

Srovnávací měření mobilních jednotek pro měření škodlivin v ovzduší

Ing. Jan Brejcha

Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., tř. Budovatelů 2830/3, Most; brejcha@vuhu.cz

Přijato: 30. 4. 2019, bez recenze

Abstrakt

Článek je zaměřen na účast mobilních měřicích zařízení provozovaných Výzkumným ústavem pro hnědé uhlí a.s. (dále VÚHU a.s.) na srovnávacích měřeních mobilních měřicích jednotek, která jsou pod označením PT#O/8/(rok konání) pořádána Národní referenční laboratoří pro venkovní ovzduší Státního zdravotního ústavu Praha jako součást Programu zkoušení způsobilosti laboratoří.

Comparative measurement of the mobile units for the measurement of pollutants in the atmosphere

The article is focused on the participation of mobile measuring unit operated by the Brown Coal Research Institute a.s. (VÚHU a.s.) on comparative measurements of mobile measurement units, which is under the designation PT#O/8/(year) organised by National reference laboratory for outdoor air from the Státní zdravotní ústav Praha (State Health Institute Prague) as a part of the program of eligibility testing of laboratories.

Vergleichsmessung der mobilen Einheiten zur Messung von Luftschadstoffen in der Außenluft

Der Artikel orientiert sich auf die Teilnahme der mobilen Messanlagen, die das Institut VÚHU a.s. an den Vergleichsmessungen der mobilen Messeinheiten betreibt, welche unter Bezeichnung PT#O/8/(Abhaltungsjahr) durch Nationales Referenzlabor für die Außenluft bei dem Staatlichen Gesundheitsanstalt Prag als Bestandteil des Programms Prüfung der Tauglichkeit von Laboren veranstaltet wird.

Klíčová slova: mobilní systém měření škodlivin v ovzduší, mezilaboratorní porovnávací zkoušky, program zkoušení způsobilosti laboratoří, VÚHU a.s., Národní referenční laboratoř pro venkovní ovzduší SZÚ, Horiba.

Keywords: mobile system to measure the pollutants in the air, inter-laboratory comparison tests, the eligibility testing of laboratories, VÚHU a.s., National reference laboratory for outdoor air, Horiba.

1 Úvod

V letech 1991 -1995 bylo do ČR zakoupeno 9 mobilních systémů fy. HORIBA pro měření škodlivin v ovzduší. Provozovateli byly Krajské hygienické stanice, případně okresní hygienické stanice. Dalším z provozovatelů mobilního systému byl Chemopetrol (od roku 2001 VÚHU a.s.) - viz obrázek č. 1. Mobilní systémy vlastní výroby provozovaly ČHMÚ, Envitech a Empla. VÚHU a.s. v této době zprovoznil dva dvounápravové měřicí kontejnery a jeden jednonápravový měřicí kontejner (obrázek č. 2). Důvodem tohoto poměrně nákladného rozšíření měřicí techniky byla velká společenská poptávka po informacích o stavu ovzduší po roce 1989. Oproti mobilním systémům vlastní výroby měly měřicí vozy HORIBA výhodu nezávislého zdroje energie, který umožňoval měření i na místech bez možnosti připojení k elektrické síti. Mobilní měřicí systémy byly vybaveny pro měření imisních koncentrací SO_2 , NO , NO_2 , NO_x , CO , O_3 , polétavého prachu frakce TSP (celková prašnost), případně PM_{10} , sumy uhlovodíků, metanu, benzenu, xylenu, toluenu a vybraných meteorologických parametrů venkovního ovzduší (tlak, teplota a relativní vlhkost). Mobilní systémy se převážně využívají při screeningových a kampaňových měřeních, případně při podkladových měřeních pro případové studie.

Nejvýznamnějšími projekty, kde byly využívány mobilní systémy VÚHU a.s., jsou:

- zhodnocení vývoje znečištění ovzduší látkami charakterizujícími dopravní emise v okolí plzeňského obchvatu

dálnice D5 (stavba 0510 Ejpovice – Sulkov) v období 1997-2007 před stavbou, při stavbě a po stavbě při běžném provozu;

- řešení dílčího úkolu tématického okruhu „emise-imise“ výzkumného záměru č. MŠMT 4456918101 „Výzkum fyzikálně chemických vlastností hmot dotčených těžbou a užitím uhlí a jejich vlivů na životní prostředí v regionu severozápadních Čech“ (období řešení: 2004-2010);



Obr. 1: Mobilní systém Horiba provozovaný VÚHU a.s. (původní vlastník Chemopetrol).

