

Ing. Stanislav TOMAN
Projektová kancelář ÚT+VZT
Praha

Požární větrání chráněných únikových cest, navrhování a některé problémy

Fire Emergency Ventilation inside Protected Escape Routes, Designing and Certain Problems

Recenzent
Ing. Zdeněk Lerl

Zajistit možnost bezpečné evakuace hořícího domu a zásahu požárních jednotek je úkolem úzké spolupráce požárního technika a vzduchotechnika. Autor ve svém příspěvku seznamuje čtenáře se současným stavem legislativy týkající se tohoto problému. Poukazuje na zásadní problém spočívající v rozdílech požadovaných hodnot v platných ČSN 73 0802 „Požární bezpečnost staveb“ pro nevýrobní objekty a ČSN 73 0804 pro výrobní objekty. Současně upozorňuje na nesoulad v některých bodech mezi platnou a v Evropě dodržovanou normou ČSN EN 12101-6 a výše uvedenými českými normami. Tento stav vede v mnohých případech k značným problémům při návrhu a realizaci těchto zařízení. Autor v příspěvku uvádí i doporučené postupy u dvou případů a zásady postupu při návrhu.

Klíčová slova: chráněná úniková cesta (CHÚC), přetlak v příslušném prostoru, rychlost vzduchu v otevřených dveřích

A close cooperation between the fire-prevention officer and the HVAC specialist results in the securing safety evacuation of persons from a burning house and the intervention of fire fighting units. The author acquaints readers with the existing situation of the legislature related in this problem, in his contribution. He refers to the substantial problem, which consists in differences between required values included in valid Czech standards CSN 73 0802 "Building Fire Safety" concerning non-production buildings and CSN 73 0804 concerning production buildings. Further, we draw your attention to the discrepancy in certain points between the valid standard CSN EN 12101-6 of the Czech Republic, which is adhered in Europe and the aforementioned standards of the Czech Republic.

This situation causes considerable problems during the designing and implementation of such equipment, in many events. The author states recommended procedures in two events and process principles during the design.

Key words: Protected Escape Route (PER), overpressure in relevant area (space), air velocity in open door

1. ÚVOD

Každá budova, ať už nová nebo rekonstruovaná, má ve svém stavebně technickém řešení určeny únikové cesty. Ty slouží pro bezpečnou a včasnou evakuaci osob v případě požáru a pro přístup požárních jednotek. Je evidentní, jakou důležitost únikové cesty mají, a stejně nepochybné je, že jejich návrhu je třeba věnovat mimořádnou péči.

Stanovení druhů a počtu únikových cest, jejich kapacity, provedení a vybavení je úkolem autorizovaného projektanta požární bezpečnosti staveb. Ten je uvede ve svém požárně bezpečnostním řešení (PBŘ). Kodex českých technických norem rozeznává tři druhy únikových cest: nechráněné, částečně chráněné a chráněné. Nejvyšším stupněm, z těchto tří druhů, jsou **chráněné** únikové cesty a jim je věnován tento článek. Jedním z nejdůležitějších aspektů „chráněnosti“ únikových cest je jejich větrání.

V příspěvku se zaměřuji na aktuální (platné) normativní požadavky, na určité komplikace národních norem ve vztahu vůči evropským, na nejednoznačnost (případně neúplnost) okrajových výpočtových podmínek a na rizika, i některé problémy, spojené s navrhováním větracích zařízení v chráněných únikových cestách.

2. AKTUÁLNÍ NORMY

V současné době se větrání chráněných únikových cest (CHÚC) řeší v souladu s našimi právními předpisy [1], [2], podle požadavků uvedených ve třech platných technických normách:

- ☐ ČSN 73 0802 : květen 2009 [3]
- ☐ ČSN 73 0804 : únor 2010 [4]
- ☐ ČSN EN 12101-6 : únor 2006 [5]

První dva dokumenty jsou kmenové normy českého kodexu norem požární bezpečnosti staveb. Vztahují se na nevýrobní a výrobní objekty, čímž prakticky pokrývají veškerou výstavbu. Technická veřejnost, včetně vzduchotechniků, je zná a běžně s nimi pracuje. Někteří uživatelé jen možná nezaregistrovali jejich revidovaná a aktuální znění, která přinesla řadu změn.

