

STRATA TLAKU V HADICOVOM ROZDEĽOVAČI

Jozef Svetlík ^{*)}

ABSTRAKT

Článok sa zaoberá problematikou merania miestnych tlakových strát v hadicovom vedení pri doprave vody na požiar. V článku sú uvedené metodiky a výsledky merania dvoch druhov hadicových rozdeľovačov.

Kľúčové slová:

hadice, strata tlaku, rozdeľovač.

ABSTRACT

The article deals with the measurement of the local pressure drop in the hose line in the water to the fire. The article presents the methodology and results of measurements of two kinds of hose manifolds.

Key words:

hoses, pressure loss, splitter.

1 ÚVOD

Pri prúde reálnej kvapaliny v potrubí vznikajú vplyvom pôsobenia hydraulických odporov (trenie kvapaliny o steny potrubia, zaradenie do potrubia rozdeľovač, zberač a podobne) energetické straty. Pri pohybe reálnych kvapalín rozoznávame tri základné druhy hydraulických strát:

- straty výškové – prekonanie geodetickej výtláčnej výšky,
- straty trením – vplyvom trenia jednotlivých vrstiev kvapaliny,
- straty miestne – dochádza ku zmene rýchlostného poľa prúdiacej kvapaliny.

*) Ing. Jozef Svetlík, PhD, Katedra požiarneho inžinierstva, FŠI ŽU v Žiline, 1.mája 32, 010 26 Žilina; tel.: 0421-41-513 6798; e-mail: jozef.svetlik(at)fsi.uniza.sk.

2 MIESTNE STRATY

K miestnym stratám na energii prúdiacej kvapaliny dochádza všade tam, kde dochádza k zmene smeru alebo veľkosti rýchlosti, prípadne k obom. V takýchto miestach dochádza k odtrhnutiu prúdu od steny, k vzniku vírov, čo je príčinou vzniku miestnej straty. Jej veľkosť závisí na type a tvare konštrukcie daného úseku potrubia a na drsnosti potrubia. Miestne straty sú charakteristické pre všetky tvarovky (kolená, difúzory, konfúzory), armatúry (kohúty, ventily, klapky), meracie zariadenia (clony, dýzy), ale aj pre ďalšie zariadenia, ako sú filtre a chladiče a pod.

Veľkosť miestnej straty možno vyjadriť obdobne, ako straty trením, a to pomocou stratovej výšky h_z , tlakovej straty p_z , alebo súčiniteľa miestnej straty ξ_m nasledovne:

$$h_z = \frac{p_z}{\rho \times g} = \xi_m \frac{v^2}{2g} \quad [\text{m}] \quad (1)$$

Pre jednoduchšie prípady možno súčiniteľ miestnej straty odvodiť. Ide najmä o stratu pri náhlom rozšírení prietokového prierezu. Pre ostatné prípady sa súčiniteľ určuje experimentálne a určená hodnota je platná iba pri rovnakých podmienkach, za akých bola zmeraná, alebo pre fyzikálne podobné prípady (rovnaká hodnota Reynoldsovho čísla). Miestna strata sa môže vyjadriť tzv. ekvivalentnou dĺžkou potrubia l_{ekv} , na ktorej strata trením je rovnako veľká ako strata miestna. Vzťah na vyjadrenie ekvivalentnej dĺžky je v tvare:

$$\lambda \frac{l_{ekv}}{d} \frac{v^2}{2g} = \xi_m \frac{v^2}{2} \Rightarrow l_{ekv} = \xi_m \frac{d}{\lambda} \quad [\text{m}] \quad (2)$$

Súčiniteľ trenia a priemer sa dosadzuje pre konkrétne úseky potrubia s konštantným prietokovým prierezom. Pri zmene prietokového prierezu sa mení prietoková rýchlosť a miestne straty sa tak môžu vyjadriť buď na prítokovej v_1 , resp. odtokovej rýchlosti v_2 , pričom pre prepočet stratových súčiniteľov platí vzťah:

$$h_{zm} = \xi_1 \frac{v_1^2}{2g} = \xi_2 \frac{v_2^2}{2g} \Rightarrow \xi_1 = \xi_2 \frac{v_2^2}{v_1^2} \quad (3)$$

