

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Vliv sjednocení pravidel pro řízení metrologie v DP hl. m. Prahy

Bc. Martin Polák

Diplomová práce

2012

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Bc. Martin Polák
Osobní číslo: D10749
Studijní program: N3708 Dopravní inženýrství a spoje
Studijní obor: Provozní spolehlivost dopravních prostředků a infrastruktury
Název tématu: Vliv sjednocení pravidel pro řízení metrologie v DP hl. m. Prahy
Zadávací katedra: Katedra dopravních prostředků a diagnostiky

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Práce se zabývá metrologií v dopravním podniku.

Zjišťuje vliv a důsledky sjednocení metrologického řádu a zavádění nového programu na evidenci měřidel.

Praktický vliv je ověřen na konkrétním pracovišti v DP.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

ČSN EN ISO 10012. Systémy managementu měření: požadavky na procesy měření a měřicí vybavení. Praha: Český normalizační institut, 2003.

TNI 01 0115. Mezinárodní metrologický slovník: základní a všeobecné pojmy a přidružené termíny (VIM). Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.

DOPRAVNÍ PODNIK HL. M. PRAHY. Metrologický řád DP. Praha, 2011.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Petr Jilek, DiS.

Katedra dopravních prostředků a diagnostiky

Datum zadání diplomové práce: **24. února 2012**

Termín odevzdání diplomové práce: **23. května 2012**



prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.

děkan

L.S.



doc. Ing. Miroslav Tesař, CSc.

vedoucí katedry

V Pardubicích dne 24. února 2012

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 15. 5. 2012

Bc. Martin Polák

Poděkování

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu diplomové práce Ing. Petrovi Jilkovi za ochotu, pomoc s jednáním v Dopravním podniku hl. m. Prahy, akciové společnosti, cenné rady a věcné připomínky. Dále zaměstnancům pražského dopravního podniku Mgr. Martinu Lutrovi a Ing. Janu Markovi za seznámení s podnikem a cenné informace. Za podporu děkuji i své rodině.

ANOTACE

Diplomová práce se zabývá metrologií v Dopravním podniku hlavního města Prahy, akciové společnosti. Je v ní teoreticky popsána metrologie, je zkoumán vliv sjednocení metrologických pravidel na dopravní podnik a provedena analýza programu pro evidenci měřidel. Praktický vliv sjednocení pravidel je ověřen ve vybraném útvaru.

KLÍČOVÁ SLOVA

metrologie, evidence měřidel, Dopravní podnik hlavního města Prahy, metrologický řád

TITLE

Effect of unification of the rules for the management of metrology in the Prague Public Transport Company

ANOTATION

This thesis is concerned with metrology in Prague Public Transport Company. It is theoretically described the metrology, studied the influence of the unification of metrological rules on the transport company and analysis program for database of measuring instruments. The practical effect of the unification of the rules is verified in the selected department.

KEYWORDS

Metrology, database of measuring instruments, Prague Public Transport Company, Metrology Regulation

Obsah

	strana
Úvod	9
1 Dopravní podnik hl. m. Prahy, akciová společnost.....	10
1.1 Historie DP.....	10
1.2 Organizační struktura DP	11
1.3 Základní přehled dokumentace	12
1.4 Certifikované systémy managementu kvality v DP	12
2 Metrologie.....	14
2.1 Vývoj a hlavní úkoly metrologie.....	15
2.2 Kategorie metrologie.....	16
2.3 Metrologické organizace.....	17
2.3.1 Organizační struktura orgánů metrologie.....	20
2.4 Metrologická legislativa.....	20
2.4.1 Zákon o metrologii	21
2.4.2 Zajištění návaznosti.....	21
2.5 Management měření.....	22
2.6 Rozdělení měřidel	23
2.6.1 Etalony	23
2.6.2 Kontrolní měřidla	24
2.6.3 Pracovní měřidla stanovená	24
2.6.4 Pracovní měřidla nestanovená.....	25
2.6.5 Orientační (informativní) měřidla	25
2.6.6 Referenční materiály	25
2.6.7 Certifikované referenční materiály	25
2.7 Kalibrace, ověřování a justování.....	25
2.7.1 Kalibrace	25
2.7.2 Ověřování.....	26
2.7.3 Justování.....	26
2.8 Nejistota měření	26
3 Řízení metrologie v dopravním podniku	29

3.1	Vývoj řízení metrologie v DP	29
3.2	Metrologický řád DP	29
3.2.1	Obsah metrologického řádu	29
3.2.2	Útvary, které se řídí sjednoceným metrologickým řádem	31
3.2.3	Stanovená měřidla v DP	32
3.2.4	Značení měřidel	32
3.3	Oborové měrové středisko	33
3.3.1	Požadavky na pracovní prostory OMS	33
3.4	Evidence měřidel a měřících zařízení	34
3.4.1	Povinné údaje v evidenci dle [13]:	34
3.4.2	Program SQL Měřidla	35
4	Vliv a důsledky zavedení jednotného metrologického řádu v DP	36
4.1	Vliv na dokumentaci	36
4.2	Vliv na evidenci měřidel	37
4.2.1	Analýza programu SQL Měřidla	37
4.2.2	Navrhovaná opatření k programu SQL Měřidla	42
5	Ověření praktického vlivu na vybraném pracovišti v DP	44
5.1	Vliv zavedení programu ve vybraném oddělení	45
5.1.1	Porovnání původního a nového softwaru pro evidenci měřidel	45
5.2	Návrh zlepšení postupů pro práci s měřidly	47
5.2.1	Změnit číslování měřidel	47
5.2.2	Převedení dokumentů do elektronické podoby	47
5.2.3	Upravit pracovní postup kvalitativní přejímky nových měřidel	47
	Závěr	49
	Seznam použitých zdrojů	50
	Seznam obrázků	52
	Seznam zkratk	53
	Seznam příloh	54

Úvod

Diplomová práce se zabývá metrologií v Dopravním podniku hlavního města Prahy, akciové společnosti. Metrologie je věda o měření a jeho aplikaci a v moderní době si stále více výrobních i nevýrobních podniků uvědomuje její důležitost. Diplomová práce je psána v období sjednocování metrologických pravidel v rámci celého dopravního podniku (dále jen DP). Současně je v DP pro všechna metrologická pracoviště zaváděn jednotný program pro evidenci měřidel.

Cílem práce je posouzení vlivu sjednocení pravidel pro řízení metrologie v DP s praktickým ověřením ve vybraném útvaru DP, dále analýza programu pro evidenci měřidel a důsledky jeho zavedení a návrhy na zlepšení programu pro evidenci měřidel a postupů.

1 Dopravní podnik hl. m. Prahy, akciová společnost

Akciová společnost Dopravní podnik hl. města Prahy je největší dopravce zajišťující městskou hromadnou dopravu na území České republiky. Společnost ročně přepraví více než miliardu osob a dopravní prostředky, které provozuje, ujedou ročně přes 166 milionů kilometrů. Dopravní podnik má přes 10 tisíc zaměstnanců, z toho je cca 40 % řidičů MHD. Jediným akcionářem je hlavní město Praha. Jízdní řády v Praze určuje společnost ROPID (Regionální organizátor Pražské integrované dopravy). Dopravní podnik hl. m. Prahy, akciová společnost byla založena v roce 1991 a navazuje na bohaté, více než 110 leté, tradice svých předchůdců. [1]

1.1 Historie DP

Nejdůležitější data v historii DP [2]:

- 1. 9. 1897 – Vznik Elektrických podniků královského hlavního města Prahy. Provozují městskou hromadnou dopravu a vyrábějí elektřinu.
- 5. 8. 1907 – Elektrické podniky získávají monopol na provozování tramvajové dopravy v Praze.
- 15. 7. 1942 – Elektrické podniky se stávají součástí Městských podniků pražských.
- 6. 9. 1946 – Městské podniky pražské jsou přejmenovány na Dopravní podniky hlavního města Prahy.
- 1. 1. 1971 – Reorganizace Dopravního podniku. Ustaveny Dopravní podniky hlavního města Prahy tvořené několika podniky s vlastní právní subjektivitou.
- 1. 1. 1977 – Dopravní podniky jsou přeměněny v koncern, v němž je posíleno postavení podniku jako celku.
- 1988-1989 – Postupné oddělování některých činností z DP nesouvisejících přímo s přepravou cestujících do samostatných podniků (komunikace, odpadové hospodářství, taxislužba, půjčovna automobilů, projektování metra apod.)
- 1. 7. 1989 – Místo koncernu je zřízen Dopravní podnik hl. města Prahy kombinát, státní podnik.
- 1. 4. 1991 – DP se stává akciovou společností, v jejímž rámci jsou ustaveny odštěpné závody. Pokračovalo oddělování dalších činností do dceřiných společností.
- 2003-2006 – Prováděn dlouhodobý transformační proces. Jsou reorganizovány vnitřní jednotky v podniku, odštěpné závody jsou nahrazeny „jednotkami“, provoz je oddělen od správy vozidel a dopravní cesty a mění se systém řízení na procesní a projektové řízení. Během procesu transformace byly některé servisní činnosti outsourcovány.

1.2 Organizační struktura DP

Dopravní podnik je řízen představenstvem společnosti, na jeho práci dohlíží dozorčí rada a výbor pro audit. V čele DP je generální ředitel, jeho přímí podřízení jsou ředitelé jednotlivých úseků.

Organizační struktura se skládá z jednotlivých pracovišť, která mají obecný název „útvary“. Útvary mají své pojmenování, např. úsek, odbor, jednotka, oddělení, středisko, atd. Každý útvar má své šestimístné číselné označení, ze kterého lze poznat, pod jaký úsek spadá. Nelze se na to ale spolehnout, protože poměrně často dochází k organizačním změnám (např. jednotka je převedena pod jiný úsek, své číselné označení si však ponechává). Z velikosti dopravního podniku plyne, že je i organizační struktura velmi rozsáhlá.

Zobrazení zjednodušené organizační struktury [3]:

- 900000 - DP hl. m. Prahy, a. s. - úsek generálního ředitele
 - 900100 - odbor Kancelář generálního ředitele
 - 900200 - odbor Právní
 - 900300 - odbor Interní audit
 - 900400 - odbor Kvalita a technika řízení
 - 900500 - odbor Strategický a investiční rozvoj
 - 900700 - odbor Marketing a komunikace
 - 100000 - úsek dopravní
 - 110000 - jednotka Provoz Metro
 - 120000 - jednotka Provoz Tramvaje
 - 130000 - jednotka Provoz Autobusy
 - 360000 - jednotka Historická vozidla
 - 200000 - úsek technický
 - 210000 - jednotka Správa vozidel Metro
 - 220000 - jednotka Správa vozidel Tramvaje
 - 230000 - jednotka Správa vozidel Autobusy
 - 240000 - jednotka Dopravní cesta Metro
 - 250000 - jednotka Dopravní cesta Tramvaje
 - 340000 - jednotka Správa nemovitého majetku
 - 400000 - úsek ekonomický

- 310000 - jednotka Informační technologie
- 330000 - jednotka Zásobování
- 500000 - sekce Lidské zdroje
- 600000 - úsek bezpečnostní

1.3 Základní přehled dokumentace

Metodika řízení vnitřních dokumentů v DP se řídí směrnicí „Organizační a řídicí normy“ v platném znění. Směrnice Organizační a řídicí normy je v souladu s kapitolou 4.2 – Požadavky na dokumentaci normy ČSN EN ISO 9001:2009. Metrologické předpisy jsou vydávány jako směrnice, pokyny a opatření. [4],[5]

Směrnice

Směrnice je vnitřní dokument, který konkretizuje logický sled činností daného procesu a stanovuje příslušné odpovědnosti a pravomoci. Směrnice vytváří rámec pro zpracování dalších norem, v tomto případě pokynu nebo opatření. Směrnice má celopodnikovou závaznost. Schvalovatelem směrnice je generální ředitel nebo odborný ředitel resp. ředitel sekce. [4]

Pokyn

Pokyn je vnitřní dokument, který konkretizuje proces a činnosti zajišťované konkrétními útvary a stanovuje příslušné odpovědnosti a pravomoci. Slouží k rozpracování ustanovení vyšší normy (v tomto případě směrnice), se kterou musí být v souladu. [4]

Opatření

Opatření je vnitřní dokument, který konkretizuje proces a činnosti v podřízeném útvaru a stanovuje příslušné odpovědnosti a pravomoci. Slouží k rozpracování ustanovení vyšší normy (v tomto případě směrnice a pokynu), se kterými musí být v souladu. [4]

1.4 Certifikované systémy managementu kvality v DP

Systémy managementu kvality jsou certifikovány dle požadavků ČSN EN ISO 9001:2009 s vazbou na článek normy 7.6 Řízení monitorovacího a měřicího zařízení zvláště pro následující činnosti [4]:

- Veřejná přeprava osob (v rámci jednotky Provoz metro)
- Opravy a modernizace elektrických strojů a přístrojů trakčních vozidel, podvozků a vozových skříní tramvají, převodovek a dílů pro kolejová vozidla.

- Opravy vznětových motorů, převodovek, náprav a brzdových, vzduchových a elektrických komponentů silničních motorových vozidel.
- Provozování činnosti stanice technické kontroly
- Nákup a skladování náhradních dílů a produktů pro potřeby Dopravního podniku hl. m. Prahy

V oblasti svařování je DP certifikován dle požadavků normy ČSN EN ISO 3834-2:2006, kde se požadavky na řízení metrologie vyskytují v kapitole č. 16 normy Kalibrace a validace měřících, kontrolních a zkušebních zařízení pro činnosti [4]:

- Oprava a údržba drážních vozidel a spojování kolejnic metra svařováním
- Svářečské práce na drážních vozidlech MHD v návaznosti na provoz tramvají

ČSN EN ISO 9001: 2009 Systémy managementu kvality – Požadavky

ČSN EN ISO 3834-2:2006 Požadavky na jakost při tavném svařování kovových materiálů – část2: Vyšší požadavky na jakost.

