



## ČISTOTA VZDUCHU V KOMPRESOROCH POUŽÍVANÝCH HAZZ

### CLEAN AIR IN THE COMPRESSORS USED FRC

Martin ZACHAR<sup>1</sup> Radoslav VELIKÝ<sup>2</sup>

#### SUMMARY:

*The article deals with clean air discharged from the compressor used to carry cylinders of autonomous breathing apparatus in service antigas FRC in the SR. The service is great emphasis placed on cleanliness, with the associated service life and efficiency of filter cartridge on the compressor, which compresses air at atmospheric pressure and the filling of cylinders filled to autonomous breathing apparatus. The measurements were used compressor Bauer Mariner II and measurement of air cleanliness was carried by Air-tester Auer HP, which was connected to the outlet of the compressor. The paper was to determine the useful life and, indeed, effective use of filter cartridge P-21 TRIPLEX, by comparing measured data with the limit values set the standard for clean air STN EN 12021.*

**KEYWORDS:** clean air, compressor, autonomous breathing apparatus, air-tester

#### ÚVOD

Záchrana osôb a majetku je hlavné poslanie príslušníkov Hasičského a Záchranného Zboru. Aby hasiči mohli toto šľachetné poslanie naplňovať, musí byť v prvom rade zabezpečená ich bezpečnosť. Ochrana dýchacích ciest zasahujúcich príslušníkov v rámci HaZZ rieši protiplynová služba. Jednou z jej úloh je zabezpečovať zásobu vzduchu, pri zdraví škodlivých alebo nedýchateľných podmienkach [8].

Hasiči pri rôznych zásahoch, hlavne pri požiaroch a tam kde nie je možné dýchať čistý vzduch, alebo je podozrenie z poškodenia dýchacích ciest používajú dýchacie prístroje, v skratke ADP [1]. V podmienkach HaZZ sa na stláčanie vzduchu využívajú kompresory, slúžia hlavne na plnenie tlakových fliaš pre autonómne dýchacie prístroje, z tohto dôvodu je čistota vzduchu na výstupe z kompresora veľmi dôležitá.

Problematikou čistoty vzduchu pre hasičov sa zaoberal aj Rentka (2006), ktorý vo svojej práci uvádza, že zloženie vzduchu je obecné a je často ovplyvnené miestnymi zdrojmi exhalátov s veľkým množstvom rôznych látok so

škodlivými účinkami. Preto je v trvalej platnosti pravidlo, že kompresor plniaci vysokotlakové zásobníky ADP musí byť umiestnený tak, aby nasával čo najčistejší vzduch bez nežiaducich exhalátov [6]. Martinka (2011) vo svojej práci uvádza, že pri horení je veľmi dôležité poznať jednotlivé parametre horiacich materiálov, pretože oxidy dusíka predstavujú jednu z toxikologicky najvýznamnejších splodín horenia, s ktorými môžu prísť do kontaktu hasiči pri hasení požiarov [5].

#### 1. VZDUCH

Atmosférický vzduch je bezfarebný plyn bez chuti a zápachu, ktorý sa skladá z rôznych prevažne plynných chemických prvkov. Toto zloženie zostáva prevažne stále až do výšky asi 25 km. Vzduch vždy obsahuje vodnú paru a pevné častice, napr. prach, piesok, sadze, kryštály soli atď. [4]. Atmosférický vzduch v priemyselnom prostredí obsahuje priemerne 140 miliónov častíc nečistôt v m<sup>3</sup> vzduchu, 80 % týchto častíc sú menšie ako 2 µm. Vo všeobecnosti a pre laickú verejnosť sa uvádzajú len najviac % zastúpené podiely zložiek vzduchu. Zloženie vzduchu je nasledovné: 20,96 % kyslíka, 78,00 %

<sup>1</sup> Martin Zachar, Ing., PhD., Technická univerzita vo Zvolene, Drevárska fakulta, Katedra Protipožiarnej ochrany, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, tel.: 045 5206480, e-mail: zachar@vsld.tuzvo.sk

<sup>2</sup> Radoslav Veliký, Ing., Ministerstvo vnútra slovenskej republiky, Okresné riaditeľstvo Hasičského a záchraného zboru Vranove n./Topľou, A. Dubčeka 881, 093 01 Vranov n./Topľou, e-mail: radovel101@zoznam.sk

dusíka, 1,00 % vzácnych plynov a 0,04 % oxidu uhličitého [2].

Medzinárodná norma ISO 8573 definuje niekoľko tried kvality stlačeného vzduchu podľa obsahu vlhkosti, oleja, pevných častíc atď., ktoré môže stlačený vzduch obsahovať. Trieda 1 predstavuje vzduch s najvyššou kvalitou. Stlačený vzduch je v triede 2, ak teplota tlakového rosného bodu neprekračuje - 40 °C, či vo vyjadrení absolútnej vlhkosti 0,12 g vodnej pary na m<sup>3</sup> alebo 18 ppmV (parts per million by volume) [13].

