

2/2017
ROČNÍK 26

METROLOGIE

VĚDECKÁ
LEGÁLNÍ
PRAKTICKÁ



ÚVOD

Ing. František Jelínek, CSc., Ing. Jan Tichý Světový den metrologie 2017	1
--	---

LEGÁLNÍ METROLOGIE

Ing. Ivan Kříž Vážení vozidel v oblasti silniční dopravy.....	2
---	---

Doc. Ing. Emil Doupal, CSc., Ing. Jiří Novotný Průvodce novým mezinárodním standardem NMI pro vážení vozidel za jízdy WIM.....	8
---	---

Ing. Viktor Lokaj, Stanislav Urbánek, Tomáš Foltýn, Ing. Václav Mach, Ph.D. Silniční radarové rychloměry	14
--	----

Ing. Luděk Král Analýzatory alkoholu v dechu.....	18
---	----

Ing. Jiří Novotný Lukáš Rutar Nástup nové generace tachografů	22
---	----

ZKUŠEBNICTVÍ

Ing. Jaroslav Škubal, Ph.D. Ing. Václav Kraus, Ph.D. Měření mechanických a elektrických vlastností drážních vozidel.....	25
---	----

Mgr. Václava Holušová Plán standardizace – Program rozvoje zkušebnictví v roce 2016	28
--	----

Ing. Jaroslav Válek, Ph.D. Ing. Martin Toth, MBA Zkoušení a výroba svislých dopravních značek.....	30
--	----

METROLOGIE V PRAXI

Ing. František Kopřiva Metrologie ve ŠKODA AUTO a.s.....	34
--	----

PR

Mitutoyo Česko.....	39
Amtest-TM s.r.o.	40

INTRODUCTION

Ing. František Jelínek, CSc., Ing. Jan Tichý World Metrology Day 2017	1
---	---

LEGAL METROLOGY

Ing. Ivan Kříž Weighing of Vehicles in Road Transport.....	2
--	---

Doc. Ing. Emil Doupal, CSc., Ing. Jiří Novotný The Guide to the New International Standard NMI for Weighing Vehicles in Motion WIM.....	8
--	---

Ing. Viktor Lokaj, Stanislav Urbánek, Tomáš Foltýn, Ing. Václav Mach, Ph.D. Road Radar Speedometers	14
---	----

Ing. Luděk Král Breath Alcohol Content Analyzers.....	18
---	----

Ing. Jiří Novotný Lukáš Rutar The Emergence of a New Generation of Tachographs...22	
---	--

TESTING

Ing. Jaroslav Škubal, Ph.D. Ing. Václav Kraus, Ph.D. Measuring Mechanical and Electrical Characteristics of Rolling Stock.....	25
---	----

Mgr. Václava Holušová Plan of Standardization - Program for Development of Testing in 2016	28
---	----

Ing. Jaroslav Válek, Ph.D. Ing. Martin Toth, MBA Testing and Production of Vertical Road Signs	30
--	----

METROLOGY IN PRACTICE

Ing. František Kopřiva Metrology at ŠKODA AUTO a.s.....	34
---	----

PR

Mitutoyo Česko.....	39
Amtest-TM s.r.o.	40

SVĚTOVÝ DEN METROLOGIE 2017

Ing. František Jelínek, CSc.

Česká metrologická společnost

Ing. Jan Tichý

Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví

Vážení čtenáři, dostává se vám do rukou číslo časopisu, věnované metrologii v dopravě. Souvisí to s orientací letošního Světového dne metrologie – organizátoři, BIPM a OIML, zvolili jako téma letošního Světového dne metrologie (SMD) právě měření v dopravě. Volba tématu vychází z toho, že metrologické zabezpečení je nutnou podmínkou zajištění bezpečného, efektivního a k prostředí šetrného provozování nejrůznějších dopravních systémů pro přepravu osob, zboží, surovin a z toho, že doprava je neodmyslitelnou součástí každodenního života nás všech.

Větší část příspěvků v tomto čísle se skutečně zabývá měřeními, používanými pro dopravní systémy. Je ovšem třeba uvědomit si, že metrologie v dopravě je téma se širokým záběrem. Týká se legální metrologie, která se zabývá měřením rychlosti pohybu na komunikacích, tachografy, analyzátorů alkoholu v dechu, vážením; k dopravě se váže i měření spotřeby paliv a elektrické energie atd. Metrologie hraje ale také významnou roli ve výrobě a zkoušení dopravních prostředků nebo ve výstavbě a provozu komunikací, protože každá doprava osob nebo jakéhokoliv materiálu potřebuje cestu,

dopravní prostředek a provozní pravidla. Již z těchto několika poznámek je zřejmé, že musíme metrologii v dopravě, stejně jako v jiných oborech, chápat ve spektru měřených veličin, metod a zařízení. Vzhledem k tomu redakční rada věří, že toto číslo časopisu bude zajímavé obecně, ne jen pro specialisty na měření v dopravě.

Doufejme, že v budoucnu získá časopis i příspěvky, zabývající se perspektivami metrologie spojenými s tzv. elektromobilitou, s využitím nových pokročilých materiálů, s inteligentním městem, určováním polohy objektů a s mnoha dalšími aspekty technického pokroku. Vzpomeňme role systematicky rozvíjené vědecké metrologie a vývoje a ověřování nových metod měření například v technice palivových článků, solárních zdrojů energie, vozidel poháněných elektrinou.

Světovým dnem metrologie si připomínáme výročí podpisu Metrické konvence 20. května 1875. Tento den znamenal reálný začátek organizované mezinárodní spolupráce v oblasti metrologie, koordinaci výzkumu v oboru a to vše vede k jinak nedosažitelnému pokroku a užitku pro všechny lidi.

Konvencí byl založen Mezinárodní úřad pro váhy a míry a byl dán základ pro celosvětové jednotné měření. BIPM je skutečným centrem sítě národních metrologických institutů a pro Českou republiku byla jeho pomoc a spolupráce vždy neocenitelná a odstartovala vlastně rychlý rozvoj ČMI.

Světový den metrologie je organizován s cílem zvýšit povědomí veřejnosti o důležitosti práce metrologických orgánů a laboratoří. Organizuje se posterová kampaň, specializované akce, vydávají se příležitostné publikace. SMD je také prostředkem ocenění významu práce metrologů na všech stupních od zabezpečování praktických měření, ověřování a kalibrace měřidel, v činnosti národních metrologických institucí, až po Mezinárodní úřad pro váhy a míry a Mezinárodní organizaci pro legální metrologii.

Podíváme-li se podrobněji na historii světových dnů metrologie v posledních letech, uvědomíme si, že v každém z oborů, na který se pozornost v tom kterém roce soustředila, se nutně setkáme už na první pohled s metrologií mnoha, prakticky všech, veličin – stejně jako v metrologii pro dopravu. Volená témata se v tomto směru prolínají a dokládají tak komplexnost jednotného měřicího systému, založeného právě Metrickou konvencí.

Témata SMD od roku 2006:

- 2006 Metrologie pro zdraví
- 2007 Měření pro ochranu životního prostředí
- 2008 Úloha měření ve sportu
- 2009 Měření v obchodním styku
- 2010 Měření ve vědě a technice - most k inovacím
- 2011 Chemická měření pro náš život a budoucnost
- 2012 Metrologie v oblasti bezpečnosti
- 2013 Měření v denním životě
- 2014 Metrologie a globální energetický problém
- 2015 Metrologie, měření a světlo
- 2016 Měření v dynamickém světě



Představitelé BIPM a OIML k příležitosti Světového dne metrologie vždy předkládají svá hodnotící vyjádření. V dalším textu jsou citovány výňatky z těch, která byla zveřejněna k letošnímu SMD.

BIPM využívá mezinárodního a nestranného postavení při koordinaci realizování a zdokonalování celosvětového měřicího systému, aby byly zajištěny přesné a srovnatelné výsledky měření. Důležité jsou vybrané vědecké a technické činnosti, které mohou být nejučelněji provedeny v laboratořích BIPM. Spoluprací s mezivládními organizacemi a mezinárodními institucemi prosazuje a propaguje BIPM důležitost metrologie pro vědu, průmysl a společnost obecně.

Martin Milton, ředitel BIPM, zdůrazňuje důležitost plnění rostoucích požadavků na hospodárnou a k prostředí šetrnou dopravu, přičemž každý druh dopravy, od kola ke kontejnerovým lodím, od aut po kosmické prostředky dopravy, potřebuje vhodné regulativy. Jejich uplatnění závisí na měřicí technice a vhodných etalonech. Jako příklady uvádí Dr. Milton

- přesné a rychlé vážení kontejnerů pro bezpečné zatížení kontejnerových lodí,
- charakterizaci povrchů s nízkým třením a aerodynamických tvarů pro minimalizaci spotřeby paliva v letecké dopravě,
- validní měření emisí vozidel pro podporu orgánů, regulujících a kontrolujících úroveň znečištění.

OIML, Mezinárodní organizace pro legální metrologii vznikla v roce 1955 s cílem podporovat celosvětově harmonizaci postupů v legální metrologii. Posláním OIML je

umožnit ekonomikám zavedení účinné infrastruktury legální metrologie, slučitelné a mezinárodně uznávané, ve všech oblastech odpovědnosti vlád. Všichni využíváme výhod publikací OIML, jako jsou mezinárodní doporučení jakožto modelové regulace mnoha kategorií měřidel, nebo mezinárodních dokumentů informativního a návodového charakteru. Mezinárodní slovníky, příručky (guides) a další publikace slouží všem.

Stephen Patoray, ředitel BIML, zdůrazňuje ve svém sdělení k SMD to, že v mnoha směrech představuje doprava významnou stránku našeho každodenního života:

- voda, plyn a elektřina musí být dopraveny ze svého zdroje ke spotřebiteli,
- také pohonné hmoty jsou transportovány cestou zdroj-rafinerie-zásobníky-spotřeba,
- neustále je třeba přepravovat spoustu potravin a dalších základních produktů potřebných pro život.

Dr. Patoray se zamýšlí nad různorodostí dopravních systémů, od silnic, železnic, letectví, kabelů až po produktovody. Přitom mnoho zboží musí být přepraveno na velmi velké vzdálenosti. Některá doporučení OIML se vztahují k specifickým formám dopravy a poskytují standardy a řešení pro měřicí zařízení, užívaná pro měření různých aspektů dopravního řetězce. Jako příklady jsou uvedena doporučení pro měření emisí vozidel, pro analyzátory alkoholu v dechu, pro vážení vozidel v pohybu a další.

Na závěr - časopis Metrologie přeje svým čtenářům při příležitosti Světového dne metrologie 2017 úspěšný rok.



VÁŽENÍ VOZIDEL V OBLASTI SILNIČNÍ DOPRAVY

Ing. Ivan Kříž

Český metrologický institut

Abstrakt

Článek popisuje problematiku vážení silničních vozidel, dělení podle způsobu vážení, shrnuje současné technologické možnosti vážení v této oblasti s porovnáním jejich vhodnosti pro různé aplikace.

1. Úvod

Vážení silničních vozidel na pozemních komunikacích z pohledu zákona o metrologii spadá do oblasti měření, při kterých je používáno měřidlo s významem ochrany veřejného zájmu podle § 3 odst. 3 zákona o metrologii. V České republice je prováděno v souladu se zákonem č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích v platném znění, konkrétně pak podle ustanovení § 38a až § 38c, ve kterých se nazývá kontrolním vážením. Pro toto kontrolní vážení lze využít celou řadu vážících technologií, které se ale mohou poměrně lišit co do přesnosti, nároků na instalaci a způsobů kalibrace nebo ověřování.

Podle zákona o pozemních komunikacích se rozlišují dvě kategorie kontrolního vážení:

1. Kontrolní vážení vozidla nepřenosnými vahami, při kterém **nedochází k odklonění vozidla** z provozu (dopravního proudu). Jde o tzv. **“vysokorychlostní vážení”** a je zajišťováno vahami, které se nazývají dle opatření obecné povahy č. 0111-OOP-C010-15 (zpracovatelem je Český metrologický institut) „váhy pro kontrolní vysokorychlostní vážení silničních vozidel“ s následující definicí:

„Automatické váhy, které měří dynamické síly na pneumatikách jedoucích vozidel a detekují jeho přítomnost na snímači zatížení v závislosti na čase a vypočítávají hodnoty celkové hmotnosti vozidla a zatížení na nápravu nebo skupinu náprav, popřípadě další parametry vozidla vyžadované zvláštním předpisem, a to přímo za jízdy vozidla na jeho trase.“

Vozidla se při vážení pohybují rychlostí běžnou (dovolenou) v daném úseku. Váhy jsou určeny pro rychlosti od cca 30 km/h do cca 100 km/h a pokrývají tak rozsah

rychlostí dovolených pro vozidla přepravující náklad. Váhy jsou schopny identifikovat správný přejezd vozidla přes senzory a stanovit tzv. „validitu měření“ respektive určit, zda se jedná o korektní přejezd.

2. Kontrolní vážení všemi jinými technickými zařízeními, při kterém **dochází k odklonění vozidla** z provozu (nizkorychlostní kontrolní vážení). Do této kategorie spadají i váhy pro statické vážení.

Definice nizkorychlostního kontrolního vážení tak, jak je obecně pojata v novele zákona o pozemních komunikacích, umožňuje provedení kontrolního vážení i jinou formou než najetím kontrolovaného vozidla na stacionární váhy umístěné mimo pozemní komunikaci, na níž se vozidlo pohybovalo. Jediným definičním vymezením nizkorychlostní formy vážení totiž je, že je prováděno jakýmkoli jinými technickými prostředky než vysokorychlostními vahami a že při něm dochází k odklonění vozidla z provozu. Prakticky však, zejména s ohledem na dostupné technické prostředky pro kontrolní vážení, bude nizkorychlostní kontrolní vážení moci být realizováno pouze dosavadními stacionárními zařízeními na kontrolní vážení.

Podle navržené úpravy může nizkorychlostní kontrolní vážení zahrnovat kontrolu největší povolené hmotnosti silničního vozidla, kontrolu největší povolené hmotnosti na nápravu a skupiny náprav vozidla, další hmotnostní poměry vozidla a kontrolu největších povolených rozměrů vozidel a jízdních souprav. Řidič vozidla musí na výzvu policisty nebo celníka odklonit vozidlo z plánované trasy a podrobit jej nizkorychlostnímu kontrolnímu vážení. Zajiďka k nizkorychlostní (stacionární) váze a zpět nesmí být delší než 16 kilometrů.

2 Způsoby kontrolního vážení podle používané technologie

2.1 Statické vážení

Při tomto způsobu vážení lze zjišťovat následující parametry:

- Měření celkové hmotnosti
- Zjišťování zatížení na nápravy, skupiny náprav a jednotlivá kola

K tomu lze použít váhy s neautomatickou činností a to buď

- mostové váhy nebo
- přenosné váhy pro zjišťování zatížení na kolo, zatížení na nápravu a celkové hmotnosti silničních vozidel.

Váhy s neautomatickou činností - mostové váhy

Na těchto vahách lze určovat celkovou hmotnost silničních vozidel. Je samozřejmě možné při použití vhodného počtu mostů a jejich rozměrů, případně pojižděním váženého vozidla, pokud rozložení mostů nedovoluje tyto parametry určit při jednom najetí na váhy, docílit i možnosti určovat na takovýchto vahách zatížení na jednotlivých nápravách a skupinách náprav, nicméně právní předpis ČR takovéto vážení neupravuje. Z hlediska právních předpisů musí tato měřidla splňovat:

- požadavky zákona o metrologii č. 505/1990 Sb. v platném znění a jeho příslušných prováděcích předpisů,
- požadavky nařízení vlády č. 121/2016 Sb., o posuzování shody vah s neautomatickou činností při jejich dodávání na trh,
- metrologické požadavky, které jsou dány harmonizovanou normou EN 45501:2015 – Metrologické aspekty vah s neautomatickou činností a mezinárodním doporučením OIML R 76-1 (2006).

Při splnění požadavků výše uvedených předpisů lze tyto váhy považovat za stanovené měřidlo a využívat je při zjišťování dodržování limitů daných zákonem o pozemních komunikacích. Nedodržení limitů pak může vést ke správnému deliktu.

Váhy s neautomatickou činností - přenosná měřicí zařízení pro zjišťování zatížení na kolo, zatížení na nápravu a celkové hmotnosti silničních vozidel

Na těchto vahách lze určovat celkovou hmotnost silničních vozidel, zatížení na nápravu, skupinu náprav a na jednotlivá kola. Z hlediska právních předpisů musí tato měřidla splňovat:

- základní požadavky nařízení vlády č. 121/2016 Sb., o posuzování shody vah s neautomatickou činností při jejich dodávání na trh,
- požadavky zákona o metrologii č. 505/1990 Sb. v platném znění a jeho příslušných prováděcích předpisů,
- metrologické požadavky, které jsou dány normou EN 45501:2015 – Metrologické aspekty vah s neautomatickou činností, mezinárodním doporučením OIML R 76-1 (2006) a metrologickým předpisem MP 009-04 pro přenosné měřicí zařízení pro zjišťování zatížení na kolo, zatížení na nápravu a celkové hmotnosti silničních vozidel pro účely kontroly provozu na pozemních komunikacích.

Při splnění požadavků výše uvedených předpisů lze tyto váhy považovat za stanovené měřidlo z hlediska platné legislativy a rovněž je využívat při zjišťování dodržování limitů daných zákonem o pozemních komunikacích.

U výše uvedených způsobů kontrolních vážení je nutno měřit další vyžadované parametry vozidel (rozvory, dílčí rozvory atd.) manuálně pomocnými měřidly.

2.2 Dynamické vážení (vážení za pohybu)

- Měření celkové hmotnosti
- Zjišťování zatížení na nápravy, skupiny náprav a jednotlivá kola

Definice vážení za pohybu

Vážení silničních vozidel za pohybu představuje měření působení kol nebo náprav vozidla prostřednictvím senzorů, které jsou obvykle umístěny na vozovce nebo jsou vestavěny přímo do vozovky. Pomocí vhodného algoritmu je odhadována, dynamickým vlivům odpovídající, statická zátěž nebo hmotnost.

Obecně existují dva hlavní přístupy:

- vážení za pomalých rychlostí a
- vážení za vysokých rychlostí.

Vážení za pomalých rychlostí

Při vážení za pomalých rychlostí je vozidlo odkloněno ze silničního provozu na speciální vázní místo, které má specifikované parametry a je zde váženo za rychlostí, které se pohybují v rozsahu 5 km/h až 20 km/h. Vážení probíhá pod dohledem obsluhy, případně policie. Tento způsob vážení je převážně používán při zjišťování dodržování limitů daných zákonem o pozemních komunikacích nebo ho lze použít v určitých situacích pro obchodní transakce. Přesnost tohoto měření se pohybuje v rozmezí 1 % až 10 %.

Měřidla používaná tímto způsobem se nazývají „automatické váhy pro vážení silničních vozidel za pohybu“. Metody měření a jejich ověření vycházejí z mezinárodního doporučení OIML R 134. Existují diskuse, zda tento předpis lze použít i pro vážení za vysokých rychlostí a zda současné technologie pro vysokorychlostní vážení jsou schopny splnit požadavky v tomto předpisu dané.

Vážení za vysokých rychlostí

Při vážení za vysokých rychlostí jsou senzory umístěny přímo v pružích vozovky a všechna projíždějící vozidla jsou automaticky zaznamenávána za rychlostí, kterými se po vozovce normálně pohybují. Tento způsob kontrolního vážení může sledovat několik cílů. Může to být získávání statistických údajů o provozu vozidel, monitorování provozu vozidel a využívání dat při projektování pozemních komunikací. Pro tyto aplikace je přesnost měření v rozsahu od 10 % do 25 %, vzhledem k statickému zatížení, plně dostačující. V současné době je technická úroveň systémů taková, že při měření celkové hmotnosti lze dosáhnout přesnosti 5 % a lze je tedy využít i v oblasti legální metrologie („direct law enforcement“).

3 Systémy pro vysokorychlostní vážení

Povšimněme si nyní blíže technologií, které jsou používány pro vysokorychlostní vážení.

3.1 Původní účel těchto zařízení je:

- monitorování silničního provozu,
- kontrola přetížení mostů,
- získávání podkladů pro specifikace investic do oprav pozemních komunikací,
- law enforcement- vymáhání poplatků za přetížení (ve většině států EU ale pouze jako část systému, tzv. předvýběr).

U posledně zmíněného účelu jsou vysokorychlostní váhy (angl. zkratka - HS-WIM) při tomto využití umístěny v dopravním pruhu, kde vozidla jedou dovolenou rychlostí a systém vážení za pohybu (angl. zkratka WIM) vybere pravděpodobně přetížené vozidlo, které je pak odkloněno na vázní stanoviště s vázicím zařízením legálně použitelným pro tyto účely.

Hmotnostní parametry zjišťované pomocí vážení za pohybu jsou:

- zjišťování zatížení na jednotlivá kola, respektive montáže,
- zjišťování zatížení na nápravy, respektive skupiny náprav,
- zjišťování celkové hmotnosti.

Parametry jsou uvedeny v pořadí, ve kterém systémy WIM generují příslušné hodnoty při algoritmu vyhodnocení výše uvedených hmotnostních parametrů.

Kromě parametrů plynoucích z definice dynamického vážení lze WIM systémy rovněž využít k měření okamžitých silových účinků náprav silničních vozidel na vozovku. Zjišťování těchto parametrů však není předmětem kontrolního vážení.

3.2 Předpisy a specifikace používané v současnosti pro posuzování WIM systémů

V současnosti existuje a rovněž se v Evropě i jinde aplikuje řada předpisů a technických dokumentů. Jsou to především mezinárodní doporučení OIML R 134 (dokument pro legální metrologii) a dokument COST 323 *Weigh-in-Motion of Road Vehicles*. Návrh připravované evropské normy pro vysokorychlostní vážení z dokumentu COST 323 principiálně vychází.

Poslední informace, které se týkají návrhu evropské normy pro vysokorychlostní vážení, respektive hlasování jednotlivých států o posledním návrhu normy však ukazují, že tento návrh nebude v současné podobě přijat a bude zřejmě trvat ještě dlouhé období, než tato norma bude přijata. Hlavním důvodem je to, že norma v podstatě pouze kopíruje hlavní aspekty dokumentu COST 323 a tím opomíjí požadavky, které je nezbytné splnit v případě použití těchto systémů v oblasti legálních aplikací. Zcela zde například chybí požadavky na zkoušení elektroniky systému (měřicího řetězce) na odolnost proti vnějším vlivům (EMC, teplota atd.). Dále návrh normy obsahuje příliš složitý systém vyhodnocování na základě různých úrovní pravděpodobnosti a v závislosti na použití různých testovacích plánů a činí tak tento návrh nepoužitelným při případném praktickém ověřování.

V říjnu tohoto roku byla holandským NMi představena norma nazvaná „*NMi International WIM standard Specifications and test procedures for Weigh-in-Motion Systems*“, která se snaží sjednotit přístupy k vysokorychlostním vahám a nastavit pravidla pro jejich případné použití při legálních aplikacích. Dále se tato norma současně snaží pokrýt i tzv. nízkorychlostní systémy. Tento dokument, stejně jako opatření obecné povahy (dále OOP), které v ČR stanovuje technické a metrologické požadavky na stanovená měřidla, vychází ze tří základních dokumentů: COST 323, ASTM-E1318 a OIML R 134 a je třeba podotknout, že tvůrci se evidentně při jeho tvorbě značně inspirovali právě naším OOP.

3.3 Technologie používané WIM systémy

V současnosti používají WIM systémy různé technologie – senzory pro snímání dynamických sil. V zásadě lze tyto technologie rozdělit do dvou kategorií. Senzory, které lze kalibrovat staticky a které kalibrovat staticky nelze.

Senzory s možností statické kalibrace jsou:

- tenzometrické snímače/bending plate,
- piezo-quartz senzory,
- kapacitní pásy,
- fibro-optické senzory.

I u těchto typů senzorů (kromě tenzometrických snímačů) je statická kalibrace velmi problematická, a to z důvodu velmi malé plochy senzorů, a tedy obtížnosti aplikování kalibrační zátěže. Navíc podmínky zatěžování se u těchto typů senzorů liší od zatěžování způsobeného vozidly za provozu a nemusí docházet k integrování signálu. Proto se z těchto důvodů používá statická kalibrace především u systémů pro vážení za pomalých rychlostí, které využívají tenzometrické snímače zatížení.

Senzory staticky nekalibrovatelné jsou:

- piezo-keramické kabely,
- piezo-polymerové kabely.

Podstatou technologie je převod aplikované síly (deformace vzniklé aplikovanou silou) nebo tlaku na elektrický signál vztažený k velikosti a směru síly nebo tlaku. Rezistivní senzory převádí působící sílu na změnu jejich elektrického odporu.

Pásové senzory jsou instalované kolmo na osu vozovky o délce rovnající se šířce nebo polovině šířky vozovky. Lze říci, že většina současných systémů využívá technologie quartzových senzorů ve formě pásů.

Systém se skládá ze dvou nebo více sad senzorů umístěných v mělkých drážkách přímo ve vozovce. Senzory pracují na piezo-elektrickém principu – výstupní napětí je proporcionální působící síle. Detektorové smyčky, které jsou součástí systému, zaznamenávají přítomnost (nebo nepřítomnost) vozidla a optické senzory detekují správnost přejíždění všech vážních senzorů vozidlem.

3.4 Metrologické a technické parametry WIM systémů

Metrologické a technické požadavky na WIM systémy podrobně specifikuje již výše zmíněný evropský předpis COST 323 „Weigh-in-motion of road vehicles, neboli tzv. evropská specifikace těchto systémů. Jako aktuální je v současné době k dispozici verze 3.0 z roku 1999.

V následujícím rozboru se soustředíme na parametry týkající se přesnosti systémů, postupů pro ověření jejich přesnosti a úrovně spolehlivosti WIM systémů (konfidenční úrovně ve vztahu k metodám a třídám přesnosti) podle specifikace COST 323.

3.4.1 Přesnost WIM systémů

Při specifikování přesnosti WIM systémů z principu klasifikace založeném na přiřazení konfidenčního intervalu δ při odpovídající úrovni spolehlivosti π . Tato úroveň spolehlivosti závisí na podmínkách zkoušek při použití referenčních vozidel, tedy na zvoleném plánu zkoušek a velikosti zkušební vzorku.

Třídy přesnosti – klasifikace WIM systémů

Protože dynamické efekty vzniklé interakcí vozovky a vozidla ovlivňují ve velké míře přesnost WIM systému, jsou tolerance pro jednotlivé parametry (zatížení na nápravu, skupinu náprav, nápravu náležející do skupiny náprav a celkovou hmotnost) odlišné. V tabulce níže jsou uvedeny jednotlivé tolerance v % (třídy přesnosti), které lze přiřadit WIM systému.

