



Experimentální ověření těsnosti vzduchotechnického potrubí po zatěsnění systémem AEROSEAL

Část I: Posouzení účinků těsnění



Úvod

Ve spolupráci s UCEEB při ČVUT (Univerzitní centrum pro energeticky efektivní budovy) v Praze jsme připravili nezávislý vědecký experiment, který se skládal ze dvou částí:

1. Vyhodnocení funkčnosti technologie Aero Seal a změření těsnosti modelového VZT potrubí před a po zatěsnění.
2. Rychlost utěsnění vzorového otvoru ve stěně VZT potrubí a vizualizace celého procesu.

Popis měřené potrubní sítě

Měření proběhlo v testovací hale ČVUT UCEEB. Pro potřeby měření jsme vytvořili modelovou vzduchotechnickou potrubní síť. Síť se skládala převážně ze čtvercového potrubí od dimenzí 700 x 600 mm až po 250 x 300 mm. Celková plocha potrubní sítě byla 71,24 m². Těsnost

potrubí jsme stanovili 2x. Nejprve jsme změřili potrubí před utěsněním a poté po utěsnění systémem AEROSEAL. Při měření jsme použili následující kalibrovanou měřicí techniku: snímače tlaku Beck, clonovou trať Mattech, plynoměr a snímač teploty a vlhkosti vzduchu.

Požadavky na třídy těsnosti dle ČSN EN 1507 a novější ČSN EN 16798-3

Třída těsnosti		Limitní netěsnost (m ³ .s ⁻¹ .m ⁻²)	Netěsnost cca (%)
ČSN EN 1507 (původní)	ČSN EN 16798-3 (nová)		
-	ATC 7	nedefinováno	15 - 40 %
2,5 x A	ATC 6	$0.0675 * p_t^{0.65} * 10^{-3}$	15 %
A	ATC 5	$0.027 * p_t^{0.65} * 10^{-3}$	6 %
B	ATC 4	$0.009 * p_t^{0.65} * 10^{-3}$	2 %
C	ATC 3	$0.003 * p_t^{0.65} * 10^{-3}$	0.67 %
D	ATC 2	$0.001 * p_t^{0.65} * 10^{-3}$	0.22 %
-	ATC 1	$0.00033 * p_t^{0.65} * 10^{-3}$	-

Popis těsnění systémem AEROSEAL

Přístroj **AEROSEAL** je pomocí pružné hadice připojen na potrubní síť (viz obrázek níže). Přístroj potrubí natlakuje, změří úniky před utěsněním a pak do potrubní sítě vhání patentovaný aerosol, který se shlukuje v místech netěsností a vytváří trvale pružnou těsnící hmotu. Systém průběžně vyhodnocuje množství úniků a proces je tak možné ukončit v momentu, kdy je dosažena požadovaná třída těsnosti.



Klikněte pro [animaci](#)
celého procesu těsnění.



Parametry potrubí před a po utěsnění

Potrubní síť před utěsněním splňovala pro přetlak požadavky třídy těsnosti A (ATC 5). Těsnění provedli technici firmy Alkion service při nastaveném přetlaku 400 Pa. Z výsledků

je zřejmé, že došlo k významnému poklesu netěsnosti a potrubí při přetlaku splňuje dle ČSN EN 1507 požadavky nejvyšší třídy D (ATC 2).

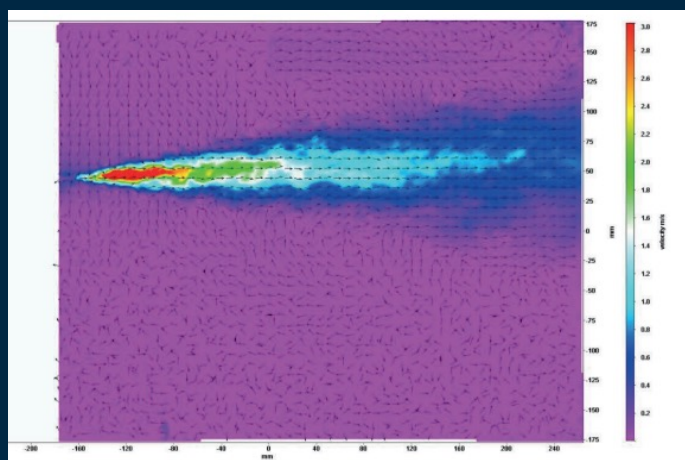
Porovnání netěsností při přetlaku před a po utěsnění (m³/hod)