V norme STN EN 12021, ktorá stanovuje požiadavky na kvalitu stlačeného vzduchu sú hraničné hodnoty meraných látok nasledovné: obsah mazacích látok (kvapiek alebo hmly) nesmie prekročiť hodnotu 0,5 mg/m<sup>3</sup>, obsah oxidu uhličitého nesmie prekročiť hodnotu 500 ml/m<sup>3</sup> (500 ppm), obsah oxidu uhoľnatého musí byť čo najnižší, nesmie prekročiť hodnotu 15 ml/m<sup>3</sup> (15 ppm). Pri atmosférickom tlaku môže byť maximálny obsah vody v kvapalnom stave 50 mg/m<sup>3</sup> pri menovitom tlaku do 200 barov, 35 mg/m<sup>3</sup> pri menovitom tlaku väčšom ako 200 barov. Obsah vody v stlačenom vzduchu, dodávaného kompresorom na plnenie zásobníkov stlačeného plynu pre 200 alebo 300 barové zásobníky, nesmie prekročiť hodnotu 25 mg/m<sup>3</sup> [9]. Čistota vzduchu na výstupe z kompresorov používaných v podmienkach HaZZ sa meria prístrojmi na kontrolu čistoty vzduchu, tzv. aerotestery. V HaZZ sa používajú aerotestery od firiem Auer a Dräger.

## 2. CIEĽ

Cieľom príspevku je stanovenie maximálnej doby životnosti využitia filtračnej vložky, na základe porovnania nami nameraných údajov s hraničnými hodnotami stanovených normou na čistotu vzduchu STN EN 12021.

Vzájomným porovnaním nami nameranej maximálnej doby využitia filtračnej vložky P-21 TRIPLEX na kompresore Bauer Mariner II používaného v HaZZ a výrobcom stanovenej doby výmeny filtračnej vložky v našich klimatických podmienkach.

## 3. METODIKA

Hraničné hodnoty koncentrácií jednotlivých látok stanovené normou STN EN12021, boli pre nás hraničnými hodnotami. Prekročením limitnej hodnoty čo i len jedinej meranej veličiny znamenalo nutnú výmenu filtračnej vložky.

Meranie prebiehalo na vysokotlakom kompresore Bauer Mariner II, ktorý je v rámci HaZZ určený na plnenie potápačských fliaš a fliaš autonómnych dýchacích prístrojov (Obr. 1) [11]. Parametre kompresora sú uvedené v tab. 1.



Obrázok 1 Kompresor Bauer Mariner II [7]

Tabuľka 1  
Technické parametre kompresora Bauer Mariner II [11]

Kompletné zariadenie	
médium	vzduch
vstupný tlak	atmosférický
výkon [l/min]	200
maximálny pracovný tlak [MPa]	PN 300
poistné ventily-nastavenie [MPa]	22,5/33,0
hlučnosť [dB]	83
hmotnosť [kg]	93
Kompresor	
počet stupňov	3
počet cylindrov	3
vŕtanie 1.stupňa [mm]	88
vŕtanie 2.stupňa [mm]	36
vŕtanie 3.stupňa [mm]	14
zdvih piestu [mm]	40
otáčky [U/min]	1270
chladenie	vzduchom
objem olejovej nádrže [l]	2,8
medzistupňové tlaky [MPa]	0,65/4,7/33,0
tlak oleja [bar]	3.6
maximálna teplota okolia [°C]	+5 až +45
maximálne naklonenie kompresora [°]	10

Elektromotor	
typ motora	380 V/ 50 Hz
výkon motora [kW]	4
pri otáčkach [U/min]	2815

Tento typ kompresora využíva filtračný systém P-21 s filtračnou vložkou TRIPLEX, ktorá slúži ako koncový filter v kompresoroch. Do výraznej miery ovplyvňuje kvalitu a čistotu vzduchu stláčaného kompresorom. Na výmenu filtračnej vložky sú kladené veľmi prísne podmienky dané výrobcom kompresorov [10].

Pri meraní na kompresore Bauer Mariner II, sa na výstupnú koncovku vzduchu (na 300 bar) z kompresora a cez redukčný ventil pripojilo meracie zariadenie na meranie čistoty vzduchu. Prístroj Auer Airtester HP (Obr. 2), slúži na meranie kvality a čistoty vzduchu dodávaného kompresorom do tlakových fliaš, podľa STN EN 12 021.



Obrázok 2 Auer Airtester HP [7]

Pomocou aerotestera Auer Airtester HP, je možné presne merať obsah oleja, oxidu uhličitého, oxidu uhľnatého a vodnej pary v stláčanom vzduchu [11]. Nevýhodou testera je, že každá meraná veličina sa musí merať samostatne. Nie je možnosť merať naraz všetky štyri merané veličiny. Gumový adaptér je len na pripojenie jednej detekčnej trubičky.