Tolerance WIM systému

Parametr	Oblast působnosti	Třída přesnosti (konfidenční interval d %)						
		A (5)	B+(7)	B(10)	C(15)	D+(20)	D(25)	E
Celková hmotnost	> 3.5 t	5	7	10	15	20	25	> 25
Zatížení na nápravu	> 1t							
Skupina náprav		7	10	13	18	23	28	> 28
Samostatná náprava		8	11	15	20	25	30	>30
Náprava ve skupině		10	14	20	25	30	35	>35

Číselné označení třídy 5, 7, 10, 15, 20 a 25 je v souladu s OIML R 134 a umožňuje použití jakékoli třídy lepší než A(5) nebo interpolované třídy (např. 13).

Jak již bylo naznačeno, současné WIM systémy jsou schopny být zařazeny do třídy A(5) nebo B+(7). Při posuzování přesnosti WIM systému lze na základě zjištěných výsledků zařadit systém do více tříd přesnosti.

3.4.2 Výběr třídy přesnosti v závislosti na aplikaci WIM systému

Lze definovat tři oblasti použití WIM systémů v závislosti na jejich přesnosti:

a) Statistika

Ekonomické a technické studie, posuzování provozu na pozemních komunikacích a mostech, shromažďování dat atd. – přesnost **20 % až 30 %** (odpovídá třídě **D+(20) a D(25)**).

b) Předvýběr a infrastruktura

Detailní analýzy provozu, projektování komunikací, klasifikace vozidel a předvýběr pro legální vážení - přesnost **15 % až 20 %** (odpovídá třídě **B(10) nebo C(15)**)

c) Legální oblast

Vymáhání poplatků na základě příslušného zákona (samozřejmě toto závisí na legalizaci WIM systémů pro tyto účely v jednotlivých státech!) - přesnost **5 % až 10 %** (odpovídá třídě **A(5) nebo B+(7)**)

Použití takového systému by mohlo být výhodné v případech, kdy se vyžaduje kromě určování hmotnostních parametrů pro legální účely rovněž zjišťování dalších údajů týkajících se provozu na pozemních komunikacích, pokud zároveň není v daném místě možné vážit odpovídající vzorek vozidel staticky.

Validita měření

Systém WIM a jeho nadřazená monitorovací služba rozpozná poruchu řídicích částí systému. Systém nerozpozná náhodné porušení či změnu charakteristiky měřených dat, které mohou nastat v důsledku ovlivnění celou řadou vnějších faktorů: blesk, extrémní klimatické a povětrnostní podmínky (sníh, led, voda), znečištění povrchu vozovky v okolí senzorů, extrémní manévrování vozidel apod. Tyto jevy nelze z podstaty způsobu měření, které je prováděno elektronicky, a z podstaty fungování fyzikálních zákonů, plně identifikovat a zohlednit.

Systém musí být schopen rozpoznat a správně změřit vozidlo, které přes systém plynule projelo a mělo kontakt všemi koly se zabudovanými senzory. Přesnost vážení je ovlivněna interakcí měřeného vozidla s povrchem vozovky a geometrickým uspořádáním příslušného úseku silniční komunikace: povrchové charakteristiky vozovky, směrové a výškové poměry. Pro zajištění co největší přesnosti měření se tyto vlivy zohlední ve výsledku - **validitě měření**.

Koncept validity měření je založen na hodnotovém zpracování získaných údajů potřebných k výpočtu, včetně aplikace opravných algoritmů.

Prostřednictvím vícenásobného měření všech kol na pravé a levé straně vozidla lze posoudit zakřivení směru jízdy, brzdění či zrychlování jedoucím vozidlem. Pomocí těchto údajů je vypočtena procentuální úspěšnost měření – validita. Stoprocentní úspěšnost měření může být dosažena pouze za předpokladu dodržení optimálních fyzikálních podmínek v průběhu měření: přejezdem konstantní rychlostí v intervalu 3 – 200 km/h, absencí náhlých manévřů vozidla (akcelerace, decelerace), kvalitním povrchem vozovky (very good dle COST 323), vyloučením vlivů externích klimatických a meteorologických jevů (sníh, led, voda, naklonění na stranu vlivem silného větru).

Systém WIM, bez jakéhokoli dalšího zařízení pro měření rychlosti, musí být schopen změřit rychlost vozidla s přesností odpovídající certifikovaným systémům pro měření rychlosti. Systém WIM musí měřit rychlost v intervalu 3 km/h – 255 km/h s maximální odchylkou 0,83 %. Systém nemusí správně měřit hmotnosti při nižších rychlostech než 3km/h a při zastavení a rozjezdu kol v oblasti senzorů (dopravní zácpa).

HW řešení

Systém WIM musí o každém přetíženém vozidle registrovat a ukládat následující údaje:

- fotografii, která obsahuje: datum a čas průjezdu, místo pořízení, rychlost,
- celkovou hmotnost,
- nápravové hmotnosti,
- vzdálenosti náprav,

Systém zabezpečí fotografii digitální podpisem proti zneužití třetí stranou a je schopen průkaznou fotografií včetně doprovodných identifikačních údajů odeslat do nadřazeného přestupkového systému.

Náklady na integraci do koncových informačních systémů přestupkových center musí být zahrnuty v nabídkové ceně.

Systém WIM musí uchovávat data o všech vozidlech ve vnitřní paměti. Dále musí být schopen odeslat data do nadřazeného systému při opětovném navázání spojení po jeho výpadku a zamezit tak jejich ztrátě.

Systém WIM musí externě ukládat data do datového skladu zaručujícího jeho integritu a autenticitu. Datový sklad musí být provozován v rámci produkčního softwarového prostředí systému, které je izolováno od veškerých veřejných částí sítě internet. Systém nesmí mít žádná výměnná záznamová média a při předávání dat do externího systému musí být používáno kontrolních součtů.

3.5 Výběr metod pro kontrolu přesnosti, při jejich přejímání a při jejich průběžné kontrole.

Podstatou prováděných zkoušek je použití opakovaných přejezdů několika referenčních vozidel, tedy vozidel se známou hmotností, za daných teplotních a klimatických podmínek. Lze definovat různé zkušební postupy. Rozsah zkoušení může být tedy různý v závislosti na požadované úrovni spolehlivosti WIM systému a lze ho v tomto směru optimalizovat a snížit tak nutné náklady na zkoušku.

Podstatou je definovat požadavky na výběr zkušebních metod WIM systémů, u kterých je předpoklad použití pro legální účely, ve vztahu k režimu zkoušení: zkouška typu, prvotní ověření, kontrola v provozu.

Rozsah zkoušek se bude lišit v závislosti na uvedeném režimu zkoušení. Největší rozsah budou mít zkoušky pro schválení typu. Rozsah zkoušek pro ostatní režimy lze pak dále modifikovat.

Základem všech testovacích metod by měla být takzvaná zkouška reprodukovatelnosti při základní minimální úrovni pravděpodobnosti 95 %. Tato zkouška je označena ve specifikaci COST 323 jako R1. Zkouška představuje použití 4 typů vozidel při různých rychlostech a různým rozsahem přejezdů.

3.5.1 Zkouška typu

Při tomto režimu zkoušení je vyžadován největší počet přejezdů, tak aby zkouška byla co nejreprezentativnější. Při této zkoušce může být vyžadován zkušební plán, který reprezentuje až 120 přejezdů referenčních vozidel. Obvykle je zkušební plán rozložen do dvou dnů.

3.5.2 Prvotní ověření a kontrola v provozu

Při těchto režimech lze modifikovat respektive zredukovat zkušební plán na menší počet přejezdů, lze redukovat i počet referenčních vozidel, stále však musí být použity různé reprezentativní typy vozidel (nejméně tři). Celkový počet přejezdů lze oproti plánu pro zkoušku typu rovněž zredukovat.

3.6 Konfidenční úroveň

Při použití zkušební metody R1 v různých režimech zkoušky (zkouška typu, prvotní ověření a kontrola v provozu) se obecně používá úroveň pravděpodobnosti $\pi = 90\%$ až 95% . Pro legální aplikace, například kontrolu dodržení hmotnostních limitů a vymáhání poplatků může být požadována vyšší úroveň spolehlivosti 99% nebo $99,5\%$. Se zvyšujícími se požadavky na úroveň spolehlivosti se zvyšuje rovněž i rozsah zkušebního plánu R1. Tabulka níže uvádí příklad pro zkoušku typu zkušební metodou R1 v závislosti na počtu zkušebních vzorků.

Maximální úroveň spolehlivosti v závislosti na metodě a počtu vzorků

Velikost vzorku	10	20	30	60	120	> 120
Spolehlivost (%)	85	90,8	92,5	94,2	95,2	97,0

Vyšší úroveň spolehlivosti lze rovněž zajistit použitím (přeřazením systému) nižší třídy přesnosti.

Nespornou výhodou takovýchto systémů je však to, že kromě určování hmotnostních parametrů je lze využívat pro jiné účely spojené s provozem na pozemních komunikacích (statistika, infrastruktura, projektování). Systémy mohou být dále vybaveny technologií pro snímání vozidel, měření rychlosti a podobně. Další výhodou je jejich nasazení v lokalitách, kde se vyžaduje velký vzorek vážení, který nelze realizovat na statických systémech nebo systémech pro pomalé vážení nebo lokalita vylučuje nasazení těchto statických systémů a systémů vážení za pomalých rychlostí. Důležitým faktorem při rozhodování o nasazení těchto systémů do legální oblasti je znalost množství přetížených vozidel a znalost rozsahu jejich přetížení. Na základě těchto údajů lze pak usuzovat o vhodnosti aplikací těchto WIM systémů. Jinými slovy je třeba stanovit poměr mezi reálnou přesností systémů a velikostí přetížení a množstvím přetížených vozidel pohybujících se na určitém území.

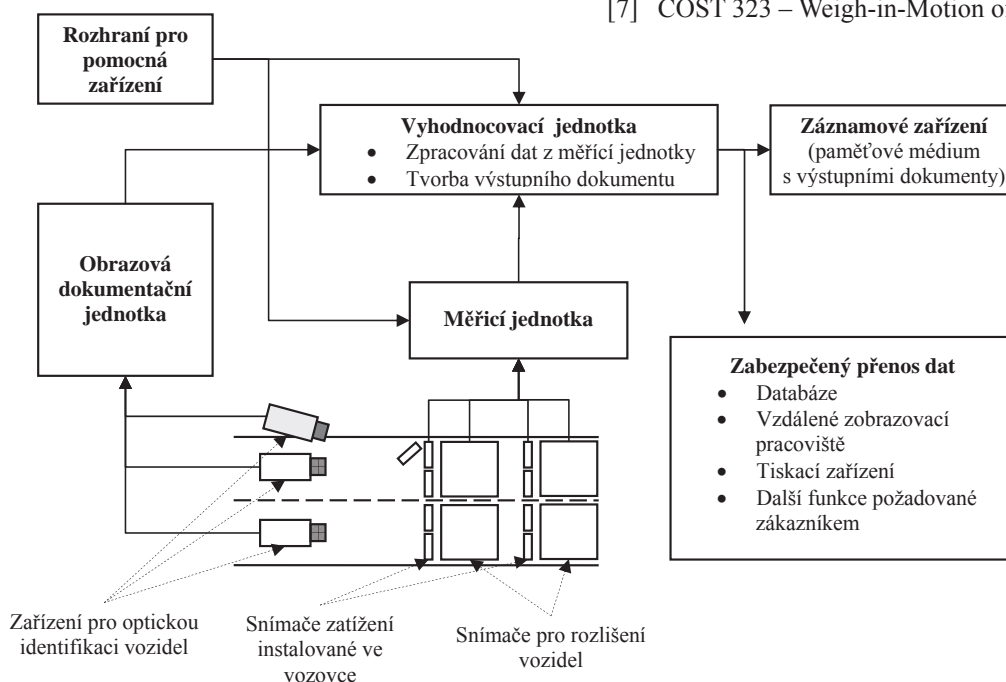
4 Typické instalace WIM systémů

Všechny pruhy jsou osazeny:

- registrace všech vozidel (klasifikace, rychlost, zatížení a identifikace),
- data na síti.

Co jsou systémy schopny měřit:

- - zatížení náprav a skupiny náprav,
- - celkové zatížení vozidla,
- - kategorizace vozidel,
- - měření rychlosti,
- - časy přejezdů,
- - lokalizace.



Obr.: Schématické znázornění WIM systému

Při vybavení kamerovým systémem:

- - fotografie vozidla,
- - identifikace,
- - identifikace nebezpečného nákladu.

5 Závěr

Je zřejmé, že využití technologií pro kontrolní vážení v oblasti silniční dopravy je velké a v poslední době zejména v oblasti tzv. vysokorychlostního vážení tyto technologie prodělaly značný pokrok. To umožňuje jejich nasazování v legální oblasti a na druhé straně klade vysoké nároky na orgány, které mají systémy používající tyto technologie ověřovat. Metrologické a technické požadavky na měřidla, která jsou určena v ČR pro legální účely, jsou uvedeny v opatření obecné povahy, které stanoví technické a metrologické požadavky, metody zkoušení a ověřování pro vysokorychlostní váhy. Český metrologický institut je v této oblasti rovněž zapojen do projektů mezinárodní vědecké spolupráce EMPIR.

Literatura

- [1] ČSN EN 45501:2015: Metrologické aspekty vah s neautomatickou činností
- [2] Směrnice Evropského Parlamentu a Rady 2014/31/EU o dodávání vah s neautomatickou činností na trh
- [3] Mezinárodní doporučení OIML R 76 - 1: Váhy s neautomatickou činností. Část 1: Metrologické a technické požadavky – zkoušky (2006)
- [4] Nařízení vlády č. 121/2016 Sb., o posuzování shody vah s neautomatickou činností při jejich dodávání na trh.
- [5] Směrnice Evropského Parlamentu a Rady 2014/32/EU o dodávání měřidel na trh
- [6] OIML R 134 – 1 Zařízení pro vážení silničních vozidel za pohybu a měření zatížení na nápravě
- [7] COST 323 – Weigh-in-Motion of Road Vehicles

PRŮVODCE NOVÝM MEZINÁRODNÍM STANDARDEM NMi PRO VÁŽENÍ VOZIDEL ZA JÍZDY WIM

Doc. Ing. Emil Doupal, CSc.

Ing. Jiří Novotný

Centrum dopravního výzkumu, v.v.i.



1. Úvod

Tento článek má sloužit jako popis, informativní vodítko pro vysvětlení a snazší používání NMi mezinárodního WIM standardu (Dutch Metrology Institute, NMi Certin, Weigh-in-Motion, vážení vozidel za jízdy), který byl vyvinut a zpracován skupinou mezinárodních expertů.

Složení skupiny expertů, která standard zpracovala:

- Cock Oosterman NMi Certin, The Netherlands;
- Paul Kok NMi Certin, The Netherlands;
- Mathias Meijer NMi Certin, The Netherlands;
- Hans van Loo Corner Stone International, Switzerland;
- Andy Lees Q-free TDC, United Kingdom;
- Emil Doupal Transport Research Centre, Czech-Republic;
- Peter Favai Cestel, Slovenia;
- Randy Hanson International Road Dynamics, Canada.

Členové expertní skupiny byli vyzváni k účasti na projektu na základě jejich specifických osobních zkušeností, nikoli však za účelem zastupovat tu či onu společnost, pro které pracují nebo pracovali. Cílem NMi bylo pokrýt různé oblasti zkušeností; senzory, mostní WIM, statické váhy a různé technologie snímačů a výrobců systémů WIM z různých kontinentů. Každý ze členů má více než 20 let praxe v oblasti vývoje, instalaci, používání a údržby WIM systémů. Většina z nich pracovala i pro dodavatele, výrobce nebo uživatele systémů WIM.

1.1 Výchozí podmínky NMi standardu

První část dokumentu popisuje důvody a motivaci k vývoji nového standardu a přístup zvolený při realizaci NIWS-projektu. Ve druhé části je vysvětlen rozsah a uplatnění dokumentu, jakým způsobem se odráží ve struktuře normy. Dále jsou představeny různé úrovně kontrolních testů a vize, jakým způsobem budou různé testy používány pro potřeby certifikace WIM systémů pro přímý postih na základě přetěžování, statistické aplikace a potřeby předvýběru potenciálně přetížených vozidel.

Následně jsou popsány různé možnosti, které byly uplatněny při vývoji standardu. V mnoha případech nejde o označení systému WIM jako dobrý či špatný, nýbrž o nalezení správné rovnováhy mezi různými aspekty, které ovlivňují kvalitu a výkonnost WIM systémů a o praktické metody jejich testování.

Nový NMi mezinárodní WIM standard byl světovým výrobcům WIM systémů, koncovým uživatelům, vládním

institucím a odborníkům na vážení vozidel za jízdy (WIM) poprvé představen na 7. ICWIM konferenci v Brazílii, (Iguazu, říjen 2016). Různé normy, které byly pro potřeby WIM doposud používány, (jako jsou např. OIML R 134, ASTM 1318-04, COST 323 “European specification on WEIGH-IN-MOTION of road vehicles”, Draft 3.0, June 99), nepokrývaly všechny typy systémů a jejich aplikací, což mělo za následek používání různých implementací a požadavků. Jednou z nevýhod je, že žádný z výše uvedených tří dokumentů nezahrnuje všechny aplikace a provozní podmínky pro WIM systémy požadované od koncových uživatelů, a to zejména pro jejich využití k přímému postihu za přetížení vozidel v běžných podmínkách silničního provozu. V minulosti byla realizována řada iniciativ s cílem zlepšit některý z uvedených dokumentů pro potřebu komplexního mezinárodního WIM-standardu (např. FiWi-projekt, NIST-Handbook 44). Tyto iniciativy měly potíže s hledáním konsensu mezi názory a / nebo zájmy všech účastníků. To znamenalo širokou škálu požadavků na testování, a s tím spojené dodatečné náklady. V posledních několika letech jak výrobci, tak vládní instituce vyjádřily požadavek na potřebu jednoduchého standardu, pokrývajícího všechny WIM systémy a všechny implementace. Nový NMi mezinárodní WIM standard je odpovědí na tuto otázku, pokrývající všechny aplikace a provozní podmínky.

Je normou, která je otevřena pro potřeby všech uživatelů a výrobců WIM systémů s cílem usnadnit jejich vztahy. Dokument může být převzat jakýmkoliv národním metrologickým institutem nebo úřadem pro míry a váhy v kterékoli zemi jako základ pro vytvoření národní legislativy. Standard je poskytován zdarma a lze jej stáhnout na NMi Certin internetových stránkách (www.nmi.nl).

1.2 Oblasti uplatnění WIM standardu

1.2.1 Specifikace pro automatické instrumenty měření hmotnosti vozidla, zatížení náprav a klasifikaci silničních vozidel za jízdy (dále jen WIM systémy).

- Neplatí pro jednotlivé části WIM-systémů jako např. pouze pro WIM-senzory.
- Neplatí pro WIM systémy, které vyžadují lidskou obsluhu k provádění měření.
- Neprovádí specifikace pro další veličiny, jež mohou být měřeny nebo zaznamenány WIM systémem, které se týkají vozidel, např. čas, rychlost, výška, obrazy.

1.2.2 Specifikace funkčních požadavků na WIM systémy

- Přesnost a spolehlivost měření a klasifikace související s WIM systémy.
- Provozní podmínky, které mohou mít vliv na přesnost a spolehlivost těchto měření.
- Toto se ale nevztahuje na požadavky na odolnost systému v průběhu času, ani na požadavky provozních

podmínek, které mohou ovlivnit pouze trvanlivost systému WIM, a dále se to nevztahuje na požadavky na výrobky označované CE nebo požadavky o shodě FCC, protože nemají vliv na přesnost a / nebo spolehlivost měření systému WIM.

1.2.3 Stanovení minimálních zkušebních postupů s cílem určit skutečnou přesnost jednotlivých typů WIM systémů

- Výsledky specifikovaných zkušebních postupů poskytou reference, které mohou být použity pro mezinárodní srovnání přesnosti WIM systémů.
- Pro uživatele a výrobce jsou zde ale otevřeny možnosti pro použití rozsáhlejších zkušebních postupů, neboť to může mít za následek ještě spolehlivější výsledky zkoušek.
- Hlavním cílem zkušebních postupů popsaných v tomto dokumentu je, že mají být využitelné v praxi. To znamená, že vždy existuje kompromis mezi úrovní spolehlivosti výsledku zkoušky požadované uživatelem a rozpočtem, respektive provozním omezením stanoveným výrobcem, nebo místními podmínkami.
- Specifikovaná přesnost WIM systému je testována pro každý jízdní pruh samostatně. V případě, že WIM systém sestává z několika jízdních pruhů s nainstalovanými senzory, je nutno přesnost každého jednotlivého pruhu posuzovat odděleně. Pro WIM systém s více jízdními pruhy v jednom směru jízdy jsou vyžadována také měření pro vozidla jedoucí mezi dvěma sousedními jízdními pruhy. Přesnost je testována odděleně při použití stejného zkušebního postupu používaného pro «standardní» jízdní pruh. (Např. pro 2 jízdní pruhy systému jsou stejné testy prováděny pro „jízdní pruh 1“, „jízdní pruh 2“ a „mezi pruhy 1 a 2“.)
- Ve vydaném certifikátu bude jasně uvedeno, které jízdní pruhy byly testovány a schváleny pro příslušné třídy přesnosti a rychlostní intervaly.

1.3 Použití WIM standardu

- Tento dokument je platný pro pevné a přenosné WIM systémy instalované na, nebo pod silniční infrastrukturou, včetně silnic a mostů, nezávisle na použitém typu měřicí techniky.
- Tento dokument platí pro vysokorychlostní WIM systémy, tj. systémy instalované přímo ve vozovce silniční komunikace pro měření dopravního proudu vozidel.
- Standard může být také použit pro LS WIM systémy (Low Speed WIM, nízkorychlostní systémy pro vážení vozidel za jízdy), neboť pracují v prostředí, ve kterém jsou podmínky měření přísněji kontrolovány a dynamika vozidel je nižší.

1.4 NMI Standard je platný pro WIM systémy používané pro potřeby:

- **statistiky** (např. monitoring provozu, zatížení vozovek silničních komunikací, předvýběr) tedy pro aplikace, kde je důležitá přesnost průměrného měření a přesnost je definována 2σ (2x směrodatná odchylka);

- **právní – přímý postih za přetěžování vozidel** (např. obchod, mýtné systémy, pokuty) tedy pro aplikace, kde je důležitá přesnost každého jednotlivého měření a přesnost je definována hodnotou maximální dovolené chyby měření (MPE – Maximum Permissible Error).

1.5 Části NMI standardu:

- obecná část, která se skládá z kapitol 1-3 a platí pro všechny WIM systémy;
- část I, skládající se z kapitol 4-7 a vztahuje se na WIM systémy pro statistické aplikace;
- část II, skládající se z kapitol 8-13 a vztahuje se na WIM systémy pro právní aplikace;
- doporučení, kapitola 14 s nepovinnými informacemi o instalaci a provozu WIM systémů.

Dynamika vozidel	Žádná dynamika vozidel	
Změna jízdního pruhu	Žádná změna jízdního pruhu	
Vysokorychlostní Dopravní proud Legální aplikace	Nízkorychlostní Kanalizovaný proud Legální aplikace	Přesnost každého měření Specifikována prostřednictvím MPE Legální aplikace
Vysokorychlostní Dopravní proud Statistická aplikace	Nízkorychlostní Kanalizovaný proud Statistická aplikace	Přesnost průměru měření Specifikována směrodatnou odchylkou Vztah Dodavatel – Uživatel

Obr. 1: Aplikace a podmínky pro jednotlivé WIM systémy

Cílem NMI standardu je poskytnout jednotnou strukturu pro požadavky a zkušební postupy, které mohou být použity pro všechny čtyři kombinace aplikací a podmínek. To však neznamená, že všechny požadavky a zkušební postupy jsou stejné pro všechny aplikace.

2. Zkušební postupy

2.1 Úrovně zkoušek

Dokument rozlišuje tři úrovně zkoušek, aby se minimalizovalo množství zkoušek, které je třeba provádět, a které zároveň poskytnou záruku o kvalitě WIM systému. Následující tři zkušební úrovně zkoušek, specifikované v této normě, jsou běžně používány pro měřicí přístroje pro potřeby legální metrologie po celém světě. Tyto tři úrovně jsou:

2.1.1 Typová zkouška

Jedná se o první úroveň a nejrozsáhlejší zkoušky nového typu měřidel, kde je systém testován v plném provozním rozsahu. Tento typ zkoušky je požadován pouze pro WIM systémy, které budou použity pro právní aplikace (přímý postih za přetěžování), mohou však být také použity pro statistické aplikace. Viz. [1] Opatření obecné povahy č. 0111-OOP-C010-10, č.j. 0313/003/10/Pos., kterým se stanovují metrologické a technické požadavky na stanovená měřidla, včetně metod zkoušení pro schválení typu a pro ověřování stanovených měřidel „váhy pro vysokorychlostní vážení silničních vozidel za pohybu“.

2.1.2 Prvotní ověření

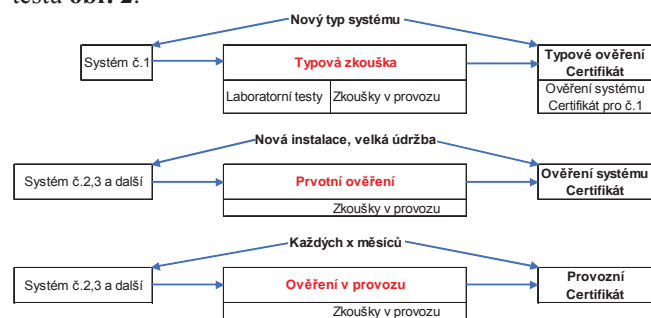
Toto je druhá úroveň a menší rozsah testů, které se provádí po první instalaci systému WIM – nebo pro jeho opravě (např. po výměně senzorů) – za účelem ověření přesnosti měření v rámci lokálních podmínek (dopravy a životního prostředí) v místě, kde je systém nainstalován. Skládá se ze zkoušky v provozu při použití menšího počtu testovacích vozidel, než je tomu u schvalovacích typových zkoušek. Výsledkem tohoto testu bude formální potvrzení nebo dokument uvádějící přesnost tohoto specifického systému. Tato zkouška je požadována pro všechny WIM systémy jak pro právní a statistické aplikace, nicméně obsah testovacích procedur (počet vozidel a jejich přejezdů) se bude mezi těmito dvěma aplikacemi lišit.