2 Metrologie

Metrologie je dle [6] věda o měření a jeho aplikaci. Tato definice, však není úplná. Je dobré doplnit, že se zabývá správností, přesností a jednotností měření. Je souhrnem všech znalostí a činností souvisejících s měřením a zahrnuje teoretické i praktické aspekty vztahující se k měření. [7]

Mezi měřením a metrologií je zásadní rozdíl. K měření jako experimentální činnosti nestačí pouze měřený objekt a kvalitativně známá veličina, která má být měřena. Jsou zapotřebí další záležitosti jako měřicí jednotka, měřicí metoda, měřicí prostředek (měřidlo) a měřicí osoba. Po měřicím procesu je nutné zpracování jeho výsledků a také jeho zhodnocení a posouzení. Úlohy metrologie jsou ale podstatně širší než u vlastního měření. Hlavní zájmové oblasti procesu měření i další významné úkoly metrologie jsou uvedeny v tabulce č. 1. [8]

Název metrologie pochází z řečtiny a je složeninou slov metron (míra) a logos (slovo, nauka). Termín metrologie je v podobném tvaru používán prakticky celosvětově. [8]

Náplň metrologie	
Veličina	Volba, definice
Jednotka	Soustava jednotek, definice, její realizace a její výzkum
Metoda	Výzkum, prověření, volba, interní i externí porovnávání
Měřidlo, měřicí soustava	Výzkum, vývoj, výroba, transport, uchovávání, seřizování, justování, kalibrace, mezilhůtová kontrola, energetické zdroje, registrace, automatizace, oprava, evidence, externí a mezinárodní porovnávání, hierarchie etalonů
Lidský činitel	Výuka, výchova, vlastnosti (významné pro měření), zkoušky, praxe
Realizace měření	Čtení, registrace, automatizace, aplikace výpočetní techniky
Zpracování výsledku	Výzkum, studium a aplikace statistiky, výpočetní technika
Stanovení nejistoty výsledku	Výzkum, studium a aplikace statistiky, výpočetní technika
Posouzení nejistoty výsledku	Porovnání s požadavky a s výsledky jiných externích podobných měření
Aplikování výsledku	Podle účelu, požadavků a zkušeností
Další činnosti	Právní aspekty metrologie, zákon, vyhlášky
	Organizační aspekty podnikové metrologie
	Mezinárodní metrologická spolupráce
	Prognostika

Tab. č. 1 – Náplň metrologie [8]

2.1 Vývoj a hlavní úkoly metrologie

Základy metrologie byly položeny již při budování pyramid a chrámů pro faraony tři tisíce let před naším letopočtem. První královský loket byl definován jako délka předloktí od lokte ke špičce nataženého prostředníčku vládnoucího faraona, plus šířka jeho ruky. Tato míra byla přenesena na černou žulu a vytesána do ní. Pracovníkům na staveništích byly předány žulové nebo dřevěné kopie a architekti byli odpovědní za jejich udržování. Do podobného období se řadí i další známé zachované zpodobnění míry. Je to délková míra na kamenné soše Gudey z Lagaše, vládce v Uru v Mezopotámii v sumerském období, stará téměř 5 tisíc let. [8],[9]

Vývoj jednotek stále pokračoval, ale byl nesystematický. Na světě platilo mnoho jednotek nejčastěji založených na rozměrech částí lidského těla a lidé si stále více uvědomovali potřebu jednotky sjednotit. Největší snahu o sjednocení projevovala Francie. Zde proto byla v roce 1799 v Paříži schválena desetinná metrická soustava uložením dvou platinových etalonů metru a kilogramu. Další sjednocení jednotek se podařilo v roce 1875, kdy 18 zemí (včetně Rakouska-Uherska) podepsalo v Paříži Metrickou konvenci (dohodu o metru). To znamenalo vytvoření mezinárodního metrologického systému k zabezpečení jednotnosti a přesnosti měření. Na základě podepsané Metrické konvence vznikly následující orgány: Mezinárodní úřad pro váhy a míry (BIPM), Všeobecná konference pro váhy a míry (CGPM) a Mezinárodní výbor pro váhy a míry (CIPM). Postupně Metrickou konvenci podepisovaly další státy. Následoval vznik mezinárodní soustavy jednotek – SI v roce 1960. Tato soustava se skládá ze základních jednotek, odvozených jednotek a násobků a dílů jednotek. Základních jednotek je sedm a jsou vyjmenované v tabulce č. 2. [7],[8],[9]

Fyzikální veličina	Jednotka	Značka
Délka	metr	m
Hmotnost	kilogram	kg
Čas	sekunda	s
Termodynamická teplota	kelvin	K
Látkové množství	mol	mol
Elektrický proud	ampér	A
Svítivost	kandela	cd

Tab. č. 2 – Soustava SI – fyzikální veličiny, jejich jednotky a značky [9]

Soustava SI není jedinou rozšířenou soustavou jednotek. Soupeří s imperiální (angloamerickou) měrnou soustavou jednotek. Ta pochází z 12. století z Anglie a některé základní jednotky jsou palec, stopa, yard a míle, libra a unce. Anglie oficiálně přešla na

jednotky SI v roce 1995, Spojené státy americké, Austrálie a některé další státy používají dosud imperiální soustavu. Celosvětově se v palcích běžně udávají rozměry instalačních trubek, pneumatik nebo displejů. [8]

Metrologie se stala přirozenou součástí našeho každodenního života. V dnešní Evropě náklady na měření hodnot fyzikálních a technických veličin a s tím související činnosti (zejména technická normalizace, akreditace a posuzování shody) představují ve vyspělých státech cca 6 % celkového hrubého domácího produktu. Systematické měření se známou nejistotou je jedním ze základů řízení kvality v průmyslu. Ve větší části moderního průmyslu představují náklady spojené s měřením 10 až 15 % výrobních nákladů. V oblasti nanotechnologií je toto číslo ještě výrazně vyšší (až 70 %). Správné měření však zvyšuje hodnotu, kvalitu a efektivnost produkce. [9],[10]

Metrologie plní tři hlavní úkoly [9]:

1. Definování mezinárodně uznávaných jednotek měření, jako je například metr.
2. Realizace jednotek měření pomocí vědeckých metod, například realizace metru s využitím laserového paprsku.
3. Vytváření řetězců návaznosti cestou stanovení a dokumentování hodnoty a přesnosti měření a přenosu těchto údajů, např. dokumentovaný vztah mezi mikrometrickým šroubem v provozu přesného strojírenství a primární laboratoří metrologie optické délky.

2.2 Kategorie metrologie

Metrologie se člení do tří kategorií s různým stupněm složitosti a požadavků na přesnost, a to na vědeckou, průmyslovou a legální.

Vědecká metrologie

Vědecká metrologie je z těchto kategorií nejvyšší úrovní. Zabývá se výzkumem veličin, měřicích jednotek a jejich soustav. Má také na starosti rozvoj, organizaci a udržování etalonů. Jelikož základem metrologické jednotnosti a přesnosti je přesně známá a definovaná veličina, je hlavním úkolem vědecké metrologie neustálý výzkum fyzikálních a technických veličin. Je to nutné z důvodu neustále narůstajících požadavků na přesnost. V globálním měřítku má vědeckou metrologii na starosti Mezinárodní úřad pro váhy a míry (BIPM), v České Republice jí zajišťuje Český metrologický institut (ČMI). [8],[9]

Průmyslová metrologie

Průmyslová metrologie zabezpečuje měření a měřidla v průmyslu, ve výrobních a zkušebních procesech, pro zajištění kvality života obyvatel a pro akademický výzkum. Má velký vliv na kvalitu ve výrobě a k jejímu podrobnějšímu stanovení a organizačnímu uspořádání vydávají organizace „metrologický řád“. Její základ je obsažen i v hlavním podnikovém dokumentu – „příručce kvality“. [8],[9]

Legální metrologie

Legální (zákonná) metrologie se zabývá správností měření tam, kde tato měření mají vliv na průhlednost ekonomických a obchodních transakcí, zdraví a bezpečnost. Legální metrologii má celosvětově na starosti Mezinárodní organizace legální metrologie (OIML). Účelem metrologických právních opatření je vybudování metrologického systému státu, zabezpečení metrologického pořádku, zajištění jednotnosti a přesnosti měřidel, zajištění náležité ochrany zdraví lidí, ochrany životního prostředí, bezpečnosti při práci a ochrany veřejných zájmů. [8],[9]

2.3 Metrologické organizace

Úspěšné fungování metrologie zajišťuje po celém světě mnoho organizací. Z českého pohledu je nejlepší členění na organizace mezinárodní, evropské a české.

Mezinárodní metrologické organizace

Nejdůležitějšími mezinárodními metrologickými organizacemi jsou BIPM a OIML.

BIPM (Mezinárodní úřad pro váhy a míry) je výkonným orgánem Metrické konvence. Byl zřízen v roce 1875 a sídlí ve Francii v městečku Sèvres. Vrcholné řízení úřadu má na starosti Generální konference pro váhy a míry (CGPM), což je konference zástupců vlád členských států (v současnosti je jich 55), která se schází každé čtyři roky v Paříži. Nižším orgánem Metrické konvence je Mezinárodní výbor pro váhy a míry (CIPM). Ten je tvořen volenými zástupci 18 států a schází se každý rok. Provádí dohled nad BIPM a připravuje podklady pro CGPM. Hlavní činnosti BIPM jsou: realizace mezinárodních etalonů a hlavních stupnic fyzikálních veličin, uchovávání mezinárodních etalonů, porovnávání národních etalonů členských zemí a realizace a koordinace stanovování základních fyzikálních konstant. [8],[9]

OIML (Mezinárodní organizace legální metrologie) je mezivládní organizace založená v roce 1955 a jejím účelem je globální harmonizace postupů legální metrologie. Má 57 členských států a 62 korespondenčních členských států, které jsou přidruženy k OIML jako

pozorovatelé. Členové jsou vládami všech členských zemí vyslaní delegáti. Vrcholný orgán je Mezinárodní konference legální metrologie konaná každé 4 roky v různých zemích. Nižší orgán je Mezinárodní výbor legální metrologie (CIMO), který se schází každoročně. Výkonným orgánem je Mezinárodní úřad legální metrologie (BIPM). Hlavní činností OIML je zpracování vzorových předpisů a vydávání mezinárodních doporučení. Hlavní prvky doporučení jsou: rozsah, aplikace a terminologie, metrologické požadavky, technické požadavky, metody a zařízení pro zkoušení a ověřování shody s požadavky a formát zkušební zprávy [9]. OIML také poskytuje metrologické směrnice pro vytváření regionálních a národních předpisů. Certifikační systém OIML dává výrobcům možnost získat certifikáty OIML a zkušební protokoly, které stanovují, že daný typ měřidla je ve shodě s požadavky odpovídajících mezinárodních doporučení. [8],[9]

Evropské metrologické organizace

EURAMET (Evropská asociace národních metrologických institutů) je obecně prospěšné sdružení, které koordinuje spolupráci národních metrologických institutů Evropy. Hlavní úkoly asociace jsou rozvíjení spolupráce v oblasti metrologie a etalonů, koordinace projektů etalonů, poskytování konkrétní metrologické služby na základě požadavků států a zabezpečování výměny informací. [8],[11]

WELMEC (Organizace pro evropskou spolupráci v legální metrologii) je sdružení, které bylo založeno v roce 1990 na základě podepsání memoranda o porozumění tehdejšími státy Evropského společenství (dnešní EU). Zabývá se celkovou harmonizací činností v legální metrologii a rozvíjením vzájemné důvěry mezi orgány působícími v oblasti legální metrologie v Evropě. [11]

České metrologické organizace

V ČR je ústřední orgán státní správy Ministerstvo průmyslu a obchodu (MPO) správy, který má ve své kompetenci také oblast technické normalizace, metrologie a státního zkušebnictví. Hlavní metrologické orgány v ČR jsou ÚNMZ a ČMI. Akreditace udílí ČIA. [9],[10]

ÚNMZ (Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví) je orgánem státní správy, byl založen zákonem č. 20/1993 Sb., o zabezpečení výkonu státní správy v oblasti technické normalizace, metrologie a státního zkušebnictví a zabezpečuje úkoly vyplývající ze zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii a zákona č. 22/1997 Sb., o technických

požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů. Sídlo ÚNMZ je v Praze. [9],[10]

Další hlavní úkoly ÚNMZ [9],[10]

- stanovení programu státní metrologie a zabezpečení jeho realizace
- zastupování České republiky v příslušných mezinárodních orgánech a organizacích a zabezpečení úkolů z toho vyplývajících (např. OIML, WELMEC, Metrická konvence)
- autorizování subjektů k výkonům v oblasti státní metrologické kontroly měřidel a úředního měření, pověřování oprávněných subjektů k uchovávání státních etalonů
- provádění kontroly činnosti ČMI
- oznamování orgánům Evropských společenství (ES) informací o subjektech pověřených ke schvalování typu měřidel a k ověřování měřidel.

ČMI (Český metrologický institut) je národním metrologickým institutem a základním výkonným orgánem českého národního metrologického systému. Byl zřízen v roce 1993 a je státní příspěvkovou organizací v podřízenosti MPO. Uskutečňuje výkon státní správy v oblasti metrologie svěřené ČMI zákonem o metrologii č. 505/1990 Sb. v platném znění. Jeho působnost upravuje i zřizovací listina. Hlavní sídlo ČMI je v Brně, Laboratoře primární metrologie jsou v Praze a ve velkých městech jsou oblastní inspektoráty. Je členem mezinárodních a evropských organizací (BIPM, CIPM, OIML, EURAMET). [9],[10]

Hlavními úkoly ČMI jsou [10]:

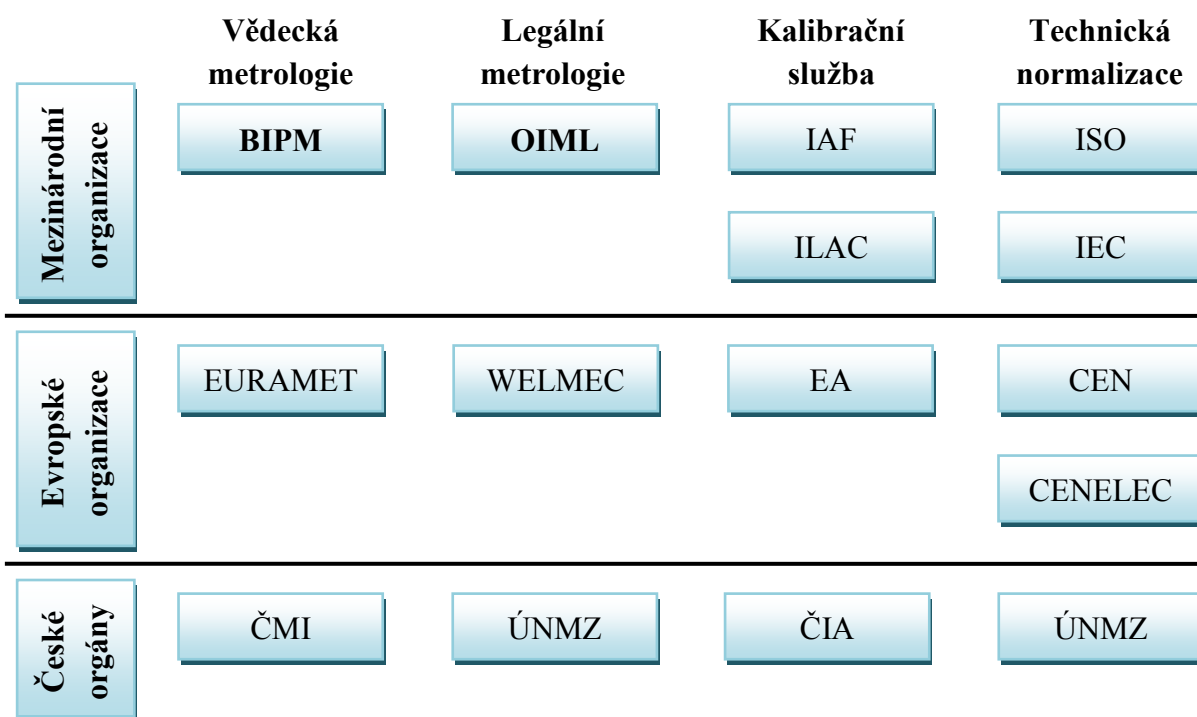
- provádění metrologického výzkumu a uchovávání státních etalonů včetně přenosu hodnot měřících jednotek na měřidla s nižší přesností
- uchovávání, zdokonalování a porovnávání státních etalonů ČR s mezinárodními, včetně přenášení hodnot měřících jednotek na sekundární etalony
- provádění certifikace referenčních materiálů
- vykonávání státního metrologické kontroly měřidel, tj. schvalování typu a ověřování stanovených měřidel
- podílení se na zpracování návrhů právních předpisů a jiných normativních dokumentů pro metrologii
- posuzování shody a provádění zkoušení výrobků v rozsahu udělených autorizací či akreditace podle právního předpisu upravujícího oblast technických požadavků na výrobky
- provádění výkonu státního metrologického dozoru u autorizovaných metrologických středisek a subjektů autorizovaných pro výkon úředního měření, u subjektů, které

vyrábějí nebo opravují stanovená měřidla, popřípadě provádějí jejich montáž a u uživatelů měřidel

ČIA (Český institut pro akreditaci) je národní akreditační orgán v ČR. Byl založen v roce 1998 jako obecně prospěšná společnost. Udílí akreditace např. pro zkušební a kalibrační laboratoře, certifikační orgány (včetně orgánů provádějících certifikaci systémů jakosti a systémů environmentálního managementu) a inspekční orgány. Je členem v mezinárodních akreditačních organizacích (EA, ILAC, IAF). [10]

2.3.1 Organizační struktura orgánů metrologie

Na obrázku č. 1 je znázorněna organizační struktura hlavních orgánů v metrologii na mezinárodní, evropské a české úrovni.



