

# ZNEČIŠTĚNÍ VZDUCHOVODŮ PŘI REALIZACI

## AIR DUCTS POLLUTION DURING INSTALLATION

Ing. Blasinski Petr, Ph.D.; doc. Ing. Rubina Aleš, Ph.D.

### ABSTRAKT

Článek se zabývá analýzou čistoty potrubí vzduchotechniky v různých fázích výstavby. Na základě odběru vzorků je provedeno hodnocení odlišně skladovaných potrubí na stavbě. Jsou porovnány rozdíly mezi "správně" skladovaným potrubím a nechráněným potrubím. V závěru článku je shrnut dopad přenosu nečistot z potrubí na provoz vzduchotechnického systému.

**Klíčová slova:** vzduchotechnika, potrubí, znečištění

### ABSTRACT

Paper deals with analysis of cleanliness air conditioning duct for various stages of construction. There were taken samples and these were analyzed for different type of storage duct on construction. They are compared differences between the "right" stored duct an unprotected duct. In the conclusion of this article is summarized the impact of carryover dirt from the duct to the ventilation system.

**Key words:** HVAC, duct, contamination

## 1 ÚVOD

Vzduchotechnické systémy jsou tvořeny zařízením pro dopravu a úpravu vzduchu (HVAC jednotky), dílčími prvky pro regulaci, útlum zvuku, distribuci a zejména potrubními rozvody. Autoři za podpory projektu specifického výzkumu FAST-S-15-2620 v současné době provádí sběr dat a posouzení čistoty vzduchotechnických potrubních rozvodů v několika fázích jejich životního cyklu. V článku se autoři zaměřují zejména na znečištění vzduchovodů pevným aerosolem – prachem. Jak vyplývá z dosavadních měření a šetření, zcela zásadní fází pro kontaminaci potrubních vzduchovodů je fáze realizace stavby a jejich montáž.

## 2 AKTUÁLNÍ STAV NA STAVBÁCH

Montáž VZT rozvodů vzduchotechnických zařízení je s ohledem na časovou náročnost a termíny stavebních činností prováděna většinou současně, tedy po montáži vzduchovodů dochází k realizaci a výstavbě další hrubých, či dokončovacích stavebních prací. V této fázi je zcela zásadní kázeň pracovníků provádějící montáž vzduchotechniky. Jak ukazuje obr. 1, etapovitost montáže rozvodů a nedůslednost ochrany těchto rozvodů z jejich vnitřní strany může způsobit, a také způsobuje zásadní kontaminaci [1].



**Obr. 1 Ukázka kontaminace vzduchovodů během montáže (na vnější straně – vlevo, na vnitřní straně – vpravo)**

Z obr. 1 je patrné, že ke kontaminaci vnitřní strany potrubí došlo, před osazením respektive napojením další trouby. Výsledkem je praktické znehodnocení potrubního rozvodu nejen dané kontaminované části, ale následně celého vzduchovodu po trase proudění vzduchu. Že k takovéto kontaminaci dochází zcela pravidelně potvrzují vzorky z mnoha dalších staveb, viz. obr. 2. Zde je chybou nedůsledná ochrana potrubí v čase mezi montáží oblouků a následně přímé trouby, po montáži oblouků nedošlo k zaslepení vzduchovodu.



**Obr. 2 Ukázka kontaminace vzduchovodu v návaznosti na špatnou ochranu VZT potrubí v čase mezi montáží dvou na sebe navazujících úseků (vlevo), čistota vzduchovodu před montáží (vpravo)**

### 3 KLASIFIKACE TŘÍD ČISTOTY

Aby bylo možné kvantifikovat znečištění a provést opravná opatření, je nutné postupovat podle platných, či závazných předpisů. Základním předpisem, který kvantifikuje kvalitu čistoty vzduchotechnických systémů, je ČSN EN 15780 [2]. Podle této normy jsou definovány tři základní přijatelné třídy čistoty, kdy vzduchotechnická zařízení čistých prostorů by měla při předání díla uživateli odpovídat požadavkům klasifikovaným přijatelnou třídou čistoty C – vysoká třída čistoty.

