



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Zdroj: <https://predmety.fbmi.cvut.cz/cs/doktorske-bme>

Měření charakteristik senzorů průtoku

F7DILPUM

1. Úvod

Pro potřeby dávkování plynů či pro potřeby sledování proudění plynů v průběhu plicní ventilace je nezbytná informace o konkrétních hodnotách průtoku plynu konkrétní částí potrubí, případně jsou žádoucí znalosti velikostech dodaných objemů. Pro tyto potřeby jsou v praxi využívány tzv. senzory průtoku, založené na různých fyzikálních principech.

Pro zajištění přesného měření průtoku je nezbytné znát konkrétní charakteristiku senzoru, tj. obecně charakteristiku průtok-výstupní veličina (záleží dle typu použitého řešení, velmi často jde o převod průtok-tlak, průtok elektrické napětí apod.).

V případě umělé plicní ventilace se klíčová veličina – dechový objem, určuje nejčastěji pomocí integrace změřené křivky průtoku dýchací směsi samotným senzorem průtoku. Měřením převodní charakteristiky průtokového senzoru a vlivem této charakteristiky na přesnost měření se zabývá tato úloha.

2. Cíle práce

V rámci této práce bude analyzován průtokový senzor D-Lite a senzor s rozšířenými vlastnostmi oproti současnému průtokovému senzoru D-Lite. Dále bude provedeno porovnání parametrů měřených plicním ventilátorem s využitím obou typů průtokových senzorů.

- 1) Změřte převodní charakteristiku průtok-tlak senzoru D-Lite
- 2) Změřte převodní charakteristiku průtok-tlak senzoru CoroFlow (D-Lite pro vysoké průtoky)
- 3) Analyzujte dechový objem VT a parametry plicní mechaniky (R, C, časová konstanta τ) na simulované plíci a na plicním ventilátoru CareScape R860 při využití senzoru průtoku D-Lite a CoroFlow. Zjištěné hodnoty navzájem porovnejte.
- 4) Porovnejte průběhy charakteristik průtok-tlak pomocí grafu

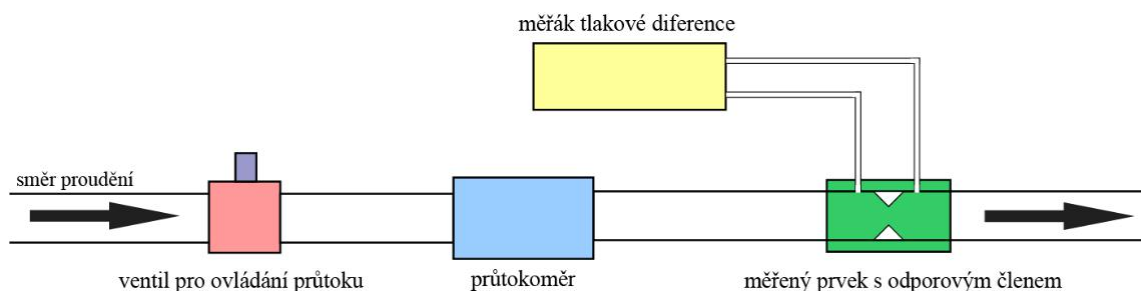
3. Seznam přístrojů pro realizaci měření

- Měřicí trať (slouží pro regulaci průtoku vstupního plynu do potrubí)
- Měřidlo tlakové difference
- Precizní měřidlo průtoku Sierra
- Redukční ventily, tlakové nádoby s plyny
- Plicní ventilátor CareScape R860
- Elektronicky řízená umělá plíce ASL 5000

4. Postup měření

a. Měření charakteristik průtokových senzorů

Měření tlakově-průtokových charakteristik průtokových senzorů je typicky prováděno na tzv. měřicí trati, kde je známa velikost průtoku plynu (pomocí přesného) a je možné průtok měnit v odpovídajících krocích (pomocí redukčních ventilů či elektronicky nebo jinak řízených průtokoměrů). Na vytvořené měřicí trati je možné ovládat průtok vzduchu pomocí elektronicky říditelného ventilu, odečítat hodnotu tohoto průtoku pomocí průtokoměru a měřit tlakový rozdíl, který vzniká na průtokovém senzoru. Ventil, průtokoměr a měřený prvek jsou v trati řazeny do série. Mezi nimi je použito minimálně 20 centimetrů potrubí pro ustálení možných nesymetrických a turbulentních proudů, které jsou při proudění generovány všemi prvky uvnitř trati. Měřidlo tlakové difference se připojuje pomocí hadiček na výstupy měřeného senzoru. Schéma takovéto kalibrační trati je uvedeno na obr. níže.



Obr. 1: Principiální schéma kalibrační trati

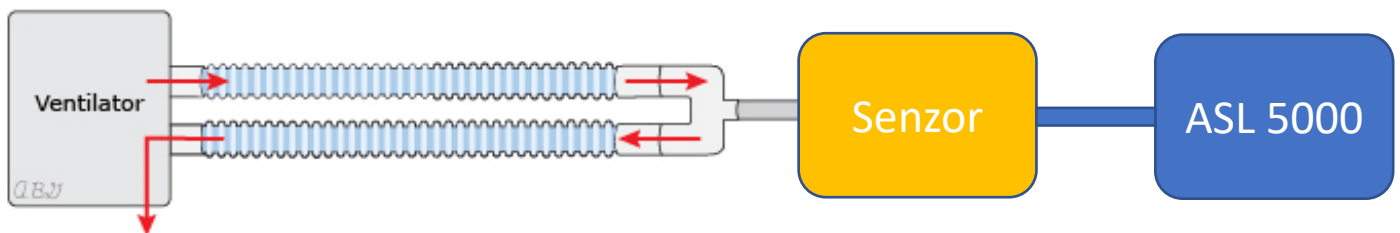
Do měřicí tratě je přiváděn plyn z tlakové nádoby. Pomocí redukčního ventilu je snížen tlak na stabilní pracovní hodnotu 5 ATM a tento plyn je přiváděn k elektronicky řízenému ventilu.