- měření vlivu dopravy spojené s odběrem uhlí nákladními automobily v ÚUL v obcích Ledvice a Chotějovice, které bylo prováděno na základě rozhodnutí OBÚ Most č.j. 192/04 ze dne 23.5. k povolení hornické činnosti a následného požadavku KÚ Ústí nad Labem a MŽP ČR v souvislosti s POPD na 2003-2010 (období řešení: 2006-2015).

Většina provozovatelů mobilních systémů byla akreditována Českým institutem pro akreditaci o.p.s., případně i autorizována Českou inspekcí životního prostředí k měření ve venkovním prostředí. Jednou z podmínek činnosti v uvedených režimech bylo pro zajištění srovnatelnosti naměřených dat i absolvování mezilaboratorních testů. Tyto mezilaboratorní testy zajišťovala od roku 1994 Národní referenční laboratoř pro venkovní ovzduší Státního zdravotního ústavu Praha v rámci „Setkání mobilních systémů“ pod označením PT#O/8/ (rok konání) [2]. Při každém setkání, které se vždy konalo v jiné lokalitě, bylo využito soustředění mobilních systémů k realizaci měření, které sloužilo jako podklad pro případovou studii zaměřenou na zhodnocení místních problémů v oblasti ovzduší. Hlavními sponzory akce byly Horiba, SIAD a krajská nebo místní samospráva, případně významný podnik v dané lokalitě. Do roku 2009 bylo setkání mobilních systémů pořádáno každý rok. V dalším období se akci podařilo realizovat v intervalu 2 až 4 let.

Program zkoušení způsobilosti ověřuje správnost stanovení koncentrací vybraných plynných složek a fyzikálních faktorů metodami uvedenými ve Vyhlášce MŽP č. 330/2012 Sb.,

o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a při smogových situacích, kde jsou v příloze na straně č. 4190 uvedeny referenční metody měření a analýzy znečišťujících látek [1].

Účast v otevřeném systému programu zkoušení způsobilosti (PZZ) umožňuje laboratořím [1]:

- prokázat kvalitu své práce v praxi,
- odhalit možné chyby,
- při správně fungující zpětné vazbě v systému jakosti následně zlepšit kvalitu práce.

2 Metoda realizace srovnávacího měření

Cílem srovnávacího měření je pokrytí základního spektra metod používaných v automatických měřicích systémech, metod využívajících ke kontinuálnímu měření principy přímé analýzy po odběru (postupy – β -apsorbce, fotometrie/nefelometrie, infračervené spektroskopie, UV fluorescence, chemiluminiscence a UV fluorescence). Srovnávací měření zahrnuje [1]:

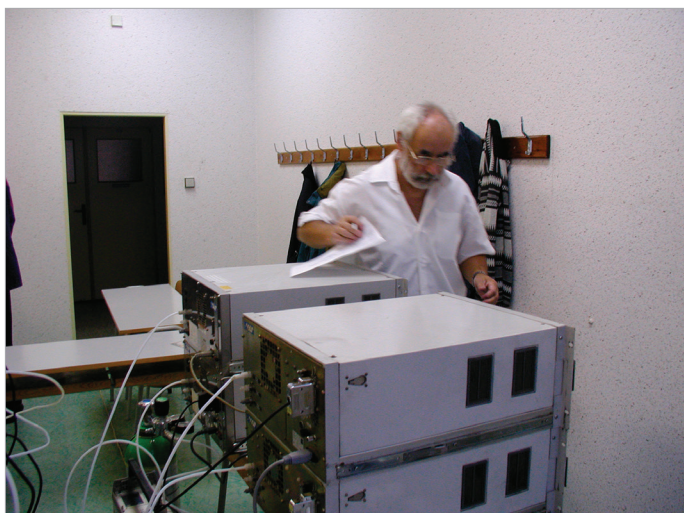
- stanovení oxidu siřičitého, oxidu dusnatého, ozónu a oxidu uhelnatého proměřením koncentrace plynu v tlakové lahvi a porovnání výsledků souběžného měření reálného vzorku ovzduší,
- souběžné stanovení suspendovaných částic PM_{10} v reálném vzorku ovzduší a meteorologických parametrů (směr a rychlost větru, relativní vlhkost, teplota a tlak) reálného prostředí.