Obr. č. 1 – Přehled metrologických organizací (upraveno autorem dle [10])

2.4 Metrologická legislativa

Jednotnost a správnost měření ve smyslu požadavků zákona je třeba u stanovených měřidel zabezpečit jejich ověřováním, u pracovních měřidel lze využít kalibrace nebo si návaznost zabezpečit pomocí etalonů kalibrovaných ČMI [12].

Přehled některých právních a jiných požadavků, které se vztahují k metrologii [13]:

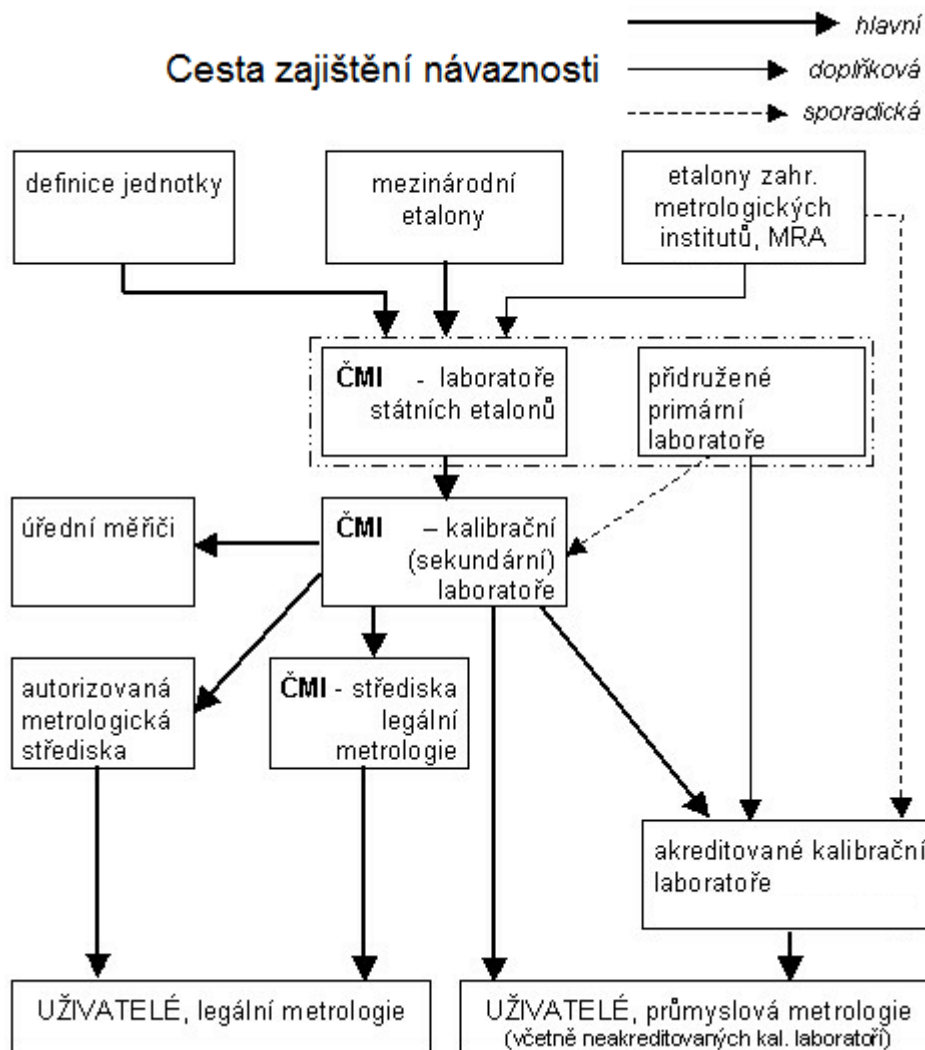
- Zákon č. 505/1990 Sb., o metrologii, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 262/2000 Sb., kterou se zajišťuje jednotnost a správnost měřidel a měření, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 264/2000 Sb. o základních měřicích jednotkách a ostatních jednotkách a o jejich označování, ve znění pozdějších předpisů
- 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
- Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 332/2000 Sb., kterou se stanoví některé postupy při schvalování typu a ověřování stanovených měřidel označovaných značkou EHS, ve znění pozdějších předpisů
- ČSN EN ISO 10012 Systémy managementu měření – Požadavky na procesy měření a měřicí vybavení
- TNI 010115 Mezinárodní metrologický slovník – Základní a všeobecné pojmy a přidružené termíny

2.4.1 Zákon o metrologii

Zákon č. 505/1990 Sb., o metrologii, ve znění pozdějších předpisů, upravuje práva a povinnosti fyzických osob, které jsou podnikateli, právnických osob a orgánů státní správy. To činí v rozsahu potřebném k zajištění jednotnosti a správnosti měřidel a měření. Tento zákon se tedy nevztahuje na fyzické osoby. [14]

2.4.2 Zajištění návaznosti

Zajištění návaznosti v rámci národního metrologického systému je jednou z nejdůležitějších problematik metrologie. Názorné schéma návaznosti je na obrázku č. 2.



Obr. č. 2 – Cesty zajištění návaznosti v národním metrologickém systému [15]

2.5 Management měření

Efektivním systémem managementu měření se zabývá norma ČSN EN ISO 10012:2003 Systémy managementu měření – Požadavky na procesy měření a měřicí vybavení. Efektivní systém managementu měření zabezpečuje způsobilost měřicího vybavení a procesů měření k jejich zamýšlenému použití. Je významný z hlediska dosažení požadované kvality produktu a řízení rizika nesprávných výsledků měření. Systém managementu měření řídí riziko, že výstupem procesu měření a měřicího vybavení by mohly být nesprávné výsledky ovlivňující kvalitu produktu. [16]

Systém managementu měření je souborem vzájemně souvisejících nebo vzájemně působících prvků potřebných k dosažení metrologické confirmace a neustálého řízení procesu měření [16]. Na řízení metrologie je pohlíženo shora, od vrcholového managementu. Musí se stanovit měřitelné cíle kvality v managementu měření a vyhodnocovat jejich plnění. Software

používaný v procesu měření a při výpočtech výsledků musí být dokumentován, identifikován a regulován tak, aby jej šlo nepřetržitě používat. Metrologická konfirmace musí být navržena a zavedena tak, že metrologické charakteristiky měření měřicího vybavení splňují požadavky na proces měření. [16]

2.6 Rozdělení měřidel

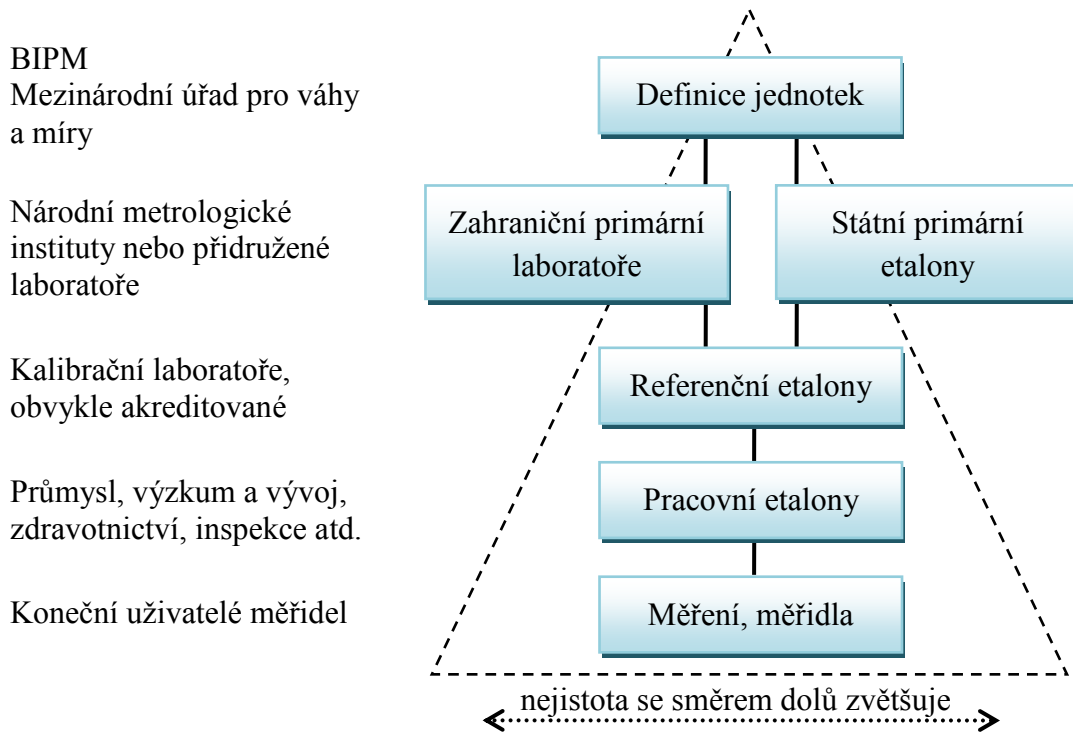
2.6.1 Etalony

Etalon je realizací definice dané veličiny, se stanovenou hodnotou veličiny a přidruženou nejistotou měření, používané jako reference [6] Je to ztělesněná míra, měřicí přístroj, měřidlo, referenční materiál či měřicí systém určený k definování, realizaci, uchování či reprodukci jednotky nebo jedné či více hodnot určité veličiny mající sloužit jako reference [9].

Etalony mají několik úrovní a mají definovanou nejistotu, která se směrem dolů zvětšuje. Mají sloužit výhradně k zabezpečování jednotnosti a přesnosti měření a měřidel, tedy k navazování měřidel nižší přesnosti, nemají se proto používat k rutinnímu měření. Proces postupného nepřerušného přenosu hodnot na měřidla nižších řádů se označuje řetězec návaznosti. [8],[9]

Základní dělení etalonů je na primární, sekundární, referenční a pracovní. [8],[9]:

- Primární etalony zabezpečují reprodukci dané jednotky s nejvyšší současně dosažitelnou přesností. Jedná se o mezinárodní a státní etalony.
- Sekundární etalony jsou navázány na primární a od nich jsou pak prakticky odvozovány hodnoty etalonů v celém národním hospodářství.
- Referenční etalony (nazývané také hlavní) jsou nejvyšší etalony ve velkých podnicích. Vlastní je také akreditované kalibrační laboratoře, které podle nich kalibrují pracovní etalony menším podnikům.
- Pracovní etalony jsou určené ke kalibraci provozních měřidel. Jejich hodnota je odvozována od příslušného hlavního etalonu.



Obr. č. 3 – Řetězec metrologické návaznosti dle [9]

2.6.2 Kontrolní měřidla

Kontrolní měřidla nenahrazují etalony a nepoužívají se k provoznímu měření, slouží pouze ke kontrolním účelům. Měly by mít řádově vyšší přesnost než měřidla, která jsou pro příslušná měření použita v provozu. Návaznost je zajišťována kalibrací na etalon vyššího řádu. Nejsou v zákoně uvedena a specifikována bývají v metrologických řádech organizací. [7]

2.6.3 Pracovní měřidla stanovená

Stanovená měřidla jsou měřidla, která Ministerstvo průmyslu a obchodu stanoví vyhláškou č. 345/2002 Sb., kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu, ve znění pozdějších předpisů, k povinnému ověřování s ohledem na jejich význam [14]:

- a) v závazkových vztazích, například při prodeji, nájmu nebo darování věci, při poskytování služeb nebo při určení výše náhrady škody, popřípadě jiné majtkové újmy,
- b) pro stanovení sankcí, poplatků, tarifů a daní,
- c) pro ochranu zdraví,
- d) pro ochranu životního prostředí,
- e) pro bezpečnost při práci, nebo
- f) při ochraně jiných veřejných zájmů chráněných zvláštními právními předpisy.

Tato měřidla se musí pravidelně ověřovat. Ověřením stanoveného měřidla se potvrzuje, že stanovené měřidlo má požadované metrologické vlastnosti. Ověřené stanovené měřidlo opatří Český metrologický institut nebo autorizované metrologické středisko úřední značkou nebo vydá ověřovací list. Lhůty platnosti ověření jsou uvedeny ve zmíněné vyhlášce. [7]

2.6.4 Pracovní měřidla nestanovená

Tato měřidla slouží k měření na pracovištích, mají vliv na množství a kvalitu výroby, na bezpečnost a ochranu zdraví při práci a na životní prostředí. Musí být periodicky kalibrována. Kalibraci zajišťuje metrologické oddělení organizace nebo se využije služeb metrologických pracovišť jiných subjektů, jež mají své etalony řádně navázané. Lhůty kalibrace nejsou stanoveny, vlastník nebo uživatel si je určuje sám. [7]

2.6.5 Orientační (informativní) měřidla

Měřidla, která neovlivňují množství a kvalitu, případně bezpečnost a ochranu zdraví při práci. Jsou také zpravidla vedena v evidenci měřidel a není povinnost je kalibrovat. Provádí se na nich často jen vstupní kalibrace po zakoupení. [7]

2.6.6 Referenční materiály

Materiály nebo látky dostatečně homogenní a stabilní, s přesně stanoveným složením a vlastnostmi. Využívají se pro kalibrace přístrojů, vyhodnocování měřících metod a kvantitativní určování vlastností materiálů. [8],[14]

2.6.7 Certifikované referenční materiály

Certifikované referenční materiály jsou referenční materiály, jejichž složení nebo vlastnosti byly certifikovány Českým metrologickým institutem nebo autorizovaným metrologickým střediskem. [14]

2.7 Kalibrace, ověřování a justování

Souhrnný název pro kalibraci a ověřování je metrologická konfirmace.