#### Rozdělení do tříd:

A nízká – místnosti bez trvalé přítomnosti osob např. sklady, technické místnosti.

- B střední – kanceláře, hotely, restaurace, školy, divadla, obytné budovy, obchodní plochy, výstavní budovy, sportovní budovy, obecné prostory v nemocnicích a obecné pracovní plochy v průmyslu.
- C vysoká – laboratoře, ošetrovací prostory v nemocnicích, reprezentační kanceláře, VZT jednotky v hygienickém provedení.

Přijatelná úroveň usazeného prachu v tomto případě definuje přijatelnou úroveň čistoty nového vzduchovodu při předání díla od zhotovitele uživateli. V praxi to odpovídá znečištění, které je považováno za přijatelné. Kvantifikace usazeného prachu je uvedena v tab. 1.

**Tab. 1** Definice respektive kvantifikace kontaminace vzduchovodu usazeným prachem podle [2].

Třída čistoty	Přijatelná úroveň usazeného prachu Přívodní, oběhový vzduchovod	Přijatelná úroveň usazeného prachu Odvodní vzduchovod
Nízká	< 0,9 g/m <sup>2</sup>	< 1,8 g/m <sup>2</sup>
Střední	< 0,6 g/m <sup>2</sup>	< 1,8 g/m <sup>2</sup>
Vysoká	< 0,3 g/m <sup>2</sup>	< 0,9 g/m <sup>2</sup>

#### 4 ZPŮSOB HODNOCENÍ ČISTOTY

Ke splnění požadované třídy čistoty by měly vzorky vykazovat nižší výsledné hodnoty, než jsou hodnoty mezní. Po vyčištění potrubí a dalších odpovídajících částí by úroveň znečištění po vyčištění měla být menší než 0,3 g/m<sup>2</sup>. Čistota nebo znečištění se v první řadě hodnotí vizuálně, což může být potvrzeno měřením. Po montáži respektive před spuštěním musí být vzduchovody nejprve zkontrolovány vizuálně, a to jak při posuzování potřeby čištění, tak při ověřování výsledků čištění. Objektívni měření se použije v případě, že výsledky vizuální kontroly jsou z hlediska čistoty a nutnosti čištění ve vzájemném nesouladu [3].

Pro vizuální kontrolu je možné využít připravené etalony znečištění a jejich porovnání vůči odebraným vzorkům. Nicméně pro objektívni hodnocení je nutné provést převážení odebraných vzorků z přesně definované plochy na přesných vahách. Z důvodu složité logistiky odběru vzorků na stavbě, chyb měření na přesných vahách (vlhkost aerosolu apod.) a celkové složitosti postupu objektívniho hodnocení vážením je na ústavu TZB VUT v Brně Fakultě stavební vyvíjena metodika mikroskopického posuzování kontaminace vzduchovodů pevným aerosolem [5]. Tato metoda je rychlá a umožňuje bezproblémovou proveditelnost posouzení přímo při realizaci na stavbě. Prakticky se jedná o zpřesnění standardní vizuální kontroly s fyzickým etalonem, kdy elektronicky odebíraná data budou porovnávána s elektronicky definovaným etalonem (kontinuálně doplňovanou databází). Ukázkou z elektronického měření mikroskopem uvádíme na obr. 3.



**Obr. 3 Ukázka odběru vzorků mikroskopem (vlevo) a výsledek (vpravo)**

Z obr. 3 můžeme pozorovat množství stavebního prachu porovnané se setřenou částí povrchu potrubí (textura čistého potrubí tvořeného z pozinkovaného plechu (tmavé a světlé krystaly). Pro ilustraci reálné velikosti prachových částic je v pravé části obrázku přiloženo měřítko o velikosti 1 mm. Výsledek u tak vysoké kontaminace je zřejmý. Čistota posuzované části vzduchovodu je mnohonásobně vyšší než přípustná hodnota nízké třídy čistoty. Vyšším rozlišením je pak možné provést výpočet respektive posouzení množství prachových zrn a následně definovat míru znečištění.