Třetí norma [5] je povinně přijatý evropský normativ, který sice není s národním kodexem plně kompatibilní, avšak je nositelem velice důležitých zásad a trendů, s nimiž musíme počítat. Uživatelé by neměl mást poněkud komplikovaný a dlouhý název této normy (jde o více méně doslovný překlad z anglického originálu). S určitou mírou zjednodušení můžeme říci, že se týká návrhů, výpočtů, montáže a zkoušení sestav přetlakového větrání chráněných únikových cest.

3. ZÁKLADNÍ PŘEHLED O ZPŮSOBECH VĚTRÁNÍ CHÚC

V současné době má převážná většina nově projektovaných nebo rekonstruovaných budov charakter **nevýrobního** objektu [3]. Proto jsem článek zaměřil především na větrání chráněných únikových cest v těchto objektech. Větrání CHÚC ve **výrobních** objektech se řídí technickou normou [4].

Principiálně jde o obdobné řešení jako u nevýrobních objektů, avšak s celou řadou jiných návrhových a výkonových parametrů (viz například tab. 2). Na to je třeba dát pozor.

V výrobních objektech jsou CHÚC rozříděny, podle doby bezpečného pobytu osob, a podle způsobu větrání na tři typy cest:

- ☐ cesta typu A (max. doba bezpečného pobytu 4 minuty),
- ☐ cesta typu B (max. doba bezpečného pobytu 15 minut),
- ☐ cesta typu C (max. doba bezpečného pobytu 30 minut).

Kromě toho mohou únikové cesty plnit funkci vnitřní zásahové cesty (tj. umožňují vedení protipožárního zásahu). V tom případě jsou navíc patřičně uspořádány a vybaveny včetně závazně dané nejmenší doby přívodu vzduchu neboli nejmenší doby chodu větracího zařízení.

Z hlediska větracích systémů, které se používají v chráněných únikových cestách, rozlišujeme:

- přirozené větrání,
- nucené větrání,
- přetlakové větrání.

Kodex českých norem požární bezpečnosti používá místo slova „větrání“ slovo „odvětrání“. Z věcného hlediska jde o shodný proces. Z hlediska odborné vzduchotechnické terminologie je správně slovo „větrání“.

Přirozené větrání CHÚC je založeno na tzv. komínovém efektu, kdy pohyb větracího vzduchu vyvolává rozdíl hustot vzduchu uvnitř a vně objektu a působení větru. Jeho výpočet a návrh není zdaleka tak jednoduchý, jak by se na první pohled mohlo zdát. Z přirozené (fyzikální) podstaty tohoto větrání je jasné, že jeho větrací účinek je v průběhu dne značně proměnlivý a z hlediska větrací ochrany únikové cesty nejméně spolehlivý. Proto i normou požadovaná doba bezpečného pobytu osob při požáru je krátká (do 4 minut). V této době nesmí dojít k ohrožení osob zplodinami hoření a větrání musí zajistit takové zředění proniklého kouře, aby jeho koncentrace nepřekročila 1 až 2 %. Následně tento způsob větrání pomáhá odvádět proniklý kouř. Komplikovanost návrhu je komentována v další části příspěvku.

Jedním z odborných problémů je také nedůsledné **rozlišování mezi nuceným a přetlakovým způsobem větrání**. To je slabina především u projektantů požární bezpečnosti staveb, ale také, bohužel, u některých projektantů vzduchotechniky. Proto si nyní uvedeme základní rozlišovací kritéria mezi těmito dvěma principy větrání.

Nucené větrání CHÚC je takové, které užívá nucený přívod vzduchu ventilátorem. Hlavním výkonovým parametrem, kterého chceme dosáhnout, je množství (průtok) větracího vzduchu (m^3/h). Ten musí být také prokázán měřením při zkoušce. Odvod vzduchu je zajištěn únikem okny, dveřmi, větracími otvory, průduchy, šachtami a netěsnostmi stavebních konstrukcí a není řízen ani regulován. Z hlediska tlakových poměrů zde přirozeně vzniká určitý mírný přetlak, jakožto druhotný (související) efekt. Jeho velikost však není definičně určena ani sledována. V prostoru s požárem vzniká při vývinu teplot přetlak, který může být vyšší než přetlak v CHÚC vyvolaný nuceným větráním. Úlohou tohoto způsobu větrání je **omezit** průnik zplodin hoření a kouře do únikové cesty nebo je naředit tak, aby nepřekročily již zmíněnou koncentraci 1 až 2 %.