2.7.1 Kalibrace

Kalibrace je činnost, která za stanovených podmínek v prvním kroku stanoví vztah mezi hodnotami veličiny a nejistotami měření poskytnutými etalony a odpovídajícími indikacemi s přidruženými nejistotami měření a ve druhém kroku použije tyto informace ke stanovení vztahu pro získání výsledku měření z indikace [6]. Pro většinu organizací je ekonomicky výhodné vlastnit a udržovat pouze etalony některých veličin a pro méně používané veličiny si

kalibrace nechat zajistit externí specializovanou firmou nebo je poslat do ČMI. Výsledky kalibrace se zaznamenávají do kalibračního listu. Případné zjištěné chyby se uvedou do kalibračního protokolu měřidla a mohou sloužit ke korekci výsledků měření prováděných kalibrovaným měřidlem. Zkalibrované měřidlo se zpravidla označuje štítkem. [6]

2.7.2 Ověřování

Ověřování je poskytnutí objektivního důkazu, že daná položka splňuje specifikované požadavky [6]. Ověřením měřidla se potvrzuje, že měřidlo má požadované metrologické vlastnosti, a že odpovídá ustanovením právních předpisů, technických norem i dalších technických předpisů, popřípadě schválenému typu. Zjištěné chyby zpravidla nebývají uváděny a používány pro korekci naměřených hodnot, pro ověření měřidla je rozhodující, že nepřekračují maximální povolenou hodnotu. [7]

2.7.3 Justování

Justování měřicího systému je soubor činností provedených na měřicím systému tak, aby poskytoval předepsané indikace odpovídající daným hodnotám veličiny, která má být měněna [6]. Je to vlastně nastavení a připravení měřidla tak, aby mohlo správně měřit v potřebném rozsahu a s požadovanou přesností.

2.8 Nejistota měření

Reálné podmínky měření se vždy liší od podmínek ideálních, proto je každé měření zatíženo chybou. Určitá chyba měření vzniká i při opakování měření za stejných podmínek. Chyba může být absolutní (vyjádřená odchylkou ve stejných jednotkách jako měřená veličina) a relativní (vyjádřená odchylkou v procentech). Chyby mohou být hrubé, systematické a náhodné. U hrubých chyb se naměřená hodnota velmi liší od hodnoty očekávané, je nutno tyto chyby odstranit a měření opakovat. Systematické chyby se vyznačují pravidelným výskytem, lze vyzorovat určitý trend. Systematické chyby lze odstranit jinou metodou měření nebo zavedením korekce výsledků. Tyto chyby jsou způsobené samotným měřidlem, metodou měření a lidským činitelem. Náhodné chyby se nedají předvídat, jsou zcela nahodilé a není známa jejich příčina.

Nejistota měření je nezaporný parametr, který charakterizuje rozptýlení hodnot veličiny přiřazených k měřené veličině na základě použité informace [6]. Vyjádření výsledku měření včetně nejistoty měření umožňuje srovnání s jinými laboratořemi či podniky. Je uznáván

mezinárodně a umožňuje jednotnou interpretaci výsledků. Dále umožňuje srovnání výsledků zkoušek nových výrobků.

Nejistota typu A

Nejistota typu A je stanovena statistickou analýzou ze série naměřených hodnot veličiny získaných za definovaných podmínek měření. Označuje se u_A , je rovna výběrové směrodatné odchylce $s(\bar{x})$ a získá se ze vzorce (1). [6],[17]

$$u_A = s(\bar{x}) = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (1)$$

Hodnota \bar{x} je aritmetický průměr vyjádřený známým vztahem (2).

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2)$$

Pokud je naměřených hodnot méně než 10, hodnota nejistoty typu A se násobí koeficientem odpovídajícím počtu naměřených hodnot.

$$u_{Ak} = k \cdot s(\bar{x}) \quad (4)$$

Koeficienty pro méně než 10 hodnot jsou v tabulce č. 3.

n	9	8	7	6	5	4	3	2
k	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,7	2,3	7,0

Tab. č. 3 – Počet naměřených hodnot a koeficient [17]

Nejistota typu B

Pro hodnoty nejistoty typu B platí, že jsou stanoveny jinak než opakovaným měřením. Použijí se údaje výrobce měřicí techniky, hodnoty získané kalibrací měřidla nebo třída přesnosti ověřeného měřidla, zkušenosti z předchozích měření, rozlišovací schopnost přístrojů, zhodnotí se vliv okolního prostředí, atd. [6],[7]

Standardní nejistota typu B je dána odmocninou ze součtu kvadrátů nejistot od jednotlivých zdrojů nejistot Z_j . Hodnoty standardní nejistoty typu B nezávisí na počtu opakovaných měření. Při odhadu standardní nejistoty typu B se nejprve odhadne maximální

rozsah změn $\pm \Delta z_{max}$, potom se vybere rozdělení pravděpodobnosti, které nejlépe vystihuje výskyt hodnot Δz v intervalu $\pm \Delta z_{max}$ a určí se jednotlivé nejistoty u_z dle vztahu (5). [17]

$$u_z = \frac{\pm \Delta z_{max}}{\Theta} \quad (5)$$

V praxi se nejčastěji volí rovnoměrné rozdělení pravděpodobnosti s koeficientem $\Theta = \sqrt{3} \cong 1,73$. Určí se všechny hodnoty u_z a výsledná standardní nejistota typu B se vypočítá ze vztahu (6). [17]

$$u_B = \sqrt{\sum_{j=1}^m u_{zj}^2} \quad (6)$$

Nejistota typu C

Kombinovaná standardní nejistota typu C se získá sloučením standardní nejistoty typu A (u_A) s výslednou standardní nejistotou typu B (u_B). [17]

$$u_C = \sqrt{u_A^2 + u_B^2} \quad (7)$$

Rozšířená nejistota

Rozšířená standardní nejistota U je součin standardní nejistoty typu C a koeficientu rozšíření. Nejvíce se používá koeficient $k = 2$, který zajišťuje, že při normálním rozdělení pravděpodobnosti bude veličina ležet v daném intervalu s pravděpodobností 95 %. Hodnota koeficientu $k = 1$ by znamenala pravděpodobnost 68 %, $k = 2,58$ odpovídá 99 % a $k = 3$ znamená pravděpodobnost 99,7 %. [17]

$$U = k \cdot u_C \quad (8)$$

Pro výsledný zápis naměřené hodnoty a rozšířené standardní nejistoty měření se používá tvar (9). Hodnota výsledku a nejistoty musí být uvedena na stejný počet platných desetinných míst.

$$d = (17,873 \pm 0,003) \text{ mm} \quad (9)$$

3 Řízení metrologie v dopravním podniku

Jako každá organizace pracující s měřidly, i DP potřebuje ke svému provozu kvalitní řízení metrologie. Základními dokumenty pro řízení metrologie jsou zákon č. 505/1990 Sb. o metrologii, v platném znění a směrnice Metrologický řád DP.

3.1 Vývoj řízení metrologie v DP

Metrologie v DP má dlouhou tradici. Již v roce 1968 bylo v Opravných dopravních prostředcích, přejmenovaných v roce 1971 na Dopravní podnik hl. m. Prahy – Technické služby a sídlících v prostorách dříve vyhlášené továrny Rustonka, provozováno vlastní měrové středisko jako součást zkušebny a technické kontroly. Později je vlastní měrové středisko součástí i Opravny tramvají. Taktéž v oblasti metra byla metrologii věnována velká pozornost, a to již od počátku provozu v 80. letech. [18]

Po transformaci podniku v letech 2003-2006 měly jednotlivé útvary pracující s měřidly vlastní metrologické řády a také vlastní evidenci měřidel. Tento systém se rozhodlo vedení společnosti na základě kontroly prováděné nezávislymi experty na přelomu let 2010 a 2011 změnit a k 1. červnu 2011 sjednotit pravidla pro řízení metrologie v jednom metrologickém řádu společném pro všechny útvary zabývající se metrologií. Dále bylo rozhodnuto o používání jen jednoho programu pro řízení metrologie.

3.2 Metrologický řád DP

Metrologický řád je důležitým dokumentem každé organizace pracující s měřidly. Hlavní úlohou metrologického řádu je organizování metrologie, stanovení podmínek a postupů pro zajištění jednotnosti, etalonové návaznosti, správnosti měřidel a měření. Dále stanovuje obory měření, měřicí jednotky, měřidla a metrologické předpoklady pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci. Metrologický řád má status směrnice, je to tedy závazný dokument pro celý DP. [13]

3.2.1 Obsah metrologického řádu

Kapitoly Metrologického řádu DP a jejich stručný obsah [13]:

1. Zkratky a definice – obsahuje seznam zkratek použitých v metrologickém řádu a definice základních pojmů z oblasti metrologie
2. Obecná část – zde je zmíněno, že se metrologie v DP řídí zákonem o metrologii.

3. Organizování a řízení metrologie – souhrn některých odpovědností pracovníků na jednotlivých metrologických pozicích (podrobnější popis v kapitole 12 metrologického řádu), popis Oborových měrových středisek (viz. samostatná kapitola) a další organizační záležitosti.
4. Měřidla – obsahuje rozdělení a definice jednotlivých typů měřidel používaných v DP (etalony DP, pracovní měřidla stanovená, pracovní měřidla nestanovená, pracovní měřidla orientační, certifikované referenční materiály a ostatní referenční materiály a uložená měřidla).
5. Kontroly měřidel – podrobný popis jednotlivých druhů kontrol a určení, kdo je zajišťuje (před uvedením do provozu, periodická ověřování nebo kalibrace, mezikalibrační kontrola měřidel, metrologická konfirmace, kontrola měřidla před použitím).
6. Záznamy o kontrolách a konfirmacích měřidel a měřicích zařízení – specifikace kdo vede jaké záznamy, jejich nutný obsah, doba archivace a nutnost zapsání výsledků kalibrací do programu SQL Měřidla.
7. Evidence měřidel a měřicích zařízení – program „SQL Měřidla“ (viz kapitola Evidence měřidel a měřicích zařízení).
8. Značení a identifikace měřidel – stanovuje všechny identifikační údaje, kterými je každé sledované měřidlo a měřicí zařízení opatřeno (evidenční číslo, pod kterým je měřidlo vedeno v SQL Měřidla, datum platnosti kalibrace, všechna omezení v používání, ochranu přístroje před zásahem do systému)
9. Zásady používání měřidel a měřicího zařízení – podrobně vypsané zásady používání.
10. Postup při objednávání a nákupu nového měřidla a měřicího zařízení – specifikace pravidel pro nákup měřidel (např. před nákupem nového měřidla ověření, zda se měřidlo nenachází v evidenci měřidel „uložených“ v programu SQL Měřidla).
11. Postup při vyřazování měřidel a měřicího zařízení – postupování v souladu s organizačními řídicími normami a úprava evidence v programu SQL Měřidla.
12. Rozdělení odpovědností k výkonu metrologie – podrobný popis odpovědností a pravomocí pracovníků na jednotlivých metrologických pozicích.

V metrologickém řádu jsou následující pracovní pozice:

- Hlavní metrolog DP
- Metrolog útvaru v přímé podřízenosti generálního nebo odborného ředitele, ředitele sekce nebo v přímé podřízenosti jednotky
- Měrový technik útvaru
- Vlastník
- Uživatel
- Oborové měrové středisko

13. Závěrečná ustanovení – seznam souvisejících dokumentů a formulářů (související dokumenty jsou uvedeny v kapitole Metrologická legislativa).

3.2.2 Útvary, které se řídí sjednoceným metrologickým řádem

V následujícím přehledu jsou vyjmenovány útvary, které se řídí sjednoceným Metrologickým řádem DP [4]:

- Jednotka Správa vozidel Metro
 - odbor Technická kontrola
- Jednotka Správa vozidel Tramvaje
 - odd. Technická kontrola
 - provozovny v areálech vozoven tramvají (Hloubětín, Kobylisy, Motol, Pankrác, Strašnice, Vokovice, Žižkov),
 - provozovna Opravna tramvají
- Jednotka Správa vozidel Autobusy
 - odd. Technická kontrola,
 - provozovny v areálu garáží autobusů (Klíčov, Vršovice, Kačerov, Hostivař, Řepy),
 - provozovna Ústřední dílny BUS
- Jednotka Dopravní cesta Metro
 - služba Elektrotechnika
 - služba Sdělovací a zabezpečovací – vybraný provoz Účelová zařízení viz. kap. 4
 - služba Stavby a tratě, provoz Traťové hospodářství A/B/C
 - služba Dopravní zařízení
 - služba Technologická zařízení a OSM
- Jednotka Dopravní cesta Tramvaje

- provoz Měřírny
- Jednotka Zásobování
 - odbor Skladové hospodářství
- Jednotka Historická vozidla
 - středisko Opravy vozidel

3.2.3 Stanovená měřidla v DP

V následujícím přehledu jsou uvedena vybraná stanovená měřidla používaná v DP s dobou platnosti ověření od data ověření [4]:

- Měřidla mechanického pohybu
 - Tachografy s registrací pracovní činnosti řidičů motorových vozidel, která jsou jimi povinně vybavena; (platnost ověření je 2 roky)
- Měřidla tlaku
 - Měřidla tlaku v pneumatikách silničních motorových vozidel s výjimkou měřidel tlaku používaných výlučně pro měření tlaku v pneumatikách uživateli motorových vozidel; (platnost ověření je 2 roky)
- Měřidla síly a mechanických zkoušek materiálu
 - Kontrolní momentové klíče; (platnost ověření je 1 rok)
- Měřidla chemického složení
 - Analyzátory alkoholu v dechu; (platnost ověření je 1 rok)

Ve vyhlášce č. 345/2002 Sb., jsou uvedené doby platnosti ověření jasně stanovené. U některých měřidel se provádí metrologická confirmace častěji. Týká se to např. analyzátorů alkoholu v dechu. Pokud je při interní kontrole na přítomnost alkoholu u řidiče vozidla MHD výsledek zkoušky pozitivní, slouží naměřené hodnoty jako rozhodující důkaz pro sepsání okamžité výpovědi. Proto jsou analyzátory vedené jako stanovená měřidla u výrobce confirmována dvakrát za rok, tedy nad rámec povinného ověřování.