Proto, aby bylo možné metodiku mikroskopování prachových částic použít, je nutné ji konfrontovat a validovat podle ověřených postupů. V rámci specifického výzkumu jsou tedy na stejných místech prováděny odběry vzorků pro vizuální porovnání znečištění s etalonovým vzorkem. Další příklady místa odběru jsou uvedeny na obr. 4.



**Obr. 4 Ukázka odběru vzorků pomocí lepicí pásky pro porovnání koncentrace prachu s etalonem**

Jak je patrné z obr. 5, podle stupně znečištění, lze odebraný vzorek porovnat s etanolem a následně definovat míru znečištění v  $\text{g/m}^2$  posuzované plochy.





**Obr. 5 Ukázka posouzení znečištění potrubního rozvodu vizuální metodou pomocí kontrolního etalonu (vpravo), odebrané vzorky (vpravo)**

## 5 ZÁVĚR

Cílem článku bylo seznámit čtenáře s problémem znečištění vzduchotechnických potrubí. Z textu je zřejmé, že v současné době, kdy se budovy staví nadstandardním tempem a nasmlouvaná cena díla skoro nepokryje režii dodávky, je montáž a zejména kvalita montáže velmi zásadním faktorem ovlivňujícím kvalitu dopravovaného vzduchu a interního mikroklima. V případě uvedení zařízení do provozu v znečištěném stavu však hrozí nejen kontinuální kontaminace vnitřního prostoru emitací usazených částic, ale taktéž zkrácení životnosti realizovaného zařízení.

Předvedené metody, které pracovníci ústavu využívají v praxi, dovolují již během výstavby provádět účinnou kontrolu a navrhnout reálná doporučení pro případnou nápravu znečištění vzduchovodů a to v čase, kdy ještě není pozdě. Výsledkem jsou pak úspěšné realizace s kvalitními výsledky vnitřního prostředí.

Popsané metody posouzení kontaminace vzduchovodů (zejména metoda mikroskopického měření) umožňují v reálném čase provést účinný odborný odhad jak kvality znečištění (druh prachu, vlákna – schopnost určit z jakého zdroje znečištění pochází a ten pak eliminovat), tak jeho kvantity.

### Použitá literatura

- [1] RUBINA, A.; UHER, P.; HIRŠ, J., Metodika návrhu, výroby, montáže a provozování vzduchotechnických jednotek v hygienickém provedení, spec. publikace, ISBN 80-903586-5-9, Litera Brno, Brno, 2013
- [2] ČSN EN 15780 – Větrání budov – Vzduchovody – Čistota vzduchotechnických zařízení.
- [3] BJÖRKROTH, M., V. ASIKAINEN, O. SEPPÄNEN. Cleanliness criteria and test procedures for cleanliness labelling of HVAC components. In: Indoor Air 2002 The 9th International Conference on Indoor Air Quality and Climate. Monterey, California: , 2001, s. 6.
- [4] ASIKAINENA, V., R. HOLOPAINENB, A. MAJANENB. The verifying concept for the cleanliness of HVAC systems. In: Lifa air [online]. 2015 [cit. 2015-06-24]. Available from: [http://www.lifa.net/research/poster3\\_LIFA\\_verifying\\_concept.pdf](http://www.lifa.net/research/poster3_LIFA_verifying_concept.pdf)
- [5] RUBINA, A.; RUBINOVÁ, O.; BLASINSKI, P., Cleanliness of ventilation ducts, indoor space and AHU, příspěvek na konferenci enviBUILD 2015 - Department of Building Constructions, International Conference proceedings, ISBN 978-80-214-5003-5, Faculty of Civil Engineering, STU Bratislava, Bratislava, 2015