Přetlakové větrání CHÚC rovněž užívá nucený přívod vzduchu ventilátorem. Hlavním výkonovým parametrem, kterého musí být v tomto případě dosaženo, je normou požadovaný přetlak (Pa) v prostoru únikové cesty za určitých definovaných podmínek (viz dále). Tento přetlak musí být doložen měřením při zkoušce. Druhotná a současně se projevující výkonový parametr je množství (průtok) větracího vzduchu (m^3/h). Úlohou tohoto způsobu větrání je **zabránit** průniku zplodin hoření a kouře do únikové cesty. Přetlakové větrání CHÚC je co do výpočtů a návrhu (včetně komponentů, z kterých je sestaveno) výrazně složitější než nucené větrání CHÚC. Významnou úlohu zde mají definované návrhové podmínky, které by měly co nejdříve sledovat reálné provozní podmínky, jež mohou nastat při požáru a evakuaci. Ve skutečnosti se může samozřejmě vyskytnout nekonečný počet situačních variant. Jde o to zvolit takové požární scénáře, které budou mít vysokou pravděpodobnost shody s podmínkami při eventuálním (reálném) požáru.

U přetlakového způsobu větrání proto rozlišujeme minimálně dva provozní stavy (scénáře):

1. stav, při kterém jsou všechny dveře z a do CHÚC zavřeny (provoz běžný, ale i noční, víkendový apod.), kdy musí být v únikové cestě dosaženo požadovaného přetlaku,
2. stav, při kterém je otevřen definovaný počet dveří (provoz evakuační, případně zásahový); vždy jsou otevřeny jedny východové dveře do venkovního prostranství a dále jedny dveře z hořícího prostoru do CHÚC (běžná evakuace), případně dvojice dveře (jedny z hořícího prostoru a druhé z prostoru pod požárem, např. zásahový režim).

Při 2. stavu sledujeme parametr, kterého musí být dosaženo (a prokázáno měřením při zkoušce). Jde o rychlost vzduchu v otevřených dveřích (m/s) a správný směr proudu větracího vzduchu.

Uvedená koncepce dvou návrhových stavů vychází z evropské normy [5]. Podobným směrem se ubírá čerstvá (a pokrokovější) novelizace národní normy pro výrobní objekty [4]. Je proto logické, že je tento koncept aplikovatelný i na nevýrobní objekty, i když v příslušné normě [3] není výslovně uveden.

Pro prvotní základní orientaci ve způsobech větrání použitelných pro daný typ chráněných únikových cest **nevýrobních** objektů nám může posloužit tab. 1. V ní jsou také uvedeny hlavní požadované návrhové parametry. Tab. 1 jsem vytvořil na základě normativních údajů [3] tak, aby poskytla ucelený přehled.

Pro základní orientaci ve způsobech větrání použitelných pro daný typ chráněných únikových cest **výrobních** objektů jsem sestavil tab. 2., kde jsou rovněž uvedeny hlavní požadované návrhové parametry. Tab. 2 jsem také vytvořil na základě normativních údajů [4] tak, aby poskytla ucelený přehled.

4. PROBLEMATIKA NORMATIVNÍCH POŽADAVKŮ

Úkolem projektanta požární bezpečnosti je určení způsobu větrání CHÚC. Autor příspěvku je jednoznačně přesvědčen o tom, že výpočet a vlastní návrh požárního větracího zařízení je úkolem projektanta vzduchotechniky, nikoli projektanta požární bezpečnosti staveb. A už vůbec ne projektanta stavební části (což se často děje zejména u přirozeného způsobu větrání). Podmínkou úspěšného návrhu (projektu) je však vysoká znalost oboru požární bezpečnosti staveb. Stejně tak ale platí, že pokud chce požární větrání přece jen navrhovat projektant PBR, pak i on musí reciprocně prokázat vysokou znalost oboru vzduchotechniky.