3.2.4 Značení měřidel

Měřidla a měřicí zařízení musí být označeny [13]:

- Evidenčním číslem, pod kterým je měřidlo nebo měřicí zařízení vedeno v úloze „SQL Měřidla“
- Štítkem nebo visačkou obsahující termín platnosti kalibrace, v případě, že provedení měřidla takové značení neumožňuje, musí být výsledovatelnost platnosti kalibrace zajištěna jiným způsobem

- Štítkem nebo visačkou obsahující omezení v používání
- Ochranou přístroje proti zásahu do systému (zaplombování)

Orientační měřidla nevyžadující ověřování ani kalibraci, musí být označeno růžovou barvou, nálepkou nebo visačkou, aby byly rozpoznatelné od měřidel stanovených a kalibrovaných. Uložená měřidla musí být označena žlutou nálepkou nebo visačkou s nápisem „Uložené měřidlo” včetně ponechání původního označení měřidla a vyznačení ověření nebo kalibrace. [13]

3.3 Oborové měrové středisko

Oborová měrová střediska (OMS) jsou výkonnými orgány DP v oblasti kalibrace a případných oprav měřidel. Pracoviště OMS plní v dopravním podniku funkci kalibračních laboratoří. Platí pro ně povinnost mít hlavní etalony příslušné veličiny navázané v souladu se zákonem o metrologii. Jako OMS slouží 3 útvary [13]:

- středisko Elektronika a cejchovna (pod službou Sdělovací a zabezpečovací v jednotce Dopravní cesta Metro)
- oddělení Měření a dokumentace (pod službou Stavby a tratě v jednotce Dopravní cesta Metro)
- oddělení Příjem oprav (pod provozovnou Ústřední dílny BUS v jednotce Správa vozidel Autobusy)

3.3.1 Požadavky na pracovní prostory OMS

Pro přesná a spolehlivá měření je nutné v metrologické laboratoři zajistit [19]:

- Konstantní teplotu

Např. pro elektrické a magnetické veličiny jsou požadavky na teplotu okolního vzduchu, ve kterém se nachází etalonové a kalibrované měřidlo:

- $(23 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$ pro měřidla třídy přesnosti 0,001 – 0,005
- $(23 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ pro měřidla třídy přesnosti 0,01 – 0,05
- $(23 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$ pro měřidla třídy přesnosti 0,1 a vyšší

- Suché prostředí

Místnost metrologické laboratoře musí být suchá. Relativní vlhkost vzduchu může být max. 80%. Optimální relativní vlhkost vzduchu leží v intervalu 40 – 60%.

- Bezprašnost a ochrana před škodlivinami

Metrologická laboratoř musí být umístěna v bezprašném prostředí a nesmí být vystavena škodlivým vlivům. Proto nesmí být situována v blízkosti akumulátoroven, sléváren, brusíren, skladů chemických látek, skládek tuhého paliva apod.

- Dostatečné osvětlení

Osvětlení u přístrojů má být minimálně 500 luxů. Doporučuje se osvětlení zářivkové.

- Ochrana před rušivými vlivy

Metrologická laboratoř musí být umístěna dále od zdrojů vibrací, rázů a silného elektromagnetického vlivu.

3.4 Evidence měřidel a měřicích zařízení

Evidence měřidel je souhrnný seznam všech etalonů a pracovních měřidel daného útvaru, který je pravidelně udržován metrology nebo měrovými techniky daného útvaru. V evidenci musí být zahrnuta i uložená měřidla a měřidla orientační, u kterých vznikla z provozních nebo ekonomických důvodů potřeba vést jejich evidenci. Pro vedení evidence slouží v celém DP program SQL Měřidla. [13]

3.4.1 Povinné údaje v evidenci dle [13]:

- Evidenční číslo
- Název a typ, popř. i výrobní číslo měřidla
- Charakteristika měřidla (rok výroby nebo zakoupení, výrobce, měřicí rozsahy, obor měření, případně třídu přesnosti)
- Údaje o vlastníkově měřidla a inventární číslo (pokud je vydáno)
- Údaje o uživateli a umístění měřidla
- Datum posledního ověření nebo kalibrace a dobu jejich platnosti
- Údaj o provedení opravy či seřízení měřidla
- Další důležité údaje vycházející z parametrů přístroje (stanovené meze přípustné chyby, přesnost, omezení v používání aj.)
- Zatřídění měřidla (sledované, nesledované, uložené)
- Údaje o softwaru tvořícím příslušenství měřidla
- Jméno zaměstnance provádějícího prvotní zápis a poslední úprava

3.4.2 Program SQL Měřidla

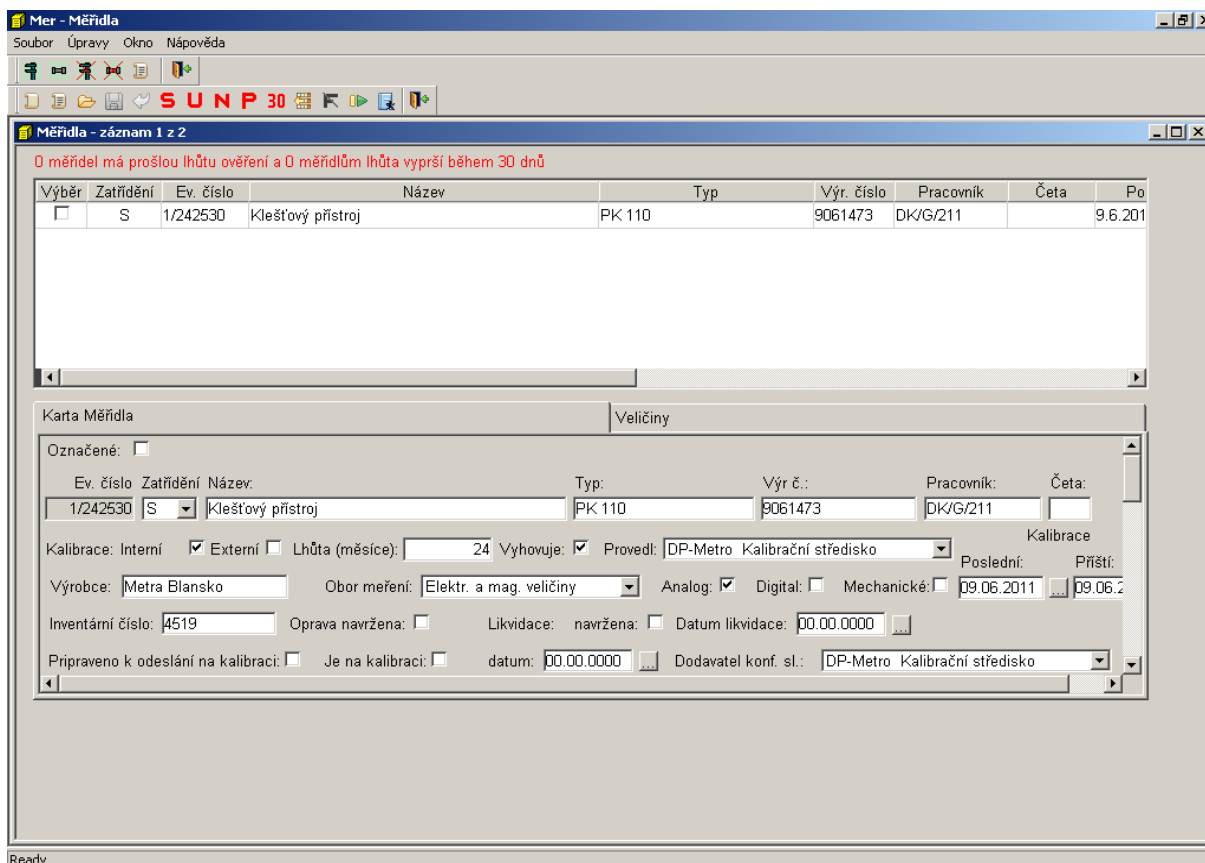
Tento software pro evidenci měřidel je vytvořený firmou UNIPROG s.r.o. pro Dopravní podnik hl. města Prahy, akciovou společností. SQL je strukturovaný dotazovací jazyk pro tvorbu databází. SQL Měřidla je tedy databázový program pro evidenci měřidel.

Program byl vytvořen v roce 2003 pro potřeby evidence měřidel Dopravního podniku – Elektrické dráhy (dnešní Jednotky Správa vozidel Tramvaje). Potřeba programu pro evidenci měřidel vyplynula z původní normy ČSN EN ISO 9001:2001, konkrétně z kapitoly 7.6 Monitorování a měření. Program proto již byl navrhován tak, aby splnil požadavky této normy. Dle novější verze této normy (ČSN EN ISO 9001:2009) je v současnosti certifikována Opravná tramvaj, kde je softwarový produkt používán nejdéle. Program byl během prvních měsíců používání intenzivně vyvíjen, protože mu chyběly důležité funkce (např. tiskový výstup). Intenzita vývoje polevila v roce 2005. V mezidobí před rozhodnutím o použití v celém DP byly prováděny jen drobné úpravy. Dle rozhodnutí vedení Dopravního podniku hl. m. Prahy, akciové společnosti v roce 2011 je tento program vybrán pro jednotnou evidenci měřidel v celém DP. V období od poloviny roku 2011 po zavedení pro celý DP probíhá vývoj tak, že vedoucí útvarů předávají podněty a nápady vylepšení hlavnímu metrologovi DP. Ten o nich po jejich selekci ve spolupráci s jednotkou IT jedná s dodavatelem programu SQL Měřidla. [4],[5]

Struktura nabídek programu je podobná jako u Microsoft Office 2003, tedy nabídky (menu) a nástrojová lišta s ikonami. Lze v něm záznamy vyhledávat, filtrovat a třídit. Vícenásobný filtr umí filtrovat ve všech sloupcích, najednou lze tedy vybrat např. typ měřidla, místo uložení a název měřidla. Měřidla v programu jsou rozdělena na sledovaná, nesledovaná, uložená, propadlá a měřidla, jejichž lhůta kalibrace vyprší do 30 dnů. Mezi sledovaná měřidla patří etalony, pracovní měřidla stanovená a pracovní měřidla nestanovená. Nesledovaná měřidla jsou měřidla orientační.

Další funkcí je číselník dodavatelů certifikačních služeb, tzn. subjektů, které provádějí kalibrace jednotlivých měřidel. Ke každému dodavateli je pak možno evidovat bodové hodnocení v jednotlivých letech. Tyto funkce splňují požadavky na hodnocení dodavatelů dané normou ČSN EN ISO 9001:2009.

Práce v programu vyžaduje odborné zaškolení.



Obr. č. 4 – Karta měřidla v programu SQL Měřidla [4]

4 Vliv a důsledky zavedení jednotného metrologického řádu v DP

V této kapitole jsou zjišťovány vliv a důsledky sjednocení metrologických pravidel v DP.

4.1 Vliv na dokumentaci

Do května roku 2011 před vydáním jednotného Metrologického řádu DP existovala metrologická dokumentace ve formě 4 pokynů a 3 opatření [4]:

- Pokyny:
 - Pokyn vedoucího jednotky Zásobování
 - Pokyn vedoucího jednotka Správa vozidel Tramvaje
 - Pokyn vedoucího jednotky Dopravní cesta Metro
 - Pokyn vedoucího jednotky Správa vozidel Autobusy
- Opatření:
 - Opatření vedoucího útvaru služby

- Opatření vedoucího útvaru Sdělovací a zabezpečovací
- Opatření služby Technologická zařízení a OSM

Vlivem změn aplikovaných k 1. červnu 2011 došlo ke změně dokumentů na jednu vrcholovou zastřešující směrnici s celopodnikovou platností. Pro upřesnění specifických metrologických podmínek pracovišť a odpovědností konkrétních pracovníků v oblasti metrologie slouží pokyny a opatření [4]:

- Směrnice:
 - Metrologický řád DP
- Pokyny:
 - Metrologický řád jednotky Dopravní cesta Metro
 - Metrologický řád jednotky Správa vozidel Metro
 - Řízení metrologie v jednotce Správa vozidel Tramvaje
 - Metodika provádění vstupní kvalitativní přejímky měřidel a měřících zařízení (jednotka Zásobování)
 - v přípravě postup pro řízení metrologie v jednotce Správa vozidel Autobusy
- Opatření:
 - Metrologický řád (služba Sdělovací a zabezpečovací)

Metrologický řád DP je psán obecně, pokyny a opatření již obsahují jména zaměstnanců na metrologických pracovních pozicích.

4.2 Vliv na evidenci měřidel

Na rozhodnutí o jednotné evidenci měřidel zajišťované pomocí programu SQL Měřidla vydělal útvar Opravná tramvaj, kde program již dlouhodobě funguje. Pro útvary pracující se svou vlastní evidencí je přechod na jiný program složitější. Zejména pokud vědí, že program není dokonalý (viz dále). Pro útvary, které dosud vedly jen evidenci v papírové formě, je přestup k elektronické formě logický a nezvratný. Avšak útvary, kde byla zakoupena a zavedena kvalitní evidence měřidel, tento krok kritizují. Dříve používané programy jsou často propojené přímo s kalibračním zařízením a tento systém fungoval bezproblémově.

4.2.1 Analýza programu SQL Měřidla

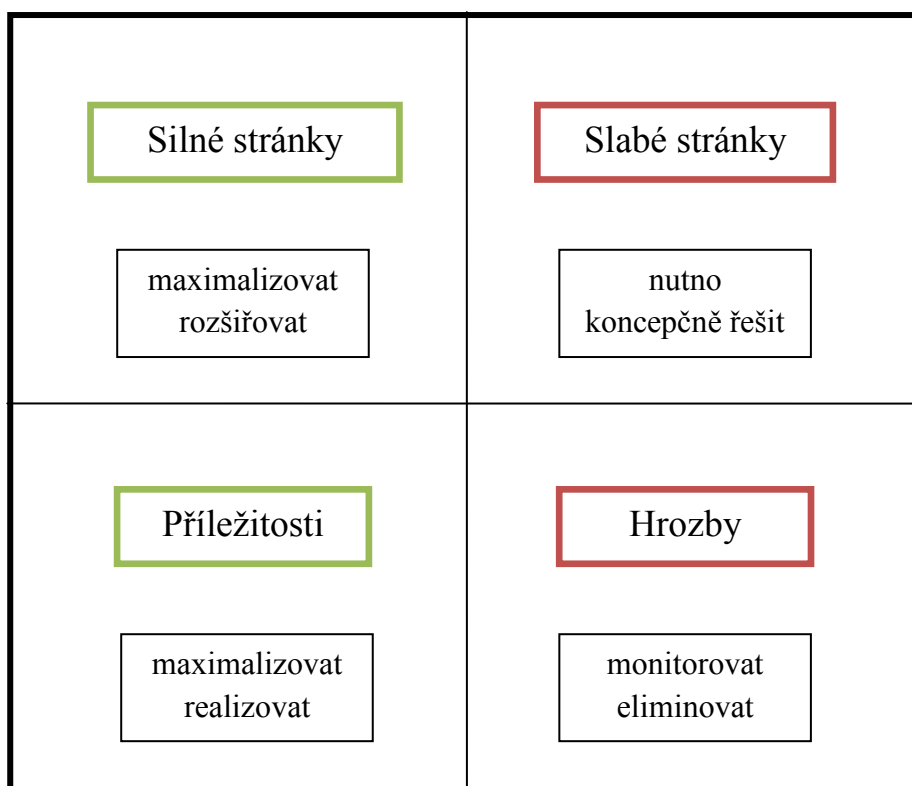
V tomto bodě je provedena důkladnější analýza vlastností a funkcí programu SQL Měřidla. Jako metoda analýzy byla zvolena SWOT analýza.

SWOT analýza je metoda, která je součástí strategického managementu. Analýza umožňuje firmě komplexně vyhodnotit její fungování a nalézt problémy nebo nové možnosti růstu. [20]

SWOT analýza získala název podle čtyř anglických slov:

- Strengths – silné stránky (přednosti)
- Weaknesses – slabé stránky (nedostatky)
- Opportunities – příležitosti
- Threats – hrozby.