2.1.3 Ověření v provozu

Jedná se o třetí úroveň a současně o test nejmenšího rozsahu s cílem ověřit, zda systém je stále v provozu v rámci specifikací. Jedná se o relativně malý zkušební test, prováděný za provozu obvykle jednou za rok (pokud se jedná o WIM systém pro právní aplikace je perioda ověření stanovena na každých 6 měsíců). Skládá se pouze ze zkoušek v provozu, které budou mít menší počet testovacích vozidel než předchozí testy. Výsledkem tohoto testu bude formální potvrzení nebo doklad o tom, že tento specifický systém stále splňuje požadované specifikace.

2.2 Certifikát pro legální aplikace (přímý postih za přetěžování)

Pro WIM systém určený pro legální aplikace (přímý postih za přetěžování) byly stanoveny následující tři úrovně testů **obr. 2**.



Obr. 2: Zkušební postupy pro přímý postih za přetěžování

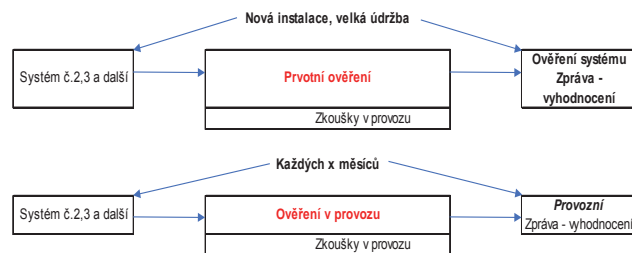
Pokud výrobce vyvinul nový typ systému WIM pro potřeby přímého postihu za přetěžování, může se obrátit buďto přímo na NMI, nebo na **kterýkoli národní metrologický institut** a požádat o test schválení typu. Pokud systém splnil všechny požadavky NMI standardu WIM, bude pro něj vydán certifikát o schválení typu. Jakýkoliv národní orgán (např. národní metrologický institut nebo úřad pro váhy a míry) mohou používat certifikát o schválení typu jako základ pro přijetí příslušné vnitrostátní právní úpravy. V případě následných úprav typu systému WIM, musí výrobce kontaktovat zpracovatele typové zkoušky, aby posoudil, zda tyto změny mohou být provedeny v rámci stávajícího certifikátu, nebo zda je zapotřebí nové případně revidované zkoušky schválení typu. Osvědčení o schválení typu platí vždy pro

kompletní třídu přesnosti (tedy hmotnost vozidla, zatížení náprav a skupin náprav). Spolu s certifikátem o schválení typu a bez nutnosti dalších zkoušek, bude vydáno ověření systému, certifikát se vydává pro systém č. 1 na příslušném zkušebním místě.

U všechny následujících systémů (č. 2, 3, atd.) stejného typu, které ale budou instalovány na různých místech, bude zapotřebí pouze „prvotní ověření“. Toto ověření posoudí dopad místních podmínek (vozovky, provozu a životního prostředí) na přesnost systému. Zkouška bude sestávat pouze z provozních testů. Po určité době stanovené uživatelem / majitelem, musí být požádáno (národní metrologický institut) o provedení „ověření v provozu“ tak, aby bylo možno posoudit, zda je systém stále funkční v rozsahu požadovaných specifikací. Opětřebení systému a vozovky (dlažba / most) a změny v provozních podmínkách mohou mít vliv na přesnost měření. Zkouška se bude skládat pouze ze zkoušek v provozu. Certifikát „ověření v provozu“ může být platný pouze pro vybrané položky tříd přesnosti.

2.3 Schvalovací procedura pro statistické aplikace

Schvalovací procedura WIM systémů pro statistické aplikace obsahuje pouze dvě úrovně zkoušek viz **obr. 3**. V tomto případě mohou být zkoušky prováděné na základě dohody mezi prodávajícím a kupujícím nebo jinou kvalifikovanou a nezávislou třetí stranou. Po nainstalování a kalibraci dodavatelem systému WIM, bude provedeno jeho „prvotní ověření“ (formou kontrolních jízd na základě dohody mezi prodávajícím a kupujícím). Výstupem bude předávací protokol, který potvrdí kupující. Tento test bude hodnotit přesnost měření systému v rámci místních podmínek (vozovky, provoz a okolní podmínky) a k tomuto účelu budou provedeny pouze zkoušky v provozu. Zpráva o schválení systému může obsahovat vybrané položky třídy přesnosti tak, aby se ověřily údaje uvedené ve smlouvě mezi prodávajícím a kupujícím.



Obr. 3: Schvalovací procedura pro statistické aplikace

(Pozn.: Pro statistické aplikace není nutno provádět „prvotní ověření“ v plném rozsahu, nábež poze ověřit splnění podmínek uvedených ve smlouvě mezi prodávajícím a kupujícím. Na obr. 3 bylo převzato názvosloví standardu NMI, které ale v tomto případě zcela neodpovídá jednodušším požadavkům na prováděné zkoušky pro statistické aplikace)

Po určitém časovém období stanoveném zákazníkem (např. 12 měsíců) je nutno provést zkoušky v provozu, aby

se posoudilo, zda systém pracuje v souladu se specifikacemi (viz. poznámky výše). Opatření systému a vozovky (dlažba / most) a změny v provozních podmínkách mohou mít vliv na přesnost měření. Zkouška se bude skládat pouze z provozních testů.

2.4 Změny v systému WIM

V případě, že jsou provedeny změny ve WIM systému, který byl již certifikován, může to znamenat, že budou požadovány další testy, které by ověřily dopad případných změn. Změny, které mají vliv na přesnost měření WIM systému mohou vyplývat z údržby jednotlivých částí systému, změny v hardwaru systému nebo upgrade softwaru systému.

Obecně budou všechny změny částí systému, které jsou spojeny s přesností měření (např. zpracování signálu, algoritmus výpočtu, zpracování dat), vyžadovat další zkoušky, zatímco změny jeho jednotlivých částí, které nemají žádnou souvislost s aktuálním měřením nemusí vyžadovat další testy. V případě změn v systému pro statistické aplikace, musí prodávající informovat kupujícího / zákazníka a vysvětlit dopad změn na přesnost měření a funkci systému. Kupující a prodávající pak musí rozhodnout, zda a jaké jsou nutné další testy.

2.5 Kalibrace systému WIM

V každodenní praxi vážení vozidel za jízdy je kombinace kalibrace a nastavení vnímána jako jeden proces a často – nesprávně jako „kalibrace“. V tomto dokumentu jsou oba procesy považovány za jeden, vždy prováděny jednou stranou (zpravidla dodavatelem systému WIM). Kalibrace WIM systému by měla být vždy provedena před provedením testu systému a je vždy v kompetenci dodavatele / výrobce WIM systému, i když samotný proces může být proveden třetí stranou.

3. Požadavky pro schvalování systému

3.1 Požadavky na přesnost měření

Hlavní rozdíl mezi WIM systémy pro statistické a pro právní aplikace spočívá v definování přesnosti měření. Pro právní aplikaci musí být zaručena přesnost jednotlivých měření, zatímco u statistických aplikací musí být zaručena průměrná přesnost všech měření. Za účelem dodržení stejné struktury dokumentu byla pro obě skupiny aplikací úroveň přesnosti definována jako: celočíselná hodnota pro kvantifikaci maximální povolené chyby. Nicméně výklad úrovně přesnosti je jiný:

- Pro statistické účely (kapitoly 4-7 dokumentu) se používá k určení maximální velikosti dvojnásobná směrodatná odchylka – interval $[-2\sigma, +2\sigma]$. To znamená, že skutečná hodnota 95 % všech měření leží v rozmezí $\pm 2\sigma$ % z naměřené hodnoty. Použití $2 \times \text{sigma}$ (95 %), interval jako úroveň přesnosti je mezinárodně uznávaná pro výklad a definici přesnosti pro WIM systémy používané pro statistické aplikace.
- Pro právní aplikaci (kapitoly 8-12) se používá k určení velikosti maximální dovolené chyby $[-MPE, +MPE]$. To znamená, že pro všechna (100 %) měření leží skutečná

hodnota v rozmezí $\pm MPE$ % z naměřené hodnoty. Použití intervalu MPE jako úroveň přesnosti je nejčastěji aplikována v mezinárodní legální metrologii, a tudíž také pro WIM systémy, které se používají pro právní aplikace (přímý postih).

3.2 Třídy přesnosti měření

Klasifikace použitá v dokumentu NMI pro použité třídy přesnosti vážení je založena na kombinaci písmenem (S pro statistiku nebo L pro legální aplikaci) pro skupinu aplikací a čísla v závorce jsou použita pro úroveň přesnosti. Například:

- Třídou přesnosti S (10) se rozumí WIM systém pro statistické aplikace, kde je přesnost definována jako interval $2 \times \text{sigma}$ – měření celkové hmotnosti vozidla během provozu je $[-10\%, +10\%]$;
- Třída přesnosti L (5) se rozumí WIM systém pro právní aplikaci, kde je přesnost – definovaná jako maximální interval chyb – měření celkové hmotnosti vozidla během provozu je $[-5\%, +5\%]$.

3.3 Rozsahy měření

Rozsahy měření jsou definovány jako minimální rozsahy, které by měly být upraveny tímto systémem.

- Pro celkovou hmotnost je definována pouze spodní hranice rozsahu měření, neboť se vypočítá jako součet zatížení náprav a neexistuje žádné technické omezení pro horní hranici.
- Pro zatížení na nápravu, v rozmezí od min. do max. je definována horní hranice rozsahu 15 tun, která by měla být považována za limitní.
- U prvotního úředního ověření a ověření v provozu budou použity standardní zákonné limity v místě WIM systému. Pouze při zkoušce typového schválení bude využit plný zadaný rozsah měření, který bude testován prostřednictvím přetížených vozidel.
- Pro skupinu náprav není žádný samostatný rozsah definován, neboť je již pokryt uvedenými rozsahy.

3.4 Provozní podmínky

NMI standard WIM uvádí pouze podmínky, které mohou mít vliv na přesnost měření. Obsažené podmínky jsou rychlost, teplota, vlhkost, elektromagnetické pole a kolísání napětí v síti. Provozní podmínky, které mohou mít vliv na životnost systému, např. odolnost vůči prachu, vodě, mechanické vibrace atd. nejsou v dokumentu specifikovány. Důvodem je, že testy životnosti vyžadují dlouhodobé, a tudíž velice drahé zkoušky. Trvanlivost může být posouzena prostřednictvím samostatných výzkumných a vývojových projektů nebo referenčních projektů / zařízení se stejnými nebo podobnými systémy. Rozdíly v klimatických podmínkách, zejména v teplotě, mohou mít vliv na vlastnosti vozovek nebo mostů, a tím na WIM systémy. To může ovlivňovat parametry měření. Národní metrologické orgány však mohou testy pro posouzení vlivu kolísání počasí a teploty na místě instalace WIM systému v průběhu času provést.

3.5 Intenzita dopravy

Intenzita dopravy (u vozidel za hodinu nebo za den) není předmětem specifikace WIM standardu. Důvodem je, že existují dva problémy týkající se intenzity dopravy s ohledem na WIM systémy.

- Počet projíždějících vozidel. Výpočetní výkon moderních systémů je schopen zpracovat i ten nejvyšší počet projíždějících vozidel a výpočetní výkon se bude pouze zvyšovat s časem a není tudíž považován za limitující faktor. Z tohoto důvodu nejsou zapotřebí žádné požadavky nebo zkoušky.
- Vzdálenost mezi vozidly. WIM systém může mít potíže s rozlišením dvou vozidel, jedoucích velmi blízko za sebou. Nicméně tento požadavek je již definován spolehlivostí měření a klasifikací vozidel. Z tohoto důvodu není potřeba dodatečný požadavek na testování minimální vzdálenosti mezi vozidly, což by bylo v praxi velmi obtížně realizovatelné a také potenciálně nebezpečné v silničním provozu.

3.6 Klasifikace vozidel

Klasifikační schémata vozidel se od sebe vzájemně stát od státu odlišují a po celém světě existuje mnoho různých schémat. Tento standard neuvádí žádnou konkrétní podmínku klasifikačního systému vozidel, toto je upřesněno minimálním podílem vozidel, která by měla být systémem správně kvalifikována. Protokol o zkoušce by měl popsat, na jaké klasifikační schéma a s jakým výsledkem byl systém testován.

3.7 Rychlost

Rozsah rychlostí pro WIM systém by měl být určen podmínkami v místě instalace a měl by být volně nastavitelný uživatelem systému. Systém je testován pouze pro tři různé rychlosti (v_{min} , v_{med} a v_{max}). Tyto rychlosti musí být reprezentativní pro celý rozsah rychlostí v místě stanice WIM. Výsledek testu (testovací zprávy, certifikáty) uvede celkový rozsah provozních rychlostí příslušného WIM systému.

3.8 Měření délky vozidla

Norma stanovuje, že měření délky je založeno na měření délky vozidla a / nebo na rozvoru kol vozidla a vzdálenosti náprav. V závislosti na použité technologii nemusí měření délky vozidla být velmi přesné pro všechna vozidla, např. indukční smyčky s detekcí nákladních automobilů s vysokým rámem nebo přesahem. Nicméně pro mnoho systémů je klasifikace vozidel na základě celkové délky vozidla jedním z kritérií. Z těchto důvodů byly podmíněně požadavky na měření délky vozidla zahrnuty s nižší přesností v porovnání s rozvorem kol.

Požadavky na rozvor náprav: Vzdálenosti jsou určeny pro nízké rychlosti (<25 km/h) a lze je zdvojnásobit pro vysoké rychlostní systémy (≥ 25 km/h).

4. Provozní testy

Všechny testy v terénu jsou kompromisem mezi statistikou, která vyžaduje velký počet zkušebních vzorků

(proto velký počet měření s cílem mít výsledek testu, který je statisticky zcela spolehlivý) a praxí, která vyžaduje finančně dostupné testy (tedy zkoušky menšího rozsahu) za účelem ověření, že testovací postup bude použitelný v každodenní praxi. Zkušenosti z praxe ukázaly, že uživatelé a dodavatelé budou definovat své vlastní zkušební plány v omezeném rozsahu, pokud jsou původní zkušební postupy považovány za příliš rozsáhlé, příliš drahé nebo příliš těžkopádné. Pro potřeby mezinárodního standardizovaného hodnocení a porovnávání výkonu WIM systémů je ovšem zásadní a nezbytné použití stejného minimálního zkušebního postupu. Ve všech případech je dovoleno použít větší, rozsáhlejší test (např. s použitím více vozidel, více průjezdů, rychlostí atd.), protože to bude mít za následek pouze vyšší spolehlivost při výsledku testu.

Za účelem usnadnění jak statistické, tak praktické stránky testování, byly zvoleny následující testy (**obr. 4**): Tento přístup je také běžný v mezinárodních standardech pro měřicí systémy v legální metrologii. Relativní rozsah jednotlivých testů pro potřeby právních aplikací je znázorněn v **obr. 1**.

Typové schválení	
Laboratorní testy	Provozní testy 90 přejezdů

Prvotní ověření	
	Provozní testy 60 přejezdů

Ověření v provozu	
	Provozní testy 30 přejezdů

Obr. 4: Počet přejezdů vozidel při provozních zkouškách

Pro WIM systémy, které budou použity pro statistické aplikace, není požadováno typové schválení, protože by to vedlo k dodatečným nákladům a nemá žádnou přidanou hodnotu, ani pro kupující / uživatele, ani pro dodavatele / výrobce. U provozních testů by měla být použita různá testovací vozidla. Obecným pravidlem je, že pro všechny testy by měly být vybrány typy vozidel, které jsou nejčastější v konkrétním místě WIM. Minimální počet různých typů vozidel a minimální počty jejich přejezdů pro každý typ testu jsou uvedeny v **tab. 1**. Pro ověření v provozu mohou být použita vozidla přímo z dopravního proudu, namísto předem zvážených referenčních vozidel.

Tab. 1: Počet přejezdů vozidel při provozních zkouškách

Aplikace/Test	Typové schválení	Prvotní ověření	Ověření v provozu
Statistika	n.a.	2 vozidla	1 vozidlo
		10 přejezdů každé	10 přejezdů
		celkem: 20 přejezdů	celkem: 10 přejezdů

Právní aplikace (přímý postih)	3 vozidla	2 vozidla	2 vozidla
	30 přejezdů každé	30 přejezdů každé	15 přejezdů každé
	celkem: 90 přejezdů	celkem: 60 přejezdů	celkem: 30 přejezdů

V případě provozních testů bude použito pouze plně naložených (naložený v blízkosti zákonného limitu) referenčních vozidel, a to z následujících důvodů:

- Ve většině aplikací (např. zatížení vozovek, postih za přetěžování) jsou důležitější těžká, plně naložená vozidla než vozidla prázdná.
- Prázdná vozidla vykazují v důsledku vyšší dynamiky vozidla vyšší odchylky, které snižují přesnost měření a jsou nežádoucí při testu přesnosti měření.
- Překládka testovacích vozidel je v průběhu testů často komplikovaná a ve všech případech by vedla k dodatečným nákladům.

Testování WIM systému pro jednotlivé hodnoty v rozsahu vážení je prakticky nemožné. Referenční vozidla musí být zvolena tak, aby pokryla, pokud je to možné, rozsah vážení, pro který je WIM systém schválen. Zatížení náprav různých testovacích vozidel by měl pokrývat alespoň střední a vyšší části rozsahu vážení. Pro zbývající části rozsahu vážení lze využít hodnocení metodou extrapolace výsledků testů.

4.1 Hodnotící kritéria

Hodnotící kritéria jsou uvedena jako minimální procento platných výsledků testů, které leží v příslušném intervalu. U aplikací „Statistika“ činí tento podíl 95 % měřených vozidel, což je běžná praxe užívaná pro tyto aplikace.

V případě „Právní aplikace“ (přímý postih za přetěžování) musí tento podíl činit vždy 100 %, což je opět běžné pro aplikace v legální metrologii. Pro všechny testy se interval rovná intervalu specifikované přesnosti měření ($\pm d$), s výjimkou pro zkoušky schválení typu, kde je interval $\pm \frac{1}{2} d$.

5. Výhody nového NMI standardu WIM

Tato kapitola podává přehled o možných výhodách využívání NMI mezinárodního WIM standardu. Nejedná se zde o srovnání se stávajícími národními nebo mezinárodními normami nebo specifikacemi pro WIM systémy.

5.1 Komplexnost

V případě mezinárodního NMI WIM standardu se jedná o komplexní dokument, který pokrývá následující kombinace:

- statistické a právní aplikace;
- vysokorychlostní a nízkorychlostní WIM systémy;
- požadavky a zkušební postupy;
- rámec pro certifikaci;
- standardní a informativní návod použití.

5.2 Nezávislost

Mezinárodní NMI WIM standard je nezávislý dokument.

Je nezávislý na:

- použité technologii, typu systému nebo senzorů;
- dodavateli nebo výrobcí;
- kupujícím nebo uživateli;
- zemi či regionu.

5.3 Praktičnost

Mezinárodní NMI WIM standard má sloužit jako praktický dokument. Praktický, neboť:

- jedná se o poměrně krátký dokument s jasnou a jednoduchou strukturou;
- jeho použití je snadné, neboť je založen na dlouholetých zkušenostech zpracovatelů.

5.4 Vyváženost

Mezinárodní NMI WIM standard je vyvážený dokument. Vyvážený, protože se jedná o kompromis mezi:

- zájmy prodejců a kupujících;
- obsahuje charakteristiky vážení za jízdy a postupů v legální metrologii;
- definuje zkušební postupy, které mají vysokou statistickou jistotou a jsou realistické z praktického i finančního hlediska. Např. počty zkušebních jízd pro jednotlivé testy by měly být:
 - dostatečně velké, aby zajistily potřebnou jistotu;
 - dostatečně malé, aby byly realistické v každodenní praxi.

5.5 Otevřený standard:

Mezinárodní NMI WIM standard je otevřený dokument. Otevřený, protože:

- jeho použití je zdarma;
- personalizovanou kopii lze získat po registraci na NMI internetových stránkách;
- dobrovolné použití standardu:
 - jako reference;
 - v případě nabídkových řízení.

Více informací naleznete na: www.nmi.nl.

Literatura

- [1] Opatření obecné povahy č.:0111-OOP-C010-10, č.j. 0313/003/10/Pos., kterým se stanovují metrologické a technické požadavky na stanovená měřidla, včetně metod zkoušení pro schválení typu a pro ověřování stanovených měřidel „váhy pro vysokorychlostní vážení silničních vozidel za pohybu“.
- [2] NMI International WIM standard, Specifications and test procedures for Weigh-in-Motion Systems, © NMI Certin, Dordrecht, Netherlands, 2016
- [3] Guide to the NMI International WIM standard, © NMI Certin, Dordrecht, Netherlands, 2016



SILNIČNÍ RADAROVÉ RYCHLOMĚRY

**Ing. Viktor Lokaj, Stanislav Urbánek,
Tomáš Foltýn, Ing. Václav Mach, Ph.D.**

RAMET a.s., Autorizované metrologické středisko K22

Silniční radarové rychloměry - úvod

Silniční rychloměry používané při kontrole dodržování pravidel silničního provozu patří mezi stanovená měřidla, mimo jiné proto, že slouží pro stanovení sankcí. Doba platnosti ověření u těchto měřidel je 1 rok. S měřením rychlosti vozidel se setkáváme každodenně a na správnosti jejich funkce jsme ve značné míře závislí. Příspěvek se zabývá zkoušením, kalibrací a ověřováním radarových rychloměrů a také trendy technického vývoje v tomto užším oboru.

Princip

Systémy měření rychlosti radary využívají efektu změny frekvence elektromagnetického záření při relativním pohybu zdroje záření nebo pozorovatele, Dopplerova jevu. Frekvence vlnění zjištěná pozorovatelem (měřičem) je jiná, než frekvence vlnění generovaného zdrojem (vozidlem), jestliže se vzdálenost mezi pozorovatelem a zdrojem mění v čase. V praxi se využívá rozdílu frekvence vlnění vysílaného měřičem a frekvence přijímaného signálu odraženého od měřeného vozidla. Kmitočet signálu odraženého od pohybujícího se vozidla se od kmitočtu vysílaného signálu liší o hodnotu dopplerovského posuvu, která je úměrná rychlosti měřeného vozidla.

Dopplerovský kmitočet je definován vztahem,

$$f_d = \frac{2 \cdot f_0 \cdot v}{c} \cdot \cos \alpha$$

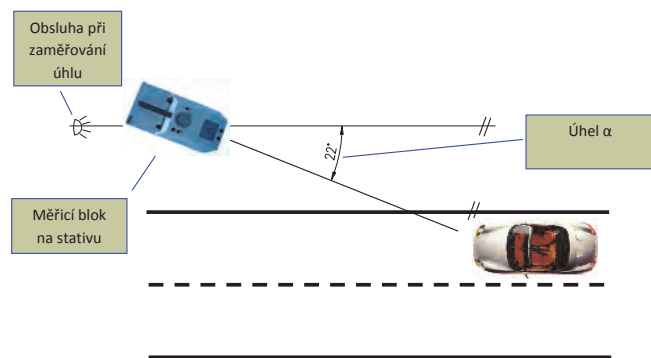
kde f_d = dopplerovský kmitočet (Hz),

f_0 = vysílací kmitočet (Hz),

v = rychlost (km/h),

α = úhel mezi osou anténního svazku rychloměru a osou směru jízdy měřených vozidel (°) a

c = rychlost světla = 1 079 252 848,8 (km/h).



Obr. 1: Příklad měření radarem z levé strany vozovky

Dopplerovské radary využívané v ČR ať jako pracovní nebo i stanovená měřidla pracují převážně na kmitočtech:

- 24,125 GHz (typ Traffipax Speedphot nebo Rapid-2Ka).
- 34,0 GHz a 34,3 GHz (typy RAMER a AD9).
- 34,7 GHz (typ Stalker).

Silniční radarové rychloměry tedy měří okamžitou rychlost projíždějícího vozidla v daném místě měření. Po změření nadlimitní hodnoty je automaticky pořízena obrazová dokumentace měřeného vozidla a uložena na pevný disk rychloměru. Tento datový soubor obsahuje fotografii, ve které jsou navíc vepsány údaje o naměřené rychlosti, směru jízdy měřeného vozidla, datu a času měření, číslu snímku, výrobním čísle radaru apod.



Obr. 2: Příklad servisního záznamu z měření rychloměru RAMER10

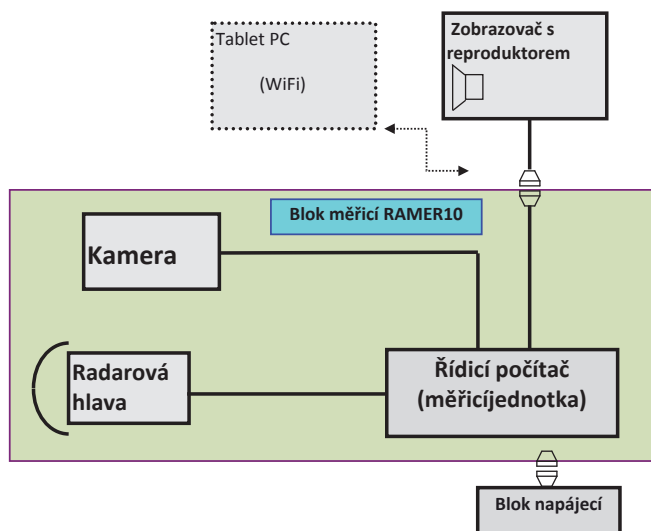
Testování silničních radarových rychloměrů při výrobě (provozní odolnost měřičů typu RAMER)

Na všechna zařízení tohoto druhu používaná jako stanovená měřidla jsou kladeny požadavky dle mezinárodního dokumentu OIML R 91.

V naší republice tuto problematiku řeší dokument vydaný Českým metrologickým institutem jako Opatření obecné povahy č. 0111-OOP-C005-09, kterým se stanovují metrologické a technické požadavky na stanovená měřidla, včetně metod jejich zkoušení při schvalování typu a ověřování stanovených měřidel: „silniční rychloměry používané při kontrole dodržování pravidel silničního provozu“, který koncepčně vychází z OIML R 91.

Radarový měřič rychlosti se skládá z několika částí, které plní svůj specifický účel. Jedná se o radarovou hlavu (snímač rychloměru, který obsahuje vysílací/přijímací anténu a obvody zpracování signálu) a řídicí počítač (vyhodnocovací jednotka), displej či tablet (zobrazovací a ovládací jednotka) a ostatní komponenty jako je kamera nebo blesk.

Všechny tyto komponenty musí být odolné vůči vlivům vnějšího prostředí, ve kterém se budou běžně vyskytovat.



Obr. 3: Blokové schéma rychloměru RAMER10 T

Na každé z hlavních komponent radarového měřiče rychlosti jsou prováděny zkoušky odolnosti proti mechanickým a klimatickým vlivům.

