



Tipy a triky pro měření proudění vzduchu v kanálu.

- Nejdůležitější sondy pro každou aplikaci
- Správné provedení akceptačních měření podle ČSN EN 12599
- Rozpoznání a vyvarování se chybám měření

Optimální sonda pro Vaši aplikaci

Vysoké rychlosti proudění od 20 m/s nebo měření silně znečištěných proudění s vysoký podílem prachu:

Pitotovy trubice

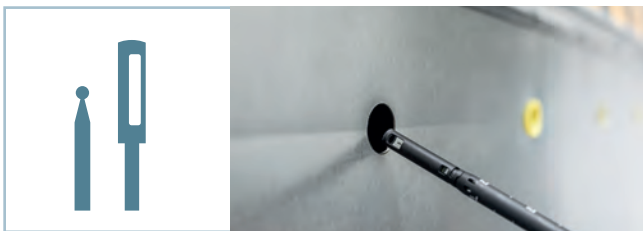


Střední rychlosti proudění 5 m/s ... 20 m/s:

vrtnkové sondy s pokud možno malými průměry



Nízké rychlosti proudění do 5 m/s: termické sondy



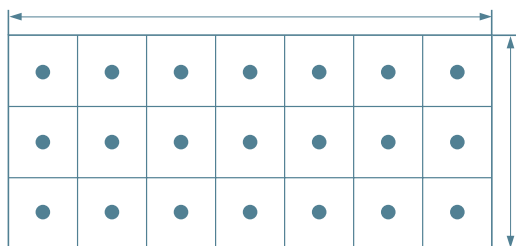
Vítězové v přesnosti od firmy Testo pro každou oblast proudění:

20 m/s	od 20 m/s	Všechny Pitotovy trubice od firmy Testo např. 0635 2243 nebo 0635 2240
5 m/s	5 ... 20 m/s	Vrtnkové sondy 16 mm – např. 0635 9542 (testo 480), 0635 9571 (testo 440)
0 m/s	0 ... 5 m/s	Termické sondy – např. 0635 1543 (testo 480), 0635 1571 (testo 440)

Odběrové měření dle ČSN EN 12599

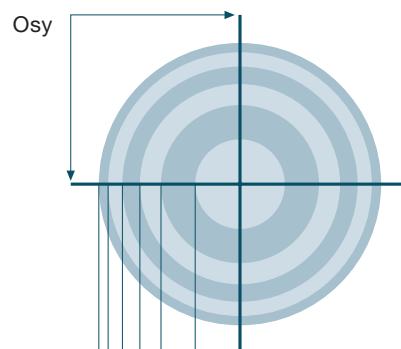
Triviální metoda pro síťová měření v pravouhlých průřezech.

Nejdříve se pole proudění uvnitř pravouhlého průřezu kanálu rozdělí na stejně velké plochy. V jejich středu se vždy nachází měřený bod. Při rovnoměrném rychlostním profilu se dospěje již s několika měřicími body k reprezentativnímu výsledku. Jsou-li však zjištěny značné rozdíly v rychlosti proudění napříč průřezem, je třeba počet měřících bodů zvýšit.



Osová metoda pro síťová měření v kruhových průřezech.

Průřez kruhového kanálu se rozdělí na mezikruží se stejnou plochou, přičemž místo měření se nachází na ose kružnice. Vyhodnocení měření probíhá formou aritmetického průměru jednotlivých naměřených hodnot.



Z jednotlivých naměřených hodnot rychlosti se vypočítá průměrná rychlost proudění a z ní potom objemový průtok vzduchu.

$$\dot{V} = A \cdot \bar{v} \cdot 3600$$

\dot{V} = objemový průtok v m³/h
 \bar{v} = průměrná rychlost proudění v m/s
 A = průřez proudění v m²

Příklad: při průřezu A 0,5 m² a naměřené průměrné rychlosti 4 m/s je objemový průtok 7.200 m³/h

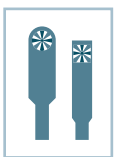
Rozpoznání a vyvarování se **chybám měření**

Nejistota měření



Termické sondy proudění mají velmi nízkou základní chybu $\pm(2 \dots 5 \text{ cm/s})$, ke které je třeba přidat chybu citlivosti $2,5 \dots 5 \%$ z naměřené hodnoty.

Nejistota měření se zvyšuje se stoupající rychlostí vzduchu. Proto se tyto sondy hodí pro měření nízkých rychlostí vzduchu do 5 m/s .