Silné stránky jsou zdroje, dovednosti, pozitivní potenciál a další výhody poskytující organizaci určitou konkurenční výhodu. Slabé stránky naopak představují slabiny, omezení, nedostatky a další negativní faktory, ve kterých organizace zaostává za konkurencí. Příležitosti jsou významné vnější situace, které otevírají firmě další možnosti. Přinášejí tedy potenciální užitek pro firmu. Hrozby představují situace, které firmu mohou připravit o zisk nebo jí jinak uškodit. [20]



Obr. č. 5 – Matice SWOT analýzy (Zdroj: autor)

Jak je vidět z matice analýzy na obrázku č. 5, pokud chce firma úspěšně využít SWOT analýzu, musí eliminovat svá ohrožení, koncepčně řešit slabé stránky a zušlechťovat své silné stránky. To potom nabízí ideální prostředí k efektivní realizaci příležitostí.

SWOT analýza se dá uplatnit i při řešení jiných problémů. Zde je použita právě pro analýzu vlastností a funkcí programu SQL Měřidla.

Body označené číslem (např. ³) mají pod obrázkem č. 6 podrobnější komentář.

SILNÉ STRÁNKY	SLABÉ STRÁNKY
<ul style="list-style-type: none"> • jednotná evidence měřidel a měřících zařízení¹ • sdílení údajů o měřidle včetně vysledování historie² • v programu uvedeny kalibrační laboratoře, které splňují zákonné požadavky pro ověřování, kalibrování a seřizování • urychlený proces přihlášení do programu³ • vyhledávání v programu dle rozmanitých požadavků, rozsáhlé možnosti filtrace dat • ukládání záznamů o činnostech⁴ 	<ul style="list-style-type: none"> • celková zastaralost programu⁵ • absence výstupu (např. do MS Excel), pouze tisk • pomalý start programu⁶ • chybí místo uložení⁷ • nedokonalé odladění, nestabilita⁸ • program neumí zpracovat výstupy z kalibračních přístrojů⁹ • při výpadku síťového připojení program nefunguje
PŘÍLEŽITOSTI	HROZBY
<ul style="list-style-type: none"> • úspora nákladů¹⁰ • možnost dalšího vylepšování programu ve spolupráci s jednotkou IT¹¹ • precizní nastavení přístupových práv¹² • po zdokonalení programu usnadnění práce¹³ 	<ul style="list-style-type: none"> • možnost zneužití centrálně shromažďovaných informací¹⁴ • možná ztráta některých informací¹⁵ • formát evidenčních čísel měřidel¹⁶ • nevhodné označení „sledovaná měřidla“¹⁷

Obr. č. 6 – SWOT analýza programu SQL Měřidla

¹ Bezpochyby největším přínosem je, že lze program použít pro jednotnou správu a evidování měřidel v DP.

² Sdílením metrologické evidence jsou eliminovány nedostatky zejména organizačního a administrativního charakteru a odpadají problémy s dohledáním historie měřidel.

³ Program lze nastavit tak, že pokud se uživatel přihlásí do účtu Windows, přihlásí se zároveň i do programu SQL Měřidla.

- ⁴ Program ukládá informace, kdy byly provedeny změny v kartě měřidla a kdo tyto změny provedl. To je vhodné při řešení nějakých nesrovnalostí. V tomto bodě je opět vazba na ČSN EN ISO 9001:2009.
- ⁵ Na uživatelském prostředí programu je znát, že jeho základ pochází již z roku 2003. Podepisuje se na tom i zastaralý vzhled ve stylu MS Windows 2000.
- ⁶ Spuštění programu trvá přibližně jednu minutu, což efektivnosti práce nepřidá.
- ⁷ V programu chybí místo uložení, což zásadně komplikuje i označování měřidel.
- ⁸ Přes dlouhou dobu existence není program dokonale odladěný a je nestabilní. Stává se, že se při práci s větším objemem dat při uložení objeví chybová hláška, nebo program tzv. „spadne“. Provedené změny se neuloží a je nutno začít znovu.
- ⁹ Programy dodávané ke kalibračním přístrojům umí spolupracovat s kalibračními přístroji a výstupní hodnoty kalibrací ukládat rovnou do karty měřidla.
- ¹⁰ Náklady se mohou uspořit výběrem jednotného dodavatele konfirmačních služeb pro všechna měřidla určité veličiny. S tímto dodavatelem následně díky zvýšení objemu zakázek lze vyjednat lepší cenu. Úspora nákladů se může projevit také v situaci, kdy určitý útvar potřebuje jednorázově změřit nějakou veličinu. Místo pořizování dalšího měřidla nebo složitějšího dotazování jednotlivých útvarů, zda měřidlo vlastní, se odpovědný pracovník k výkonu metrologie může podívat do evidence měřidel a najít, ve kterém útvaru se nachází a vyjednat si zapůjčení rovnou s konkrétním útvarem.
- ¹¹ Výhodou je, že program není v konečné fázi vývoje a lze jej vyvíjet na základě požadavků DP. Spolupráci s jednotkou IT, která zajišťuje IT služby formou outsourcingu, má v této oblasti na starosti hlavní metrolog DP.
- ¹² Po precizním nastavení přístupových práv lze program efektivně spravovat. Je nutné vytvořit několik úrovní pro správu v DP.
- ¹³ Zde se nabízí široké možnosti usnadnění práce. Výhodné by bylo program provázat s dalším softwarem používaným v DP (např. SAP). Další možné vylepšení programu je, že by každý měsíc odeslal automaticky email konkrétním vlastníkům měřidel s upozorněním, kterým měřidlům končí platnost kalibrace a kdy a kam mají dát měřidlo kalibrovat. Program by také mohl po provedení kalibrace automaticky odeslat avízo uživateli, že si jej může vyzvednout.

- ¹⁴ Každá centralizace dat znamená i vyšší riziko jejich zneužití. Evidence měřidel neobsahuje velmi citlivá data, ale i tak hrozí jejich zneužití, pokud se dostanou do nesprávných rukou. Kompletní informace o měřidlech v celém DP by mohly využít prodejci měřidel nebo subjekty, které provádějí externí kalibrace.
- ¹⁵ I po zavedení nového programu je nutnost souběžně vést i dříve používanou evidenci měřidel. Důvodem je, že např. u kalibrace elektrických veličin kalibrační přístroj spolupracuje s programem Caliber od firmy MEATEST, který spolupracuje s evidencí měřidel WinQbase stejného výrobce. Při tomto duplicitním vedení evidence se mohou některá data ztratit.
- ¹⁶ Hrozba vycházející z označování měřidel vyplývá z chybějícího místa uložení měřidla. Proto jsou měřidla označována nejčastěji číslem měřidla/útvary, který jej vlastní (např. 23/229010). Problémem je, že poměrně často dochází k organizačním změnám v DP. Některé útvary jsou slučovány, jiné rozdělovány. Měřidla si ale zachovávají původní označení útvary, který již neexistuje. Zde se situace značně komplikuje a tato praxe v budoucnu zkomplikovat metrologickou evidenci.
- ¹⁷ Termín „sledovaná měřidla“ se v metrologických slovnících nevyskytuje. Méně zkušení pracovníci jej mohou zaměnit za termín „stanovená měřidla“. Při případném auditu by odpověď pracovníka, že používá stanovené měřidlo (přitom používá nestanovené měřidlo) auditora jistě zaujala a vedla ho k dalším podrobnějším otázkám.

4.2.2 Navrhovaná opatření k programu SQL Měřidla

Na základě poznatků získaných z provedené analýzy autor navrhuje:

Zefektivnit práci na vývoji programu.

Přidat vlastníka měřidla do karty měřidla. Tento krok je nutný pro možnou změnu přidělování čísel měřidlům.

Precizně nastavit přístupová práva do programu SQL Měřidla. Doporučuji 4 úrovně korespondující s pracovními pozicemi dle metrologického řádu.

- Hlavní metrolog DP – práva správce programu
- Metrolog útvary v přímé podřízenosti generálního nebo odborného ředitele, ředitele sekce nebo v přímé podřízenosti jednotky – rozšířené možnosti editace

- Měrový technik útvaru – vedení a údržba evidence všech měřidel útvaru, zápis dat z kalibrací, základní možnosti editace
- Vlastník – práva nahlížení do seznamů, bez možnosti editace

Upravit program tak, aby mohla být v programu vedena veškerá evidence a nebylo nutné vydávat tištěné karty měřidla.

Zrušit označení sledovaná a nesledovaná měřidla a zavést označení odpovídající zákonu o metrologii. Tedy etalony, pracovní měřidla stanovená, pracovní měřidla nestanovená. Vhodné je přidat i pracovní měřidla orientační.

5 Ověření praktického vlivu na vybraném pracovišti v DP

Pro ověření fungování metrologie a vlivu sjednoceného metrologického řádu v praxi byl vybrán útvar Účelová zařízení. Je to provoz sídlící v depu Hostivař. V organizačním schématu má následující pozici: Generální ředitel – úsek technický – jednotka Dopravní cesta Metro – služba Sdělovací a zabezpečovací – provoz Účelová zařízení.

Provoz Účelová zařízení se dále člení na středisko Relé, středisko Elektronika a cejchovna a středisko ARS.

Středisko Relé provádí revize a opravy relé a kmitačů používaných v zabezpečovacím zařízení. Dále opravuje a vyrábí pojistky zabezpečovacího zařízení. Po revizích a opravách relé se justují jejich spínací kontakty nastavením tlaků.

Středisko Elektronika a cejchovna je Oborové měrové středisko pro obor Elektřina a magnetismus. Probíhají tu kalibrace stejnosměrného i střídavého napětí, proudu, fázového posuvu, frekvence a odporu.

Hlavními pracovními činnostmi jsou [4]

- správa a kalibrace etalonů magnetických a elektrických měřidel, provádění jejich oprav a obnovy
- zajišťování návaznosti pracovních měřidel elektrických a magnetických veličin v rámci DP
- provádění kalibrací elektrických přístrojů dle technologického předpisu a oprav měřidel
- zajišťování oprav měřicích přístrojů u specializovaných externích firem
- provádění poradenské činnosti pro uživatele elektrických měřidel v rámci DP
- provádění vstupní kontroly nových měřicích přístrojů
- vedení evidence měřidel a řízené dokumentace
- provádí revize elektrických přístrojů s pohyblivým přívodem
- a mnoho dalších činností

Středisko Elektronika a cejchovna je vybaveno přístroji pro kalibraci stejnosměrného i střídavého napětí, proudu, fázového posuvu, frekvence a odporu. OMS Elektronika a cejchovna je vybavena následujícími etalonovými měřidly a etalony [4]:

- Multikalibrátor MEATEST M-130
- Multimetr HP 34401A

- Digitální multimetr HP 3458A
- Odporový kalibrátor GUILDLINE 6560
- Frekvenční normál GPG 24
- Proudový bočník FLUKE Y 5020
- Signální generátor SMY 01
- Multifunkční tester FLUKE 5320A
- Multimetr FLUKE 189
- Odporové dekády

Tato etalonová měřidla a etalony jsou navázány na referenční etalony ČMI nebo Akreditované kalibrační laboratoře dle schématu návaznosti. Etalonová měřidla slouží pro navazování pracovních měřidel nestanovených v oboru Elektřina a magnetismus používaných v DP. OMS poskytuje kalibrace i pro externí zákazníky.

ARS je zabezpečovací zařízení původně sovětské výroby používané na trase metra B založené na relé. Skládá se z traťové a mobilní části. Traťová část vysílá frekvenční kódy 75, 125, 175, 225 a 275 Hz, jimž odpovídá pět rychlostí 80, 60, 40, 20 a 0 km/h. Mobilní část umístěná na soupravách tyto signály zpracovává a porovnává je s okamžitou rychlostí soupravy. V případě překročení rychlosti vyslané frekvenčním kódem automaticky snižuje rychlost soupravy. Z používaných měřidel lze zmínit gramoměr k měření přitlaku kontaktů relé, úchylkoměr, voltmetr apod. Středisko ARS provádí opravy a revize bloků ARS, závěrečné měření bloků ARS, revize a opravy mobilní části ARS a opravy a nastavování vadných desek stacionárního zařízení PA 135 Siemens (modernější zabezpečovací zařízení, původně francouzské firmy Matra, vlastněné firmou Siemens, s.r.o., na trase C). [4],[21]

5.1 Vliv zavedení programu ve vybraném oddělení

5.1.1 Porovnání původního a nového softwaru pro evidenci měřidel

Původní software používaný v oddělení Elektronika a cejchovna splňoval všechny potřebné požadavky pro evidenci měřidel. Byl navázán na kalibrační přístroje, které do něj mohly ukládat výstupy kalibrací. Jedná se o program evidence měřidel WinQbase a program pro provádění kalibrací Caliber. Oba programy jsou od výrobce kalibračních přístrojů Meatest, spol. s r.o. a jsou mezi sebou provázány. Caliber má naprogramované kalibrační procedury, a tak usnadňuje technikovi práci. V porovnání s programem SQL Měřidla jej vyvíjela přímo společnost, která se zabývá metrologií. V porovnání s programem SQL

Měřidla jej vyvíjela přímo společnost, která se zabývá metrologií. Na obrázku č. 7 je náhled karty měřidla v programu WinQbase.

The screenshot shows the 'Evidence měřidel' (Instrument Evidence) software window. The title bar reads 'Evidence měřidel'. The main window is divided into several sections:

- Evidenční listy (Evidence Cards):** Contains fields for 'Typ ev. listu' (Interní), 'Veličina' (Elektrické), 'Charakter měřidla' (Pracovní měřidlo), 'Typ přístroje' (Metex 3800), 'Výrobce' (METEX), 'Předmět kalibrace' (Digitální multimetr), and 'Uživatelský text 2'.
- Kalibrace (Calibration):** Contains 'Číslo ev. listu' (1), 'Evidenční číslo' (EV42860), and 'Dokumentace' (checked).
- Doplňky (Supplements):** Includes a 'HISTORIE' (History) table with columns for 'Datum' (15.10.2002), 'Platnost' (15.10.2003), and 'Výsledek' (Vyhověl).
- Metadata:** 'Datum založení' (15.10.2002), 'Cena' (1950.00), 'Výrobní číslo' (AB5628812), 'Do provozu' (8.2.2002), and 'Vyřazeno'.
- Žadatel (Requester):** 'Ing. Dušan RYCHLÝ', 'STANP, s.r.o.', 'Dlouhá 25', 'BRNO', '600 00', 'Telefon 555 444 333'.
- Specifikace (Specification):** 'základní přesnost 0.5%'.
- Poznámka (Note):** 'multimetr 3 1/2 digitů'.

The bottom toolbar contains navigation and action buttons: 'Náhled', '1 záznam Rádkově', '+', 'Seznam', and 'Návrat'.

Obr. č. 7 – Karta měřidla v programu WinQbase [22]

Služba Sdělovací a zabezpečovací zařízení zpracovala ve zkušebním provozu programu mnoho návrhů a připomínek. Těmi nejdůležitějšími jsou [4]:

1. Vícenásobný filtr střediska nelze zrušit kliknutím na tlačítko **F**. Filtr střediska lze vypnout až zavřením karty měřidla. Služba navrhuje přidat tlačítko **S** pro deaktivaci filtru střediska.