Příkladem je radarová hlava, která musí fungovat v daných tolerancích při mezních klimatických podmínkách. Každá z vyrobených radarových hlav je testována v klimatické komoře v normálních (+20 °C), snížených (-20 °C) a zvýšených teplotách (+70 °C). Hlava musí ihned po zapnutí začít okamžitě pracovat a parametry jako je kmitočet, výkon musí být v toleranci. Pokud kterýkoliv ze sledovaných parametrů neodpovídá dané specifikaci výrobce, je radarová hlava označena jako nevyhovující a případný nový cyklus zkoušek musí absolvovat celý od začátku.

Dále jsou prováděny zkoušky odolnosti vůči sinusovým vibracím při zrychlení $20\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$.

Komponenty jsou vybaveny snímači vnějších vlivů (např. teplot) a mimo dané specifikace neumožňují provádění měření. Kalibrace těchto snímačů se provádí při výrobě (případně při opravách rychloměru). Tím je zajištěno, že měření bylo provedeno se zařízením, které bylo ve svých pracovních podmínkách.

Kalibrace silničních radarových rychloměrů v laboratoři

Autorizované metrologické středisko (AMS) K22 při své činnosti provádí také kalibrace měřičů rychlosti výrobců: RAMET (RAMER 7M), APPLIED CONCEPTS (Stalker ATS, ATS II, PRO, PRO II), BUSCHNELL (IUWSPEED-STER). Dále provádí také kalibraci simulátorů měřičů rychlosti od firem RAMET (VFM simulátor) a RFbeam Microwave GmbH (K-DT1 RADAR Doppler Target).

Kalibrace silničních radarových rychloměrů se dříve prováděla jako terénní zkouška v reálném provozu, kdy se údaj kontrolovaného rychloměru porovnával s etalonem rychlosti realizovaným laserovými bránami nebo zafrézovanými piezo kabely ve vozovce.

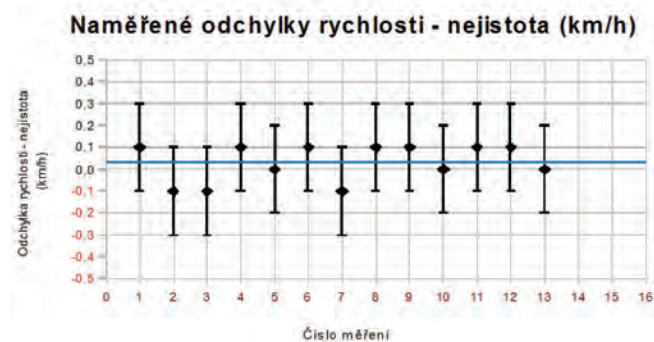
Později byla terénní zkouška z důvodů bezpečnosti silničního provozu, opakovatelnosti, rozsahu rychlostí

a typů měřených vozidel nahrazena simulovanou terénní zkouškou pomocí zařízení „VFM simulátor“ pracující na principu digitálního záznamu reálného radarového signálu pořízeného v prostoru s etalonovým rychloměrem. Tímto záznamem je modulován kalibrovaný radarový rychloměr.

V současnosti kalibrujeme ideálním dopplerovským signálem s využitím signálního generátoru VFM simulátoru v širokém rozsahu rychlostí 1 až 1200 km/h s přesností 0,01 km/h. Naměřené odchylky rychlostí a s tím spojená nejistota měření je v dominantním vztahu určena rozlišením zobrazení výsledné měřené hodnoty daného kalibrovaného měřidla $\pm 1\text{ km/h}$ eventuálně $\pm 0,1\text{ km/h}$.



Obr. 4: Rychloměr Stalker při kalibraci na VFM simulátoru



Obr. 5: Rozptyl nejistot při kalibraci



Obr. 6: Měření vysílacího kmitočtu rychloměru mikrovlnným čítačem s útlumovými jehly na pozadí

Metrologické ověřování rychloměrů používaných při kontrole dodržování pravidel silničního provozu

Při metrologickém ověření se postupuje dle: OOP č. 0111-OOP-C005-09, OIML R 91 a metrologických předpisů MP01 až MP11 AMS K22.

Před samotným ověřením radarového měřiče rychlosti se posuzuje shoda rychloměru se schváleným typem, úplnost předepsané technické dokumentace, úplnost rychloměru podle předepsané technické dokumentace, shoda verze počítačového programu rychloměru s verzí schválenou při schválení typu rychloměru, zda jednotlivé části rychloměru nejsou poškozeny, zda je rychloměr funkční, neporušenost úředních značek předešlého ověření, kontrola ustavení montážních dílů a zkouška zaměřovacího zařízení.

Průběh metrologického ověření AMS K22 se skládá ze dvou zkoušek: zkouška laboratorní a zkouška terénní.

Při laboratorní zkoušce se měří dva hlavní komponenty měřiče rychlosti: radarová hlava a měřicí (řídící) jednotka, která je součástí řídicího počítače.

U radarové hlavy se měří vysílací frekvence, vysílací výkon, vyzařovací charakteristika, fázový posuv, relativní citlivost, špičková a efektivní hodnota šumu a průběh šumu. Radarová hlava je jeden z nejdůležitějších prvků měřiče rychlosti, protože samotný výpočet rychlosti měřicí jednotka provádí z výsledné dopplerovské frekvence. Dlouhodobá stabilita frekvence radarových antén RAMER kolísá v období deseti let maximálně o 0,1 %.



Obr. 7: Mikrovlnný měřič výkonu a čítač

U měřicí (řídící) jednotky se vyhodnocuje přesnost měření laboratorním generátorem dopplerovského signálu, citlivost jednotky a schopnost rozlišit správně směr (příjezd, odjezd) vozidla.

Při terénní zkoušce se ověřuje přesnost kompletního měřidla. Před zkouškou musí být provedena kontrola, nastavení a ověření funkce všech dílů rychloměru podle technické dokumentace.

Samotná zkouška je prováděna **reálným signálem** na simulátoru VFM, kdy je modulátorem vysílán do radarové hlavy signál přímo odpovídající dané rychlosti. Kamerou (pokud ji měřidlo má) je vyfotografován displej s údajem o směru a rychlosti. Zkouška je plně automatizovaná a řízena počítačem.



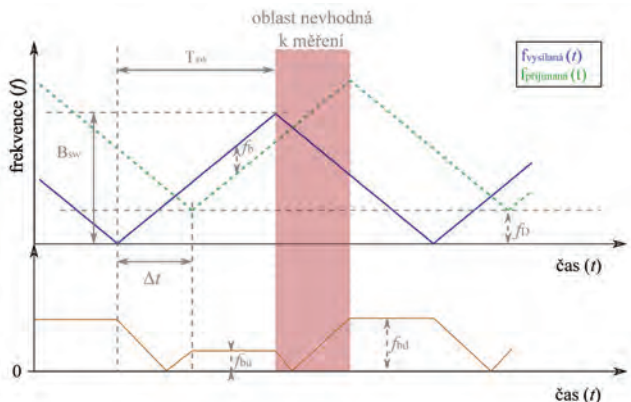
Obr. 8: Simulátor VFM, kterým se provádí simulovaná terénní zkouška

Při zkoušce se provede měření v rozsahu min. 1 sadou testovacích rychlostí odpovídající pro zkoušený typ silničního rychloměru. Sada obsahuje min. 32 rychlostí nahraných v reálném provozu při měření z místa a min. 12 rychlostí při měření za jízdy. Naměřené hodnoty rychlostí se uvedou do tabulky a porovnávají s hodnotami testovacích rychlostí. Přesnost při této zkoušce musí být ± 3 km/h.

Nové trendy v oblasti měření rychlosti vozidel mikrovlnnými radary

Předchozí text popisoval dopplerovský radar s konstantním kmitočtem (CW – Continuous Wave). V poslední době se však čím dál více prosazují kmitočtově modulované radary (FMCW – Frequency Modulated Continuous Wave), jejichž frekvence se s časem lineárně mění (Obr. 9).

K informacím o rychlosti a směru pozorovaného objektu, které nám poskytuje klasický CW radar, tak dostáváme navíc možnost měřit vzdálenost objektu od radaru a úhel, pod kterým se měřený objekt ve scéně pohybuje relativně k radaru. Rozlišení v úhlu je dosaženo použitím dvou přijímacích antén. Ve výsledku můžeme takto pozorovat více objektů ve scéně současně. Při správně nastavených parametrech směru osy radaru vzhledem k vozovce můžeme po přepočtu získat pozice $[x,y]$ objektu ve sledované scéně. FMCW radar dokáže taktéž poskytnout informace o vzdálenosti a úhlu nejenom pohybujících se, ale i statických objektů.



Obr. 9: Časový průběh vysílaného a přijímaného signálu FMCW radaru s trojúhelníkovou modulací

Pro výpočet doplňkových informací (vzdálenost, úhel) je mimo klasického dopplerovského efektu využít především efekt zpoždění. Obecně je možné porovnat fázový rozdíl vysílaného a přijímaného signálu, ovšem informace o fázi se stává nejasnou pro vzdálenosti větší než jedna vlnová délka u mikrovlnných signálů (např. signál o frekvenci 34 GHz má vlnovou délku 8,8 mm) a informace o vzdálenosti tak není jednoznačná.

Jelikož počítáme více parametrů, je využít rozšířený matematický aparát systému dvou rovnic o dvou neznámých. V obrázku 9 je několik proměnných, které zde budou dále popsány. f_b je rozdíl mezi vysílanou a přijatou frekvencí. Nutno podotknout, že tato frekvence není úměrná pouze vzdálenosti od cíle, ale její velikost ovlivňuje i rychlost sledovaného objektu. f_D je dopplerovský posuv

$$f_D = \frac{2v}{\lambda},$$

kde λ je vlnová délka radarového signálu a v je rychlost sledovaného objektu.

Ze změřených hodnot f_D a f_b je potom možné vypočítat rozdílové hodnoty

$$f_{bu} = f_b - f_D$$

a

$$f_{bd} = f_b + f_D$$

Výpočet vzdálenosti pohybujícího se objektu je po úpravě vyjádřen vztahem

$$R = \frac{cT_{sw}}{4B_{sw}} f_{bd} + f_{bu},$$

kde c je rychlost světla ve vzduchu,
 T_{sw} je doba periody jednoho přeladění,
 B_{sw} je šířka pásma přeladění.

Rychlost sledovaného objektu vypočteme podle

$$v = \frac{\lambda}{4} f_{bd} - f_{bu},$$

kde λ je vlnová délka radarového signálu.

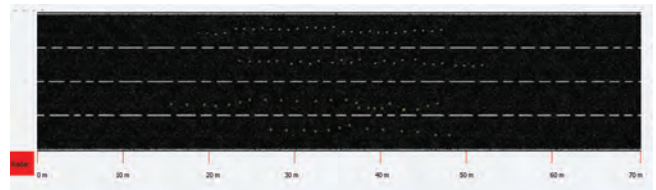
Měření f_b a f_D je možné pouze v oblastech časového průběhu, kde frekvence vysílaného a přijatého signálu souhlasně stoupá nebo klesá. Naproti tomu v oblasti, která je na obr. 9 označena červeně, nemůžeme tyto hodnoty odečítat.

Zjednodušeně shrnuto, změna rychlosti měřeného objektu posouvá přijímaný signál úměrně nahoru nebo dolů ve směru osy y, kdežto změna vzdálenosti senzoru od měřeného objektu posouvá přijímaný signál úměrně doleva nebo doprava paralelně s časovou osou x.

Pokud se ve sledované scéně nachází pouze jeden cíl, je možné frekvence f_b a f_D určit pomocí počítání průchodů nulou. Pokud však chceme analyzovat více cílů současně, je nutné signál zpracovat pomocí sofistikovanější analýzy signálů (např. rychlou Fourierovou transformací – FFT). Jednotlivé objekty jsou pak separovány ve frekvenčním spektru.

Komerčně dostupné dopravní FMCW radary jsou modulovány na pásmo 24 GHz se šířkou pásma $B_{sw} = 250$ MHz. V praxi se využívají pro monitorování dopravy, např. počítání vozidel, klasifikaci vozidel, kontrola průjezdu na červenou nebo měření rychlosti. Výrobci uvádějí přesnost měření rychlosti s chybou do 1 km/h při rychlostech do 100 km/h a chybou 1% při rychlostech nad 100 km/h. Dále je radar schopen detekovat vozidla až do vzdálenosti 300 m a v úhlu 40° až 70° (dle výrobce). Samozřejmostí je rozpoznání směru jízdy sledovaného objektu (příjezd/odjezd) vzhledem k senzoru. Běžně dostupné radary nabízí možnost monitorování čtyř až šesti jízdních pruhů současně.

Na následujícím obrázku je možné vidět zakreslení bodů trajektorie v jednotlivých pruzích ze změřených dat FMCW radarem. Jedná se o záznam z testovací aplikace vyvinuté firmou Ramet a.s. a zobrazeny jsou polohy vozidel v době průjezdu měřicím svazkem.



Obr. 10: Body trajektorie změřené FMCW radarem

Výhodou těchto radarů oproti systémům založeným na videu nebo laseru je nezávislost na počasí. Nevýhodou je nutnost složitějšího zpracování signálů, nutnost precizního návrhu antén a větší počet potřebných přijímacích antén pro rozlišení v úhlu.

Zdroje a literatura

- [1] Opatření obecné povahy č. 0111-OOP-C005-09 Silniční rychloměry (položka 2.2.1 přílohy vyhlášky 345/2002 Sb. ve znění pozdějších předpisů); účinnost 3.6.2010
- [2] OIML R91 Radar equipment for the measurement of the speed of vehicles Edition 1990 (E)
- [3] BROOKER, Graham M. Understanding Millimetre Wave FMCW Radars. In: *1st International Conference on Sensing Technology*. Palmerston North, New Zealand, 2005, s. 152-157.
- [4] <http://www.radartutorial.eu>
- [5] <http://www.slideshare.net/tobiasotto/principle-of-fmcw-radars>
- [6] https://www.st-andrews.ac.uk/~www_pa/Scots_Guide/RadCom/part15/page2.html

ANALYZÁTORY ALKOHOLU V DECHU

Ing. Luděk Král

Český metrologický institut

1. Úvod

Analyzátory alkoholu v dechu (AAD) jsou zařízení, která slouží ke stanovení koncentrace alkoholu ve vydechaném plynu. Jejich předchůdci byly balonky, u kterých se sledovala změna zabarvení v závislosti na koncentraci alkoholu v dechu. Toto měření však bylo ve srovnání s dnešními analyzátory mnohem méně přesné. Další nevýhodou bylo jednorázové použití. Analyzátory alkoholu v dechu se v České republice ke stanovení koncentrace alkoholu v dechu používají od roku 1995. V posledních letech dochází v této oblasti k rychlému rozvoji.

2. Rozdělení analyzátorů alkoholu v dechu

Na rozdělení AAD můžeme pohlížet z několika hledisek. Dělíme je na základě principu, který je používán pro analýzu přiváděného vzorku (dechu). Další možností je dělení podle konstrukce přístrojů. Pak se bavíme o přístrojích stacionárních, mobilních a přenosných, přičemž AAD používané v ČR jsou typickými zástupci poslední uvedené kategorie. Další typ dělení nám přináší právní úprava (Zákon o metrologii č. 505/1990 Sb. v platném znění), která se netýká jen AAD, ale všech měřidel obecně. Jedná se o rozdělení na pracovní měřidla stanovená (dále jen stanovená měřidla) a pracovní měřidla nestanovená (dále jen pracovní měřidla).

2.1 Rozdělení dle principu měření

V ČR se vyskytují měřidla založená na dvou principech analýzy. Prvním typem je polovodičový článek, který se používá výhradně do nestanovených měřidel. Tento typ přístrojů, je podstatně levnější než přístroje založené na jiných principech, v souvislosti s tím však také poskytuje méně přesné výsledky z měření.

Druhým, u nás používaným, principem je elektrochemický článek. Tento typ článku používají měřidla, která spadají do kategorie stanovených měřidel. Pouze u několika měřidel z kategorie pracovních se využívá elektrochemický článek, tato měřidla jsou však mnohem dražší a blíží se přesností měření k nejlevnějším stanoveným měřidlům (nelze je však zaměnit).

Mimo hranice ČR se používají i jiné principy pro měření koncentrace alkoholu v dechu. Jako příklad lze uvést infračervenou spektroskopii (IČ). Se změnou principu, který je v měřidle použit, přichází většinou i změna konstrukce. Nejde již o přenosné přístroje, ale o mobilní nebo stacionární zařízení. Z hlediska schvalování typu měřidla se liší i požadavky kladené na přístroje a to v závislosti na jejich konstrukci. Rozdílné jsou teplotní intervaly, ve kterých musí přístroje poskytovat prokazatelné výsledky s maximální přípustnou chybou. Pro přenosné přístroje je spodní hranice $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, pro zbylé dvě kategorie pak $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Rozdíly nalezneme i v mechanických testech, v testech na ovlivnění vibracemi.

Stejně požadavky jsou naopak kladené na přístroje z hlediska přesnosti měření nebo ovlivnění interferujícími látkami.

2.2 Rozdělení podle konstrukce

Z pohledu konstrukce analyzátoru alkoholu v dechu rozlišujeme tři kategorie. Jak již bylo uvedeno výše, v ČR je rozšířen pouze jeden konstrukční typ měřidel a to přenosné. Jde o malé přístroje, jejichž hmotnost nepřesahuje jeden kilogram. Jsou učené pro měření v provozu a venkovních podmínkách, na které jsou také testovány. Druhou kategorií jsou přístroje mobilní, které jsou již podstatně větší a většinou jsou určeny k instalaci do vozidel. Jejich konstrukce již umožňuje využití většího množství typů detektorů. Jsou známy i přístroje, které využívají dva typy detektoru současně, například kombinace IČ a elektrochemický článek. Poslední variantou jsou analyzátory stacionární, které jsou určeny pro instalaci do místností. Tento typ přístrojů bývá nejsložitější a díky tomu nabízí i širší možnosti využití.

2.3 Rozdělení dle právní úpravy

Poslední rozdělení nám nabízí právní úprava ČR, která přístroje dělí na pracovní měřidla stanovená a pracovní měřidla nestanovená. Rozdíl mezi těmito dvěma kategoriemi spočívá především v množství, jakým způsobem lze využít získané údaje. V případě měření stanoveným měřidlem může být testované osobě udělena sankce, pokud se prokáže, že je pod vlivem alkoholu v době, kdy to není přípustné (např. na pracovišti, při řízení vozidla). Výsledky získané při měření nestanoveným přístrojem nemají žádnou právní váhu.

Další rozdíl mezi těmito kategoriemi je v procesu, který předchází jejich uvedení na trh a následně i v požadavcích na jejich uvedení na trh a provoz. V případě nestanovených měřidel není pro jejich prodej nutné žádné zvláštní povolení. Během provozu se provádí kalibrace, o jejímž provedení a četnosti rozhoduje uživatel měřidla například na základě doporučení od výrobce. V případě stanovených měřidel předchází jejich uvedení na trh dlouhodobé testování vlastností. Testují se například vlivy jiných elektronických zařízení, teploty, vlhkosti, mechanického namáhání a mnoho dalšího. Pokud chce uživatel měřidlo používat jako stanovené, musí být jednou za rok podrobeno ověření, při kterém je testováno, zda splňuje požadavky na nejvyšší dovolené chyby. Pokud se ukáže, že přístroj není schopen splnit tyto požadavky, provádí se justáž, což je úkon, při kterém se analyzátor nastaví na správné hodnoty. Pokud není měřidlo schopno splnit požadavky ani po provedení justáže, je posláno na servis, nebo vyřazeno z provozu. Na základě žádosti zákazníka se může provádět také zkouška v době platnosti ověření, kdy je v omezeném rozsahu měřidlo přezkoušeno, zda splňuje metrologické požadavky. K této možnosti se nejčastěji přistupuje v případě podezření, že by měřidlo mohlo ztratit své metrologické vlastnosti, například v důsledku pádu z výšky. Příklady pracovních měřidel nestanovených jsou na **obr. 1**, na **obr. 2** jsou zobrazena pracovní měřidla stanovená.



Obr. 1: Pracovní měřidla nestanovená



Obr. 2: Pracovní měřidla stanovená

Pozn.: V době vzniku tohoto textu již nemá měřidlo Envitec AlcoQuant 6020 a 6020 Plus (na obrázku vpravo) platný certifikát o schválení typu měřidla. Proto není možné toto měřidlo prvotně ověřovat. U přístrojů, ověřených v době platnosti certifikátu o schválení typu měřidla, lze provádět následné ověření a používat je v režimu stanoveného měřidla.

3. Justáž, ověření a kalibrace

Jak již bylo uvedeno, u každého z typů měřidel se v průběhu užívání provádí různé metrologické úkony. Některé výkony jsou na měřidle prováděny na žádost vlastníka měřidla, jiné jsou naopak povinné. U předepsaných výkonů, které musí měřidlo podstoupit, aby mohlo být užíváno k zamýšlenému účelu, je jasně definována frekvence, s jakou se provádí, i co takový výkon obnáší.

V České republice jsou u analyzátorů alkoholu v dechu používány jednotky promile alkoholu v krvi. Jde o hmotnostní promile, jedno promile představuje jeden gram alkoholu na jeden kilogram krve. V jiných zemích se používá jednotka mg/L , tedy miligramy alkoholu na litry vydechnutého plynu. Analyzátoři alkoholu v dechu měří koncentraci alkoholu v dechu, tedy výstupem měření jsou mg/L .

Pro získání promil alkoholu v krvi, se kterými pracuje české právo, se používá koeficient 2,1. Koncentrace udaná v promilích je tedy 2,1 násobkem koncentrace zjištěné ve vydechnutém plynu. Hodnota tohoto koeficientu byla stanovena na základě výzkumu [1].

3.1 Justáž

Justáž se provádí u všech typů analyzátorů alkoholu v dechu. Rozdílem je přístup do nastavení metrologických vlastností měřidla. U pracovních stanovených měřidel může justáž provádět pouze registrovaný opravce, výrobce nebo ČMI. Před samotnou justáží se naměří několik hodnot, aby se zjistilo, zda měřidlo justáží skutečně potřebuje. U všech pracovních stanovených měřidel se provádí justáž v jednom bodě; k justáži se používá referenční plyn o koncentraci jednoho promile ethanolu v dusíku.

3.2 Ověření

Ověření je realizováno ve čtyřech koncentračních bodech, ke kterým je přidána zkouška nuly. Při ověřování stanovených měřidel se používají referenční materiály, které jsou ekvivalentní koncentracím (0,3; 1; 2 a 3) ‰ alkoholu v krvi. Počet provedených měření se liší v závislosti na koncentračním bodu. U prvních dvou koncentrací (0,3 a 1) ‰ se provádí 10 měření, celkově 20 měření. Pro druhé dvě koncentrace (2 a 3) ‰ se provádí pouze 5 měření pro každý koncentrační bod. Posledním bodem ověření je zkouška nuly, která se provádí reálným vydechnutím do přístroje. Měřidlo připojené k ověřovací stolici je zobrazeno na **obr. 3**.



Obr. 3: Měřidlo připojené k ověřovací stolici

Nižší počet měření pro vysoké koncentrace se volí z důvodu extrémně vysoké zátěže detektoru v průběhu celého ověření. V reálném provozu se měřidla nemusí potýkat s takto vysokými koncentracemi a vysokým počtem měření během jedné hodiny. Referenční plyn je do měřidla přiváděn při průtoku $0,3 L/s$. Dobu, po kterou je plyn do měřidla přiváděn, si měřidlo určuje samo dle nastavených hodnot výdechu. Referenční materiály pro ověřování AAD jsou vyráběny gravimetrickou metodou v laboratořích ČMI do tlakových lahví o vodním objemu 40 L. Připojené tlakové lahve s referenčními plyny jsou zobrazeny na **obr. 4**.



Obr. 4: Tlakové lahve s referenčními plyny

V současné době se na pracovišti ČMI zkouší automatizovaná forma ověřování. Pro tento účel bylo zkonstruováno zařízení, které je opatřeno robotizovanou rukou. Přístroj je konstruován na deset kusů přístrojů (typ Draeger Alcotest 7510 Standard a Classic, které mají největší zastoupení na českém trhu), které lze ověřovat současně. Robotická ruka je vybavena otočnou hlaví, která má funkci přívodu plynu, ovládání měřidel, odečtu výsledků a fotografování měřidel.



Obr. 5: Zařízení pro automatizované ověřování AAD



Obr. 6: Multifunkční hlavice v zařízení pro automatizované ověřování AAD

Po dokončení měření systém poté připraví prvotní záznamy a ověřovací listy k vytištění. Nevýhodou automatizované formy ověřování je značně větší spotřeba plynů. Rozdíl je také ve zkoušce nuly, v případě automatizovaného ověřování se používá dusík v tlakové lahvi. Zařízení pro automatizované ověřování je zobrazeno na obr. 5, multifunkční hlavice na obr. 6.

3.3 Kalibrace

Kalibrace se provádí u pracovních nestanovených měřidel a ojediněle se provádí kalibrace pracovního etalonu, která se provádí v jiném rozsahu. V případě pracovních měřidel se kalibrace provádí pomocí simulátorů Guth, který se sestává z temperované a neustále míchané nádoby s roztokem ethanolu a elektrické vzduchové pumpy. V nádobě je půl litru vodného roztoku ethanolu, který je neustále míchán a temperován na 34 °C. Po připojení kalibrovaného přístroje je uvedena do činnosti elektrická pumpa, která vhání do nádoby vzduch, který probublává roztokem ethanolu. Vzduch obohacený o ethanol je poté přiváděn do připojeného přístroje. Simulátor Guth je zobrazen na obr. 7.



Obr. 7: Simulátor Guth pro kalibraci AAD

Kalibrace pracovních měřidel se provádí ve dvou koncentračních bodech a to (0,3 a 1) ‰, na konci kalibrace se provádí zkouška nuly, která se stejně jako v případě ověření provádí reálným vydechnutím do přístroje.

Kalibrace pracovního etalonu se provádí stejným způsobem jako ověření, tedy suchou metodou, při které je do měřidla přiváděn plyn z tlakové lahve bez obsahu vlhkosti. V případě takzvané mokré cesty plyn vzniká probubláváním vzduchu přes vodný roztok ethanolu, jak je popsáno v kapitole zabývající se kalibrací pracovních měřidel. Využívají se plynné směsi ethanolu v dusíku o stejných koncentracích jako při ověření. Rozdíl je ve vyšším počtu měření. V případě kalibrace pracovního etalonu se realizuje deset měření na každé ze čtyř koncentrací. I když se to nemusí zdát, navýšení počtu měření na dvou nejvyšších koncentracích je pro měřidlo velmi vysoká zátěž ve srovnání s pěti opakováními při ověření.