Při návrhu požárního větracího zařízení chráněných únikových cest by měl projektant vzduchotechniky rozhodně postupovat vždy tak, že si vyžádá projekt požárně bezpečnostního řešení (PBR). Ten obsahuje, kromě jiného, hlavní systémové požadavky, určuje počet a druh chráněných únikových cest a další údaje a parametry, které musí být v návrhu větrání CHÚC zohledněny (předpokládaná doba evakuace, vazba na elektrickou požární signalizaci EPS, požadovaná doba chodu, koordinace a součinnost s ostatními požárně bezpečnostními zařízeními atd.).

Každý vzduchotechnik, který si velmi důkladně prostuduje české normativní požadavky pro větrání CHÚC, musí být přirozeně zmaten a udiven. Kromě běžných a logických požadavků a údajů, zde totiž bohužel nalezneme také řadu nejasností, nejednoznačností případně až protichůdností. Potýkat se bude také s množstvím odkazů a vyvstane mu nemalý počet otázek, na které nebude znát odpovědi. Pokusím se pro ilustraci uvést alespoň dva příklady, a současně naznačím způsoby možného řešení.

Příklad 1

Příklad je zaměřen na **přirozené větrání CHÚC**. To může být, podle normy [3], principiálně navrženo dvojím postupem. Buď se zvolí velikosti

Tab. 1 Způsoby větrání chráněných únikových cest v **nevýrobních** objektech – ČSN 73 0802:2009 [3]

Typ CHÚC	Podlaží		Způsob větrání		
			Přirozené	Nucené	Přetlakové
CHÚC-A	nadzemní podlaží a 1.PP		ano * buď větrací otvory ¹⁾ * nebo 15x výměna ²⁾	ano nejméně 10x výměna	ne
	druhé a další podzemní podlaží		ne	ano nejméně 10x výměna	ne
CHÚC-B s požárními předsíněmi	nadzemní podlaží	CHÚC	ano * buď větrací otvory ¹⁾ * nebo 20x výměna ²⁾	ano nejméně 12,5x výměna	ne
		požární předsíň	ano * buď otevíratelné okno * nebo větrací průduchy	ano (při vnitřní dispozici) ³⁾ nejméně 12,5x výměna ⁴⁾	ne
	podzemní podlaží	CHÚC	ne	ano nejméně 12,5x výměna	ne
		požární předsíň	ne	ano nejméně 12,5x výměna	ne
CHÚC-B bez požárních předsíní	nadzemní i podzemní podlaží		ne	ne	ano * nejméně 25 (12) Pa ⁵⁾ * množství vzduchu: - buď 15x výměna ⁸⁾ - nebo výpočtem při otevřených dveřích ⁹⁾
CHÚC-C	nadzemní i podzemní podlaží	CHÚC	ne	ne	ano * nejméně 50 Pa ⁶⁾ * nejméně 37,5 Pa ⁷⁾ * množství vzduchu: - buď 15x výměna ⁸⁾ - nebo výpočtem při otevřených dveřích ⁹⁾
		požární předsíň	ne	ne	ano * nejméně 25 Pa ⁶⁾ * nejméně 12,5 Pa ⁷⁾ * množství vzduchu: - buď 15x výměna ⁸⁾ - nebo výpočtem při otevřených dveřích ⁹⁾

Poznámky:

- Jde o návrh, při kterém jsou použity normové hodnoty velikostí otevíratelných či větracích otvorů bez dalšího ověřování účinnosti větrání (tj. bez ověřování vlivu teplot a větru).
- Jde o výpočtový postup, při kterém má být dosaženo doporučené násobnosti výměny vzduchu za hodinu při normových výpočtových okrajových podmínkách (tj. při vlivu teplot a větru).
- Norma výslovně nezmiňuje možnost umístění požárních předsíní ve vnitřní dispozici objektu. Takové případy v praxi však často nastávají a jediný účinný způsob větrání takových požárních předsíní je nucený.
- Norma tuto hodnotu pro požární předsíň výslovně nezmiňuje (viz poznámka 3)). Hodnota je odvozena z normové výměny vzduchu ve vlastní CHÚC-B.
- Přetlak je udržován mezi chráněnou únikovou cestou a přilehlými požárními úseky. Pokud je v přilehlých požárních úsecích stabilní sprinklerové nebo doplnkové sprinklerové hasící zařízení musí být hodnota přetlaku nejméně 12 Pa. Přetlak nesmí přesáhnout 100 Pa.
- Bez sprinklerů. Přetlak vzduchu mezi únikovou cestou a požární předsíní je nejméně 25 Pa, přetlak mezi požární předsíní a přilehlými požárními úseky je