Obr. č. 8 – Filtr střediska nelze zrušit kliknutím na označené tlačítko [4]

2. Export dat do programu MS Excel. Důležité pro usnadnění specifických procesů pro potřeby metrologického pracovníka.
3. Přidat možnost připojení příloh (dokumentů, obrázků).
4. Opravit vzhled tisku „Karty měřidla“ v menu „Soubor – Tisk karty“ tak aby odpovídal formuláři „Evidenční list měřidla – měřícího zařízení a Záznam o kalibraci – ověření“ v evidenci Šablon dokumentů na Intranetu DP-Dokumenty.

5. Jelikož nelze řadit zobrazené záznamy měřidel podle střediska, bylo by vhodné přidat sloupec „Vlastník“, kde by bylo č. střediska ze sloupce Ev. číslo (rozdělení současného formátu typu 10/242530 na dvě čísla).

5.2 Návrh zlepšení postupů pro práci s měřidly

Na základě získaných poznatků z návštěv provozu Účelová zařízení autor navrhuje:

5.2.1 Změnit číslování měřidel

Kompletně změnit systém číslování pomocí evidenčních čísel všech sledovaných měřidel všech útvarů. Nastavit takový formát evidenčních čísel, který bude jednotný, jednoznačný, dostatečně dimenzovaný a nebude obsahovat číslo útvaru vlastníka. Nový styl číslování pro měřidla nebo měřící zařízení uvedené v programu SQL Měřidla je nutno projednat na jednání s účastí hlavního metrologa DP a metrologů jednotlivých útvarů. Navrhuji následující systém označování:

Šestimístné číslo ve stylu XYYZZZ kde:

- X značí veličinu – např. 1 pro měřidla délky, 2 pro měřidla hmotnosti, 3 pro sílu, 4 pro měřidla elektrických veličin, atd.
- Y určuje druh (typ) měřidla – např. 01 pro digitální multimetr, 02 pro analogový multimetr, 03 pro digitální ohmmetr, atd.
- Z je vlastní označení měřidla

Přečíslování takového množství měřidel je velký zásah do řízení metrologie, ale jedná se o systémový přístup k řešení problému. Zavedení nového formátu číslování je možné až po přidání vlastníka měřidla do karty měřidla v programu SQL Měřidla.

5.2.2 Převedení dokumentů do elektronické podoby

Po úpravě programu vést evidenci měřidel jen v programu SQL Měřidla. Postupně převádět veškerou tištěnou podobu evidenčních karet do programu SQL Měřidla. Tento proces je vhodné provádět průběžně při kalibracích měřidel, kdy je měřidlo přítomno u technika s přístupem do programu.

5.2.3 Upravit pracovní postup kvalitativní přejímky nových měřidel

Po provedení kvalitativní přejímky nového měřidla nebo měřícího zařízení zaevidovat měřidlo do programu SQL Měřidla pověřeným pracovníkem OMS, přidělit mu evidenční číslo dle výše navrhnutého postupu a vyplnit všechny údaje v kartě měřidla (je-li znám

budoucí vlastník měřidla) nebo vyplnit jen základní údaje. Až následně odeslat zpět jednotce Zásobování, která jej předá vlastníkovi, nebo uloží do skladu pro pozdější využití. Při provádění kalibrace doplnit zbylé údaje. Tento postup umožní větší transparentnost v nákupu nových měřidel, měřidlo lze vyhledat, i když je umístěno v příslušném skladu.

Závěr

Cílem práce bylo posoudit vliv sjednocení metrologických pravidel v Dopravním podniku hl. m. Prahy, akciové společnosti. Sjednocení pravidel a odpovědností v oblasti metrologie byl nepochybně nutný krok vyplývající z předchozí nejednotnosti.

Z analýzy programu pro evidenci měřidel vyplývá, že má tento program mnoho nedostatků. V kapitole 4.2.2 navrhuji dle poznatků získaných z provedené analýzy zefektivnit práci na vývoji programu, precizně nastavit přístupová práva do programu, upravit program tak, aby mohla být v programu vedena veškerá evidence a nebylo nutné vydávat tištěné karty měřidla a zrušit označení sledovaná a nesledovaná měřidla a zavést označení odpovídající zákonu o metrologii.

Na základě získaných poznatků z návštěv provozu Účelová zařízení navrhuji kompletně změnit systém číslování pomocí evidenčních čísel všech sledovaných měřidel všech útvarů, nastavit takový formát evidenčních čísel, který bude jednotný, jednoznačný, dostatečně dimenzovaný a nebude obsahovat číslo útvaru vlastníka. Navrhuji i možný způsob označování měřidel. Dále navrhuji převést dokumenty do elektronické podoby a upravit pracovní postup kvalitativní přejímky nových měřidel.

Sjednocení pravidel a odpovědností v oblasti metrologie má pozitivní vliv na jednotnost řízení měřidel a měřících zařízení v DP včetně všech pěti certifikovaných systémů managementu kvality v DP a provedení revizí příruček kvality a souvisejících vnitřních dokumentů.

Přínosem této diplomové práce bylo nezávislé posouzení programu SQL Měřidla metodou SWOT s nadefinovanými silnými a slabými stránkami, příležitostmi a hrozbami s jejich vysvětlením a ověřením v provozní praxi.

Ve dnech odevzdání diplomové práce se řeší zapracování některých změn navrhovaných různými útvary do programu SQL Měřidla. Přínosem této diplomové práce je také skutečnost, že zájem autora o tuto problematiku v dopravním podniku byl impulzem pro intenzivnější spolupráci na zlepšování programu jak v rámci dopravního podniku, tak s externím tvůrcem programu.

Výsledky této práce splnily stanovené cíle a věřím, že budou přínosem pro DP.

Seznam použitých zdrojů

- [1] DOPRAVNÍ PODNIK HL. M. PRAHY. *Profil společnosti* [online]. [cit. 2012-04-16]. Dostupné z: <http://www.dpp.cz/profil-spolecnosti/>
- [2] DOPRAVNÍ PODNIK HL. M. PRAHY. *Historie* [online]. [cit. 2012-04-16]. Dostupné z: <http://www.dpp.cz/historie/>
- [3] DOPRAVNÍ PODNIK HL. M. PRAHY. *Zobrazení organizační struktury* [online]. [cit. 2012-04-16]. Dostupné z: <http://www.dpp.cz/zobrazeni-organizacni-struktury-v-html/>
- [4] DOPRAVNÍ PODNIK HL. M. PRAHY. *Interní materiály*.
- [5] ČSN EN ISO 9001. *Systémy managementu kvality: Požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.
- [6] TNI 010115. *Mezinárodní metrologický slovník: Základní a všeobecné pojmy a přidružené termíny (VIM)*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.
- [7] CÉZOVÁ, Eliška. *Metrologie v praxi*. In: *REQUEST 2006: Sborník příspěvků 1. konference Centra pro jakost a spolehlivost výroby, Praha, 30. 1. – 1. 2. 2007* [online]. Praha: Centrum pro jakost a spolehlivost výroby, ČVUT v Praze, 2007 [cit. 2012-05-03]. ISBN 978-80-01-03709-6. Dostupné z: <http://statspol.cz/request/request2006/request.pdf>
- [8] ŠINDELÁŘ, Václav a Zdeněk TŮMA. *Metrologie: její vývoj a současnost*. Praha: Česká metrologická společnost, 2002, 384 s.
- [9] *Metrologie v kostce* [online]. 3. dopl. vyd. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009 [cit. 2012-04-28]. Dostupné z: http://www.unmz.cz/files/Sborníky_TH/MvK-7-DEF.pdf
- [10] Národní metrologický systém České republiky. *Úřad pro technickou normalizaci metrologii a státní zkušebnictví* [online]. 2004 [cit. 2012-04-28]. Dostupné z: <http://www.unmz.cz/urad/narodni-metrologicky-system-ceske-republiky>
- [11] MACHÁČ, Jiří. *Mezinárodní metrologické instituce a spolupráce* [online]. [cit. 2012-04-29]. Dostupné z: http://eso.vscht.cz/cache_data/1385/www.vscht.cz/ufmt/cs/pomucky/machacj/docs/ME_Z-1.pdf
- [12] VEBER, Jaromír. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2007, 201 s. ISBN 978-80-247-1782-1.
- [13] DOPRAVNÍ PODNIK HL. M. PRAHY. *Směrnice 18-2011-00: Metrologický řád*. Praha, 2011. Dostupné z: intranet DP

- [14] Česká republika. Zákon č. 505 ze dne 16. listopadu 1990, o metrologii, ve znění pozdějších předpisů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1990.
- [15] Národní metrologický systém ČR. *Český metrologický institut* [online]. 22.03.2011 [cit. 2012-05-08]. Dostupné z: <http://www.cmi.cz/index.php?dwn=1&par=4832&wdc=76&lang=1>
- [16] ČSN EN ISO 10012. *Systémy managementu měření: požadavky na procesy měření a měřicí vybavení*. Praha: Český normalizační institut, 2003.
- [17] UHROVÁ, Helena. *Nejistoty měřidel a zpracování výsledků* [online]. [cit. 2012-05-03]. Dostupné z: http://eso.vscht.cz/cache_data/1395/www.vscht.cz/ufmt/cs/pomucky/uhrovah/skripta/kapitola%20IV.pdf
- [18] *DP kontakt: Příloha*. Praha: SOFIPRIN Praha, 1999, roč. 1999, č. 8. Dostupné z: <http://www.dpp.cz/download-file/168/08-srpen-1999-priloha.pdf>
- [19] DOPRAVNÍ PODNIK HL. M. PRAHY. *Opatření 15-2011-00 Metrologický řád*. Praha, 2011. Dostupné z: intranet DP
- [20] STŘELEČ, Jiří. SWOT analýza. *SWOT analýza - Metody Marketing - Metody - Poradenství a poradce pro každého* [online]. [cit. 2012-05-07]. Dostupné z: <http://www.vlastnicesta.cz/metody/metody-marketing/swot-analyza/>
- [21] Liniový vlakový zabezpečovač ARS. *Metroweb.cz: Liniový vlakový zabezpečovač ARS* [online]. [cit. 2012-05-08]. Dostupné z: <http://www.metroweb.cz/metro/ars.htm>
- [22] MEATEST. *WinQbase: Uživatelská příručka* [online]. [cit. 2012-05-11]. Dostupné z: <http://www.meatest.cz/files/download/man/wqbn.pdf>

Seznam obrázků

	strana
Obr. č. 1 – Přehled metrologických organizací	20
Obr. č. 2 – Cesty zajištění návaznosti v národním metrologickém systému	22
Obr. č. 3 – Řetězec metrologické návaznosti	24
Obr. č. 4 – Karta měřidla v programu SQL Měřidla	36
Obr. č. 5 – Matice SWOT analýzy	39
Obr. č. 6 – SWOT analýza programu SQL Měřidla	40
Obr. č. 7 – Karta měřidla v programu WinQbase	46
Obr. č. 8 – Filtr střediska nelze zrušit kliknutím na označené tlačítko	46

Seznam zkratek

BIML	Mezinárodní úřad legální metrologie
BIPM	Mezinárodní úřad pro váhy a míry
CEN	Evropský výbor pro normalizaci
CENELEC	Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice
CGPM	Všeobecná konference pro váhy a míry
CIML	Mezinárodní výbor legální metrologie
CIPM	Mezinárodní výbor pro váhy a míry
ČIA	Český institut pro akreditaci
ČMI	Český metrologický institut
DP	dopravní podnik
EA	Evropská spolupráce v oblasti akreditace
EURAMET	Evropská asociace národních metrologických institutů
IAF	Mezinárodní akreditační fórum
IEC	Mezinárodní elektrotechnická komise
ILAC	Mezinárodní spolupráce v oblasti akreditace laboratoří
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci
IT	informační technologie
MHD	městská hromadná doprava
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
OMS	Oborové měrové středisko
OSM	Ochranný systém metra
OIML	Mezinárodní organizace legální metrologie
ROPID	Regionální organizátor Pražské integrované dopravy
SQL	Strukturovaný dotazovací jazyk
SWOT	silné stránky, slabé stránky, příležitosti a hrozby
ÚNMZ	Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví
WELMEC	Organizace pro evropskou spolupráci v legální metrologii

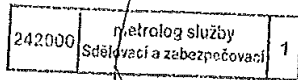
Seznam příloh

Příloha A – Vzorový kalibrační protokol

PŘÍLOHY

Příloha A – Vzorový kalibrační protokol

Strana 1 z počtu 3



Odborné měrové středisko při 242520
Sazečská 1, Praha 10
tel. : 2226 73386

Kalibrační list č. 4296

Žadatel:	242520	Verze:	19.1.2012 8:09:14
Typ měřidla:	Fluke 189 Digit. multimetr	Číslo zakázky:	11/345
Výrobce:	FLUKE	Teplota:	23,3 °C
Výrobní číslo:	██████████	Vlhkost:	44 %
Inventární číslo:	██████████	Řídící soubor:	Fluke189
Datum převzetí měřidla:	16.5.2011		
Datum kalibrace:	19.1.2012	Platnost kalibrace do:	19.1.2014

Použité etalony : Multikalibrátor MEATEST M-130, v.č. 13018
Odporový kalibrátor GUILDLINE 6560, v.č. 58496
Číslicový multimetr HP 3458A, v.č. 2823A24289
Odporová dekáda M 109 v.č. 10937
Návaznost použitých měřidel a etalonů byla provedena na etalony primárních laboratorí ČMI

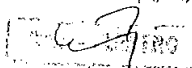
Metoda měření: Přístroj byl porovnán s výše uvedenými etalony v souladu s kalibrační procedurou řídicího souboru programu CALIBER.

Tech. poznámka Uvedená rozšířená nejistota měření je součinem standardní nejistoty měření a koeficientu rozšíření $k=2$ což pro normální rozdělení odpovídá pravděpodobnosti pokrytí asi 95%. Standardní nejistota měření byla určena v souladu s dokumentem EA-4/02.

Výsledek měření: Měřidlo bylo podrobena kalibraci s výsledkem:

Vyhovuje specifikacím výrobce nezúžené o nejistoty měření.

Protokol vystavil, datum: 19-01-2012

Kalibraci provedl:  Černý

Odpovědný pracovník laboratoře: M.Bartoň

Kalibrační list může být rozšiřován pouze v celkovém počtu stran a beze změn. Změny a doplňky mohou být provedeny pouze v laboratoři která dokument vystavila.