4. Typové schválení

Schválení typu analyzátoru alkoholu v dechu se řídí opatřením obecné povahy (OOP) [2], které vychází z doporučení OIML R126 e12 [3]. Jak již bylo uvedeno výše, v České republice se používají výhradně přenosné analyzátory alkoholu v dechu, proto i současné OOP pracuje pouze s touto kategorií. Doporučení OIML pracuje i s dalšími dvěma kategoriemi AAD a v blízké době budou tyto dvě kategorie zavedeny také do OOP, které je závazným dokumentem.

Požadavky kladené na přístroj se mění právě v závislosti na typu přístroje. Nejvyšší nároky jsou kladené na přenosné AAD, kde se musí sledovat vliv okolních podmínek měření nebo vlivů, které na měřidlo působí při jeho přepravě a při manipulaci s ním. S přenosnými AAD se velice často pracuje ve venkovních podmínkách a to po celý rok. Proto je od přenosných AAD žádán minimální teplotní rozsah, ve kterém jsou schopny měřit, (od -10 do +40) °C. Zda zůstane u konkrétního typu AAD teplotní rozsah pro měření v této základní úrovni, nebo se měřidlo bude testovat i při teplotách pod -10 °C a nad +40 °C je již na zvážení žadatele. Stejný nárok jako na přenosné AAD je v otázce teploty kladen také na mobilní AAD, která jsou instalována ve vozích. V případě stacionárních AAD je již požadavek mírnější a to v rozmezí (+5 až +30) °C.

Dalšími testy, které se u AAD provádí, jsou například testy na mechanickou odolnost, při nichž se testuje schopnost měřidel odolávat například volnému pádu na tvrdou podložku; tento test se týká také přenosných přístrojů. Test na vliv náhodných mechanických vibrací se týká jak přenosných tak mobilních přístrojů, zkouška má simulovat vliv přepravy AAD v automobilech. U všech tří typů se naopak dělá test odolnosti proti úderu.

Další oblasti testování jsou již pro všechny kategorie shodné. Jde především o test přesnosti měření, při tomto testu musí měřidla splnit požadavek na maximální dovolenou chybu (MPE). Maximální dovolená chyba (největší dovolený rozdíl mezi hodnotou změřenou AAD od hodnoty CRM (certifikovaný referenční materiál), se určuje na základě koncentrace ethanolu v matričním plynu. Pro koncentrace

do 0,4 mg/L je MPE stanovena na 0,02 mg/L, v rozmezí (od 0,4 do 2,0) mg/L včetně se MPE stanovuje jako 5 % z naměřené hodnoty. Nad 2 mg/L se MPE vypočítává z referenční hodnoty, kdy změřená hodnota je dělena dvěma a od výsledku je odečteno 0,90. Přehled maximálních dovolených chyb a jejich určení je uveden v **tab. 1**.

Tabulka 1: Nejvyšší dovolené chyby

Hmotnostní koncentrace ethanolu ve vydechaném vzduchu (mg/L)	Největší dovolená chyba (mg/L)
< 0,4	0,020
≥ 0,4 a ≤ 2,0	5 % *)
> 2,0	(referenční hodnota/2) – 0,90

*) Hodnoty v procentech jsou vztaženy k naměřené hodnotě koncentrace ethanolu.

Nedílnou součástí testování přístrojů je také zkouška elektromagnetické kompatibility (EMC), při které se prověřuje odolnost AAD proti působení elektrostatického výboje, vyzařovanému vysokofrekvenčnímu elektromagnetickému poli a signálů systému TETRA. Tyto testy simulují například působení záření, které vydávají mobilní telefony, nebo vysílačky.

Zkoušek, které testují technickou připravenost měřidla, je celé řada a podrobně se zabývat jejich popisem by přesahovalo rozsah tohoto článku, proto již jen uvedu poslední příklad a to testování softwaru přístrojů, které je v dnešní době velice důležité. Software musí být zabezpečený nejen proti neoprávněným úpravám ze strany obsluhy, ale i nechtěným změnám nastavení. Součástí testu je také prověření bezpečnosti přenosu dat z přístrojů do tiskárny.

Pokud předmětné měřidlo splní všechny požadavky na stanovené měřidlo v oboru analyzátorů alkoholu v dechu, je vystaven certifikát o schválení typu měřidla, který má platnost deset let.

5. Práce s analyzátory alkoholu v dechu

Při práci s analyzátory alkoholu v dechu je vhodné dodržovat několik základních pravidel, která mají předejít jak poškození přístroje, tak testované osoby.

Jako první doporučení lze uvést dodržení určité časové prodlevy mezi poslední konzumací alkoholu a měřením koncentrace alkoholu. Zpravidla se uvádí prodleva patnácti minut od poslední konzumace alkoholu. Účelem tohoto doporučení je zabránění poškození měřidla přivedením vzorku s příliš vysokou koncentrací alkoholu v dechu. Extrémně vysoké koncentrace alkoholu se u testované osoby mohou vyskytovat těsně (1 až 2) minuty po konzumaci alkoholu. V tomto případě by nebyl měřen alkohol v dechu, který je důsledkem obsahu alkoholu v krvi, ale alkohol, který zůstal po konzumaci alkoholu v horních cestách dýchacích a dutině ústní. V takto krátké době od konzumace může koncentrace alkoholu v dechu dosahovat hodnot nad detekčním limitem měřidel (u některých přístrojů 6 promile). Toto pravidlo má také chránit testovanou osobu od případné neoprávněné

sankce, která by mohla být důsledkem pozitivního výsledku, který vznikl změřením zbytkového alkoholu v horních cestách dýchacích a dutině ústní. Časový interval patnácti minut je více než dostatečný, aby nedocházelo k záměně tohoto zbytkového alkoholu za alkohol, který je skutečně v krvi, potažmo v dechu testované osoby. Stejně pravidlo je vhodné dodržet také po konzumaci jiných potravinářských výrobků s obsahem alkoholu (například rumových pralinek), nebo nepotravinářských výrobků, které obsahují alkohol (ústní spreje, kapky proti kašli). Po konzumaci těchto výrobků nehrozí poškození přístroje, jelikož obsah alkoholu v nich je malý, ale přesto dostatečný, aby se určitou dobu udržel v dutině ústní.

Jako prevence neopodstatněné sankce testované osoby funguje pravidlo opakovaného měření (z policejních AAD známé jako ODZ – odborná dechová zkouška). Principem tohoto pravidla je v případě pozitivního měření toto měření ještě jednou opakovat v časovém intervalu pět až deset minut od prvního měření. Délka minimálního odstupu opakovaného měření je v případě policejních AAD pevně nastavena v přístrojích a AAD ji sám odpočítá a poté se připraví k opakovanému měření. Maximální délka časového intervalu není pevně stanovena, ale vzhledem k postupnému odbourávání alkoholu z těla testované osoby se nedoporučuje překračovat 10 minut. Překročení této hranice může mít za následek komplikace při vyhodnocení obou změřených výsledků. Aby byl výsledek měření považován za průkazný, obě změřené hodnoty se nesmí lišit o více než 10 %. Účelem tohoto postupu je opět vyloučení možnosti, že byl změřen pouze zbytkový alkohol, který se nacházel v horních cestách dýchacích a dutině ústní. Již pětiminutový interval postačuje ke snížení koncentrace tohoto zbytkového alkoholu v takové míře, aby nevyšel kontrolní výpočet porovnání dvou po sobě jdoucích měření. Pokud tento kontrolní výpočet nevychází, měření se opět opakuje, do té doby než dva po sobě jdoucí výsledky splní požadavek na maximální 10 % rozdíl, nebo dokud analyzátor neukáže negativní výsledek zkoušky.

Pokud jde o charakteristiky výdechu jako je objem vydechnutého vzduchu nebo dobu výdechu, není nutné se těmito parametry zabývat. Moderní přístroje mají tyto parametry nastaveny a samostatně určují, zda již bylo do přístroje přivedeno dostatečné množství vzorku. V momentě, kdy

je požadavek na množství vzorku a čas výdechu splněn, přístroj sám ukončí odběr vzorku a zpravidla dá tuto skutečnost najevo zvukovým signálem.

6. Závěr

Používání analyzátorů alkoholu v dechu má bezesporu několik výhod. V první řadě jde o snadnost a rychlost celého měření. Odběr vzorku a jeho analýza je otázkou několika minut, což je v porovnání s jinými metodami velké plus. V momentě, kdy je testovanou osobu nutné transportovat k odběru biologického materiálu (krve), dostáváme se do řádu několika hodin. Když vezmeme v úvahu fakt, že člověk odbourává alkohol v průměru rychlostí 0,16 promile za hodinu (rychlost odbourávání ovlivňuje velké množství faktorů), prodleva čtyř hodin znamená snížení koncentrace alkoholu v krvi cca o 0,4 promile. U osob s nízkou koncentrací alkoholu v krvi může tedy za nepříznivých podmínek jiný způsob testování ukázat, že daná osoba není pod vlivem alkoholu, i když před několika hodinami, kdy byla k podrobení se testu vyzvána, měla v krvi například 0,4 promile alkoholu. V případě analyzátoru alkoholu v dechu je tato situace při správném použití vyloučena a je změřena skutečná koncentrace alkoholu v krvi v momentě, kdy byla testovaná osoba o podrobení se testu požádána.

Použití AAD je také mnohem snazší, pracovat s tímto přístrojem se naučí každý a to během velice krátké doby. Naopak jiné metody vyžadují specializovaný personál, který prošel dlouhým zaškolením a má nějaké zkušenosti s obsluhou složité instrumentace, která je při těchto metodách využívána.

Literatura

- [1] Mugur, D. STATISTISCHE AUSWERTUNG VON ATEM-UNDBLUTALKOHOLKONZENTRATIONEN ANHAND VON 1000 IN DER PRAXIS ERMITTELTEN DATENSÄTZEN. Dissertation, Fachbereich Medizin der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main Zentrum der Rechtsmedizi, 2002.
- [2] 0111-OOP-C040-13. *Opatření obecné povahy*. Brno: Český metrologický institut, 2013. 20 p.
- [3] OIML R126:2012 (E). *Evidential breath analyzers*. INTERNATIONAL ORGANIZATION OF LEGAL METROLOGY, 2012. 69 p.



NÁSTUP NOVÉ GENERACE TACHOGRAFŮ

Ing. Jiří Novotný

CDV v.v.i.

Lukáš Rutar

Český metrologický institut

Nařízení Komise (EU) 2016/799, kterým se provádí nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 165/2014,

kterým se stanoví požadavky na konstrukci, zkoušení, montáž, provoz a opravy tachografů a jejich součástí zavedlo pojmy tachografy první a druhé generace vedle pojmů digitální tachograf a inteligentní tachograf. Tím to příspěvkem bychom chtěli jasně vymezit tyto pojmy, současně také zvýraznit rozdíly mezi nimi a v neposlední řadě shrnout požadavky, které z toho vyplývají pro rezort dopravy a rezort průmyslu, kam oblast metrologie patří.

Takže nejdříve vymezení základních pojmů. Tachograf první generace je digitální tachograf, který není inteligentním tachografem. Tuto definici obsahuje nařízení (EU) 2016/799. Tachograf druhé generace je inteligentní tachograf splňující požadavky nařízení (EU) č. 165/2014, kterými se liší od tachografu první generace. V čem jsou zásadní rozdíly mezi těmito dvěma generacemi tachografů.

Tachograf první generace – digitální tachograf byl uveden v život nařízením (ES) č. 2135/98, které obsahovalo přílohu IB, kde jsou obsaženy požadavky na konstrukci, zkoušení, montáž a kontrolu tachografů. Důvodem zavedení digitálních tachografů bylo zvýšení důrazu na dodržování sociálních předpisů, pravidel hospodářské soutěže a zvýšení bezpečnosti silničního provozu. Digitální tachograf měl umožnit zkvalitnění kontrolní činnosti a zvýšit spolehlivost a bezpečnost systému. Následovalo nařízení (ES) č. 1360/2002, které po sedmé přizpůsobilo technickému pokroku nařízení Rady (EHS) č. 3821/85 o záznamovém zařízení v silniční dopravě. Jeho příloha IB nahradila původní přílohu IB nařízení 2135/98. Nová příloha včetně dodatků na cca 252 stránkách stanovila požadavky na konstrukci, zkoušení, instalování a inspekci digitálních tachografů. Jen pro zajímavost, zrušená předcházející příloha IB měla 13 stran. Ministerstvo průmyslu a obchodu vydalo vyhlášku č. 345/2002 Sb., kterou stanovilo měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu. Mezi měřidly mechanického pohybu jsou pod bodem 2.2.2 uvedeny „tachografy s registrací pracovní činnosti řidičů motorových vozidel, která jsou jimi povinně vybavena“ a pod písmeny a) a b) „analogové, resp. digitální“ s uvedenou dobou platnosti ověření 2 roky od data ověření. Tato vyhláška uvedla do souladu lhůtu pro ověřování tachografů, tak jak ji stanovila příloha IB nařízení (ES) 1360/2002 (nikoliv jak ji uváděla předcházející vyhláška 263/2000 Sb.). Termín zavedení digitálních tachografů do provozu byl původně stanoven na 5. srpna 2004. Dopisy komisařky pro dopravu a následně místopředsedy Evropské komise byl původní termín dvakrát odložen. Nakonec došlo k zavedení digitálních tachografů do vozidel nově registrovaných v EU po 1. květnu 2006.

Nahrazení analogových tachografů digitálními umožnilo rychlejší a přesnější kontrolu většího objemu dat, a proto jsou také schopny členské státy provádět více kontrol. Z těchto důvodů a pro podporu systematické výměny informací mezi členskými státy, koordinaci kontrolní činnosti a prosazování odborné přípravy kontrolních pracovníků přijal Evropský parlament a Rada směrnici 2006/22/ES o minimálních podmínkách pro provedení nařízení Rady (EHS) č. 3820/85 a (EHS) č. 3821/85. V současné době je procentuální podíl digitálních tachografů ve vozidle cca 85% (zjištěno při kontrolách).

Původní představy o vysoké míře bezpečnosti záznamového zařízení se však v praxi nepotvrdily. Proto také vydala Komise nařízení (EU) č. 1266/2009, kterým se podstatě přizpůsobuje technickému pokroku nařízení (EHS) č. 3821/85.

Příloha IB doznala řady změn směřujících k:

1. zajištění bezpečných informací o době řízení a odpočinku;
2. ochraně fyzických osob, v souvislosti se zpracováním osobních údajů;

3. zajištění řádného provádění kontrol vozidel a identifikace řidičů;
4. snížení administrativní zátěže a nákladů provozovatelů a řidičů při používání digitálních tachografů;
5. zapojení příslušných dílen v našem případě autorizovaných metrologických středisek do odhalování podvodů a manipulací se záznamy;
6. ochraně komunikace mezi zdrojem pohybu vozidla a snímačem pohybu proti neoprávněným zásahům.

Současně vydala Komise dne 23. ledna 2009 Doporučení 2009/60/ES, které obsahovalo pokyny pro osvědčené postupy při kontrole týkající se kontrol záznamového zařízení prováděných při silničních kontrolách a schválenými servisními dílnami.

Ministerstvo dopravy na tyto skutečnosti reagovalo v roce 2010 vydáním Metodiky pro odhalování manipulace se záznamovým zařízením a kartami řidičů. Na metodice spolupracovaly nejen kontrolní orgány zabezpečující kontrolní činnost v této oblasti, ale také i zástupci Českého metrologického institutu.

Český metrologický institut reagoval zpracováním a vydáním nových technických metrologických předpisů pro metrologická střediska v České republice, která jsou autorizována pro úřední ověření těchto měřidel. Tyto předpisy nahradily předchozí verze, popisující do té doby zkoušení pouze analogových tachografů a to ve velmi zjednodušené podobě. Nesly označení TPM 5210-08 a TPM 5211-08, obsahující kompletní postup zkoušení analogových a digitálních tachografů a specifikovaly také požadavky na montáž těchto měřidel, vše v návaznosti na výše uvedená evropská nařízení, ale i další českou legislativu.

Oba TPM vydržely se svojí platností až prakticky dodnes, ale nerefletovaly již požadavky nově vydaných důležitých novel přílohy IB Nařízení 3821/85 a tudíž musela nastat jejich aktualizace. Vzhledem k tomu, že všechny postupy zkoušení stanovených měřidel v ČR musely být nahrazeny tzv. opatřeními obecné povahy, tachografy nebyly výjimkou. Takže v listopadu 2014 vzniklo opatření obecné povahy (správní akt s konkrétně určeným předmětem, v podstatě se jedná o upřesnění evropské legislativy) pro analogové tachografy č. 0111-OOP-C042-14 a za nedlouho následovalo i opatření obecné povahy na tachografy digitální s číslem 0111-OOP-C062-15. Práce na tomto postupu byly komplikovanější, protože požadavky evropských nařízení nehovořily v mnoha požadavcích jasně a bylo třeba je všechny zpracovat ovšem tak, aby nebyly příliš konkrétní, bylo tedy nabíledni, aby vznikl separátní kompletní a nový postup zkoušení, který nejen popisuje veškeré zkoušky digitálních tachografů při úředním ověření, ale také vysvětluje a popisuje ostatní technické zkoušky před tím nekonané.

Na počátku roku 2016 Český metrologický institut požádal Úřad pro normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví o zařazení tvorby nového metrologického předpisu MP – uceleného postupu zkoušení pro analogové a digitální tachografy, jako jeden z úkolů technického rozvoje, na což byly ze strany Úřadu pozitivní reakce. Jeho práce skončily po závěrečné oponentuře v listopadu 2016 a jeho konečná verze je připravena na vydání pravděpodobně v dubnu tohoto roku.

MP 018-17, jak se tento předpis označuje, je zpracován v návaznosti na nejnovější požadavky všech dotčených evropských nařízení, a nejen že je zpracovává jako závazná, ale v mnoha případech se je snaží vysvětlovat, roubovat na „české úřední ověření“ a tzv. překládat do češtiny. Předpis doplňují přílohy, mezi kterými nalezneme i podobu „zprávy o kontrole na manipulaci“, „osvědčení o přezkoušení stanoveného měřidla na žádost dotčené osoby“ dle paragrafu 11a zákona o metrologii, „postup při kalibraci pracovních měřidel“, nebo „protokol o zkoušce“. S oběma citovanými opatřeními obecné povahy se vzájemně propojuje a doplňuje, je tedy nutné používat všechny tyto zmíněné předpisy.

Je určen českému metrologickému institutu a zejména metrologickým střediskům, která úředně tachografy ověřují. Jedná se o pomůcku pro zainteresované pracovníky, protože požadavky evropských nařízení jsou s každou další novelou komplikovanější a současně musí reagovat na stále sofistikovanější podvody nejen ze strany dopravců a řidičů, ale i na podvody specializovaných firem.

Vzhledem k tomu, že podvody s digitálními tachografy i nadále pokračují, rozhodl se Evropský parlament a Rada (EU) přijmout nové nařízení č. 165/2014 o tachografech v silniční dopravě, kterým zrušil nařízení Rady (EHS) č. 3821/85. Nařízení vychází ze zkušeností a poznatků vydaných nařízení, směrnic a doporučení a snaží se pro zajištění účinnosti a účelnosti systému tachografů zlepšit některé jejich technické prvky a kontrolní postupy. Tímto nařízením byl vytvořen prostor pro nástup druhé generace tachografů – inteligentních tachografů. Čím se bude tento tachograf zásadně lišit od klasického tachografu první generace. Zejména tím, že:

- zaznamenává polohy vozidla v určitých místech během denní pracovní doby na základě družicového navigačního systému;
- umožní včasné dálkové odhalování případné manipulace nebo zneužití tachografu;
- sjednotí rozhraní s ostatními inteligentními dopravními systémy.

Komise vydala následně prováděcí nařízení (EU) 2016/799, kterým se provádí nařízení (EU) č. 165/2014. Přílohou nařízení je příloha IC, která obsahuje požadavky na konstrukci, zkoušení, montáž a kontrolu druhé generace tachografů. Nařízení současně stanovuje termín 15. června 2019 pro zavedení inteligentních tachografů do vozidel, která budou poprvé registrovaná po tomto termínu. Doufáme, že se nebude opakovat situace při zavedení tachografů první generace. Co znamená zavedení inteligentních tachografů pro resort dopravy.

1. Rozšířit stávající technické zázemí kontrolních orgánů o zařízení pro včasné dálkové odhalování případné manipulace nebo zneužití. Technicky řeší zabezpečení tohoto požadavku Dodatek 14. Zařízení používané kontrolními orgány umožní stahování dat z kontrolního vozidla nebo stabilního stanoviště. Dodatek 13 specifikuje události a závady, které lze stahovat bez souhlasu řidiče. Jedná se o vložení neplatné karty, konflikt karet, nesprávné uzavření poslední relace karty, přerušeni napájení, chyby v komunikaci zařízení pro dálkovou komunikaci, chybějící

informace o poloze z přijímače GNSS (Global Navigation Satellite System), chyby údajů o pohybu vozidla, nesoulad údajů o pohybu vozidla, pokus o narušení bezpečnosti, časový konflikt, závadu karty a závadu záznamového zařízení. Jsou to tedy údaje identifikující potenciální přestupky. Přístup k takto získaným datům mohou mít pouze příslušné kontrolní orgány a dílny.

2. Zpracovat do předpisů pravomoc kontrolních orgánů odeslat vozidlo do schválené dílny k provedení dalších zkoušek s cílem zkontrolovat zda tachograf funguje správně a zaznamenává a ukládá údaje správně a je správně ověřen. Tuto možnost budou mít kontrolní pracovníci, pokud po provedení kontroly zjistí, že existují dostatečné důkazy pro důvodné podezření na podvod. Jedná se o obdobnou možnost, kterou mají již kontrolní pracovníci v případě podezření na přetížení vozidla (možnost odeslání na zvážení do vzdálenosti 8 km) nebo při kontrole technického stavu vozidla (možnost k odeslání do STK do vzdálenosti 4 km).
3. Řádně proškolení kontrolní pracovníky, aby mohli provádět analýzy zaznamenaných údajů a kontroly tachografů. Požadavek vyplývá z řady nových funkcí inteligentních tachografů a nových technik manipulace. Z těchto důvodů bude:
 - aktualizována metodika pro odhalování podvodů týkajících se záznamového zařízení a karet tachografu,
 - znovu posouzena koncepce kontrolní činnosti s cílem navrhnout její optimalizaci pro zajištění efektivního výkonu kontroly,
 - zkvalitnění odborné přípravy kontrolních pracovníků včetně vybavení technickými prostředky.

Prováděcí nařízení (EU) 2016/799, kterým se provádí nařízení (EU) č. 165/2014, tedy příloha 1C, je dalším velmi zásadním nařízením, které zavádí tachografy druhé generace i do oblasti legální metrologie. Svou konstrukcí, hardwarem i softwarem jsou natolik od první generace odlišné, že se počítá s novelou vyhlášky MPO 345/2002 Sb., kde pod položku 2.2.2. přibude k analogovým „a)“ a současné generaci digitálních tachografů „b)“, nová položka „c)“ s názvem „inteligentní“.

Přístupy metrologických středisek k úřednímu ověřování inteligentních tachografů bude nejen odlišný, ale bude vyžadovat zavedení nových kontrolních i zkušebních postupů, např. v oblasti zjišťování případné manipulace, ke které se přistupuje zvlášť citlivě i při současné generaci digitálních tachografů. Dle předběžného nastudování přílohy 1C je patrné, že zkoušky se rozšíří např. v oblasti kontroly funkčnosti signálu družicového systému GNSS, umístění a kontroly pečeti, či plomb s jedinečnými identifikačními čísly výrobce i označení dílny s číslem úřední značky, razantně se změní podoba společně s komplexnějšími a podrobnějšími údaji instalačního štítku umístěného opět na viditelném místě na vozidle. Je tedy zcela na místě, že v souvislosti s uvedenými důvody, musí být vypracován i postup zkoušení, na což je metrologický předpis MP 018-17 svojí koncepcí, připraven. Předpokládá se zpracování nové kapitoly s detailními postupy a případně novými informativními přílohami. Vše tedy bude opět v jedné, ucelené podobě.

Stejně jako v případě první generace tachografů, bude i u této druhé generace nutné prověřit metrologickou, technickou a personální způsobilost všech metrologických středisek, která o autorizaci v oblasti ověřování inteligentních tachografů požádají. Dotčení pracovníci budou nejprve řádně vyškoleni ze strany zástupců výrobců tachografů i ČMI a poté absolvují teoretické i praktické zkoušky, které prokáží znalost a pochopení evropské i české legislativy, konkrétních postupů zkoušení, i schopnost používat nejnovější etalonové zařízení, které pro ověření slouží, či bude sloužit.

Český metrologický institut vždy také reaguje s nástupem nové generace tachografů, či legislativy i s patřičným obohacením svých pravidelných školení nejen směrem k autorizovaným metrologickým střediskům, ale i dopravcům, či kontrolním orgánům, se kterými velmi úzce v oblasti tachografů a jejich kontrol, spolupracuje.

Závěr:

Zavedení nové generace tachografů – inteligentních tachografů si vyžádá aktualizaci a doplnění stávajících předpisů a metodik, zavedení nových kontrolních a zkušebních postupů a zvýší se nároky na všechny odborné a kontrolní pracovníky jak rezortu dopravy, tak také i průmyslu. Aktualnost těchto požadavků vyplývá z termínu 15. 6. 2019, kdy budou inteligentní tachografy zavedeny do praxe. Upozornit na tuto skutečnost a potřebu spolupráce obou rezortů chtěli také i autoři článku.

Tento článek byl vytvořen za finanční podpory Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy v rámci programu dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumných organizací na výzkumné infrastruktuře pořízené z Operačního programu Výzkum a vývoj pro inovace (CZ.1.05/2.1.00/03.0064).



MĚŘENÍ MECHANICKÝCH A ELEKTRICKÝCH VLASTNOSTÍ DRÁŽNÍCH VOZIDEL

Ing. Jaroslav Škubal, Ph.D.

Ing. Václav Kraus, Ph.D.

ŠKODA TRANSPORTATION a.s.

Úvod

Jako v jiných strojírenských a elektrotechnických oborech, i v oblasti drážních vozidel má jejich zkoušení nezastupitelnou úlohu. Umožňuje odhalit jejich nedostatky, potvrdit požadované vlastnosti a v neposlední řadě výsledky těchto zkoušek zpracované do formy protokolů slouží jako podklad pro schválení typu vozidla.

V závodě Škoda Transportation se typovými a vývoje- vými zkouškami zabývá Zkušební laboratoř drážních vozidel (ZLDV). Tato laboratoř je akreditována u Českého institutu pro akreditaci od roku 1995 a v současné době se akreditace vztahuje na 44 zkoušek. Je samozřejmé, že tato akreditace vyžaduje splnění všech podmínek pro akreditované zkušební laboratoře, které vyžaduje norma ČSN EN ISO/IEC 17025:2005.