Program zkoušení způsobilosti zahrnuje tři nezávislé části [1]:

- První částí je kalibrační audit přístrojů pro měření imisních koncentrací ozónu (O_3) formou multipoint auditu na sekundární standard Státního zdravotního ústavu APOA 360 TS se zdrojem O_3 majícím certifikát ISO 9001, který je ověřený na přístrojích technologií primárního standardu v akreditované kalibrační laboratoři KLI ČHMÚ Praha, Libuš (obrázek č. 3). Protokolárně předané výsledky slouží jako podklad pro hodnocení úspěšnosti této zkoušky.
- Druhou částí programu zkoušení je ověření postupů měření oxidu dusnatého, oxidu siřičitého a oxidu uhelnatého pomocí komerčně dodávaných standardů (SIAD Czech, spol. s r.o.). V této části účastníci obdrží dvě 10litrové tlakové lahve se zvláštními plyny, tj. SO_2 ve vzduchu a NO a CO v N_2 . Jejich úkolem je stanovit interními standardními operačními postupy koncentrace uvedených plynů (obrázek č. 3). Protokolárně předané výsledky slouží jako podklad pro hodnocení úspěšnosti této zkoušky.
- Třetí částí je porovnání výsledků 12ti hodinového souběžného měření reálného ovzduší. Mobilní systémy jsou postaveny na co nejmenší ploše, s co nejmenšími rozestupy (viz obrázek č. 4 a 5). Porovnávány jsou souběžně měřené koncentrace suspendovaných částic PM_{10} a meteorologických parametrů (směr a rychlost větru, relativní vlhkost, teplota a tlak) s vypočtenými vztažnými hodnotami. Pro další hodnocení se používají 30ti minutové koncentrace. Protokolárně předané výsledky slouží jako podklad pro hodnocení úspěšnosti této zkoušky.



Obr. 2: Jednonápravový měřicí kontejner.



Obr. 3: Současné provádění multipoint auditu O_3 a stanovení koncentrace SO_2 , NO a CO z tlakových lahví.

3 Hodnocení testů

Zpracování výsledků zahrnuje výpočet z-skóre, SSZ (směšné z-skóre) a RSZ (relativní z-skóre) [1].

$z\text{-skóre} = (\text{původní hodnota} - \text{průměrná hodnota}) / \text{směr. odchylka hodnot}$

V případě 4 bodového auditu O_3 se směrodatná odchylka volí 10 %, což odpovídá tolerančním mezím používaným v ČR i EU. Pro každou koncentraci se vypočítá hodnota z-skóre. Hodnoty $|z| \leq 2$ jsou z definice vyhovující, $2 > |z| < 3$ sporné a $|z| > 3$ nevyhovující. Hodnoty z-skóre získané v celém koncentračním rozsahu multipoint auditu byly kombinovány do složených z-skóre – do hodnot RSZ a SSZ. Pro každou laboratoř byla vypočtena kombinovaná hodnota RSZ, kdy

$$RSZ = \sum(z/\sqrt{n})$$

kde n je počet analyzovaných vzorků různých koncentrací [1].

Výsledná hodnota RSZ se hodnotí stejně jako hodnoty z-skóre pro jednotlivé koncentrace. Hodnota SSZ, která se vypočítá jako součet druhých mocnin jednotlivých z-skóre zjištěných pro každou koncentraci, je hodnocena podle kritérií „Protokol for the Food Analysis, Performance Assessment scheme (FAPAS), Organisation and Analysis of Data, third edition, May 1993“. Podle tohoto zdroje platí, že v případě čtyř měřených koncentrací lze hodnotit jako uspokojivý výsledek $|SSZ| \leq 9,7$. Laboratoře, které mají uspokojivé výsledky všech jednotlivých z-skóre, RSZ a SSZ, obdrží certifikát pro tuto testovanou komponentu [1].

Při stanovení koncentrace složek SO_2 , NO a CO lze pro hodnocení použít pouze z-skóre. Pro vyhodnocení platí stejná kritéria jako v případě jednotlivých vzorků O_3 [1].

Vztažné hodnoty 12ti hodinového měření reálného vzorku venkovního ovzduší se stanoví na základě konsensu zúčastněných laboratoří. Vztažná hodnota pro jednotlivé 30ti minutové koncentrace se vypočítá jako aritmetický průměr naměřených hodnot všech účastníků v jednotlivých 30ti minutových intervalech po vyloučení odlehlých hodnot (hodnoty ležící mimo

interval průměrná hodnota $\pm 1,96$). V případě koncentrace PM_{10} účastník uspěl, když rozdíl mezi vztažnou a naměřenou hodnotou je menší než $\pm 25\%$ (při vysoké vzdušné vlhkosti je to $\pm 50\%$). V případě výsledků měření rychlosti a směru větru účastník uspěl, když rozdíl mezi vztažnou a naměřenou hodnotou je menší než $\pm 25\%$. V případě měření teploty a relativní vlhkosti účastník uspěl, když rozdíl mezi vztažnou a naměřenou hodnotou je menší než $\pm 10\%$ a v případě měření barometrického tlaku 1% [1].

Výsledky měření i jeho hodnocení jsou porovnány ve zprávě, která je vždy adresná pouze pro jednoho daného účastníka. Z jeho pohledu jsou ostatní účastníci anonymní. Současně se zprávou obdrží každý účastník Osvědčení o účasti v programu zkoušení způsobilosti, včetně přílohy s ukazateli s dosaženou požadovanou úrovní výsledků.