Funkce	Rozsah	Etalon	UUT	Odchylka	%spe	Povoleno	Nejistota	
VDC-2W	50 mV	45.000 mV	45.006 mV	5.5 uV	8	65.0 uV	1.2 uV	ok
VDC-2W	50 mV	-44.990 mV	-44.984 mV	6.0 uV	9	65.0 uV	1.1 uV	ok
VDC-2W	500 mV	50.00 mV	50.00 mV	0.9 uV	2	35.0 uV	5.9 uV	ok
VDC-2W	500 mV	450.06 mV	450.07 mV	8.4 uV	5	155.0 uV	8.1 uV	ok
VDC-2W	500 mV	-449.95 mV	-449.90 mV	51.4 uV	33	155.0 uV	8.1 uV	ok
VDC-2W	3 V	0.3001 V	0.3001 V	0.033 mV	6	0.575 mV	0.058 mV	ok
VDC-2W	3 V	2.7001 V	2.7002 V	0.094 mV	8	1.175 mV	0.066 mV	ok
VDC-2W	3 V	-2.6999 V	-2.6998 V	0.16 mV	13	1.17 mV	0.12 mV	ok
VDC-2W	5 V	0.5001 V	0.5000 V	-0.065 mV	-6	1.125 mV	0.058 mV	ok
VDC-2W	5 V	4.5001 V	4.5002 V	0.062 mV	3	2.125 mV	0.078 mV	ok
VDC-2W	5 V	-4.4999 V	-4.4997 V	0.207 mV	10	2.125 mV	0.078 mV	ok
VDC-2W	50 V	5.000 V	5.000 V	-0.04 mV	-1	4.50 mV	0.58 mV	ok
VDC-2W	50 V	15.000 V	15.000 V	-0.25 mV	-3	7.50 mV	0.63 mV	ok
VDC-2W	50 V	25.001 V	25.002 V	0.72 mV	7	10.50 mV	0.69 mV	ok
VDC-2W	50 V	35.001 V	35.002 V	1.16 mV	9	13.50 mV	0.78 mV	ok
VDC-2W	50 V	45.001 V	45.003 V	1.61 mV	10	16.50 mV	0.88 mV	ok
VDC-2W	50 V	-5.000 V	-5.000 V	0.3 mV	7	4.5 mV	1.2 mV	ok
VDC-2W	50 V	-44.999 V	-44.996 V	3.04 mV	18	16.50 mV	0.88 mV	ok
VDC-2W	500 V	50.00 V	50.00 V	-1.4 mV	-2	70.0 mV	5.8 mV	ok
VDC-2W	500 V	250.00 V	250.01 V	2 mV	1	270 mV	12 mV	ok
VDC-2W	500 V	450.09 V	449.97 V	-116 mV	-25	470 mV	218 mV	ok
VDC-2W	500 V	-250.00 V	-249.99 V	9.2 mV	3	270.0 mV	6.8 mV	ok
VDC-2W	1 kV	0.1000 kV	0.1000 kV	-0.001 V	0	0.300 V	0.058 V	ok
VDC-2W	1 kV	0.9001 kV	0.9000 kV	-0.09 V	-8	1.10 V	0.22 V	ok
VDC-2W	1 kV	-0.2500 kV	-0.2500 kV	-0.001 V	0	0.450 V	0.058 V	ok
VAC-2W	50 mV	5.012 mV; 50Hz	5.005 mV	-7 uV	-11	60 uV	33 uV	ok
VAC-2W	50 mV	5.016 mV; 1kHz	4.990 mV	-26 uV	-43	60 uV	30 uV	ok
VAC-2W	50 mV	5.040 mV; 10kHz	4.842 mV	-198 uV	-70	282 uV	31 uV	ok
VAC-2W	50 mV	45.005 mV; 50Hz	45.047 mV	41 uV	19	220 uV	43 uV	ok
VAC-2W	50 mV	45.005 mV; 1kHz	44.909 mV	-96 uV	-44	220 uV	22 uV	ok
VAC-2W	50 mV	45.358 mV; 20kHz	43.434 mV	-1925 uV	-79	2429 uV	23 uV	ok
VAC-2W	500 mV	50.00 mV; 50Hz	50.03 mV	30 uV	5	600 uV	208 uV	ok
VAC-2W	500 mV	50.00 mV; 1kHz	49.88 mV	-120 uV	-20	600 uV	24 uV	ok
VAC-2W	500 mV	50.33 mV; 20kHz	48.14 mV	-2186 uV	-72	3048 uV	25 uV	ok
VAC-2W	500 mV	449.63 mV; 50Hz	450.45 mV	818 uV	37	2202 uV	427 uV	ok
VAC-2W	500 mV	449.72 mV; 1kHz	449.02 mV	-695 uV	-32	2196 uV	221 uV	ok
VAC-2W	500 mV	449.94 mV; 20kHz	433.52 mV	-16415 uV	-68	24244 uV	221 uV	ok
VAC-2W	3 V	0.2998 V; 50Hz	0.3007 V	0.93 mV	18	5.20 mV	0.33 mV	ok
VAC-2W	3 V	0.2998 V; 1kHz	0.3010 V	1.23 mV	24	5.20 mV	0.19 mV	ok
VAC-2W	3 V	0.2998 V; 10kHz	0.3010 V	1.17 mV	22	5.20 mV	0.19 mV	ok
VAC-2W	3 V	2.6982 V; 50Hz	2.6923 V	-5.9 mV	-40	14.8 mV	3.0 mV	ok
VAC-2W	3 V	2.6985 V; 1kHz	2.7012 V	2.7 mV	18	14.8 mV	1.8 mV	ok
VAC-2W	3 V	2.6988 V; 20kHz	2.7020 V	3.2 mV	7	44.5 mV	1.8 mV	ok
VAC-2W	5 V	0.4996 V; 50Hz	0.4994 V	-0.19 mV	-3	6.00 mV	0.47 mV	ok
VAC-2W	5 V	0.4997 V; 1kHz	0.5001 V	0.40 mV	7	6.00 mV	0.24 mV	ok
VAC-2W	5 V	0.4999 V; 20kHz	0.5006 V	0.68 mV	6	11.51 mV	0.24 mV	ok
VAC-2W	5 V	4.4975 V; 50Hz	4.4950 V	-2.5 mV	-11	22.0 mV	4.3 mV	ok
VAC-2W	5 V	4.4979 V; 1kHz	4.5016 V	3.6 mV	16	22.0 mV	2.2 mV	ok
VAC-2W	5 V	4.4982 V; 20kHz	4.5058 V	7.6 mV	11	71.6 mV	2.2 mV	ok
VAC-2W	50 V	4.997 V; 50Hz	4.995 V	-2.0 mV	-3	60.0 mV	4.6 mV	ok
VAC-2W	50 V	4.998 V; 1kHz	5.002 V	4.0 mV	7	60.0 mV	2.4 mV	ok
VAC-2W	50 V	4.998 V; 20kHz	5.046 V	47.7 mV	41	115.7 mV	2.4 mV	ok
VAC-2W	50 V	14.990 V; 1kHz	15.008 V	17 mV	17	100 mV	17 mV	ok
VAC-2W	50 V	24.980 V; 1kHz	25.009 V	28 mV	20	140 mV	20 mV	ok
VAC-2W	50 V	34.978 V; 1kHz	35.014 V	35 mV	20	180 mV	24 mV	ok
VAC-2W	50 V	44.969 V; 50Hz	44.949 V	-20 mV	-9	220 mV	43 mV	ok
VAC-2W	50 V	44.974 V; 1kHz	45.017 V	43 mV	20	220 mV	27 mV	ok
VAC-2W	50 V	44.978 V; 20kHz	45.128 V	150 mV	21	717 mV	27 mV	ok
VAC-2W	500 V	49.97 V; 50Hz	49.94 V	-28 mV	-5	600 mV	46 mV	ok
VAC-2W	500 V	49.97 V; 1kHz	50.01 V	37 mV	6	600 mV	29 mV	ok
VAC-2W	500 V	249.90 V; 1kHz	250.10 V	196 mV	14	1400 mV	408 mV	ok
VAC-2W	500 V	449.81 V; 50Hz	449.44 V	-374 mV	-17	2198 mV	650 mV	ok
VAC-2W	500 V	449.90 V; 1kHz	450.15 V	250 mV	11	2201 mV	546 mV	ok
VAC-2W	1 kV	0.1000 kV; 50Hz	0.0999 kV	-0.067 V	-2	4.400 V	0.099 V	ok
VAC-2W	1 kV	0.1000 kV; 1kHz	0.1000 kV	0.020 V	0	4.400 V	0.074 V	ok

VAC-2W	1 kV	0.5998 kV; 50Hz	0.5993 kV	-0.50 V	-8	6.40 V	0.79 V	ok
VAC-2W	1 kV	0.5998 kV; 300Hz	0.6001 kV	0.26 V	4	6.40 V	0.65 V	ok
IDC	500 uA	50.00 uA	50.06 uA	0.119 %	18	0.650 %	0.013 %	ok
IDC	500 uA	450.02 uA	450.04 uA	0.0036 %	1	0.2945 %	0.0044 %	ok
IDC	5 mA	0.5000 mA	0.5000 mA	-0.003 %	-1	0.290 %	0.012 %	ok
IDC	5 mA	4.5002 mA	4.5001 mA	-0.0028 %	-1	0.2544 %	0.0044 %	ok
IDC	50 mA	5.000 mA	4.997 mA	-0.068 %	-19	0.350 %	0.012 %	ok
IDC	50 mA	45.000 mA	44.996 mA	-0.0086 %	-5	0.1722 %	0.0061 %	ok
IDC	400 mA	40.00 mA	39.99 mA	-0.027 %	-13	0.200 %	0.016 %	ok
IDC	400 mA	359.96 mA	359.93 mA	-0.008 %	-5	0.156 %	0.017 %	ok
IDC	400 mA	-360.04 mA	-359.98 mA	-0.018 %	-11	0.156 %	0.017 %	ok
IDC	5 A	0.5000 A	0.4997 A	-0.07 %	-10	0.70 %	0.13 %	ok
IDC	5 A	2.500 A	2.500 A	0.00 %	1	0.54 %	0.20 %	ok
IDC	5 A	4.500 A	4.500 A	0.00 %	0	0.52 %	0.13 %	ok
IDC	10 A	5.000 A	4.999 A	-0.02 %	-4	0.54 %	0.13 %	ok
IDC	10 A	9.000 A	9.000 A	0.000 %	0	0.522 %	0.096 %	ok
IAC	500 uA	49.97 uA; 50Hz	50.13 uA	0.31 %	27	1.15 %	0.18 %	ok
IAC	500 uA	449.9 uA; 50Hz	449.8 uA	-0.03 %	-4	0.79 %	0.12 %	ok
IAC	500 uA	449.98 uA; 1kHz	450.19 uA	0.046 %	6	0.795 %	0.087 %	ok
IAC	5 mA	0.5000 mA; 1kHz	0.5004 mA	0.084 %	10	0.851 %	0.083 %	ok
IAC	5 mA	4.498 mA; 50Hz	4.497 mA	-0.04 %	-5	0.76 %	0.12 %	ok
IAC	5 mA	4.4990 mA; 1kHz	4.5009 mA	0.040 %	5	0.761 %	0.087 %	ok
IAC	50 mA	4.999 mA; 1kHz	5.002 mA	0.059 %	5	1.151 %	0.083 %	ok
IAC	50 mA	44.98 mA; 50Hz	44.96 mA	-0.04 %	-5	0.79 %	0.12 %	ok
IAC	50 mA	44.988 mA; 1kHz	45.012 mA	0.051 %	6	0.795 %	0.087 %	ok
IAC	400 mA	39.989 mA; 1kHz	40.000 mA	0.027 %	3	0.850 %	0.094 %	ok
IAC	400 mA	360.0 mA; 50Hz	359.8 mA	-0.04 %	-5	0.76 %	0.16 %	ok
IAC	400 mA	360.6 mA; 1kHz	360.7 mA	0.05 %	6	0.76 %	0.18 %	ok
IAC	5 A	0.5000 A; 1kHz	0.5004 A	0.08 %	4	1.90 %	0.29 %	ok
IAC	5 A	4.500 A; 50Hz	4.497 A	-0.06 %	-4	1.54 %	0.37 %	ok
IAC	5 A	4.500 A; 1kHz	4.506 A	0.13 %	9	1.55 %	0.37 %	ok
IAC	10 A	9.000 A; 50Hz	8.997 A	-0.03 %	-2	1.51 %	0.24 %	ok
IAC	10 A	9.000 A; 1kHz	9.015 A	0.17 %	11	1.51 %	0.24 %	ok
RDC-2W	500 Ohm	100.00 Ohm	100.07 Ohm	70 mOhm	47	150 mOhm	47 mOhm	ok
RDC-2W	500 Ohm	450.00 Ohm	450.13 Ohm	130 mOhm	40	325 mOhm	156 mOhm	ok
RDC-2W	5 kOhm	0.5000 kOhm	0.5001 kOhm	0.10 Ohm	22	0.45 Ohm	0.18 Ohm	ok
RDC-2W	5 kOhm	4.5000 kOhm	4.5002 kOhm	0.2 Ohm	8	2.5 Ohm	1.6 Ohm	ok
RDC-2W	50 kOhm	5.000 kOhm	5.002 kOhm	1.5 Ohm	33	4.5 Ohm	2.1 Ohm	ok
RDC-2W	50 kOhm	45.000 kOhm	45.001 kOhm	1 Ohm	4	25 Ohm	26 Ohm	?
RDC-2W	500 kOhm	50.00 kOhm	50.02 kOhm	20 Ohm	44	45 Ohm	29 Ohm	?
RDC-2W	500 kOhm	450.0 kOhm	450.1 kOhm	50 Ohm	20	245 Ohm	1039 Ohm	?
RDC-2W	5 MOhm	0.5000 MOhm	0.5004 MOhm	0.4 kOhm	35	1.2 kOhm	1.2 kOhm	?
RDC-2W	5 MOhm	4.500 MOhm	4.502 MOhm	2 kOhm	24	7 kOhm	26 kOhm	?
RDC-2W	50 MOhm	10.0 MOhm	10.0 MOhm	2 kOhm	0	500 kOhm	82 kOhm	ok
RDC-2W	50 MOhm	30.0 MOhm	30.0 MOhm	8 kOhm	1	1100 kOhm	90 kOhm	ok
RDC-2W	500 MOhm	300.0 MOhm	295.4 MOhm	-4600 kOhm	-15	29740 kOhm	1733 kOhm	ok
RDC-2W	500 MOhm	500.0 MOhm	489.4 MOhm	-10650 kOhm	-22	49135 kOhm	2971 kOhm	ok
FREQ2	500 Hz	250.00 Hz; 500mV	250.02 Hz	12 mHz	54	23 mHz	610 mHz	?
FREQ2	5 kHz	5.0000 kHz; 500mV	5.0000 kHz	0.000 Hz	0	0.350 Hz	0.058 Hz	ok
FREQ2	50 kHz	6.000 kHz; 500mV	6.000 kHz	0.00 Hz	0	1.30 Hz	0.58 Hz	ok
FREQ2	50 kHz	20.000 kHz; 500mV	20.001 kHz	1.00 Hz	50	2.00 Hz	0.58 Hz	ok
FREQ2	999.99 k	90.00 kHz; 200mV	90.00 kHz	0.0 Hz	0	24.5 Hz	5.8 Hz	ok
FREQ2	999.99 k	500.00 kHz; 200mV	500.02 kHz	20.0 Hz	57	35.0 Hz	5.8 Hz	ok

ok ... vyhovuje

? ... chyba naměřená je v intervalu mezní chyba ± nejistota měření