Měření prováděné ZLDV se, s výjimkou jednoduchých zkoušek, provádí pomocí počítačově řízených měřicích systémů, k nimž jsou připojena čidla příslušných měřených veličin. Tyto systémy umožňují nejen sběr dat, ale i jejich vyhodnocení a zpracování. Všechny měřicí přístroje jsou kalibrovány, a to buď samotnou zkušební laboratoří (v rámci akreditace má laboratoř uznanou kalibraci měřidel elektrických veličin), nebo externími akreditovanými kalibračními laboratořemi.

Objekty, na kterých se tyto zkoušky provádějí, jsou:

- železniční vozidla (zde se jedná především o lokomotivy a elektrické jednotky),
- vozidla dráhy tramvajové,
- vozidla dráhy trolejbusové,
- vozidla dráhy speciální, tzn. metro.

Z hlediska oblasti měření lze typové zkoušky prováděné ZLDV rozdělit na tyto skupiny:

- 1) Mechanické zkoušky – sem patří zejména statické a dynamické pevnostní zkoušky, bezpečnost proti vykolejení a zkoušky jízdního chování příslušného drážního vozidla; dále se sem řadí měření hluku a vibrací, zkoušky vytápění, větrání a klimatizace a zkoušky vnějšího a vnitřního osvětlení vozidla.
- 2) Elektrické zkoušky – sem lze zařadit zkoušky přechodových dějů, zkoušky rušení rádiového a televizního příjmu, zkoušky pro zjištění trakčních a brzdových charakteristik, zkoušky energetických vlastností vozidla, zkoušky elektrodynamické brzdy, oteplovací zkoušky a měření spotřeby elektrické energie, které se zpravidla provádí při oteplovacích zkouškách.
- 3) Funkční zkoušky – jedná se o zkoušky, které mají za cíl ověřit funkce vozidla nebo jeho částí. Zde jmenujme např. zkoušku dveří nebo zkoušku chodu a rozběhu pomocných pohonů.

V některých případech není jednoznačné rozhraní mezi mechanickými a elektrickými zkouškami. Např. při zkoušce rozjezdu a zrychlení jsou měřenými veličinami rychlost a zrychlení, zároveň jsou však měřeny veličiny elektrické (trolejové napětí a proud), které jsou chápány jako parametry, při nichž se zkouška uskutečnila.

Při stanovování rozsahu zkoušek se vychází z norem pro provádění typových zkoušek. U železničních vozidel se obvykle vychází z normy ČSN EN 50215, což je mezinárodní evropská norma pro zkoušení drážních vozidel po dokončení a před uvedením do provozu. Obdobný obsah má norma IEC 61133. Dále je třeba vzít v úvahu TSI specifikace pro interoperabilitu, které explicitně žádné zkoušky ani zkušební postupy nestanovují, ale odkazují na další EN nebo UIC normy.

U tramvají se při stanovování rozsahu zkoušek vychází z normy ČSN 281300, která má ovšem pouze národní platnost. Proto při stanovování rozsahu zkoušek pro zahraničí se používá také již výše zmíněná norma ČSN EN 50215. Stejná situace je u vozidel dráhy speciální, kde národní norma ČSN 281310 je doplňována zkouškami z ČSN EN 50125. Vozidla dráhy trolejbusové se zkouší podle národní normy ČSN 300250.

Dalším významným podkladem pro výběr zkoušek jsou požadavky zákazníka. Tyto požadavky jsou dost často vázány na teritorium, v němž bude příslušné vozidlo provozováno.

V následujícím textu je pojednáno o vybraných oblastech mechanických i elektrických veličin.

Měření pevnosti vozidel

Zde se jedná o významnou položku z oblasti mechanických zkoušek. Cílem je zjistit, jak je konstrukce skříňe vozidla nebo rámu podvozku odolná z hlediska pevnosti. První částí pevnostních měření je statická pevnostní zkouška. Ta spočívá v tom, že skříň vozidla v hrubé stavbě je polepena tenzometry v místech, kde lze předpokládat zvýšené mechanické napětí. Počet tenzometrů se liší případ od případu, jedná se řádově o stovky čidel. Poté je skříň uložena do standu a podle připraveného programu je zatěžována silami vyvozovanými hydraulickými válci. Celá situace je patrná v **obr. 1**.



Obr. 1: Pohled na stand při pevnostní zkoušce skříňe tramvaje

Při zkoušce se měří jednak mechanická napětí, jednak průhyb celé konstrukce. Obdobná situace je u statické pevnostní zkoušky rámu podvozku; počet tenzometrů je zde ale menší.

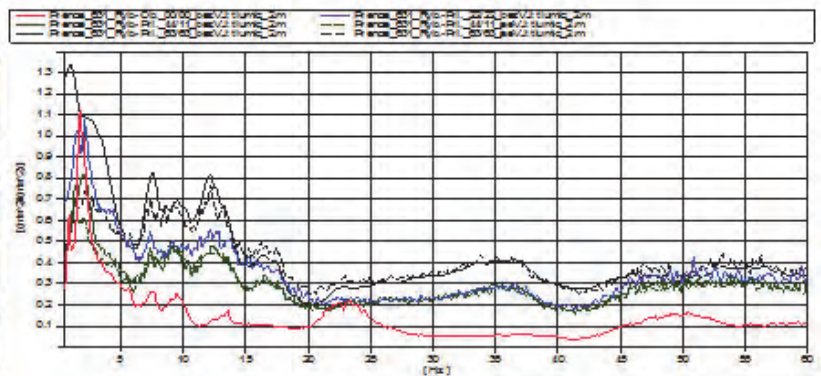
Po ukončení statické pevnostní zkoušky se vyberou ta měřící místa, u nichž byla naměřena největší mechanická napětí. Napětí z těchto míst jsou pak snímána při dynamické pevnostní zkoušce. Tramvaj je výrobně dokončena a přepravena k zákazníkovi. Následuje výběr trati, na níž bude zkouška prováděna, režimy jízdy a ložení zátěží, které představuje zatížení od cestujících. Z jízdy jsou pak pořizeny záznamy veličin, které jsou dále vyhodnocovány. Příklad takového záznamu je na **obr. 2**.



Obr. 2: Příklad průběhu veličin pořízených při dynamické pevnostní zkoušce

Měření jízdních vlastností vozidel

Toto je další významná skupina mechanických zkoušek. Cílem je zjistit, jak je vozidlo odolné z hlediska bezpečnosti proti vykolejení a jaká je jeho dynamika jízdy obecně. Zde se pomocí akcelerometrů umístěných na vhodná místa (skříň vozidla, rám podvozku) měří zrychlení. Naměřené časové průběhy zrychlení se statisticky vyhodnocují a porovnávají s dovolenými limity. Z časových záznamů lze také určit frekvenční spektrum či přenosové funkce, z kterých se pak dá usuzovat např. na vlastnosti vypružení vozidla. Na **obr. 3** je patrné jednak rozložení snímačů zrychlení na podvozku, jednak frekvenční spektrum zrychlení.

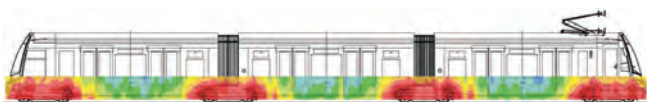


Obr. 3: Umístění snímačů zrychlení na podvozku metra pro Petrohrad, vyhodnocení naměřených signálů.

Měření hluku emitovaného vozidly

Jako poslední z mechanických měření uvedeme měření hluku emitovaného vozidly. Jedná se o hluk stacionární – vnější a vnitřní i o hluk jízdní – rovněž vnější a vnitřní. Počet měřících míst, v nichž se měření provádí, a jejich rozložení je dáno příslušnými normami. V těchto normách je rovněž uvedeno, za jakých podmínek se měření má provádět, tzn. rychlost vozidla při jízdách zkouškách, povětrnostní podmínky atd. Naměřené hodnoty akustického tlaku se pak porovnávají s limity, které jsou předepsány.

Navíc ZLDV dokáže provádět tzv. skenování vozidla. V blízkosti vozidla se umístí stojan s řadou mikrofonů napojených na měřící ústřednu. Vozidlo poté projíždí okolo tohoto stojanu konstantní rychlostí. Z vyhodnocení výstupu z mikrofonů lze pak usuzovat na to, která část vozidla emituje největší hluk. Příklad takového skenování je na **obr. 4**.



Obr. 4: Výsledky analýzy hluku emitovaného tramvají

Zkoušky přechodových dějů

Dostáváme se ke zkouškám elektrickým. Zkoušky vozidla při přechodových elektrických dějích mají prokázat odolnost vozidla a jeho bezchybnou funkci při jejich odeznění.

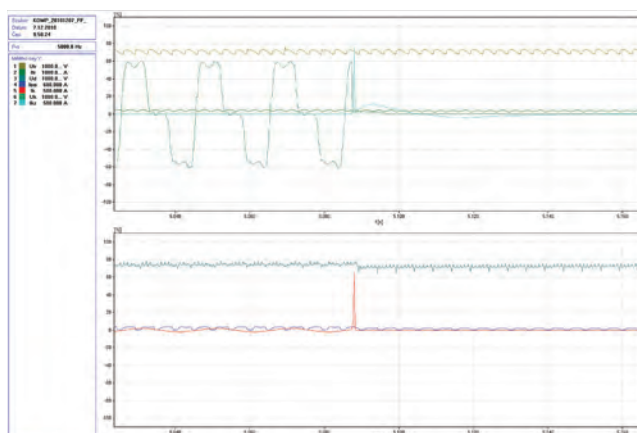
Do této skupiny patří:

- Zkoušky náhlými změnami napájecího napětí – zde se zkoumá, zda při těchto skocích nedochází k nežádoucím přepětím na elektrovýzbroji a zda se regulace pohonu vozidla s těmito skoky vyrovná.
- Zkouška zkratem na trakčním vedení – zde se vytvoří umělý zkrat na troleji a ověřuje se, jak se vozidlo při ztrátě napájecího napětí chová. Velmi důležitým zkušebním režimem je zkrat vyvolaný v okamžiku, kdy se vozidlo nachází v režimu elektrodynamické brzdy. Zkouškou se prověřuje, zda je vozidlo schopno dále brzdit pomocí elektrodynamické odporňkové brzdy.
- Zkouška zkratem – opět se vyvolá umělý zkrat, tentokrát přímo na vozidle. Smyslem této zkoušky je ověřit selektivitu ochran, jejich způsobení a celkovou odolnost elektrovýzbroje vůči zkratu. Při této zkoušce se rovněž provádí měření vnitřních přepětí na elektrovýzbroji.

Příklad zkratu na vozidle a naměřené průběhy napětí a proudů jsou na **obr. 5**. Zde se jedná o zkrat na pomocných pohonech trolejbusu, který se prováděl stacionárně.

Oteplovací zkoušky

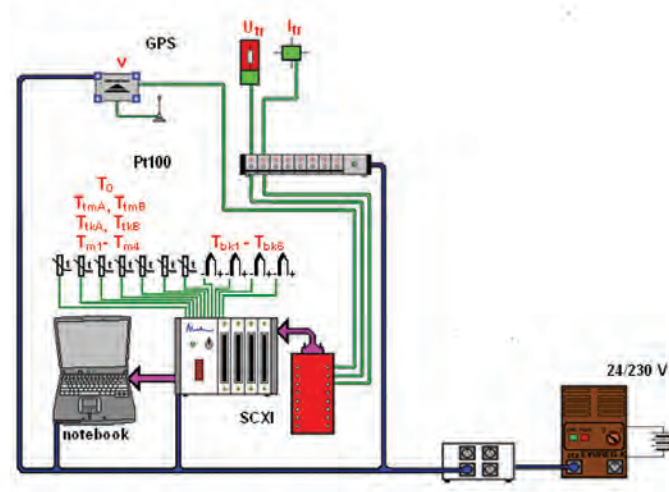
Jedná se o další významnou skupinu měření elektrických veličin. Zde se zjišťuje, jak se budou jednotlivé části elektrovýzbroje chovat z hlediska ohřívání při určitém režimu. K měření teplot se potom použijí platinové teploměry nebo (v případě měření na potenciálu, např. u brzdových odporňků) termočlánky. Signály z těchto teplotních čidel se přivedou na řídicí člen měřící ústředny. Kromě teplot se snímají i napětí a proudy příslušných částí elektrovýzbroje jakož i rychlost vozidla.



Obr. 5: Zkrat na pomocných pohonech trolejbusu, naměřené průběhy

Zkouška se většinou provádí na trati zákazníka. Přitom se navíc provádí ověření tzv. typového jízdního řádu, při němž se zjišťuje, zda je vozidlo schopné dodržet jízdni doby na relacích, pro něž je určeno. Další měření, které se přitom provádí, je měření spotřeby elektrické energie.

Jako příklad je na **obr. 6** uveden měřící systém použitý při oteplovací zkoušce tramvaje. Kromě teplot jsou ještě měřeny trolejové napětí a proud a rychlost vozidla.



Obr. 6: Měřící systém použitý při oteplovací zkoušce tramvaje

Zkoušky pro určení trakčních a brzdových charakteristik

Posledním velkým měřením, o kterém se zde zmíníme, jsou zkoušky pro určení trakčních a brzdových charakteristik. Tyto zkoušky se provádějí na zkušebním okruhu a jejich cílem je ověřit, zda skutečná tažná, resp. brzdná síla (rozumí se při elektrodynamické brzdě) odpovídají charakteristikám projektovaným.

Tyto zkoušky se týkají železničních vozidel. Provádějí se při jízdě na suché koleji, ale mohou se provádět i na koleji mokré. Simulace mokré koleje se provádí pomocí ostříkovaní styku kolo – kolejnice a tím se zároveň provádí kontrola nastavení skluzové ochrany.

Při zkoušce se měří tažná síla na spřáhle vozidla a jeho rychlost. Zároveň se měří i trolejové napětí a proud, který vozidlo z troleje odebírá. Z těchto veličin lze navíc určit účinnost vozidla, popř. další informace, například spektrum napájecího proudu.

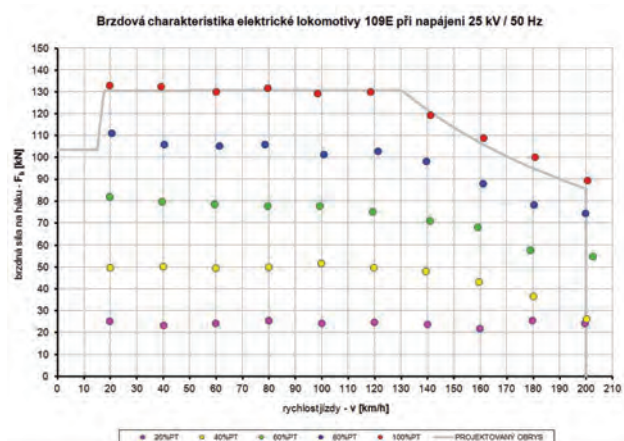
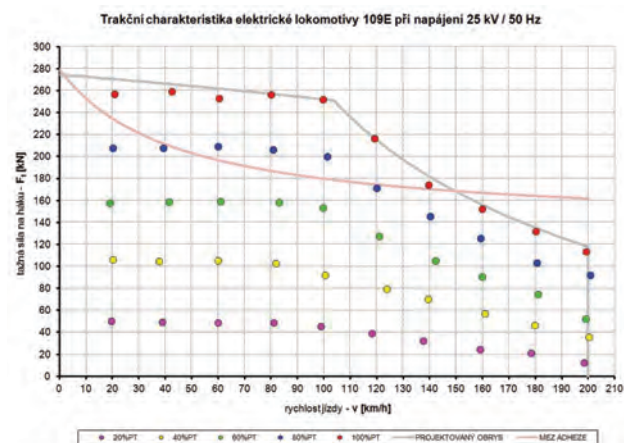


Obr. 7: Měření trakčních charakteristik (měřená lokomotiva a brzdové lokomotivy)

Vlastní zkouška pro určení trakčních charakteristik probíhá tak, že vozidlo je zatěžováno jednou nebo více brzdícími lokomotivami, které jsou vybaveny elektrodynamickou brzdou a automatickou regulací rychlosti. Po rozjetí takové soupravy na požadovanou rychlost brzdící lokomotivy tuto rychlost udržují. Zkoušené vozidlo potom zvyšuje svoji tažnou sílu až k maximu, popř. k prokluzu. Při měření brzdových charakteristik brzdící lokomotivy zkoušené

vozidlo táhnou. Uspořádání lokomotiv při zkoušce trakčních charakteristik je patrné z obr. 7.

Příklad naměřených bodů trakčních a brzdových charakteristik je uveden na obr. 8.



Obr. 8: Naměřené body trakčních a brzdových charakteristik

Závěr

Závěrem lze prohlásit, že ZLDV je schopna pokrýt celý rozsah zkoušek potřebných ke schválení typu výše uvedených drážních vozidel, s výjimkou měření pneumatické brzdy železničních vozidel. Seznam zkoušek, pro něž je akreditována, je uveden na oficiálních stránkách ČIA <http://www.cai.cz>.



PLÁN STANDARDIZACE – PROGRAM ROZVOJE ZKUŠEBNICTVÍ V R. 2016

Mgr. Václava Holušová

Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví

Stejně jako v minulých ročnících, i letos bychom chtěli čtenáře odborného časopisu Metrologie seznámit s výsledky realizace Plánu standardizace – Programu rozvoje zkušebnictví (PS-PRZ) za uplynulý kalendářní rok. Jde o finanční nástroj, který slouží k zajištění trvale vysoké úrovně systému státního zkušebnictví v České republice.

Odbor státního zkušebnictví v rámci Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ) zodpovídá zejména za zabezpečování státního zkušebnictví v rozsahu stanoveném platnými právními předpisy. Jedná se o **dva rámcové zákony a soubor nařízení vlády vydaných k provedení těchto zákonů**. Historicky starší je zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů. V roce 2016 byla přijata jeho již 15. novela pod číslem 91/2016 Sb. V témže roce

byl do našeho právního řádu doplněn nový zákon č. 90/2016 Sb., o posuzování shody stanovených výrobků při jejich dodávání na trh. K jeho provedení bylo novelizováno několik nařízení vlády, která se původně vztahovala k zákonu č. 22/1997 Sb. Jde o ta nařízení vlády, která implementují do českého právního řádu evropské směrnice respektující principy tzv. Nového legislativního rámce. Znění veškerých uvedených předpisů je trvale k dispozici na webových stránkách Úřadu. Úplné pracovní znění zákona č. 22/1997 Sb. a zákona č. 90/2016 Sb. zájemci najdou v sekci „Právní předpisy“ pod odkazem <http://www.unmz.cz/urad/pravni-predpisy-r27>, navazující nařízení vlády pak jsou umístěna v sekci „Státní zkušebnictví“ pod odkazem <http://www.unmz.cz/urad/stanovene-vyrobyky>.

ÚNMZ jakožto tzv. oznamující orgán je zodpovědný za vytvoření a provádění nezbytných postupů pro posuzování a oznamování českých subjektů posuzování shody a pro jejich kontrolu. V závislosti na druhu konkrétního právního předpisu se jedná o autorizované osoby (AO), notifikované osoby (NO) či oznámené subjekty (OS). ÚNMZ podporuje jejich činnost jednak formou finančních příspěvků na aktivní zapojení do mezinárodní spolupráce, jednak příspěvkem na metodické zabezpečování jejich jednotného postupu při posuzování shody podle platných právních předpisů (tzv. koordinace činnosti). ÚNMZ rovněž podporuje řešení aktuálních problémů státního zkušebnictví, které jsou obvykle vyvolány změnami právních předpisů. Některé úkoly byly zařazeny i na základě vlastních námětů jednotlivých subjektů posuzování shody. Na řešení několika úkolů se podílely i Asociace akreditovaných a autorizovaných organizací (AAAO) a Asociace českých měřičích, zkušebních a analytických laboratoří EUROLAB-CZ.

Objektivní potřebu řešení jednotlivých úkolů, výběr řešitelů a oponentů posuzovali pracovníci odboru státního zkušebnictví (tzv. garantí úkolů), a v konečném stádiu přípravy plánu také členové poradního orgánu předsedy ÚNMZ – Komise pro posuzování shody (KPS). Finální znění PS-PRZ pro rok 2016 včetně jeho dvou dodatků schválil předseda ÚNMZ.

Schválený PS-PRZ na rok 2016 včetně dodatků je vystaven na internetové stránce ÚNMZ <http://www.unmz.cz/urad/plan-standardizace-program-rozvoje-zkusebnictvi>. Pod tímto odkazem jsou zveřejněny programy počínaje rokem 2004.

Finanční rozpočet na úkoly PS-PRZ 2016, po zapracování změn do dodatku č. 1 a dodatku č. 2, byl schválen v celkové výši **6 682 000,- Kč**. Jako každý rok, ani v roce 2016 nebylo možné vyhovět všem požadavkům, protože buďto neodpovídaly zaměření programu anebo nebyly k dispozici dostatečné finanční prostředky na jejich podporu.

Řešeno bylo celkem **80 úkolů**. Struktura a členění úkolů byly stejné jako v předchozích letech, tedy rozdělené do pěti základních částí.

Část 1

Metodické zabezpečování jednotného postupu autorizovaných osob, oznámených subjektů a uznaných nezávislých organizací při posuzování shody výrobků, nebo personálu, podle platných právních předpisů

Tato část obsahovala 7 úkolů v celkové výši 945 000 Kč. Jednalo se o revizi stávajících technických návodů pro po-

uzování shody stavebních výrobků podle nařízení vlády č. 163/2002 Sb., ve znění po novele z roku 2016, a o nové metodické postupy pro zkoušení výrobků v rámci posuzování shody.

Část 2

Metodické zabezpečování jednotného postupu autorizovaných osob, oznámených subjektů a uznaných nezávislých organizací při posuzování shody výrobků, nebo personálu, jejichž stanovení k posuzování shody je připravováno

V této části bylo zadáno řešení 3 úkolů v celkové výši 320 000 Kč. Šlo o přípravu na nadcházející změny právních předpisů v oblasti stavebních výrobků, výtahů, elektromobility a atomového zákona.

Část 3

Zabezpečení koordinace jednotného postupu autorizovaných osob, oznámených subjektů a uznaných nezávislých organizací

Tato část zahrnovala 14 úkolů za celkových 1 160 000 Kč. Zabezpečení koordinace činnosti českých subjektů posuzování shody je závazek, který vyplývá z právních předpisů a který slouží k nastavení rovných podmínek na trhu. Nejedná se tedy o svévolné plýtvání prostředky státního rozpočtu.

Část 4

Mezinárodní spolupráce

Tato část byla tradičně nejrozsáhlejší a zahrnovala 40 úkolů, na jejichž realizaci bylo vynaloženo 2 865 000 Kč. Jde typicky o zabezpečení trvalé spolupráce se skupinou notifikovaných osob pro jednotlivé evropské směrnice, kdy je velmi žádoucí, aby se české subjekty aktivně podílely na spoluvytváření celoevropsky platných pravidel pro činnost subjektů posuzování shody. V každém sektoru má Česká republika svého zástupce, který následně přenáší dohodnutá pravidla do činnosti všech českých subjektů posuzování shody. Čeští zástupci se rovněž účastní práce různých specializovaných skupin pro posuzování shody konkrétních typů výrobků (kovové konstrukce, záchranné vesty, tlaková zařízení, geotextilie apod. – tzv. vertikální skupiny) a dvou skupin s horizontálním zaměřením na stavební výrobky (nebezpečné látky ve výrobcích, požární vlastnosti výrobků).

Část 5

Zdokonalování činnosti autorizovaných osob, oznámených subjektů a uznaných nezávislých organizací

V této části bylo podpořeno 16 úkolů za 1 392 000 Kč. Část úkolů byla zaměřena na vzájemné porovnání výstupů autorizovaných osob při posuzování shody stanovených výrobků. Rovněž sem spadá i aktualizace databáze požární klasifikace stavebních výrobků, databáze certifikátů osobních ochranných prostředků, databáze legislativních předpisů pro nebezpečné látky ve výrobcích, katalog akustických vlastností stavebních výrobků a udržování Informačního portálu ÚNMZ pro stavební výrobky. V neposlední řadě byly v části 5 podpořeny i semináře pro výrobce, dovozce, distributory a odborné posuzovatele stavebních výrobků a školení v oblasti posuzování shody zdravotnických prostředků.

Výstupy všech úkolů jsou majetkem ÚNMZ a jsou uloženy v odboru státního zkušebnictví.

ZKOUŠENÍ A VÝROBA SVISLÝCH DOPRAVNÍCH ZNAČEK

Ing. Jaroslav Válek, Ph.D.

Ing. Martin Toth, MBA

Silniční vývoj – ZDZ spol. s r.o.

1. Úvod

Stálé dopravní značky (dále jen SDZ) se nejčastěji umísťují na sloupky nebo jiné konstrukce, které jsou pevně zabudovány v terénu. Kompletní dopravní značka se skládá ze tří základních částí – nosné konstrukce (např. sloupek), štítu značky a činné plochy. Dopravní značka je tvořena štítem značky a naneseným materiálem činné plochy.

Hlavním účelem stálých dopravních značek je informování a vedení uživatelů veřejných i neveřejných pozemních komunikací [1].

Význam dopravních značek určují jednoduché piktoqramy určené pro řízení a regulaci silničního provozu na pozemních komunikacích. Jde o zařízení, která upozorňují účastníky silničního provozu na nebezpečná místa a ukládají účastníkům silničního provozu zákazy, příkazy a omezení. Mohou také poskytovat informaci, zpřesňovat, doplňovat nebo omezovat význam jiné dopravní značky.

1.1 Druhy stálých dopravních značek – vymezení pojmů

Do skupiny SDZ patří svislé dopravní značky standardní (retroreflexní, neretroreflexní, retroreflexní osvětlené vnějším světelným zdrojem a prosvětlované) a velkoplošné (retroreflexní a retroreflexní osvětlené vnějším světelným zdrojem).