4 Účast VÚHU a.s. na srovnávacích měřeních mobilních jednotek pro měření škodlivin v ovzduší

Laboratoř VÚHU a.s. se pravidelně zúčastňovala srovnávacích měření mobilních jednotek pro měření škodlivin v ovzduší od roku 1999 s měřicím jednonápravovým kontejnerem. Kontejner byl vybaven přístroji Horiba pro měření koncentrací složek venkovního ovzduší řady AP.. 350 pro kontinuální měření SO_2 , NO , NO_2 , NO_x , CO , O_3 , volatilních uhlovodíků, metanu a suspendovaných částic PM_{10} , tj. s výbavou stejné technické úrovně jako mobilní systémy Horiba. V roce 2001, po zapůjčení a pozdějším odkoupením mobilního systému od Chemopetrolu, se VÚHU a.s. na srovnávacích měřeních zúčastňovalo se dvěma vozy. Měřicí kontejner byl odstaven z provozu v roce 2007. Laboratoř VÚHU a.s. procházela testy vždy s hodnocením „vyhověl“. Zajištění pozitivního výsledku srovnávacích měření představuje stále udržování měřicího systému ve stabilním stavu, což vyžaduje:

- provádění průběžné údržby měřicích přístrojů a jejich součástí v intervalech doporučených výrobcem. Vzhledem k tomu, že se jedná o poměrně sofistikovaná zařízení, zahrnuje údržba čištění cest analyzovaného vzduchu, kontrolu a případné nastavení průtoku analy-



Obr. 4: Měřicí vozy při souběžném 12ti hodinovém měření (Libe-rec 2005).



Obr. 5: Měřicí vozy při souběžném 12ti hodinovém měření (Libe-rec 2018).

zovaného vzduchu v jednotlivých částech zařízení, výměnu filtrů, výměnu katalyzátorů v konvertorech apod.),

- provádění mezikalibračních kontrol v předepsaných intervalech pomocí plynů z tlakových lahví s certifikovaným obsahem analyzované složky i pomocí permeačních generátorů směsí plynů,
- zajištění odborné kontroly a seřízení měřicího systému servisním pracovníkem výrobce,
- zajištění externí kalibrace akreditovanou kalibrační laboratoří (KLI ČHMÚ).

V současné době významně poklesla poptávka na měření základního spektra plynných složek ovzduší. Vzhledem k tomu, že udržovat systém měření plynných složek ovzduší představuje nemalé náklady (cca 200 – 300 tis. za rok), byla ze seznamu akreditovaných zkoušek tato stanovení vypuštěna.

5 Využití mobilního systému v současné době

V současné době je mobilní systém Horiba AZL VÚHU a.s. převážně využíván pro screeningová měření koncentrace suspendovaných částic PM_{10} v okolí těžebních lokalit. Zajištění těchto měření mají důlní společnosti uloženo v podmínkách rozhodnutí o povolení hornické činnosti dle dokumentace POPD. Místa měření a období jejich realizace jsou specifikována jednotlivými objednateli. Konkrétně se jedná o pravidelná měření 24hodinových koncentrací aerosolových částic frakce PM_{10} v okolí dolu Vršany na okraji obcí Strupčice a Vrskaň a v Mostě na parkovišti mezi rekultivovanou plochou a ulicí Okrajová. Měření se provádí každý rok v únoru, květnu, srpnu a listopadu. Další lokalita, kde je sledován vliv důlní činnosti na úroveň koncentrace suspendovaných částic PM_{10} , je okolí dolu ČSA. Měření se provádí na okraji obce Černice každý rok v lednu, únoru, červnu, červenci, září a říjnu.

6 Závěr

Mobilní systém Horiba, provozovaný akreditovanou laboratoří AZL VÚHU a.s., se s cílem prokázat kvalitu měření v reálných podmínkách venkovního ovzduší zúčastňuje od roku 1999 srovnávacích měření mobilních měřicích jednotek, která jsou pod označením PT#O/8/(rok konání) pořádána Národní referenční laboratoří pro venkovní ovzduší Státního zdravotního ústavu Praha jako součást Programu zkoušení způsobilosti laboratoří. Laboratoř VÚHU procházela testy vždy s hodnocením „vyhověl“.

Literatura

- [1] KOTLÍK, B.: Program zkoušení způsobilosti laboratoří PT#O/8/2013 srovnávací měření. Státní zdravotní ústav, Praha, únor 2014.
- [2] VRBÍKOVÁ, B., KOTLÍK, B., LAŇKOVÁ, I.: Program zkoušení způsobilosti pro škodliviny v ovzduší.