#### 4. VÝSLEDKY A DISKUSIA

Merania prebiehali za presne stanovených podmienok, v súlade so správnym používaním kompresora, meracích prístrojov a taktiež za

podmienok, ktoré umožňujú merať jednotlivé veličiny zložiek vzduchu podľa STN EN 12021. Všetky merania prebiehali pri konštantnej teplote  $+20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , meranej certifikovaným teplomerom a vlhkosť atmosférického vzduchu bola  $30\text{ }\% \pm 10\text{ }\%$ , meraná vlhkomerom VL 305016.

Merania sme začali vykonávať po vložení novej filtračnej vložky P-21 Triplex. Prvé hodnoty boli odčítané hneď po vložení novej filtračnej vložky a následne sme vykonávali merania po každej motohodine chodu kompresora, až po 22 motohodinu.

V tabuľke 2, sú uvedené skutočné namerané hodnoty  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  a obsahu oleja, a jednotlivé hodnoty s pripočítanou odchýlkou merania, merané na aerotestere Auer Airtester HP.

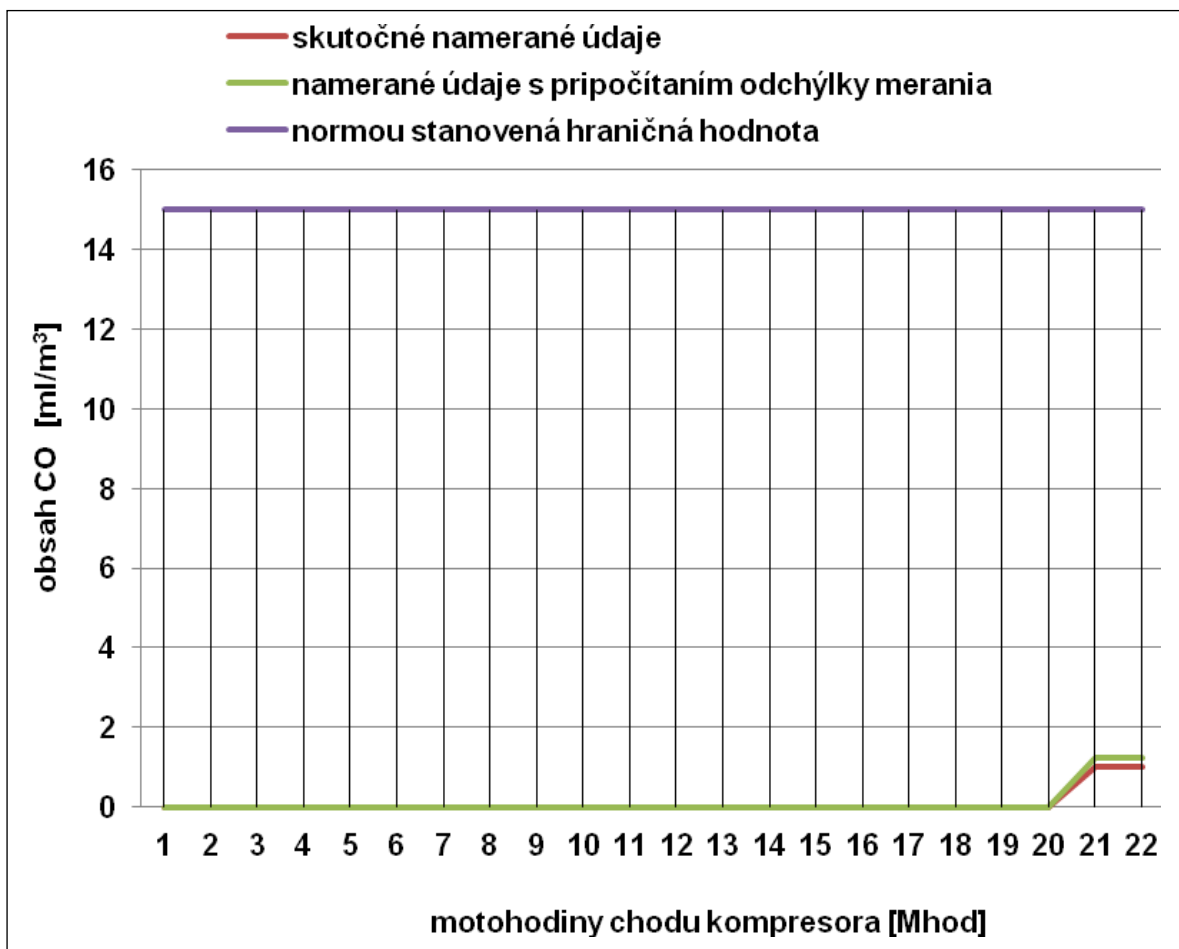
Ako môžeme vidieť v tab. 2, hodnoty  $\text{CO}$  sa pohybovali v intervale od  $0\text{ ml/m}^3$  na začiatku merania až po hodnotu  $1\text{ ml/m}^3$  v 22. hodine chodu kompresora. Hodnoty  $\text{CO}_2$  sa pohybovali v intervale od  $100\text{ ml/m}^3$  až po  $350\text{ ml/m}^3$  v 22. hodine chodu kompresora. Obsah vody v stláčanom vzduchu bol od  $5\text{ mg/m}^3$  až po  $45\text{ mg/m}^3$ , obsah oleja sa pohyboval v rozmedzí  $0,1\text{ mg/m}^3$  až  $0,3\text{ mg/m}^3$ , táto hodnota bola nameraná v 22. hodine chodu kompresora Bauer Mariner II. Až po pripočítaní stanovenej odchýlky merania, pri jednotlivých meraných veličinách, neboli prekročené hraničné hodnoty kvality vzduchu stanovené v STN EN 12021, do cca 17. motohodiny chodu kompresora.