Pro orientaci mezi jednotlivými druhy dopravních značek jsou uvedeny jejich definice, ukázky vybraných druhů značek jsou zobrazeny na obrázcích 1 až 5:

- **standardní svislá dopravní značka (obr. 1)** – SDZ s činnou plochou v základní, zvětšené a zmenšené velikosti;
- **velkoplošná SDZ (obr. 2)** – SDZ s činnou plochou větší než 2,25 m² [2];



Obr. 1: Standardní SDZ včetně sloupku

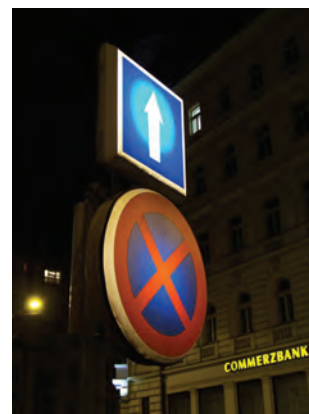


Obr. 2: Velkoplošná SDZ s činnou plochou větší než 2,25 m²

- **retroreflexní SDZ (obr. 3)** – SDZ, jejíž činná plocha je vytvořena z retroreflexního materiálu (folie);
- **neretroreflexní SDZ** – SDZ, jejíž činná plocha není provedena z retroreflexního materiálu;
- **retroreflexní SDZ osvětlená vnějším světelným zdrojem (obr. 4)** – SDZ retroreflexní osvětlená vlastním vnějším zdrojem světla umístěným před značkou;
- **prosvětlovaná SDZ (obr. 5)** – SDZ, jejíž činná plocha je z průsvitné hmoty a je prosvětlena vlastním vnitřním zdrojem světla, štít značky je tvaru skříně.



Obr. 3: Retroreflexní činná plocha SDZ při osvětlení za snížené viditelnosti



Obr. 5: Prosvětlované SDZ za tmy

Obr. 4: Retroreflexní SDZ osvětlená vnějším světelným zdrojem za tmy



Nejčastěji používané SDZ jsou standardní svislé dopravní značky s retroreflexní činnou plochou tvořenou retroreflexní folií.

2. Specifika výroby SDZ

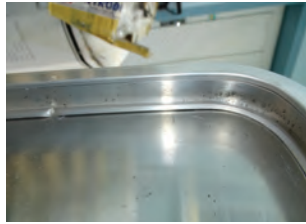
2.1 Štít

Štíty SDZ jsou nejčastěji vyráběny lisováním z pozinkovaného nebo hliníkového plechu, mimo lamelových systémů, které jsou vyráběny z profilů.

Plocha štítu SDZ s aplikovanou činnou plochou nesmí vykazovat vypuklý ani vydutý tvar a jeho zadní strana má být matná, barvy šedé nebo hliníkové. Hrana štítu SDZ musí mít lisovanou, tvarovanou nebo profilovanou hranu nebo hrana musí být vybavena ochranným profilem (obr. 7) nebo ochrana hrany musí být zajištěna podpěrnou konstrukcí. Za lisovanou, tvarovanou nebo profilovanou hranu se považuje dvojitý ohyb (obr. 6) okraje štítu SDZ s konstrukční výškou prvního ohybu alespoň 15 mm. Ochranný profil musí mít konstrukční výšku alespoň 20 mm a musí být spojen s plechem štítu. Spoj ochranného profilu musí být zabezpečen proti otevření.



Obr. 6: Detail dvojitého ohybu okraje štítu



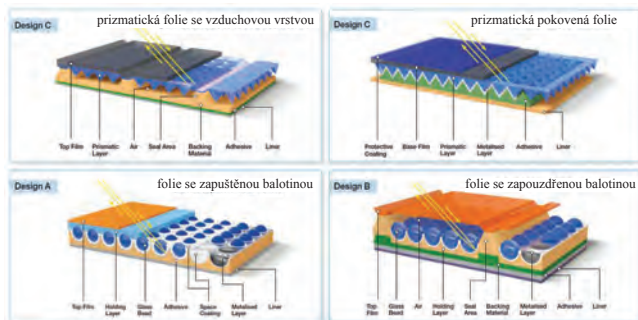
Obr. 7: Detail ochranného profilu okraje štítu

2.2 Činná plocha

Činná plocha dopravní značky je tvořena nalepenou retroreflexní fólií. Používány jsou dva typy retroreflexních fólií, balotinové (zpětný odraz zajišťují zabudované skleněné kuličky) a mikroprizmatické (zpětný odraz je zajišťován soustavou mikrohranolů). Mikroprizmatické folie jsou obecně výkonnější než folie balotinové (jsou schopné odrazit větší množství světla), avšak je nutné u nich dodržet správnou osovou orientaci. Důvodem je, že mikroprizmatické folie odrážejí ve stejném úhlu různé množství světla v závislosti na natočení folie, zatímco folie balotinové odrážejí ve stejném úhlu stejné množství světla bez ohledu na to, jak je folie natočená. Folie balotinové se zařazují do dvou tříd dle jejich výkonnosti (RA1, RA2), přičemž jejich zatřídění je provedeno na základě porovnání naměřených hodnot součinitele retroreflexe v definovaných úhlech geometrie měření s hodnotami uvedenými v normě ČSN EN 12899-1 Stálé svíslé dopravní značení – Část 1: Stálé dopravní značky [1].

Pro mikroprizmatické folie nejsou v této normě třídy a jejich požadavky stanoveny (mikroprizmatické folie jsou obecně posuzovány dle charakteristik stanovených v příslušné ETA pro specifický typ materiálu). Pouze v národní příloze této normy – doplňující ustanovení platná pro Českou republiku je pro mikroprizmatické materiály specifikována třída RA3 s požadavky na minimální hodnoty součinitele retroreflexe v definovaných úhlech geometrie měření.

Následující obr. 8 znázorňuje rozdíl mezi fóliemi s balotinou a mikroprizmatickými materiály.



Obr. 8: Technická ilustrace základního složení různých druhů retroreflexních fólií [3]

Konečný vzhled činné plochy včetně symbolů, písmen, číslic musí odpovídat vzorům uvedeným ve vzorových listech VL 6.1 [4] a lze vytvořit následujícími způsoby:

- soulep (výsledný vzhled vznikne nalepením výřezů požadovaného tvaru z barevné folie požadované barvy přes podkladní folii obvykle bílé barvy);
- sítotisk (výsledný vzhled vznikne aplikací požadovaných barev na podkladní folii obvykle bílé barvy, přes síťové šablony s požadovaným tvarem);



Obr. 9: Soulep [5]



Obr. 10: Sítotisk [5]

- digitální disk (výsledný vzhled vznikne tiskem na podkladní folii obvykle bílé barvy, pomocí velkoformátové barevné inkoustové tiskárny).



Obr. 11: Digitální tisk [5]

Základní fólie činné plochy standardních SDZ je zpravidla z jednoho kusu. Počet dílčích kusů retroreflexní fólie velkoplošných značek má být co nejmenší. Při rozptýleném denním světle ze vzdálenosti 1 m nesmějí být na činné ploše patrné puchýře, rozdíly barevných odstínů (skvrny, šmouhy) nebo odlepování okraje fólie. Použitá fólie musí mít zaručenou životnost a optickou účinnost nejméně 7 let. Na jednom štítu SDZ kromě značek informativních směrových se nepřípouští použití retroreflexních fólií různých tříd.

3. Zkoušení SDZ – technické požadavky

Technické požadavky na svíslé dopravní značky, které musí tyto výrobky splňovat, jsou uvedeny v harmonizované normě ČSN EN 12899-1 [1].

Tato norma stanovuje požadavky týkající se kompletních dopravních značek (včetně podpěrných sloupků), dopravních značek (štíty značek včetně činné plochy), štítů (bez činné plochy) a jiných hlavních částí (retroreflexních fólií, sloupků a vnějších svítidel) [1].

3.1 Nosná konstrukce

Uvedená norma se zabývá pouze sloupky pro svíslé dopravní značky a nestanovuje požadavky na nosné portály, poloportály, výložníky ani základy pro upevnění nosné konstrukce. Požadavky na sloupky jsou následující:

- odolnost proti vodorovnému zatížení (odolnost proti ohybu a odolnost proti kroucení);
- pasivní bezpečnost při nárazu vozidla;
- odolnost proti korozi.

Odolnost proti ohybu sloupku stanovuje meze, v rámci kterých, může dojít k průhybu sloupku při zatížení vodo-

rovnou silou. V tomto případě se jedná o simulaci působení větru, případně dynamického tlaku při odklizení sněhu, na dopravní značku. Tlak větru je stanoven v $\text{kN}\cdot\text{m}^{-2}$ a průhyb sloupku je měřen v $\text{mm}\cdot\text{m}^{-1}$. Odolnost proti kroucení je relevantní v případě nesymetrického upevnění štítu značky na sloupek a v případě působení dynamického tlaku při odklizení sněhu. Hodnota deformace kroucení je uvedena ve stupních. m^{-1} .

Zkoušení se provádí na víceúčelové testovací stolici pro zkoušení svislých dopravních značek upevněním sloupku ve vodorovné poloze a zatěžováním na horním konci sloupku. V průběhu zatěžování se pomocí průhyboměru měří dočasná deformace (při zatížení) a trvalá deformace (po odstranění zatížení). Obdobným způsobem se měří i kroucení sloupku.

Pasivní bezpečnost sloupku při nárazu vozidla je posuzována podle EN 12767 [6]. Jedná se o nárazovou zkoušku vozidla do nosné konstrukce při stanovené rychlosti. V České republice není tato zkouška vyžadována pro sloupky o rozměrech stanovených v národní příloze normy ČSN EN 12899-1 [1] a nosoucí značky do velikosti plochy štítu $2,25 \text{ m}^2$.

Ochrana sloupku proti korozi může být zajištěna buď povrchovou úpravou materiálu (například nátěr nebo žárově nanesený povlak zinku) nebo vlastnostmi materiálu (neruzová ocel, hliník). V prvním případě se posuzuje tloušťka ochranného povlaku, která musí odpovídat buď požadavkům výrobce nátěru, nebo v případě žárového pozinkování ponorem příslušné normě EN ISO 1461 [7] nebo EN 10240 [8].

3.2 Štíty značek

Z hlediska funkčních charakteristik platí pro štíty svislých dopravních značek následující požadavky:

- odolnost proti vodorovnému zatížení (odolnost proti ohybu);
- odolnost proti dynamickému zatížení při odklizení sněhu;
- odolnost proti bodovým zatížením (horizontální a vertikální);
- odolnost proti korozi;
- barva zadní strany;
- rozměry a tolerance;
- poloměr zaoblení rohů štítu;
- otvory v činné ploše;
- hrany štítů.

Odolnost proti vodorovnému a dynamickému zatížení je stejně jako u sloupků simulací odolnosti vůči zatížení větrem, resp. dynamickým tlakem při odklizení sněhu.

Bodová zatížení jsou zatížení působící na štít značky v nejvzdálenějším bodě od jeho uchycení na sloupek. Smyslem zkoušky je simulovat odolnost značky proti vandalismu. Síly působí osaměle na okraji značky ve směru horizontálním kolmo na rovinu značky (ulomení a pootočení značky na sloupek) a ve směru vertikálním směrem dolů (pověšení se na značku).

Zkoušení štítu značky probíhá stejně jako v případě sloupku na zkušební stolici, přičemž v případě zatížení větrem se působící síla aplikuje rovnoměrně na celou plochu

štítu značky. Vzhledem k tomu, že štíty značek jsou různých tvarů, je pro zkoušení vždy nutné vybrat sadu reprezentativních značek. To znamená, že se zkouší sady obsahující trojúhelník, kruh, osmiúhelník, čtverec, čtverec na koso, obdélník, případně směrová tabule s asymetrickým umístěním na sloupek.

Odolnost proti korozi se posuzuje stejným způsobem jako v případě sloupků. Rozměry a tolerance se zkoušejí délkovými měřidly a posuzuje se soulad s výkresovou dokumentací výrobce. Pro poloměr zaoblení rohů štítů značek obecně platí, že nesmí být menší než 10 mm, pokud není objednatel požadováno jinak. V České republice je požadován minimální poloměr zaoblení 20 mm. Posuzování otvorů v činné ploše vychází z podmínek uvedených v **tab. 1**. Posuzování hran štítů dopravních značek vychází z podmínek uvedených v **tab. 2**.

Tabulka 1: Otvory v činné ploše [1]

Třída	Požadavky
P1	<i>Vzájemná vzdálenost otvorů v činné ploše značky s výjimkou otvorů nutných pro připevnění štítu značky k nosné konstrukci nesmí být v žádném směru menší než 150 mm.</i>
P2	<i>V činné ploše značky nesmí být žádné otvory s výjimkou otvorů nutných pro připevnění štítu značky k nosné konstrukci.</i>
P3	<i>V činné ploše značky nesmí být žádné otvory.</i>

Tabulka 2: Hrany štítů dopravních značek [1]

Třída	Požadavky
E1	<i>Bez ochrany, přičemž štít značky je plochý.</i>
E2	<i>Chráněné lisovanou, tvarovanou nebo profilovanou hranou nebo vybavené ochranným profilem.</i>
E3	<i>Chráněné, přičemž ochrana je zajišťována montovanou konstrukcí.</i>

3.3 Objímky, zařízení pro upevnění štítu na nosnou konstrukci

Zkoušení a posuzování objímek nebo jiného zařízení pro uchycení štítu značky k nosné konstrukci probíhá současně se zkoušením štítu značky. Při zatížení štítu značky předepsanými zatíženími podle zvolené třídy pro zkoušení bodovým zatížením nesmí dojít k pootočení nebo posunutí objímky na sloupek značky.

3.4 Činná plocha značky

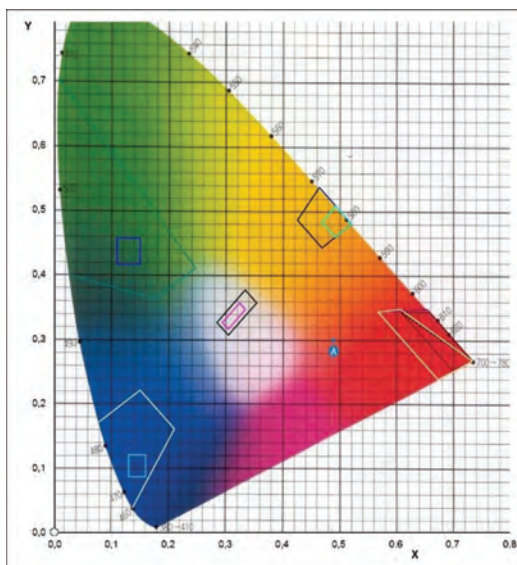
Činná plocha dopravní značky je tvořena retroreflexní fólií, přičemž norma ČSN EN 12899-1 [1] se zabývá retroreflexními fóliemi s balotinou (skleněnými kuličkami). Mikroprizmatické fólie jsou posuzovány podle příslušných Evropských technických schválení/posouzení (ETA).

Požadavky na funkční charakteristiky folií jsou:

- chromatičnost ve dne a činitel jasu (tj. barva fólie případně barva tisku na fólii);
- součinitel retroreflexe;
- odolnost činné plochy proti nárazu;
- odolnost vůči povětrnostním vlivům.

Zkoušení výše uvedených charakteristik se provádí na všech typech a barevných kombinacích, které se na posuzovaných značkách vyskytují. Předmětem posuzování jsou nejen samotné fólie ve všech barevných odstínech, ale i případný barevný tisk na základovou fólii (např. tisk červené barvy na bílou nebo žlutou fólii).

Barva a činitel jasu se měří pomocí kolorimetru (**obr. 13**). Výsledky měření barvy se udávají v trichromatických souřadnicích, které definují barevný odstín měřeného vzorku v kolorimetrickém trojúhelníku CIE (**obr. 12**). Činitel jasu je bezrozměrné číslo, které udává viditelnost dané fólie za denního světla.



Obr. 12: Kolorimetrický trojúhelník CIE s definovanými barevnými oblastmi pro retroreflexní balotinové fólie [9]

Retroreflexe (resp. součinitel retroreflexe) je charakteristika určující schopnost fólie odrážet světlo. Měření retroreflexe se provádí buď ručními retroreflektometry (**obr. 14**) nebo fotometry v goniometrickém systému. Geometrické úhly osvětlení a úhly pozorování odraženého světla jsou zvoleny tak, aby simulovaly pohled řidiče a osvětlení značky světlotety vozidla. Jednotkou retroreflexe je $\text{cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$.



Obr. 13: Ukázka kolorimetru s naměřenými trichromatickými souřadnicemi



Obr. 14: Ukázka ručního retroreflektometru s naměřenými hodnotami

Odolnost činné plochy proti nárazu se zkouší nárazem zátěže o hmotnosti 450 g na zkušební vzorek z výšky 220 mm.

Odolnost proti povětrnostním vlivům se zkouší buď vystavením vzorků umělým vlivům v simulátoru povětrnostních vlivů po dobu 2000 hodin nebo vystavením vzorků přírodním povětrnostním vlivům po dobu tří let. Po uplynutí této doby jsou opět zkoušeny optické vlastnosti vzorků a posouzeny podle normových požadavků (retroreflexe, chromatičnost, činitel jasu).

4. Posouzení shody

Od 1. 1. 2013 probíhá „posuzování shody“ stálých svislých dopravních značek dle harmonizované normy ČSN EN 12899-1 [1]. Posuzování provádí oznámený subjekt, který je k této činnosti autorizovaný Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví a zapsaný v evropské databázi oznámených subjektů (NANDO). Oznámený subjekt posuzuje soulad výsledků zkoušek s podmínkami přílohy ZA normy, tj. výsledky počáteční zkoušky typu vůči stanoveným požadavkům a provede případné zařazení výrobku do uvedených tříd a dále provede počáteční kontrolu výroby a kontrolu systému řízení výroby u výrobce.

Je-li dosaženo shody se stanovenými podmínkami, vypracuje oznámený subjekt osvědčení o stálosti vlastností, které umožňuje výrobcí připojit na výrobek označení CE. V průběhu doby platnosti osvědčení provádí dále oznámený subjekt pravidelný dohled nad systémem řízení výroby ve výrobě.

Použitá literatura

- [1] ČSN EN 12899-1:2008 Stálé svislé dopravní značení – Část 1: Stálé dopravní značky
- [2] METODIKA pro jednotný postup AO při posuzování shody a zkoušení svislých dopravních značek dle požadavků ČSN EN 12899-1 Stálé svislé dopravní značení – část 1 Stálé dopravní značky podle NV č. 163/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky; Silniční vývoj – ZDZ spol. s r.o., Brno, září 2003
- [3] www.orafol.com
- [4] VL 6.1 – Svislé dopravní značky, Vzorový list vybavení pozemních komunikací, Ministerstvo dopravy – Odbor pozemních komunikací
- [5] <http://reflectives.averydennison.com>
- [6] EN 12767 Pasivní bezpečnost podpěrných konstrukcí zařízení na pozemní komunikaci – Požadavky a zkušební metody
- [7] EN ISO 1461 Zinkové povlaky nanášené žárově ponorem na ocelové a litinové výrobky – Specifikace a zkušební metody
- [8] EN 10240 Vnitřní a/nebo vnější ochranné povlaky na ocelových trubkách – Požadavky na povlaky nanášené žárovým zinkováním ponorem v automatizovaných provozech
- [9] CIE 15 Kolorimetrie

METROLOGIE VE ŠKODA AUTO A.S.

Ing. František Kopřiva

ŠKODA AUTO a.s

Proces metrologie je nedílnou součástí procesů výroby, ale i vývoje, plánování, prodeje a servisu, technického rozvoje, růstu efektivity a konkurenceschopnosti. Veškeré díly vyráběných vozů, a to jak panelové díly (díly karoserie), tak i komponenty (díly motoru a převodovky) jsou kontrolovány, zkoušeny a během výrobních postupů průběžně monitorovány. Cílem naší společnosti je dodávat na trh výrobky s nejvyšší kvalitou. A nedílnou součástí systému řízení kvality jsou rovněž procesy metrologie.

Řízení metrologie společnosti

Samotný proces metrologie je rozdělen do dvou základních oblastí. První oblast procesu metrologie je její proces řízení. Řízením procesu metrologie je pověřena oblast Řízení kvality.



Obr. 1: Setkání metrologů organizačních jednotek a koordinátorů interních kalibračních míst.

Centrální řízení metrologie společnosti zahrnuje tyto činnosti:

- Jednotné metodické řízení a koordinace metrologů organizačních jednotek.
- Tvorba procesní a organizační dokumentace v oblasti metrologie.
- Implementace zákonných požadavků do organizační dokumentace.
- Návaznost etalonů společnosti na státní etalony.
- Tvorba vzorových kalibračních postupů.
- Kalibrace pracovních měřidel v interních kalibračních místech.
- Měření a rozměrové analýzy přesných dílů.
- Porovnávací a rozhodčí měření.
- Vzdělávání, certifikace pracovníků v oboru metrologie, přednášky.
- Informační systémy metrologie, evidence měřidel.
- Konzultace a poradenství v oblasti metrologie.
- Audity a prověrky metrologie.

Hlavním dokumentem řízení metrologie společnosti je organizační norma s názvem Metrologický řád schválený předsedou představenstva.

Tato organizační norma definuje zásady pro zajištění metrologické činnosti ve společnosti ŠKODA AUTO, za účelem řízení kontrolního, měřicího a zkušebního zařízení k dosažení metrologické konfirmace.

Tato norma se nezabývá řízením procesů měření výrobků. Systém je tedy zaveden tak, že každý konkrétní proces měření, kontroly a zkoušení dílů a procesů má v kompetenci příslušný vlastník procesu, tedy např. lisovna, kovárna, měřové středisko měření karoserií, měřové středisko komponent (např. ozubení) atd.



Obr. 2: Měření rozměrovosti a GPS v laboratoři speciálního měření.

Součástí managementu řízení metrologie jsou i jmenování metrologové dalších útvarů společnosti, podřízení příslušnému vedoucímu organizační jednotky, ale metodicky řízení hlavním metrologem společnosti, např. metrologové oblasti výroby vozů, výroby komponent (včetně závodů Vrchlabí a Kvasiny). Dále metrologové útvarů kvality – např. Zkušební středisko (zkušebna vozů), metrolog Technického vývoje. Poslední skupinou jsou metrologové tzv. centrálních útvarů – např. metrolog Bezpečnosti a ochrany značky nebo Zdravotní služby. Dále je v procesu řízení metrologie určeno několik odborných poradců pro vybrané druhy měřidel – např. pro souřadnicové měřicí stroje, momentové klíče nebo siloměry. Další skupinou podpory metrologie jsou odborné útvary pro vybrané procesy měření, kontroly a zkoušení. Jedná se např. o procesy 3D měření vozů, 3D měření komponentů, kontrolu šroubových spojů nebo energetických veličin.

Procesy měření, zkoušení a kontroly

Po popisu skupiny odborných útvarů jsme se dostali ke druhé skupině procesů metrologie, tedy k vlastním procesům měření, zkoušení, kontroly a monitorování. Všechny tyto procesy jsou popsány pomocí procesní dokumentace, např. návodek, technologických postupů, plánů kontrolních operací atd.. Za tyto procesy odpovídají jejich příslušní vlastníci.

Mezi tyto procesy patří např. **lisování**. V rámci procesu lisování se samozřejmě měří rozměrovost a tvarovost výlisků, ale také např. pevnost plechů, průtažnost, povrchová ochrana (tloušťka vrstvy zinku), struktura povrchu (drsnost). Následuje proces **svařování**, kde se rovněž provádí měření rozměrovosti svařenců, až po měření rozměrovosti hotové svařené karoserie, provádí se kontrola kvality svarů pomocí ultrazvukových přístrojů, popř. metalografický rozbor svarů a dále kontrola pevnosti svarů (pevnostní zkoušky). Finálním procesem výroby karoserií je **lakování**. Zde se mimo jiné kontroluje proces celé výrobní linky lakovny – teploty, průtoky nebo tlaky v jednotlivých částech lakovací linky. Dále se v laboratoři provádí kontrola fyzikálních a chemických vlastností nanášených vrstev (např. pH metrie, konduktometrie - elektrická vodivost roztoků), a nakonec kontrola hotové olakované karoserie – colourmatching, ale např. i vizuální kontrola případných povrchových vad v tzv. světelném boxu.



Obr. 3: In-line měření svařené karoserie. Optické měřicí systémy implementované na robotická ramena.

Měřicí zařízení In-line ve výrobě

K dispozici jsou dva typy zařízení pracující na různém principu. Prvním typem jsou klasické souřadnicové stroje přizpůsobené pro použití v lince. Jedná se o stroje vybavené „by-passem“. Nejsou tedy plně závislé na taktu linky, jednotlivá měření trvají déle a mohou být použity různé měřicí programy. Výhodou je použití stejných programů jako u strojů v měřivém středisku a vysoká přesnost měření, která je dána přesností strojů, ale je ovlivněná i podmínkami ve svařovně. Nevýhodou je nižší rychlost měření a neschopnost měřit každý díl. Dalším typem jsou optická měřicí zařízení. Skládají se z robota s optickým senzorem-skenerem a Laser-trackerem. Jedná se o zařízení úspěšně používaná pro přesná analyzační měření, která byla doplněna o robot pro dosažení výkonu potřebného pro použití v lince. Poslední modely zařízení již dokáží změřit veškeré požadavky v čase odpovídajícím taktu linky. Je však také možné použít několik různých programů za sebou a po několika měřených kusech dosáhnout změřeni všech požadovaných znaků. Výhodou tohoto zařízení je vysoká rychlost měření. Nevýhodou potom omezení vyplývající z optického způsobu měření a fakt, že senzor při měření musí být

v zorném poli trackeru. Právě zástavba zařízení do linky přináší specifické problémy, neboť je nezbytné řešit ztíženou dostupnost měřených míst a také proces ustavení musí být automatizován a přizpůsoben taktu.

Přesnost měření se v podmínkách svařovny pohybuje do 0,12 mm.

V oblasti **výroby komponent** – díly motoru, převodovky a náprav. Zde výroba začíná v kovárně a slévárně, kde se měří např. rozměrovost, mechanická pevnost, tvrdost materiálů, ale také chemické složení (pomocí spektrofotometrické analýzy). Dalším procesem v této oblasti je mechanická výroba (třískové obrábění). Hlavními procesy měření a zkoušení je měření rozměrovosti, měření úchylek tvaru a polohy, měření struktury (drsnosti) a to jak klasické taktilní měření, tak i 2D a 3D topografie povrchu. Trendem je bezdotykové in-line měření ozubení. V rámci montáže motorů, převodovek a náprav je rovněž nejvíce zastoupeno měření rozměrovosti, měření tolerancí polohy, ale rovněž velice důležité měření šroubových spojů, tedy měření momentu síly. To se provádí jednak pomocí momentových klíčů, ale zejména pomocí elektronicky řízených zatahovaček. Tato zařízení měří jak výsledný požadovaný moment, ale např. i požadovaný úhel.

V rámci **montáže vozů** se provádí měření rozměrovosti (například slicovanost dílů), měření momentu síly (šroubové spoje), měření tlaku, resp. vakua (plničky brzdového systému, klimatizace), měření množství pohonných hmot (výdejní stojany PHM – pracovní měřidla stanovená), seřízení geometrie podvozku, seřízení geometrie světel, kontrola asistenčních systémů (např. parkovací radary, kamery). Na těchto kontrolách se vzájemně podílejí zástupci útvarů montáže vozů, pracovníci technického servisu výroby vozů a pracovníci řízení kvality výroby vozů. Technická kontrola a systém řízení kvality výroby je tedy nezávislý vícestupňový proces.