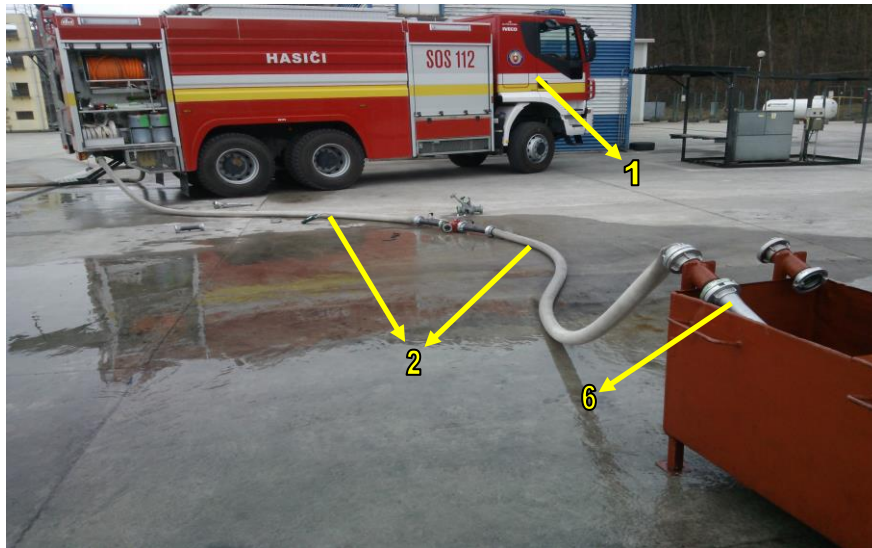
Pre kruhové prietokové prierezy platí:

$$\xi_1 = \xi_2 \frac{v_2^2}{v_1^2} = \xi_2 \frac{S_1^2}{S_2^2} = \xi_2 \frac{d_1^4}{d_2^4}, \quad \xi_2 = \xi_1 \frac{d_2^4}{d_1^4} \quad (4)$$

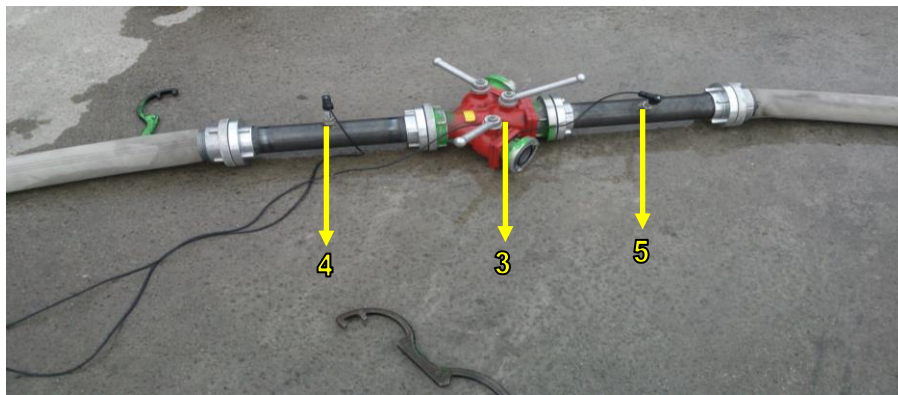
3 METODIKA A MERANIE MIESTNYCH STRÁT

Na meranie miestnych strát rozdeľovača je potrebné vytvoriť hadicové vedenie znázornené na obrázku č. 1, ktoré bude pozostávať z čerpadla, v našom prípade CAS 30 Iveco Tracker a k jeho výtláčnemu hrdlu pomocou tlakových spojok pripojíme jednu tlakovú hadicu typu B o dĺžke 5 metrov, za ktorou bude nasledovať guľový rozdeľovač typu B/C (viď obrázok č. 2). Vedenie bude pokračovať tlakovou hadicou typu B, ktoré bude ukončené prúdniciami požadovaných prietokov. Tlakové snímače umiestnime pred rozdeľovač a za rozdeľovač. Po vytvorení hadicového vedenia

môžeme začať s vykonávaním skúšky. Na čerpadle zvyšujeme tlak na hodnotu, ktorá nám zabezpečí požadovaný prietok cez prúdnicu. Následne odčítame hodnotu nameranú pomocou tlakového snímača M1 a zapíšeme do pred pripravenej tabuľky, potom odčítame hodnotu nameranú pomocou tlakového snímača M2, ktorý sa nachádza za zdrojom miestnej straty (rozdeľovačom).



Obrázok 1 Vytvorenie hadicového vedenia



Obrázok 2 Zapojenie meracej aparatúry

Legenda:

- 1- CAS 30 Iveco Tracker,
- 2- požiarna hadica B75,
- 3- rozdeľovač B/C,
- 4- meracia trubka s tlakovým senzorom,
- 5- meracia trubka s tlakovým senzorom,
- 6- prúdnica.

Tabuľka 1 Strata tlaku na guľovom rozdeľovači – rovný výtok

Poloha ventilu	Typ prúdnice	Tabuľkový tlak pred prúdnicou [bar]	Prietok [l/min]	tlak M ₁ [bar]	tlak M ₂ (pred prúdnicou) [bar]	Tlaková miestna strata [bar]
plne otvorený	B75-25mm	4	820	4,45	4,37	0,08
plne otvorený	B75-25mm	6	1000	6,55	6,43	0,12

Postup merania tlakových strát v guľovom rozdeľovači – bočný výtok

Postup vytvorenia hadicového vedenia je rovnaký ako pri predchádzajúcom meraní s tým rozdielom, že za guľovým rozdeľovačom bude nasledovať tlakový snímač napojený na C hrdlo rozdeľovača. Od meracej rúrky s osadeným tlakovým snímačom bude natihnutá hadica B a ukončená prúdnicou s príslušnými prietokmi. Namerané hodnoty sú v nasledujúcej tabuľke.