Výrobca kompresora stanovuje dobu výmeny filtračnej vložky P-21 Triplex po 13. motohodinách chodu kompresora, s podmienkou neprekročenia hraničných hodnôt stanovených normou STN EN 12021. V návode na použitie kompresora BAUER Mariner II sa uvádza, že výmena filtračnej vložky Triplex P-21 v našich podmienkach je po cca 10. motohodinách chodu kompresora.

Na obr. 3 môžeme vidieť závislosť obsahu  $\text{CO}$  vo vzduchu na výstupe z kompresora, v závislosti na čase, až po 22. motohodinu

**Hodnoty čistoty vzduchu namerané prístrojom Auer Airtester HP**

Meranie čistoty vzduchu meracím zariadením Auer Airtester HP									
P.Č. mer.	Moto- hodiny chodu kompr.	Stav moto- hodín kompr.	Merané veličiny				Merané veličiny s pripočítaním odchýlky merania		
			CO (ml/m <sup>3</sup> )	CO <sub>2</sub> (ml/m <sup>3</sup> )	H <sub>2</sub> O (mg/m <sup>3</sup> )	Olej (mg/m <sup>3</sup> )	CO +25% (ml/m <sup>3</sup> )	CO <sub>2</sub> +25% (ml/m <sup>3</sup> )	H <sub>2</sub> O +15% resp.+25% (ml/m <sup>3</sup> )
1	0	163,5	0	100	5	0,1	0,0	125,0	6,25
2	1	164,5	0	100	5	0,1	0,0	125,0	6,25
3	2	165,5	0	100	5	0,1	0,0	125,0	6,25
4	3	166,5	0	100	5	0,1	0,0	125,0	6,25
5	4	167,5	0	150	6	0,1	0,0	187,5	7,50
6	5	168,5	0	150	10	0,1	0,0	187,5	12,50
7	6	169,5	0	200	10	0,1	0,0	250,0	12,50
8	7	170,5	0	200	12	0,1	0,0	250,0	15,00
9	8	171,5	0	200	12	0,1	0,0	250,0	15,00
10	9	172,5	0	220	12	0,1	0,0	275,0	15,00
11	10	173,5	0	220	15	0,1	0,0	275,0	18,75
12	11	174,5	0	230	15	0,1	0,0	287,5	18,75
13	12	175,5	0	240	17	0,1	0,0	300,0	21,25
14	13	176,5	0	240	17	0,1	0,0	300,0	21,25
15	14	177,5	0	250	20	0,1	0,0	312,5	23,00
16	15	178,5	0	280	20	0,1	0,0	350,0	23,00
17	16	179,5	0	300	22	0,1	0,0	375,0	25,30
18	17	180,5	0	300	25	0,1	0,0	375,0	28,75
19	18	181,5	0	320	30	0,3	0,0	400,0	34,50
20	19	182,5	0	320	35	0,3	0,0	400,0	40,25
21	20	183,5	1	350	40	0,3	1,25	437,5	46,00
22	21	184,5	1	350	45	0,3	1,25	437,5	51,75



Obrázok 3 Závislosť obsahu CO od počtu motohodín. Merané prístrojom Auer Airtester HP