Další důležitou skupinou kontroly hotových vozů je zkušební středisko řízení kvality. Jeho součástí jsou zkušebny vozů, kde se provádí funkční zkoušky předseriových a sériových vozů: podvozku a motor-managementu, akustiky a jízdních hluků, karoserie a výbav, zkoušky konformity a elektriky a elektroniky vozu. Zde se také provádí analýzy závad z funkčních zkoušek a z dlouhodobých jízdních zkoušek.

Útvar **Materiálová technika a speciální měření** kromě oddělení metrologie zahrnuje centrální laboratoř značky ŠKODA. Je to komplex několika laboratoří, které provádí následující činnosti:

- Laboratorní zkoušky kovových a nekovových materiálů, provozních kapalin a povrchových ochranných vrstev.
- Metodické řízení šroubových procesů a analýzy šroubových spojů.
- Zkoušky celých vozů v oblasti koroze, klimatické odolnosti a pachu.
- Analýzy materiálových problémů u reklamovaných dílů.
- Uvolnění nových materiálů.
- Schvaluje uvolnění nových materiálových produktů.



Obr. 4: Metalografický mikroskop. Pod mikroskopem na obrázku se nachází sedlo ventilu ze sintrované oceli.



Obr. 5: Pevnost v tahu. Určuje se pomocí trhacího stroje, který stanoví hodnoty pevnosti v tahu i meze pružných a trvalých deformací. Snímek ilustruje pásek hlubokotažné oceli užívané pro vnější část karoserie.



Obr. 6: Kontrola koeficientu smykového tření. Zařízení vyhodnocuje průběh tření pod hlavou a v závitě šroubu při utahování. Šroubová laboratoř disponuje mechanickým dotykovým konturografem, který snímá okraje spojovacích prvků a závitů a porovnává je s daty. Následně se stanovují odchylky a v simulační stanici se analyzují fáze utahovacího procesu.



Obr. 7: Emisní komora. Emisní látky se měří při dvou teplotách: pokojové 23 °C a na 65 °C (s tolerancí ± 5 °C). Snímek ukazuje zahřívání vozu pomocí infračervených zářičů.

V rámci emisních a pachových zkoušek se provádí stanovení pachu a celkových emisí v interiéru vozů - měření pachu, určení hodnoty celkových emisí těkavých látek, kvalitativní a kvantitativní analýzy jednotlivých látek uvolněných v interiéru vozů. Pro zkoušku se používají přístroje a měřidla: IR – zářiče pro ohřev vozu, dataloger s čidly teplot, čerpadlo pro odběr plynu a zařízení pro analýzu plynů.

Stanovení pachu jednotlivých dílů z interiéru vyškoleným týmem pracovníků (většinou 4 specialisté) při různých teplotách (23°C, 40°C a 80°C).

Stanovení foggingu, tedy měření množství kondenzátu, který se většinou vysráží na čelním skle.

Stanovení celkové emise uhlíků, identifikace a kvantifikace sloučenin uhlíku emitovaných jednotlivými díly (materiály), které jsou použity v interiéru vozu.

Emise formaldehydu, stanovení koncentrace formaldehydu v dílech interiéru.



Obr. 8: Zkouška oděru textilií – Martindale. Hodnocení odolnosti potahových textilií na sedačky vozu proti oděru o normovanou tkaninu. Hodnotí se opěrka hlavy a obložení dveří, středový pás sedadla a bočnice sedadla. Dále se hodnotí odolnost textilií po oděru suchým zipem, kdy se namáhaná textilie porovnává vůči etalonům. Další zkouškou na tomto zařízení je zkouška žmolkování – vliv vzájemného působení normované a potahové textilie za vzniku tzv. žmolků.

Metrologie a procesy měření a zkoušení jsou nedílnou součástí i oddělení **technického vývoje**. Zde se měří vše, počínaje měřením rozměrovosti, až po měření např. elektrických veličin. Dále se zde provádí laboratorní zkoušky dílů, životnostní zkoušky atd. Začíná se na designové modelaci pomocí bezkontaktní optické metody měření rozměrů (vč. výpočtu a tvorby CAD dat), až po klasické souřadnicové měřicí stroje při stavbě prototypů a modelů. V rámci zkoušek životnosti se testují vozy a díly v extrémních podmínkách a to jak ve zkušebnách, tak i v reálném prostředí (pouště, polární oblasti). Provádí se jízdní zkoušky na zkušebních polygonech a v reálném provozu (jízda po městě, po dálnici atd.). Při testech vozů v reálných podmínkách je vůz vybaven mnoha měřidly a čidly, jejichž naměřené hodnoty se následně vyhodnocují. Data se následně rovněž používají pro řídicí SW zkušebních stavů a zkušeben, kde se následně simulují podmínky provozu v laboratorních podmínkách. V této oblasti zkoušek spolupracujeme se společností TÜV.



Obr. 9: Motorové centrum

V oblasti technického vývoje bylo postaveno nové motorové centrum. Zde se nachází několik zkušeben motorů (zkoušky motorů na brzdě), zkušební stavy převodovek, homologační zkoušky a zkoušky exhalace.

Dalšími zajímavými pracovišti provozujícími metrologickou činnost, měření a zkoušení dílů jsou například pracoviště Meisterbock/Cubing, pilotní hala, laboratoř elektriky / elektroniky vozů, výroba nářadí, nebo zákaznické centrum (prodej vozů) a oddělení After sales (servis vozů a poprodejní péče o zákazníka). Technický vývoj s pracovišti např. design, motorové centrum, stavba prototypů a modelů. V rámci plnění požadavků normy ISO 50 001 se ve společnosti provádí rovněž měření spotřeb energií a médií. Útvar bezpečnosti a ochrany značky používá přístroje na měření rychlosti vozidel na pozemních komunikacích a rovněž přístroje na kontrolu alkoholu v dechu. Metrologii podléhají i teploměry a vlkoměry v archivu a zdravotní přístroje pracovních lékařů polikliniky ŠKODA.

Kalibrace měřidel

Nedílnou součástí řízení procesu metrologie je rovněž kalibrace měřidel. V provozu a v evidenčním systému je v současnosti již několik desítek tisíc měřidel. Ve společnosti ŠKODA AUTO máme stanoveny tři druhy kalibrací. Nejzákladnější je kalibrace měřidel v interních kalibračních místech (IKM). Ta jsou zřizována ve vybraných organizačních jednotkách (OJ), např. výroba komponent v závodě Mladá Boleslav, v technickém vývoji, ale i v závodech Vrchlabí a Kvasiny. V rámci interních kalibračních míst se provádí kalibrace např. souřadnicových měřicích strojů taktálních, 3D optických systémů, koncových měrek, pevných kalibrů, nastavovacích kusů, dílenských drsnoměrů, etalonů drsnosti, komunálních a speciálních měřidel délkových (čárkových, digitálních), mechanických stopek, kontrolních přístrojů na momentové klíče (snímačů kroutícího momentu), momentových klíčů, ale také např. siloměrů, dráhoměrů, plničky brzd, zařízení na kontrolu geometrie podvozku a mnoho dalších speciálních laboratorních a dílenských měřidel.

Dalším druhem kalibrací jsou kalibrace prováděné externími kalibračními službami (EKS). Tuto činnost přednostně provádí Český metrologický institut (ČMI), kde provádíme kalibrace hlavních etalonů a etalonů společnosti, dále mezi EKS patří laboratoře a zkušebny akreditované dle ISO 17 025, a v neposlední řadě jsou oprávněni ke kalibraci výrobci měřidel a subjekty autorizované výrobcí daných měřidel. Celkově tedy tyto externí kalibrace zajišťujeme ve spolupráci s cca 400 tuzemskými i zahraničními dodavateli. Poslední skupinu tvoří tzv. speciální kalibrace. To jsou procesy metrologických kontrol měřidel, které provádějí:

- a) uživatelé daných měřidel a měřicích přístrojů,
- b) určení pracovníci, např. pracovníci údržby.

Ad a) Zde se jedná např. o pracovníka analytické laboratoře, který provádí měření na daném laboratorním přístroji. Jeho povinností je rovněž provádět kalibrace, zkoušky nebo metrologické kontroly daného přístroje. Postupuje dle řízené dokumentace, která je vypracována v souladu s požadavky na daný přístroj, doporučení výrobce přístroje a dle specifikace používání daného přístroje. Výsledky jsou zaznamenány v kalibračním nebo kontrolním protokolu.

Ad b) Tuto skupinu tvoří např. pracovníci údržby lakoven. Tito pracovníci provádí dle dokumentovaných postupů (např. kontrolních plánů) pravidelnou metrologickou kontrolu měřidel (indikačních přístrojů) zabudovaných např. do výrobní linky lakovny. Jedná se např. o teploměry, tlakoměry, měřiče průtoku kapalin nebo proudění vzduchu. Kontrolu provádí porovnávacím způsobem pomocí pracovních etalonů. Výsledky těchto kontrol zaznamenávají do elektronických systémů daných zařízení, nebo do pracovních knih. Základními informacemi jsou naměřené hodnoty, datum kontroly, použitý etalon a jmenovka, popř. podpis pracovníka provádějícího tuto metrologickou kontrolu. Četnost těchto kontrol je určena řídicí procesní dokumentací. Jedná se o kontroly týdenní, měsíční, čtvrtletní a roční.

Výsledky měření neslouží jen pro kontrolu shody výrobku se specifikací. Sledují se samozřejmě i všechny procesy měření. Výsledky se zpracovávají pomocí nástrojů řízení kvality. Dále se zjišťuje vhodnost a způsobilost vybraných používaných měřidel, používaných procesů měření a rovněž způsobilost výrobních strojů.

Plánování

V rámci sledování rozvoje měřicí techniky pořádáme workshopy s dodavatelskými společnostmi. Zde probíhá seznámení s novou měřicí technikou a našimi požadavky na měření. Následně tato nová technika a technologie může doplnit naši měřicí kapacitu anebo rozšířit a optimalizovat možnosti měření. Společnost ŠKODA ročně investuje velké finanční prostředky do obnovy a rozvoje měřicí techniky.

Vzdělávání

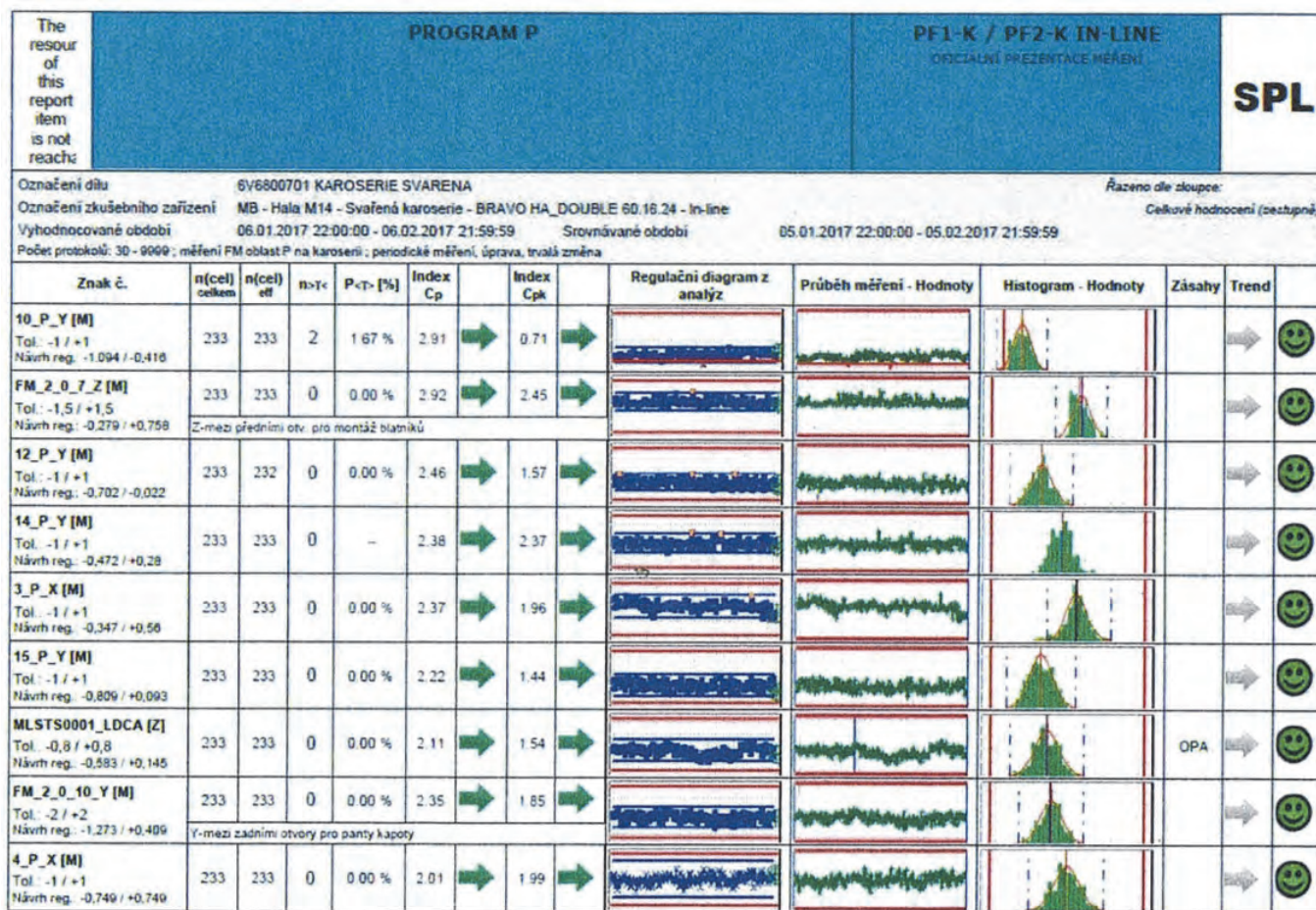
Udržování a zvyšování kvalifikace pracovníků společnosti zajišťujeme interně útvarem ŠKODA Akademie, kde probíhají standardní kurzy metrologie, spolupracujeme s Q-Akademií, která zajišťuje nadstavbové vzdělávání v oblasti kvality a metrologie. Externě spolupracujeme

např. s Českou metrologickou společností (ČMS), která pro ŠKODA AUTO zabezpečuje lektorsky různé kurzy metrologie a také certifikaci pracovníků v oboru metrologie. V současnosti již máme 100 certifikovaných pracovníků na pozicích metrologů OJ, pracovníků na IKM, na měrových střediscích, technických kontrolách, v laboratořích nebo správců měřidel.



Samotný výčet jednotlivých pracovišť provádějících metrologické činnosti, výčet používaných měřidel, měřících přístrojů a strojů, popř. i jednotlivých procesů měření by však sám o sobě jistě zaplnil celé jedno číslo časopisu Metrologie. Je tedy jasné, že tento článek je pouze nahlédnutí do části procesu metrologie ve společnosti ŠKODA AUTO. Závěrem tedy nutno podotknout, že i v naší společnosti platí zásada, že: „Jen tak přesně dokážeme vyrábět, jak přesně dokážeme měřit“.

A jedním ze základních cílů naší společnosti je výrok našich zakladatelů, pánů Laurina a Klementa: „Jen to nejlepší jest pro našeho zákazníka dost dobré“.



SPL/10-36/3DM

Copyright: Vytiskl: Automaticky generované - PDF

Tisk dne: 6.2.2017 22:31
Strana: 13 / 21

Obr. 10: Vyhodnocení SPC na svařené karoserii

NOVÝ SMĚR VÝVOJE FIRMY MITUTOYO ČESKO – BÝT ZÁKAZNÍKOVI VÍCE NABLÍZKU

Mitutoyo

Hlavní motto současného vývoje firem je: Průmysl 4.0. Tento směr postupně přinese zvýšený tlak na dodavatele. Ti budou muset být flexibilní jak v dodávkách svých produktů, tak budou muset zákazníkovi při řešení jeho problémů připravit již ve fázi hledání vhodného řešení konkrétní ukázkou. Tato ukáзка, která potvrdí, že se jedná o správné řešení daného problému bude pak směřovat stále častěji k tzv. dodávce na klíč. Firma Mitutoyo Česko proto rozšiřuje síť svých M³ Solution center, která nabídnou svým zákazníkům plnohodnotnou podporu.



M³ Solution centrum Teplice

Ve městě historicky známém jako sídlo bývalého tuzemského výrobce měřidel SOMET, se měřicí technice i nadále daří a je zde hlavní sídlo společnosti Mitutoyo Česko s.r.o. . Zde je plně vybavena předváděcí místnost takřka všemi zástupci měřicí techniky z bohatého katalogu firmy Mitutoyo. Od malých měřidel počínaje, přes středně složité přístroje, až po nesložitéjší 3D techniku v podobě multisenzorových CMM CNC nebo Vision systémů konče. Působí zde také široké zázemí jak techniků pro mechanickou část přístrojů, tak i aplikačních inženýrů. Pro naše autorizované prodejce i pro ostatní zákazníky se zde konají pravidelná školení.

M³ Solution centrum Ivančice

Okolí Brna je známo silným zastoupením průmyslových a výrobních firem z mnoha oborů. Proto i zde vzniklo předváděcí centrum, a to ve spolupráci s akreditovanou kalibrační laboratoří M&B Calibr s.r.o. . Zájem našich zákazníků je nejen o předvedení naší špičkové měřicí techniky, ale i o zakázková měření, či kalibrace našich měřidel. Toto vše zde zákazník nalezne pod jednou střechou. Navíc je zde vhodné školicí středisko pro větší počet účastníků, kde nabízíme společně kurzy metrologů, školení teorie drsnosti a úchylek tvaru a polohy i další kurzy dle požadavků zákazníků, a to vždy s praktickými ukázkami.



M³ Solution centrum Ostrava - Mošnov

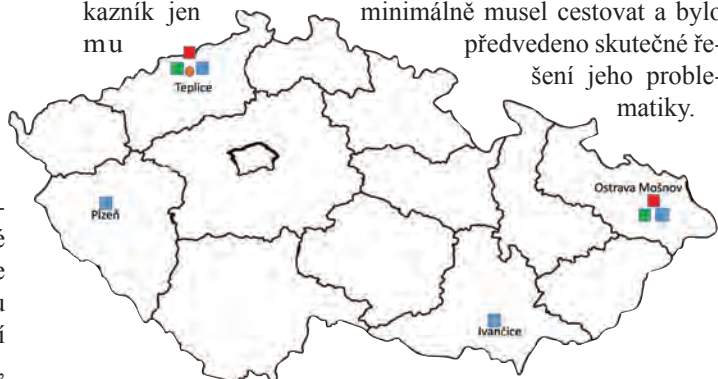
Nedaleko od mezinárodního Janáčkova letiště v Ostravě se nalézá naše nejnovější předváděcí centrum. Vybaveností opět pokrývá takřka celý sortiment našich produktů a samozřejmě i zde bude možno si dojednat schůzku s našimi odbornými pracovníky. Rádi zde uvítáme zákazníky z Olomouckého, Moravskoslezského i Zlínského kraje. Ale i ostatní zájemci jsou zde vždy vítáni. Také zde je připravena kromě předváděcích místností i školicí místnost.

Industry 4 - robotické centrum ASTRO Plzeň

Ve spolupráci s firmou ASTRO Kovo s.r.o. Plzeň se podařilo připravit plně funkční kontrolní box, kde je umístěno robotické pracoviště se 100% kontrolou vyráběných dílů pomocí zástavného souřadnicového měřicího stroje MACH Ko-Ga-Me. I zde je po dohodě možno našim zákazníkům předvést řešení, které opravdu naplňuje v plné míře zcela automatický systém kontroly vyráběných dílů a přitom si zachovává určitý stupeň flexibility řešení.

Závěr

Firma Mitutoyo Česko si v průběhu své existence již vybudovala silnou pozici v oboru přesné měřicí techniky a metrologie. Tuto pozici si hodlá samozřejmě i nadále udržet, a proto je připravena široké metrologické veřejnosti nabídnout kvalitní služby vč. praktických ukázek tak, aby zákazník jen minimálně musel cestovat a bylo mu předvedeno skutečné řešení jeho problematiky.



● Hlavní sídlo společnosti ■ M³ Solution centrum ■ Servisní centrum ■ Obchodní centrum

www.mitutoyo.cz

AMTEST
Test & Measurements

Amtest-TM s.r.o.
Svatováclavská 408
686 01 Uherské Hradiště | Česká republika

E-mail: supp@amtest-tm.com
www.amtest-tm.com

Telefon: +420 572 572 028
Fax: +420 572 544 216



DODAVATEL PŘESNÉ MĚŘICÍ, KALIBRAČNÍ A TESTOVACÍ TECHNIKY

Amtest-TM s.r.o. je mezinárodně pracující společnost s téměř 45 letou tradicí dodávek přesné měřicí techniky pro kalibraci, testování a diagnostiku elektrických a neelektrických veličin v laboratorních i průmyslových podmínkách.

IET IET LABS, INC.

IET LABS - Elektrický odpor, indukčnost, kapacita (etalony a dekády), simulátory RTD, LCR mosty, napěťové děliče, měřice izolačního odporu, mikroohmmetry. www.ietlabs.com



Kambic
Laboratorijska oprema

Kambic Metrology - kalibrační lázně olejové (stabilita ± 0.002 @ 100°C) a vzduchové (stabilita ± 0.005 @ 23°C), klimatické nebo teplotní zkušební komory (kompressorové nebo Peltier. články).
www.kambicmetrology.com



mi Measurements International
Metrology is Our Science, Accuracy is Our Business™

MEASUREMENT International - Odporové etalony a bočníky, odporové a teplotní měřicí mosty, QHR systém, vzduchové a olejové kalibrační lázně, přepínače měřících míst, proudové a napěťové zdroje, extendery. www.mintl.com



AccuMac

AccuMac - etalonové snímače teploty (etalonové platinové odporové teploměry, sekundární referenční teploměry, průmyslové teploměry, referenční etalonové termočlánky) a měřicí jednotky. www.accumac.com



Microsemi

Microsemi – zdroje etalonové frekvence a času (vodíkový Maser, Cesium, Rubidium), frekvenční systémy řízené GNSS (GPS, GLONASS, BeiDou), NTP/PTP servery, GPS řízené oscilátory, miniaturní atomové hodiny, testovací a měřicí přístroje (Allanovy odchylky, fázový šum), distribuční zesilovače. www.microsemi.com



SCHÜTZINGER

Schützinger - kvalitní měřicí příslušenství (banánky, zdířky, měřicí kabely, vodiče, adaptéry, sondy, rychlosvorky, konektory) v různých rozměrových řadách 2mm, 2,4mm nebo 4mm, fixační laky. www.schuetzinger.de



VÝHLED NA DRUHÉ POLOLETÍ 2017



Česká metrologická společnost, z. s.
Novotného lávka 5, 110 00 Praha 1
tel./fax: 221 082 254
e-mail: cms-zk@csvts.cz
www.csvts.cz/cms

Výhled nabídky akcí ČMS na II. pololetí 2017 bude průběžně aktualizován v průběhu I. pololetí 2017 na www.csvts.cz/cms v menu „Odborné akce / ČMS připravuje“

18. 10. 2017 ČSVTS Praha, učebna č. 315	K 529-17	Řízení metrologie v organizaci
---	----------	-----------------------------------

24. 10. – 25. 10. 2017 ŠKODA Muzeum, Mladá Boleslav	Ko 530-17	Měřicí technika v automobilovém průmyslu
1. 11. 2017 ČSVTS Praha, učebna č. 315	K 531-17	Měření v elektrotechnice
6. 12. 2017 Klub Lávka	Ko 532-17	19. fórum metrologů
11. 12. – 14. 12. 2017 ČSVTS Praha, učebna č. 501	K 533-17	47. základní kurz metrologie

Česká metrologická společnost, z.s. připravuje ve spolupráci a s podporou ŠKODA AUTO a.s. dvoudenní konferenci „**Měřicí technika v automobilovém průmyslu**“, která se bude konat ve dnech 24. a 25. 10. 2017 v prostorách muzea ŠKODA v Mladé Boleslavi. Konference bude věnována vývoji metrologie v oblasti kontrol a zkoušení v automobilovém průmyslu. Přednášky budou zaměřeny na novinky v metrologické legislativě, možnosti 2D a 3D měření, využití CT zobrazovací techniky, zajímavosti v oblasti metrologie spojené s vývojem elektromobilů a systémů dobíjení a dalších špičkových metrologických postupů. Pro účastníky bude připravena exkurze do metrologických laboratoří a kontrolních míst v montážních linkách provozů ŠKODA AUTO. Dále budou moci účastníci volně navštívit výstavní prostory muzea mladoboleslavských historických automobilů a rovněž se předpokládá představení odtajněného typu nové škodovky (pokud se toto odtajnění provede před termínem konání konference). Přihlášky na konferenci a další informace budou postupně zveřejňovány na webu ČMS (www.csvts.cz/cms).

Redakční rada:

Ing. Jan Tichý (předseda), Ing. František Jelínek, CSc. (místopředseda), Ing. Emil Grajciar, Doc. RNDr. Jiří Tesař, Ph.D., Ing. Josef Vojtíšek, Doc. Ing. Jiří Horský, CSc., Ing. Milan Badal, Prof. Ing. Jaroslav Boháček, DrSc., Ing. Jan Klíma, Ing. Jiří Kazda, Mgr. Václava Holušová, RNDr. Klára Popadičová, Ing. Jaroslav Rajlich, Ing. Petr Pánek, CSc., Jitka Hrušková, PhDr. Bořivoj Kleník – šéfredaktor.

Časopis vychází 4 x ročně. Cena výtisku 80,- Kč, roční předplatné 320,- Kč + poštovné a balné + 15 % DPH. Vydavatel: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ) ve spolupráci s Českým metrologickým institutem, Českou metrologickou společností a Českým kalibračním sdružením. Sídlo vydavatele: ÚNMZ, Biskupský dvůr 1148/5, 110 00 Praha 1. IČO: 48135267. Povolení tisku: registrace MK ČR 6111, MIČ 46 676, ISSN 1210-3543.

Místo vydávání: Praha. Datum vydání: květen 2017. Nakladatelský servis, předplatné a inzerce: PhDr. Bořivoj Kleník, Bezdědice 19, 294 25 Katusice, tel./fax: +420 326 394 888, mobil: 603 846 527, e-mail: klenik@q-art.cz. Nevyžádané materiály se nevracejí. Za původnost a správnost příspěvků odpovídají autoři.

Foto na obálce:

Statická pevnostní zkouška hrubé stavby skříně tramvaje ŠKODA 28T

Photo on the front page:

Static strength test of carbody shell of tram ŠKODA 28T