Tabuľka 2 Strata tlaku na guľovom rozdeľovači - bočný výtok

Poloha ventilu	Typ prúdnice	Tabuľkový tlak pred prúdnicou [bar]	Prietok [l/min]	tlak M ₁ [bar]	tlak M ₂ (pred prúdnicou) [bar]	Tlaková miestna strata [bar]
plne otvorený	C52-12,5mm	4	200	4,53	4,47	0,06
plne otvorený	C52-16mm	6	410	6,5	6,32	0,18
plne otvorený	B75-18mm	8	585	8,73	8,47	0,26
plne otvorený	B75-25mm	4	820	5,1	4,4	0,7
plne otvorený	B75-25mm	6	1000	7,52	6,42	1,1

Postup merania tlakových strát vo vretenovom rozdeľovači

Postupy sú obdobné ako pri guľovom rozdeľovači, ale s tým rozdielom, že namiesto guľového rozdeľovača sa použije rozdeľovač vretenový - obrázok 3. Namerané hodnoty sú zaznamenané v tabuľke 3 a tabuľke 4.



Obrázok č. 3 Vretenový rozdeľovač

Tabuľka 3 Strata tlaku na vretenovom rozdeľovači - rovný výtok

Poloha ventilu	Typ prúdnice	Tabuľkový tlak pred prúdnicou [bar]	Prietok [l/min]	tlak M_1 [bar]	tlak M_2 (pred prúdnicou) [bar]	Tlaková miestna strata [bar]
plne otvorený	B75-25mm	4	820	4,54	4,36	0,18
plne otvorený	B75-25mm	6	1000	6,71	6,42	0,29

Tabuľka 4 Strata tlaku na vretenovom rozdeľovači - bočný výtok

Poloha ventilu	Typ prúdnice	Tabuľkový tlak pred prúdnicou [bar]	Prietok [l/min]	tlak M_1 [bar]	tlak M_2 (pred prúdnicou) [bar]	Tlaková miestna strata [bar]
plne otvorený	C52-12,5mm	4	200	4,55	4,46	0,09
plne otvorený	C52-16mm	6	410	6,58	6,3	0,28
plne otvorený	B75-25mm	4	820	5,59	4,4	1,19
plne otvorený	B75-25mm	6	1000	8,17	6,43	1,74

4 ZÁVER

Namerané hodnoty straty tlaku pri doprave vody značne ovplyvňuje okamžitý prietok. Miestna strata je funkciou zo závislou premennou - rýchlosťou. Zvyšovaním rýchlosti prúdenia exponenciálne stúpa strata tlaku.

V hasičskej praxi sa doteraz používa pre miestnu stratu všeobecne hodnota 1 Bar. Táto hodnota ani zďaleka nezohľadňuje reálne straty pri jednotlivých prietokoch rozdeľovačom. Ak ide o prietoky priame, t.j. výtok cez stredný B prúd, je tlaková miestna strata pri guľovom rozdeľovači zanedbateľná. V prípade prietoku vody cez bočné „C“ hrdlá, potom sa strata na guľovom rozdeľovači pohybuje od 0,06 bar pri prietoku $200 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$, až po 1,1 bar pri prietoku $1000 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$, čo už predstavuje 1/10 pracovného menovitého tlaku čerpadla. Pri vretenovom rozdeľovači, v súčasnosti už nahrádzanom modernejšími guľovými, sa strata pohybuje až do výšky 1,74 bar pri $1000 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$.

Meranie miestnych strát armatúr je z hľadiska úplnosti dlhodobý proces. Na efektívnu dopravu vody hasičskými hadicami pri požiari, alebo pre vzdelávacie účely je úplnosť tejto databázy nevyhnutná a v praxi potrebná. Na jej doplnenie je potrebné v budúcnosti obdobným postupom zmerať a preveriť miestne straty na rôznych armatúrach a tak prispieť k jej úplnosti.

LITERATÚRA

- [1] Bojko, M., Kozubková, M., Rautová, J. 2008 Základy hydromechaniky a zásobování hasiv. Ostrava: SPBI Spektrum, 2008. 198 s.
- [2] Kovářik, K., Sitányiová, D., DRUSA, M. 2003. *Hydraulika a hydrológia*. Žilina: EDIS, 2003. 260 s. ISBN: 80-8070-037-0

[3] Paluch, I. 1976. Hydraulika – teória a prax pre zdolávanie požiarov. 1. vydanie. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1976. 428 s.

Článok recenzovali dvaja nezávislí recenzenti.