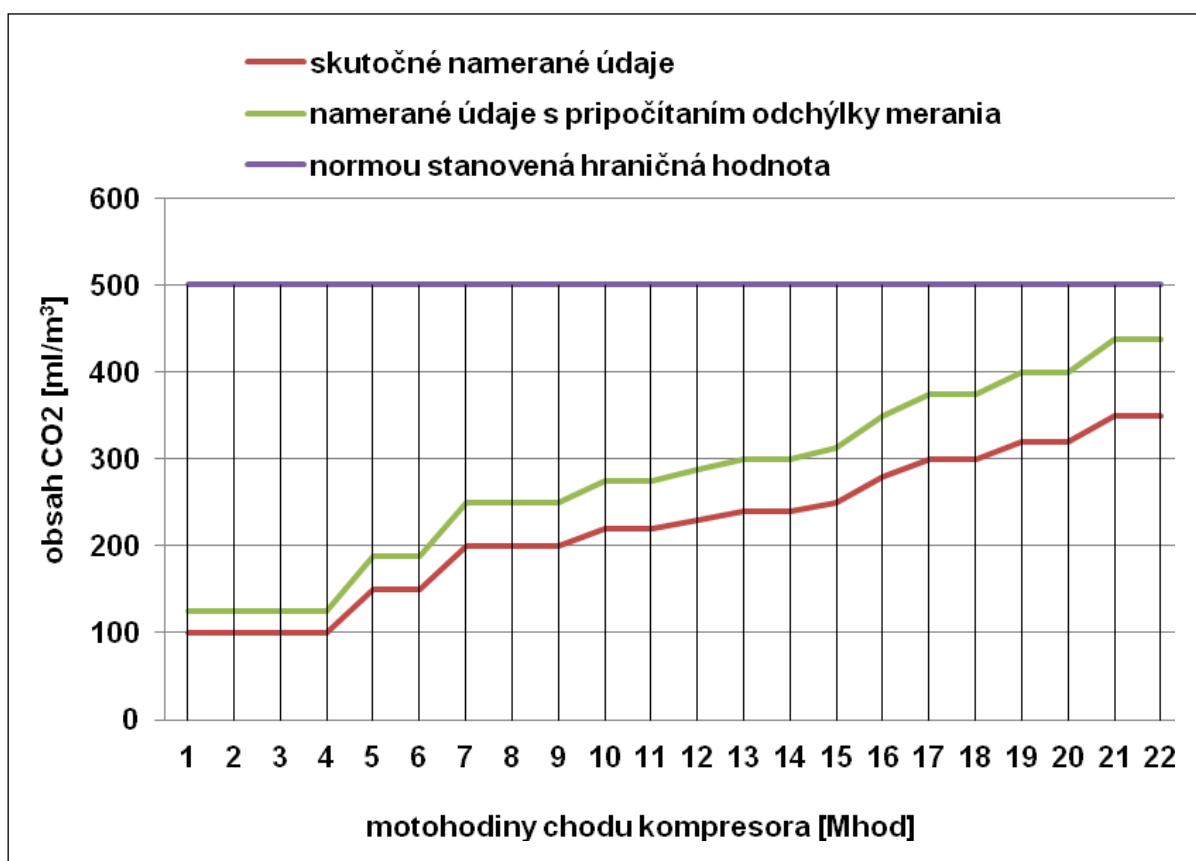
Z grafu (Obr. 3) vyplýva, že hodnoty meranej zložky vzduchu CO meracím zariadením Auer boli až po 19 motohodinu nulové, na detekčnej trubičke sme nezaznamenali žiadne sfarbenie.

Až po 20. motohodine nám začínalo sfarbovať detekčnú trubičku, ale nameraná hodnota bola minimálna, aj s pripočítaním odchýlky, (nepresnosti merania), bola hodnota meranej veličiny pod hodnotou  $150 \text{ ml/m}^3$  stanovenou v STN EN 12021, ako hraničná hodnota.

Z grafu (Obr. 3) vyplýva, že po 13. motohodine chodu kompresora nie je nutná výmena filtračnej vložky.

Hodnoty meranej zložky po celú dobu merania (až po 22. Mhod) vyhovujú normou stanovenej hraničnej hodnote a čistota vzduchu neohrozuje zdravie používateľov stlačeného vzduchu z kompresora.

Na obr. 4, môžeme vidieť závislosť obsahu  $\text{CO}_2$  vo vzduchu na výstupe z kompresora v závislosti na čase, až po 22. motohodinu.



Obrázok 4 Závislosť obsahu CO<sub>2</sub> od počtu motohodín. Merané prístrojom Auer Airtester HP