- rovněž nejméně 25 Pa. Tj. tlaková kaskáda je 50–25–0 Pa. Přetlak v prostorech nesmí přesáhnout 100 Pa.
- Pokud je v přilehlých požárních úsecích samočinné stabilní hasící zařízení, pak přetlak vzduchu mezi přilehlými úseky a požární předsíní je 12,5 Pa a přetlak mezi požární předsíní a únikovou cestou 25 Pa. Tj. tlaková kaskáda je 37,5–12,5–0 Pa. Přetlak nesmí přesáhnout 100 Pa.
- Jde o problematický parametr. Praktické výpočty prokazují, že touto výměnou nelze obvykle dosáhnout požadovaného přetlaku. Přetlakové větrání je tak degradováno na nucené větrání a jeho prioritní úloha zabránit průniku kouře (nikoli jen omezit) do CHÚC se ztrácí.
(Pozn.: Patnáctinásobná výměna vzduchu je doporučována i pro nejméně chráněnou únikovou cestu CHÚC-A při výpočtovém návrhu.)
- Výpočet je proveden za předpokladu, že 5 % dveřních otvorů (nejméně však dva dveřní otvory) jsou otevřené (započítávají se také všechny další trvale otevřené otvory, např. větrací průduchy). Rychlost vzduchu v otevřených dveřích lze předpokládat 1 m/s (při výšce $h \leq 45$ m), resp. 1,5 m/s (při výšce $h > 45$ m).

Tab. 2 Způsoby větrání chráněných únikových cest ve výrobních objektech – ČSN 73 0804:2010 [4]

Typ CHÚC	Podlaží		Způsob větrání		
			Přirozené	Nucené	Přetlakové
CHÚC-A	nadzemní podlaží a 1.PP		ano * buď větrací otvory ¹⁾ * nebo 15x výměna (nejméně 1,5 m ³ /s) ²⁾	ano alespoň 10x výměna (nejméně 1,5 m ³ /s)	ano ≥ 25 Pa ³⁾
	druhé a další podzemní podlaží		ne	ano alespoň 10x výměna (nejméně 1,5 m ³ /s)	ano ≥ 25 Pa ^{3.1)}
CHÚC-B s požárními předsíněmi	nadzemní podlaží	CHÚC	ano * buď větrací otvory ¹⁾ * nebo 20x výměna (nejméně 3,0 m ³ /s) ²⁾	ano alespoň 12,5x výměna (nejméně 1,875 m ³ /s)	ano ≥ 25 Pa ^{3.2)}
		požární předsíň	ano * buď otevíratelné okno * nebo větrací průduchy (výměna min. 0,3 m ³ /s)	ano * buď (při vnitřní dispozici) alespoň 10x výměna ⁴⁾ * nebo alespoň 10x výměna (není-li prokázána u větracích průduchů výměna 0,3 m ³ /s)	ano ≥ 25 Pa ^{3.1)}
	druhé a další podzemní podlaží	CHÚC	ne	ano alespoň 12,5x výměna (nejméně 1,875 m ³ /s)	ano ≥ 25 Pa ^{3.1)}
		požární předsíň	ne	ano alespoň 10x výměna (nejméně 1,5 m ³ /s)	ano ≥ 25 Pa ^{3.1)}
CHÚC-B bez požárních předsíní	nadzemní i podzemní podlaží		ne	ne	ano * nejméně 50 (25) Pa ⁵⁾ * nejméně 10 Pa ⁶⁾ * množství vzduchu: - buď 20x výměna ⁹⁾ (nejméně 3,0 m ³ /s) - nebo výpočet při otevřených dveřích ¹⁰⁾
CHÚC-C	nadzemní i podzemní podlaží	CHÚC	ne	ne	ano * nejméně 50 (25) Pa ^{5), 8)} * nejméně 10 Pa ⁷⁾ * množství vzduchu: - buď 20x výměna ⁹⁾ (nejméně 4,0 m ³ /s) - nebo výpočet při otevřených dveřích ¹⁰⁾
		požární předsíň	ne	ne	ano * nejméně 50 (25) Pa ^{5), 8)} * nejméně 5 Pa ⁷⁾ * množství vzduchu: - buď 20x výměna ⁹⁾ (nejméně 4,0 m ³ /s) - nebo výpočet při otevřených dveřích ¹⁰⁾