Hodnota průtoku je nastavována pomocí přesného průtokoměru. Analyzovaný prvek je zapojen v sérii. Potrubí měřící tratě je na svém konci otevřené do okolní atmosféry.

Jako měřidlo tlakové difference lze použít např. digitální tlakoměr Testo 512. Měřící rozsah tohoto přístroje je 0 až 20 hPa s přesností $\pm 0,1$ hPa. Mimo měření tlakové difference je tento přístroj schopen měřit i rychlost proudění v daném potrubí. Na výstupy tohoto zařízení jsou připojeny hadičky, které vedou informaci o tlakovém rozdílu z průtokového senzoru. Při zapojování přístroje k průtokovému senzoru je nutné dbát na správnou orientaci vývodů přístroje vůči vývodům na senzoru. Vývod na tlakoměru označený plusem se připojuje na kladný výstup průtokového senzoru. Kladným výstupem senzoru se rozumí výstup na té straně, na které je při proudění generován pozitivní přetlak.

b. Analýza parametrů měřených ventilátorem při použití dvou různých typů senzorů

Pro zjištění parametrů standardně uváděných plicním ventilátorem použijte standardní ventilační okruh, pouze bude zaměřován použití průtokový senzor.



Obr. 2: Uspořádání měřící aparatury

Na ventilátoru nastavte režim A/C, PEEP 5 cmH₂O, PIP 35 cmH₂O, RR 20.

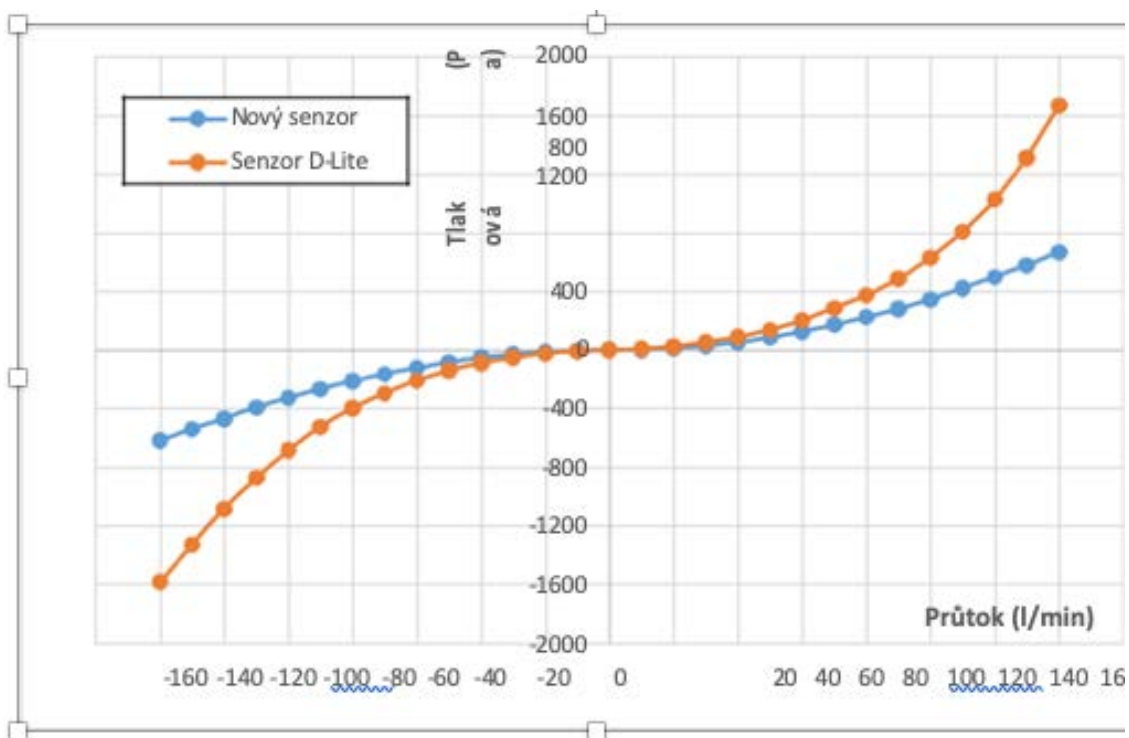
ASL 5000 – nastavení Normal Adult Patient

Pro každou situaci ponechte ventilátor připojený min 3 min k umělé plíci.

5. Výsledky

Příklady výsledků jsou uvedeny níže:

a. Měření charakteristik průtokových senzorů



Obr.3: Charakteristiky průtokových senzorů

b. Analýza parametrů měřených ventilátorem při použití dvou různých typů senzorů

	Tidal Volume	R	C	Časová konstanta
D-Lite				
CoroFlow				

6. Diskuse a závěr

Student shrne svá zjištění a případně okomentuje limitace své práce. Tato část bude zhodnocena ve spolupráci s garantem předmětu a lektorem laboratorního cvičení formou diskuze se studentem.

Reference

BÍS, Ladislav. Návrh vysokoprůtokové clony pro ventilační experimenty. Kladno, 2020. Bakalářská práce. ČVUT v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství.