

FLOW MEASUREMENT OF AIR BY MULTIPOINT AVERAGING PITOT PROBES

Jakub Šimák

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xsimak00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Soňa Šedivá

E-mail: sediva@feec.vutbr.cz

Abstract: Multipoint averaging probe are used to measure flow in pipes. MQS-011 is type of multipoint averaging probe of czech manufacturer Vavra s.r.o. This probe was tested in wind track and results were compared with normalized orifice.

Keywords: multipoint averaging probe, Annubar, Rosemount, MQS, measurement, air flow

1. ÚVOD

Měření průtoku tekutin (ať už kapalin či plynů) je v praxi velmi nutné, a tudíž se pořád hledají cesty, jak měřit průtok vhodnějšími způsoby. Měření průtoků tekutin v potrubích o velkých průměrech (např. DN 2000) se stává při použití klasických škrticích členů, jako je například clona či dýza, ekonomicky nevýhodné. Pro tyto případy a nejen pro ně, je vhodné použít víceotvorové rychlostní sondy. V potrubí představují menší odpor pro proudící tekutinu, jejich instalace se obejde bez složitějšího zásahu do potrubí, navíc lze instalaci provádět i za plného provozu a oproti clonám nevyžadují tak dlouhé uklidňující potrubí.

V budově FEKT VUT Brno na Ústavu automatizace a měřicí techniky je instalována měřicí trať, umožňující proměření vlastností víceotvorových rychlostních sond při měření průtoku vzduchu. Trať dovoluje instalaci sond do různých pozic, regulaci průtoku vzduchu a srovnání naměřených výsledků s normalizovanou clonou DN80.

Porovnáním výsledků měření pomocí normalizované clony a víceotvorové sondy lze ověřit udávané vlastnosti víceotvorových sond a porovnat přesnost měření průtoku.

2. MĚŘENÍ PRŮTOKU POMOCÍ VÍCEOTVOROVÝCH RYCHLOSTNÍCH SOND

K dispozici byla sonda *MQS-011* o DN 100 od firmy *Vavra s.r.o.* a v nejbližší době bude k dispozici novější typ víceotvorové rychlostní sondy a to: *Annubar® 485* od firmy *Rosemount*.

Měření průtoku pomocí víceotvorových rychlostních sond (dále VRS) je založeno na měření diferenčního tlaku na náplavové a úplavové straně sondy (obdobně je tomu u clon, kdy se měří tlak před clonou a tlak za clonou). [1]

Výstupní diferenční tlak je přímoúměrný rychlosti proudění a platí vztah:

$$\bar{v} = k \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}} \quad [\text{m/s}] \quad (1)$$

Kde k je konstanta sondy (udána výrobcem, pro *MQS-011* je $k = 0,765$), Δp je diferenční tlak [Pa] a ρ je hustota proudícího tekutiny [kg/m^3]. [2]