Poznámky:

- 1) Jde o návrh, při kterém jsou použity normové hodnoty velikostí otevíratelných či větracích otvorů bez dalšího ověřování účinnosti větrání (tj. bez ověřování vlivu teplot a větru).
- 2) Jde o výpočtový postup, při kterém má být dosaženo doporučené násobnosti výměny vzduchu za hodinu při normových výpočtových okrajových podmínkách (tj. při vlivu teplot a větru).
- 3) Přívod vzduchu je řízen trvalým přetlakem ≥ 25 Pa (při zavřených dveřích), který je průběžně monitorován a podle tlaku je regulován výkon ventilátoru. (Komentář: Hodnota přetlaku je uvedena v článku 10.5.2, odstavci b), který popisuje nucené větrání. To je, podle mého názoru, zjevná ukáзка nesprávně pochopeného rozdílu mezi dvěma odlišnými způsoby větrání: nuceného a přetlakového.)
- 3.1) Tato možnost vyplývá z odkazu na článek 10.5.2b), v kterém je uvedeno nucené větrání, ale také parametry přetlakového větrání.
- 3.2) Tato možnost vyplývá z odkazu na celý článek 10.5.2, v kterém je však také odstavec b), kde je uvedeno nucené větrání, ale také parametry přetlakového větrání.
- 4) Norma výslovně nezmiňuje možnost umístění požárních předsíní ve vnitřní dispozici objektu. Takové případy v praxi však často nastávají a jediný účinný způsob větrání takových požárních předsíní je nucený. Výměna vzduchu $10 \times$ není v normě výslovně uvedena, tato hodnota vyplývá z čl. 10.5.5 (druhý odstavec), kde je odkaz na čl. 10.5.2b).

- 5) Hodnota 50 Pa platí pro stav při zavřených dveřích v CHÚC. Hodnota 25 Pa platí, pokud je v přilehlých úsecích sprinklerové nebo doplňkové sprinklerové hasicí zařízení a pro stav při zavřených dveřích v CHÚC.
- 6) Hodnota 10 Pa platí pro stav při otevřených východových dveřích z CHÚC a jedné dveří v horní polovině vedoucích do CHÚC. Přetlak nesmí přesáhnout 100 Pa. (Komentář: Mezní výše přetlaku 100 Pa by měla být vztažena ke stavu se zavřenými dveřmi, kdy je přetlak 50 (25) Pa, nikoli ke stavu s otevřenými dveřmi, kdy je přetlak 10 Pa.
- 7) Hodnota 10 (5) Pa platí pro stav při otevřených východových dveřích z CHÚC na volné prostranství a jedné dveří v horní polovině vedoucích do CHÚC.
- 8) Mezi prostorem chráněné únikové cesty a požární předsíní mohou být rozdíly v přetlaku ± 20 % (kromě případu otevřených dveří). Přetlak v těchto prostorech nesmí přesáhnout 100 Pa.
- 9) Jde o problematický parametr. Praktické výpočty prokazují, že touto výměnou nelze obvykle dosáhnout požadovaného přetlaku. Přetlakové větrání je tak degradováno na nucené větrání a jeho prioritní úloha zabránit průniku kouře (nikoli jen omezení) do CHÚC se ztrácí.
- 10) Výpočet je proveden za předpokladu, že 5 % dveřních otvorů (nejméně však dva dveřní otvory) jsou otevřené (započítávají se také všechny další trvale otevřené otvory, např. větrací průduchy). Rychlost vzduchu v otevřených dveřích lze předpokládat při evakuaci 0,75 m/s je-li výška $h \leq 30$ m, nebo 1 m/s, je-li výška $h \leq 60$ m, resp. 1,5 m/s, je-li $h > 60$ m. Jde-li o zásahovou cestu je rychlost vzduchu v otevřených dveřích vedoucích z CHÚC k místu požáru 2 m/s.

ploch větracích otvorů podle jednoznačně daných normových hodnot, nebo se postupuje výpočtním způsobem.