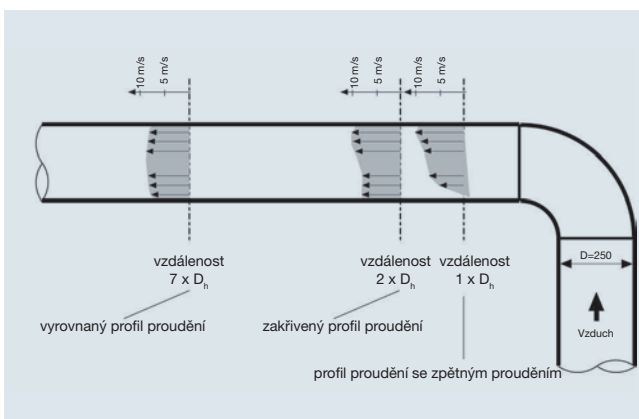
Vrtulkové sondy mají základní chybu cca $\pm(0,1 \dots 0,2 \text{ m/s})$ a chybu citlivosti $1 \dots 2 \%$ z naměřené hodnoty. Optimální oblast použití nad 5 m/s .



U Pitotových trubic se nejistota měření při stoupající rychlosti vzduchu prudce snižuje. Proto se hodí pro vysoké rychlosti vzduchu.

Ovlivnění rušivými místy

Vůči rušivým místům ležícím proti směru proudění musí být zachována vzdálenost, která odpovídá minimálně šestinásobku hydraulického průměru $D_h = 4A/U$ (A: průřez kanálu, U: obvod kanálu). Vůči rušivým místům ležícím po směru proudění stačí vzdálenost $2 \times D_h$.



Odstranění nerovnoměrnosti profilu proudění se vzrůstající vzdáleností od rušivého místa. Horizontální rychlostní profily byly naměřeny Prandtlovou trubicí.

Zablokování průřezu proudění měřicí sondou

Ideální vrtulkovou sondou pro měření ve větších průřezích kanálu je kombinovaná sonda proudění / teplotní sonda s $\varnothing 16 \text{ mm}$ (sada vrtulkového anemometru 16 mm testo 440 KlimaProfi). Při měřeních v malých průřezích kanálu se zvyšuje vliv průřezu vrtulky na přesnost měření se zmenšujícím se průřezem kanálu. Později jsou měřeny příliš vysoké rychlosti.



testo 480 Vám pomůže seřídit vzduchotechnická zařízení v souladu s normou dle EN 12599. Provází Vás krok za krokem síťovým měřením a spolehlivě tím brání chybám při měření.

Chybné vyhodnocení výsledků měření u Pitotových trubic

Tip: Pitotovy trubice jsou při rychlostech pod 5 m/s použitelné pouze podmíněně. Zde se doporučuje měření termickými sondami nebo vrtulkovými snímači.

V oblasti středního proudění je důležité dbát na přesnost tlakového senzoru, poněvadž ten značně ovlivňuje přesnost měření Pitotovou trubicí.

Základní vzorec pro výpočet přesnosti měření Pitotovou trubicí:

Přesnost měření Pitotovou trubicí = $1/v \cdot 77,38 \cdot \text{tlaková chyba}$
 Přičemž: přesnost měření Pitotovou trubicí v m/s
 v = rychlost proudění v m/s
 tlaková chyba v hPa

Vzorec pro výpočet rychlosti proudění v m/s

$$v = s \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P}{\rho}}$$

ΔP = dynamický tlak v Pa
 s = faktor Pitotovy trubice = 1,000 pro Prandtlovy trubice
 v = rychlost proudění v m/s
 ρ = hustota vzduchu v kg/m³ = 1,199 kg/m³ (při 20 °C, 50 %rv, 1013 hPa)

Rychlost vzduchu se vypočítá z faktoru Pitotovy trubice, dynamického tlaku (diferenční tlak) a hustoty vzduchu.

Měřicí přístroje testo 440, testo 480, testo 510 a testo 510i přepočítávají tlak Pitotovy trubice automaticky na rychlost proudění. testo 440 a testo 480 mají menu pro měření objemového průtoku s K-faktorem. Vytvoření bodového průměru pak může být provedeno přímo v hodnotách m/s.

Typická chyba při měření Pitotovou trubicí často vzniká tím, že se počítá s průměrnou hustotou 1.200 g/m³. Při měření proudění venkovního vzduchu se může skutečná hustota vzduchu odchylovat až o ±10 % od výše uvedeného průměru. Tím vzniká nejistota proudění vzduchu až ±5 %. Proto je při měření Pitotovou trubicí důležité zadat v měřicím přístroji správnou hustotu vzduchu. Ta se dá zjistit z tabulek, případně je měřicím přístrojem automaticky vypočítána po zadání teploty, relativní vlhkosti vzduchu a absolutního tlaku. Předpokladem je znalost místních hodnot absolutního tlaku, teploty a v daném případě relativní vlhkosti.



testo 440 přístroj pro měření klimatických veličin

- Kombinace všestrannosti a velmi vysokého komfortu obsluhy:
- Uživatelsky příjemná menu pro všechna měření klimatických parametrů
 - Bezdrátové sondy pro všechny aplikace
 - Přehledný displej pro konfiguraci, naměřené hodnoty a výsledky



testo 480 multifunkční měřicí přístroj



testo 510 diferenční tlakoměr



testo 510i diferenční tlakoměr