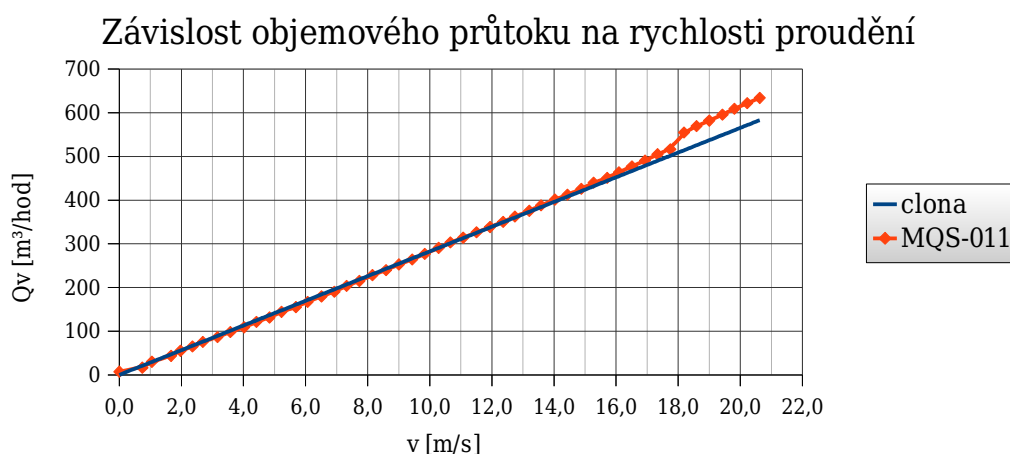
3. ZMĚŘENÉ VLASTNOSTI SONDY MQS-011

Sonda *MQS-011* byla zasazena do měřicí tratě, její výstupy (tlak na přední straně a na zadní straně) byly připojeny na diferenční převodník (diferenční tlak → elektrický proud) *Rosemount 3051 CD*. Tento převodník má na výstupu proudovou smyčku (4-20 mA) doplněnou o digitální signál, který se využívá při připojení komunikátoru *HART Communicator 275*. [3]

Výsledky měření VRS *MQS-011* byly srovnány s výsledky normalizované clony, které byly považovány za správné.

3.1. OBJEMOVÝ PRŮTOK

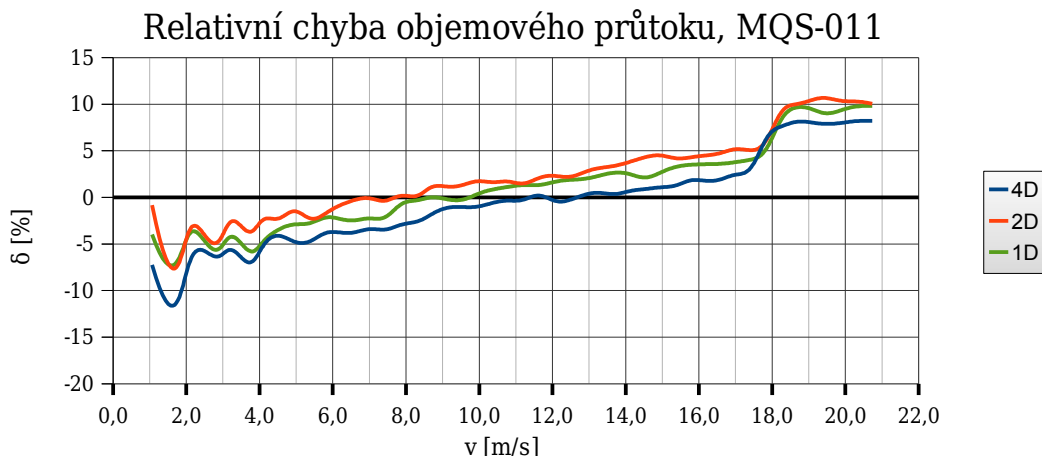
Objemový průtok změřený pomocí clony a sondy *MQS-011* v závislosti na rychlosti proudění je na Obrázek 2: Relativní chyba se se zvyšující rychlostí proudění lineárně zvětšuje. Při rychlosti proudění okolo 18 m/s nastává prudký nárůst (z 3 % na relativní chybu 8 %). Celé měření bylo pětkrát opakováno, aby se zamezilo vzniku nahodilých chyb.



Obrázek 1: Objemový průtok určen pomocí sondy *MQS-011* ve vzdálenosti 4D při 0° natočení a pomocí normované clony.

3.2. VLIV NESPRÁVNÉ INSTALACE – NEDODRŽENÍ PŘEDEPSANÝCH DÉLEK UKLIDŇUJÍCÍHO POTRUBÍ

Jak bylo řečeno, VRS nevyžadují tak dlouhé uklidňující potrubí, jako je tomu například u clon. Sonda byla podrobena testu, kdy byla zmenšována délka uklidňujícího potrubí před sondou. Na Obrázek 2: je vynesena relativní chyba měření sondou *MQS-011*. Před měřením bylo předpokládáno, že sonda v pozici 1D (vzdálenost 1D od změny v potrubí, kde D je průměr potrubí) bude mít největší relativní chybu a se zvyšující se délkou uklidňovacího potrubí bude relativní chyba klesat. Z naměřených dat je však zřejmé, že změna polohy sondy nevyvolala předpokládanou změnu relativní chyby měření.