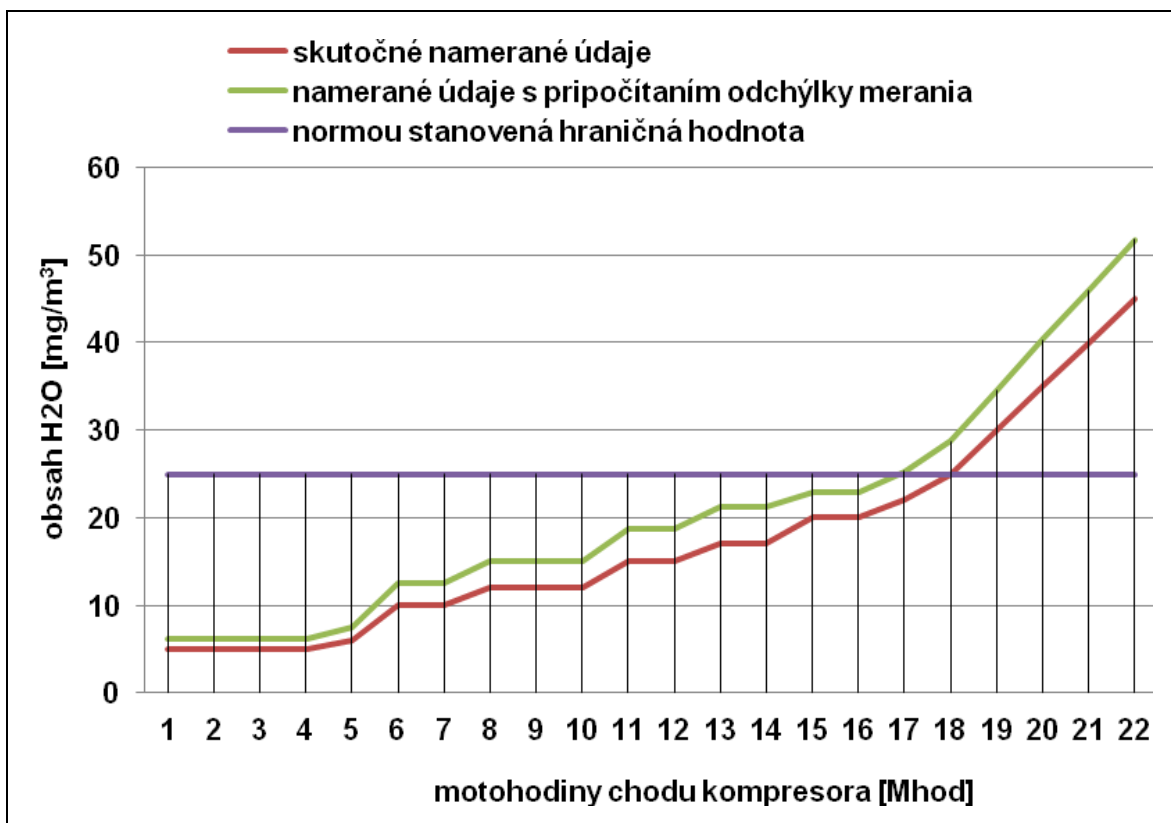
Z grafu (Obr. 4) vyplýva, že hodnoty meranej zložky vzduchu CO<sub>2</sub> meracím zariadením Auer stúpali každou motohodinou chodu kompresora. Detekčná trubička sa nám sfarbila hneď po vložení novej filtračnej vložky Triplex P-21 a každou motohodinou sa sfarbená časť na trubičke zväčšovala, čo znamenalo zvyšovanie hodnôt meranej zložky vzduchu.

Po celú dobu merania, teda po 22. motohodinu chodu kompresora neboli prekročené hraničné hodnoty CO<sub>2</sub> stanovené normou STN EN 12021, na hodnotu 500 ml/m<sup>3</sup>.

Z grafu (Obr. 4) vyplýva, že po 13. motohodine chodu kompresora nie je nutná výmena filtračnej vložky.

Hodnoty meranej zložky po celú dobu merania (až po 22. Mhod) vyhovujú normou stanovenej hraničnej hodnote a čistota vzduchu neohrozuje zdravie používateľov stlačeného vzduchu z kompresora.

Na obr. 5, môžeme vidieť závislosť obsahu H<sub>2</sub>O vo vzduchu na výstupe z kompresora v závislosti na čase, až po 22. motohodinu.



Obrázok 5 Závislosť obsahu H<sub>2</sub>O od počtu motohodín. Merané prístrojom Auer Airtester HP

Z grafu (Obr. 5) vyplýva, že hodnoty meranej zložky vzduchu H<sub>2</sub>O meracím zariadením Auer stúpali každou motohodinou chodu kompresora. Detekčná trubička sa nám sfarbila hneď po vložení novej filtračnej vložky Triplex P-21 a každou motohodinou sa sfarbená časť na trubičke mierne zvyšovala, čo znamenalo zvyšovanie hodnôt meranej zložky vzduchu.

Po 17. motohodine chodu kompresora sa obsah vodných pár podstatne zvýšil a hodnoty sa rapídne zvyšovali, boli prekročené aj hraničné hodnoty obsahu vodných pár, normou STN EN 12021 stanovené na 25 mg/m<sup>3</sup>.