Tlakový rozdíl (Pa)	Výchozí stav (m ³ /hod)	Utěsněný stav (m ³ /hod)	Snížení netěsnosti (%)
100	69.0	4.3	93.8
250	131.2	6.1	95.4
400	178.3	7.1	96.8
750	264.9	14.1	94.7
1 000	316.3	24.8	92.2

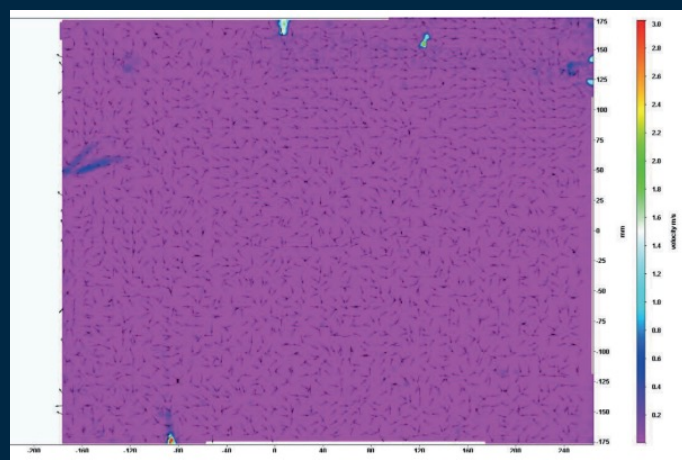
Analýza charakteru a rychlosti utěsnění otvoru v potrubí

Cílem měření bylo analyzovat charakter a rychlost utěsnění otvoru o průměru 4 mm, který se nacházel ve stěně potrubí. Pro měření jsme použili PIV anemometrii. Výstupem z měření je časově proměnné 2D vektorové pole, ze kterého je možné určit směr a rychlost proudění. Pro měření jsme použili pulsní laser a dvě termokamery osazené objektivem NIKON 50 mm (f/1,4). Otvor o průměru 4 mm jsme vyvrtali v boční stěně čtverhranného potrubí

zhruba v polovině délky trasy. Finální měření jsme provedli po dvou zkušebních měřeních. Při nich jsme stanovili optimální intenzitu laseru a časový odstup ve dvojsnímku. Při analýze netěsnosti jsme zaznamenali celkem 600 dvojsnímků v časovém odstupu 0.5 s (odpovídá reálnému času 300 s). Níže jsou dva obrázky, které ukazují stav na počátku měření a pak 30 sekund před koncem měření.



Vektorové pole rychlostí v čase 0 s (stupnice 0 až 3 m/s)



Vektorové pole rychlostí v čase 270 s (stupnice 0 až 3 m/s)

Klikněte pro [video vizualizaci](#) laserového snímkování.



Závěr

Po zatěsnění zkušební potrubní sítě systémem AEROSEAL došlo k významnému vzrůstu těsnosti. Výchozí potrubní síť vyhovovala pro přetlak požadavkům na třídu těsnosti A (ATC 5). Po zatěsnění již splňovala pro přetlak požadavky třídy D (ATC 2). **Po utěsnění klesla netěsnost při přetlaku (v závislosti na hodnotě přetlaku) o cca 92 až 96 %.** Z PIV měření, které jsme použili pro analýzu procesu utěšňování kruhové netěsnosti o průměru 4 mm,

je zřejmé, že doba utěšňování je poměrně krátká. I při nepříznivých podmínkách **při aplikaci aerosolu do potrubí** (jednalo se o třetí měření v řadě, kdy již bylo potrubí utěsněné, to vedlo k pomalému šíření aerosolu v potrubí) **došlo k úplnému utěsnění do 5 min.** K utěsnění dochází postupně, v průběhu měření postupně klesala výtoková rychlost i dosah proudu.

Kompletní studie
[ke stažení.](#)



Datum:

28. 7. 2024

Objednatel:

[Alkion service, s.r.o.](#)

Autor:

Ing. Martin Kny, Ph.D., ČVUT v Praze, [Univerzitní centrum energeticky efektivních budov](#)