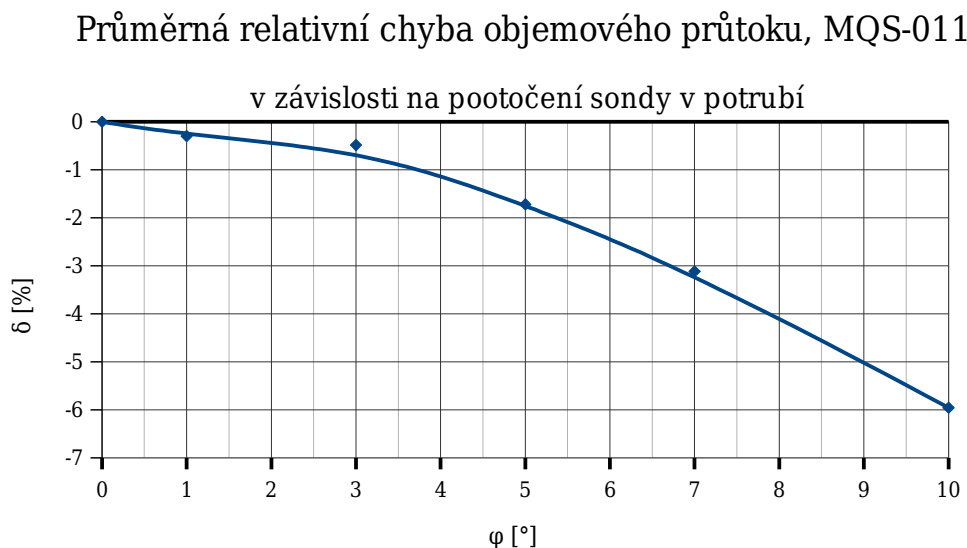


Obrázek 2: Relativní chyba měření sondou *MQS-011* při různých uklidňujících délkách.

To, že relativní chyba nevzrůstá, mohlo být zapříčiněno, tím že změna průměru potrubí není tak výrazná a změna délky uklidňujícího potrubí není tak markantní.

3.3. Vliv nesprávné instalace – pootočení sondy

Další chybou v instalaci sondy je její pootočení, kdy proud tekutiny nenarazí kolmo na sondu. Měření bylo prováděno pro pootočení o 1°, 3°, 5°, 7° a 10°. Průměrná relativní chyba způsobená pootočením sondy je vynesena na Obrázek 3:.



Obrázek 3: Vliv pootočení sondy MQS-011 v potrubí na objemový průtok, vyjádřený relativní chybou pro dané pootočení.

4. ZÁVĚR

Měření VRS *MQS-011* bylo zjištěno, že je možné dosáhnout v místě instalace sondy maximální rychlosti proudění vzduchu 21 m/s. Sonda však při rychlostech nad 17 m/s vykazuje skokovou změnu. Její zdroj se bohužel nepodařilo objasnit, ale jelikož se neprojevuje v měření instalovanou clonou, její pravděpodobný zdroj se bude nacházet v samotné sondě.

Sonda byla podrobena měření vlivu nesprávné instalace (jak nesprávná délka uklidňujícího měření, tak i pootočení), dále byla pro sondu *MQS-011* přepočítána konstanta sondy k , tak aby výsledná relativní chyba měření objemového průtoku byla pokud co nejmenší.

REFERENCE

- [1] MILLER, R. W *Flow measurement engineering handbook*. 2. vyd. New York: McGraw-Hill Publishing Company, 1989, 1168 stran. ISBN 0-07-042046-7
- [2] ĎAĎO, S. a kolektiv *Měření průtoku a výšky hladiny*. 1. vyd. Praha: Technická literatura BEN, 2005, 448 stran. ISBN 80-7300-156-X
- [3] ROSEMOUNT. *Rosemount 3051 - Převodník tlaku* [online]. 4.2.1999, poslední revize 1.8.2004 [cit.2010-12-07]. Dostupné z: <http://www.emersonprocess.com/rosemount/document/pds/00813-0117-4001.pdf>.