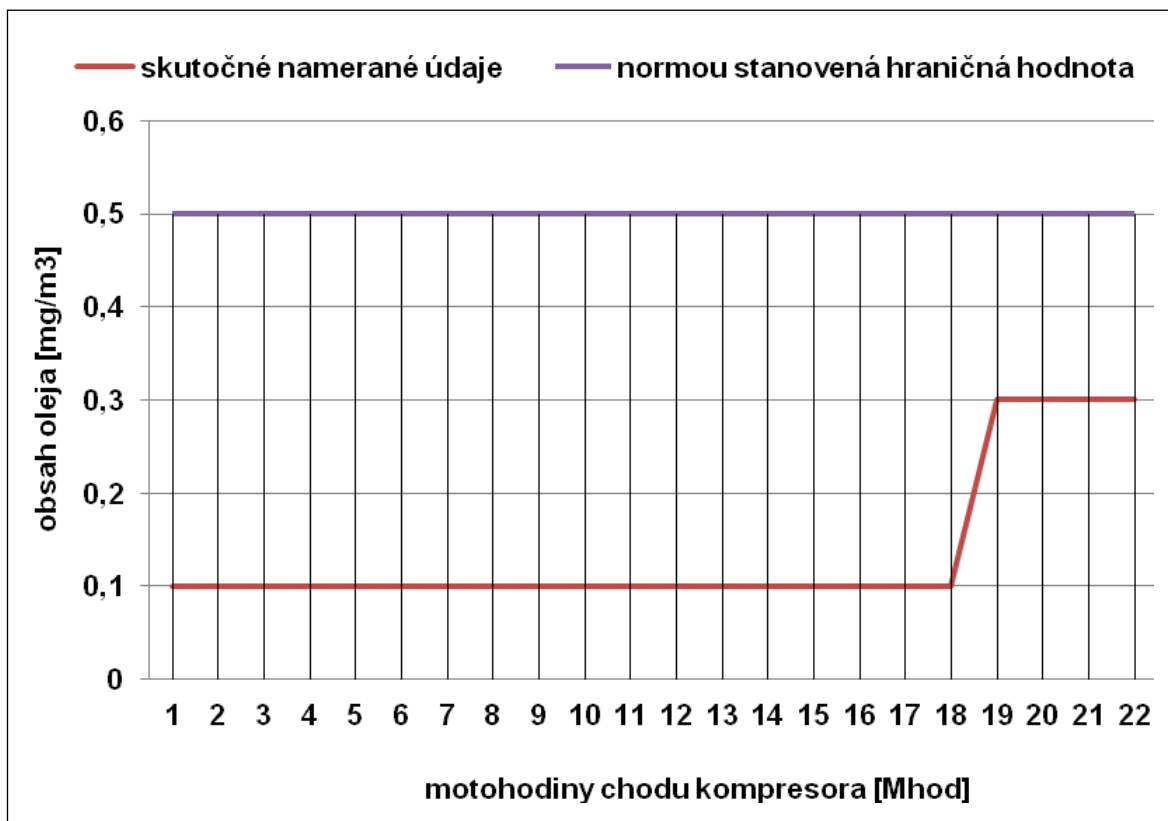
Naším meraním sa nám podarilo zistiť, že pre meranú zložku vzduchu (obsah vodných pár) nastalo prekročenie hraničnej hodnoty

s pripočítaním odchýlky po 16. motohodine chodu kompresora.

Meraním bolo zistené, že po 16. motohodine je nutná výmena filtračnej vložky na základe hraničnej hodnoty stanovenej normou. Výrobca kompresora však uvádza výmenu filtračnej vložky po 13. motohodinách chodu kompresora. Naším meraním sme zistili, že po 13. motohodinách chodu kompresora bola hodnota obsahu H<sub>2</sub>O aj s pripočítaním odchýlky (nepresnosti merania) 21,25 mg/m<sup>3</sup>, a nie je nutná výmena filtračnej vložky ako to uvádza výrobca kompresora v návode na obsluhu. Tá je nutná až po prekročení 16. motohodiny podľa STN EN 12021.

Na obr. 6, môžeme vidieť závislosť obsahu oleja vo vzduchu na výstupe z kompresora v závislosti na čase, až po 22. motohodinu.





Obrázok 6 Závislosť obsahu oleja od počtu chodu motohodín merané prístrojom Auer Airtester HP

Z grafu (Obr. 6) vyplýva, že hodnoty meranej zložky vzduchu (obsahu oleja) aerotesterom Auer Airtester HP boli konštantné až po 18. motohodinu chodu kompresora. Na detekčnej trubičke sa nám pre stanovenú medznú hodnotu pre potreby odčítania obsahu oleja nesfarbil.

Až po 18. motohodine chodu kompresora sa nám mierne zvýšila hodnota obsahu oleja. Po celú dobu merania neboli prekročené hraničné hodnoty obsahu oleja stanovené normou STN EN 12021, a teda nie je nutná výmena filtračnej vložky po 13. motohodinách.

Pri tomto meraní nebolo možné rátať s odchýlkou merania (nepresnosťou), nakoľko v návode na používanie meracieho zariadenia Auer je zdôraznené, že hodnoty obsahu oleja sú len informatívne a vplyvom chemického zloženia kompresorových olejov sa výsledok mení. Ďalším dôvodom bolo, že na detekčnej trubičke nie sú vyznačené rozsahy merania.

