo | Aktivní   | Technologie                                 | Michal Holub    |                 |  |
| N/13                | posuvné měřtko       | 0 - 160 mm    | 0,02 mm         | 2 roky                      | ne                             | 24.6.2011                      | Vyhovuje        | KL Zindler         | 24.6.2013          | Pracovní měřidlo | Aktivní   | Tiskárna - STITCHLINER 5500 (nová linka V1) | Libor Chovaneec |                 |  |
| N/14                | váha 60 kg           | 0 - 60 kg     | 1 g             | 2 roky                      | ne                             | -                              | -               | -                  | -                  | Pracovní měřidlo | Výřezano  | Tiskárna                                    | Libor Chovaneec |                 |  |
| N/21                | posuvné měřtko       | 0 - 150 mm    | 0,02 mm         | 2 roky                      | ne                             | 26.8.2011                      | Vyhovuje        | KL Zindler         | 26.8.2013          | Pracovní měřidlo | Aktivní   | Tiskárna                                    | Libor Chovaneec |                 |  |
| N/22                | řídový mikrometr     | 0 - 25 mm     | 0,01 mm         | 2 roky                      | ne                             | 26.8.2011                      | Vyhovuje        | KL Zindler         | 26.8.2013          | Pracovní měřidlo | Aktivní   | Tiskárna - SM 74 - 8                        | Libor Chovaneec |                 |  |
| N/23                | ocelové měřtko 60 cm | 0 - 600 mm    | 1 mm            | 2 roky                      | ne                             | 26.8.2011                      | Vyhovuje        | KL Zindler         | 26.8.2013          | Pracovní měřidlo | Aktivní   | Tiskárna - SM 74 - 8                        | Libor Chovaneec |                 |  |
| N/24                | ocelové měřtko 60 cm | 0 - 600 mm    | 0,5 mm          | 2 roky                      | ne                             | 26.8.2011                      | Vyhovuje        | KL Zindler         | 26.8.2013          | Pracovní měřidlo | Aktivní   | Tiskárna - SM 74 - 2                        | Libor Chovaneec |                 |  |

## PŘÍLOHA P IV: KALIBRAČNÍ LIST



spol. s r. o.  
Akreditovaná kalibrační laboratoř MEROS č. 2249  
1. máje 823  
756 61 Rožnov pod Radhoštěm

C/249

tel. 571 844 511  
tel./fax. 571 843 328  
e-mail: meros@meros.cz



## KALIBRAČNÍ LIST

### č. 0472F/06

list č.1, počet listů 2

Žadatel : **ZLÍN PRECISION s. r. o.**  
U Tescomy 247  
760 01 **Zlín**

## Měřidlo :

Druh: **úchylkoměr**  
Typ: číselníkový  
Výrobce: KS  
Rozsah: 0 ÷ 10 mm/dílek st. - 0,01 mm  
Třída přesnosti: 1. dle ČSN 25 1801  
Výrobní číslo: neuvedeno  
Identifikační číslo: **02012**

Použité etalony : Název: Identif. číslo: Číslo kalibračního listu:  
mikrometrická hlavice digitální v. č. 200366 4654/2004  
Měřidlo má metrologickou návaznost na (mezi)národní etalony.

Kalibrační metoda : dle interního kalibračního postupu MKGD UM.2

Nejistota měření :  $U_{k=2} = (4 + 40 L) [ \mu\text{m} ]$

Podmínky kalibrace : teplota laboratoře 20°C ± 0,5°C

Datum přijetí : 23.01.2006

Datum kalibrace : **27.01.2006**

Výsledek kalibrace : Měřidlo v době kalibrace **VYHOVUJE** výše uvedeným přesnostem (naměřené hodnoty rozšířené o ± nejistoty měření leží v pásmu uvedených přesností).

Kalibroval : Borutová Šárka

MEROS, spol. s r. o.  
Akreditovaná kalibrační  
laboratoř č. 2249

Podpis vedoucího laboratoře

# PŘÍLOHA P V: POTVRZENÍ O OVĚŘENÍ STANOVENÉHO MĚŘIDLA

**ČESKÝ METROLOGICKÝ INSTITUT**Oblastní inspektorát Kroměříž  
Kotojedy 73, 767 01 Kroměříž

## POTVRZENÍ O OVĚŘENÍ STANOVENÉHO MĚŘIDLA

Datum vystavení: 17. srpna 2005

List 1 z 1 listu

  
.....  
**Josef Petřík**  
ředitel ČMI OI Kroměříž**Zadavatel:** Zlín Precision s r. o.,  
Vršava 646  
760 01 Zlín**Měřidlo:**  
Druh: váha elektromechanická 3. tř. přesnosti  
Výrobce: Kern Německo  
Typ: VC 15K 5M  
Výrobní číslo: WV 05190  
Metrologické údaje: Max 15 kg, Min 100 g, e = 5 g  
  
Umístění měřidla: výrobní hala č. 2**Použité etalony:**

Sekundární etalony hmotnosti III. řádu 1 g - 5 kg, sada číslo 02/2002, kalibrováno ČMI OI Kroměříž, kalibrační list č. 6200-KL-Z001-05.

**Výsledek:** Měřidlo vyhovělo požadavkům ČSN EN 45 501 pro váhy s neautomatickou činností třídy přesnosti **III** a v souladu s § 9, odst. 2 zákona o metrologii č. 505/1990 Sb. v platném znění a § 6 vyhlášky MPO č. 262/2000 Sb. ve znění vyhlášky MPO č. 344/2002 Sb. bylo opatřeno úředními značkami na místech určených v certifikátu (rozhodnutí) o schválení typu měřidla.**Platnost ověření:** Zaniká v případech uvedených ve vyhlášce Ministerstva průmyslu a obchodu č. 262/2000 Sb. ve znění vyhlášky MPO č. 344/2002 Sb.**Dne:** 26. 7. 2005**Měřil:** David Šiška

*Toto potvrzení se vydává jako nepovinný doklad o ověření měřidla na základě zvláštního požadavku uživatele měřidla.*