## ZÁVER

Naším meraním sme zistili, že výrobcom stanovená výmena filtračnej vložky Triplex

P-21 po 13. motohodinách nie je nutná, nakoľko neboli prekročené hraničné hodnoty jednotlivých meraných zložiek vzduchu, stanovených normou STN EN 12021.

Prekročenie hraničných hodnôt meraných zložiek stanovenej normou STN EN 12021 nastalo len u obsahu vodných pár ( $H_2O$ ) na meracom zariadení Auer Airtester HP pri 16. motohodine chodu kompresora. Až pri tejto motohodine je nutná výmena filtračnej vložky Triplex P-21. Do 15. motohodiny chodu kompresora vyhovuje čistota vzduchu stanovenej norme a nie je ohrozené zdravie príslušníkov vdýchnutím znečisteného vzduchu z kompresora.

Na základe merania sme mohli určiť efektívnosť využívania filtračnej vložky Triplex P-21. Pri meraní na zariadení Auer Airtester HP 100% využitie filtračnej vložky nastalo pri 15. motohodine chodu kompresora a následne sme mohli určiť, že pri výmene vložky po 13. motohodine bola efektívnosť využívania filtračnej vložky 86,67 %.

Ak by bolo možné predĺžiť životnosť filtračnej vložky TRIPLEX P-21 na vysokotlakom



kompresore Bauer Mariner II o 2 hodiny, pre HaZZ by to znamenalo zvýšenie efektívnosti využitia danej filtračnej vložky o 13,33 %, čo by v konečnom dôsledku pomohlo ušetriť nemalé finančné prostriedky.

Je nutné poznamenať, že merania boli vykonané v jarnom období a je veľmi pravdepodobné, že vplyvom počasia by sa

namerané hodnoty mohli líšiť. Hlavne za vlhkého počasia je možnosť zvýšenia hodnôt obsahu vody v stlačenom vzduchu a teda aj možnosť, že prekročenie hraničných hodnôt by nastalo skôr. Zrejme aj z tohto dôvodu výrobca stanovuje kratší interval výmeny filtračnej vložky, tým zdôrazňuje prísne požiadavky na kvalitu vzduchu používaného v protiplynovej službe v HaZZ SR.

## LITERATÚRA

- [1] Ferdič, F.: *Protiptynová služba – ADP*. Dostupné na internete: <http://ferdic.blog.sme.sk/c/137493/Protiptynova-sluzba-ADP.html>, [cit. 2011-03-11].
- [2] Kadúč, J.: *Prostriedky protiptynovej služby*. Ministerstvo vnútra SSR, Hlavná správa požiarnej ochrany. Bratislava, 1983, 138 s.
- [3] Kiseľ, D.: *Prístroje testu na meranie kvality a spotreby stlačeného vzduchu*. In: Technika, ročník VII, číslo 6/09. Media print Kapa, Tech park, o.z., 2009, Bratislava, ISSN 1337 – 0022, s. 46 – 51.
- [4] Liška, A.: *Technika stlačeného vzduchu: Výroba a rozvod, 1. Vydanie*, Státní nakladatelství technické literatury. Praha, 1988, ISBN 04-225-88, 336 s.
- [5] Martinka, J. – Balog, K. – Tureková, I., 2011. *Nitrogen oxides production under fire conditions and their impact on the evacuation of people*. In: Emergency Evacuation of People from Buildings : International Scientific and Technical Conference. Warsaw, 31.03.-01.04.2011. - Warsaw : The Main School of Fire Service, 2011. - ISBN 978-83-61208-83-9, s. 243-249.
- [6] Rentka, P.: *Autonómny dýchací prístroj na stlačený vzduch s ochranným pretlakom*. In: Autonómne dýchacie prístroje. Zborník referátov z odborného seminára. 2006, ISBN 80-228-1587-X, s. 28 – 32.
- [7] Veliký, R.: *Čistota vzduchu v kompresoroch HaZZ*. Diplomová práca, TU vo Zvolene, 2011. – 93 s.
- [8] Pokyn prezidenta Hasičského a záchranného zboru č.70/2003 o výkone protiptynovej služby v HaZZ (poriadok protiptynovej služby).
- [9] STN EN 12021: Ochranné prostriedky dýchacích orgánov. Stlačený vzduch pre dýchacie prístroje.
- [10] Filtračné systémy Bauer, P-filtry, firemný materiál Bauer Kompressoren.
- [11] Návod na obsluhu a údržbu kompresora Mariner 200, firemný materiál Bauer.
- [12] Návod na používanie Auer Airtester HP, firemný materiál Auer.
- [13] K – Test, s.r.o.: Budte na bezpečnej strane s kvalitou stlačeného vzduchu. In: ATP Journal. 2009, ročník 16, číslo 11/09. ISSN 1335 – 2237, s. 36 – 47.