Pokud se použije první možnosti, při které se navrhnou velikosti ploch otevíratelných nebo větracích otvorů podle normových hodnot (například 2 m²) uvedených v čl. 9.4.2, písmeno a) bod 1) a 2), pak se již neověřuje účinnost takového větrání CHÚC v konkrétních podmínkách řešeného objektu (tj. zajištění bezpečné koncentrace proniklého kouře, vliv účinků teplot, větru, výšky budovy a její polohy atd.).

Při druhé možnosti se použije výpočtový postup, který je v normě popsán jako zjednodušený (čl. 9.4.3). Ve skutečnosti však jednoduchý zdaleka není. Doporučuje se při něm vycházet ze zvýšené patnáctinásobné výměny vzduchu pro CHÚC–A nebo dvacetinásobné výměny pro CHÚC–B. Měly by při něm být použity následující normové, výpočtové okrajové podmínky:

- teplotní rozdíl do 10 K mezi CHÚC a vnějším prostředím,
- zvýšená teplota v CHÚC nad úroveň požáru do 20 K,
- rychlost větru na závětrné straně do 5 m/s,
- stanovuje se vztlak a rychlost proudění vzduchu – plynů při různých výškových úrovních požáru,
- zohledňují se podmínky toku vzduchu – plynů v CHÚC apod.

Výsledné plochy větracích otvorů mohou pak být v konkrétních podmínkách větší, ale i menší než 2 m². Je dobré si uvědomit, že zadáním okrajových podmínek se vlastně stanovuje jakýsi **jmenovitý stav** větracího zařízení, ke kterému je vztažen jeho jmenovitý výkon, respektive větrací účinek. Ten pokryje významnou část roční doby, nikoli však celou, což pramení z jeho fyzikální podstaty, jak jsem již uvedl. Normové výpočtové podmínky jsou vcelku jasné, kromě údajů o větru. Udávaná rychlost větru do 5 m/s může svádět projektanta k výpočtu právě s rychlostí 5 m/s. Ta je však nadbytečně vysoká a odpovídá pouze horským oblastem. Celorepublikový průměr je daleko nižší, přičemž údaje pro většinu měst a lokalit jsou běžně dostupné. Poněkud záhadná je podmínka vztažení rychlosti větru na závětrnou stranu. Pro výpočty bude logičtější předpokládat působení větru na budovu jako celek (strana návětrná, závětrná, boční i střecha). Pro relevantní výpočty přirozeného větrání CHÚC jsou však normové podmínky bohužel nedostatečné a je nutno je upřesnit a doplnit o řadu dalších. Je to například:

výchozí teplota venkovního vzduchu, směr převládajících větrů na budovu, poloha větracích otvorů vůči větru, hodnoty aerodynamických součinitelů budovy, hodnota výtokových součinitelů větracích otvorů atd.

Přínosné by bylo rovněž uvedení jednotné výpočtové metodiky.

Výpočty by měly rovněž prokázat (na to se často zapomíná), že dosaženou násobností výměny vzduchu v CHÚC nebude překročena „bezpečná“ koncentrace kouře 1 až 2 %. To souvisí s dalším dílčím a souvisejícím výpočtem, při kterém se posuzuje průnik kouře do CHÚC. Z uvedeného popisu je evidentní, že výpočtový postup přirozeného větrání CHÚC je komplexnější a poskytne výsledky, které budou výrazně bližší reálnému stavu. Pokud se do výpočtů pustíme, zjistíme, že jsou natolik složité a variabilní, že se neobejdeme bez příslušného, sofistikovaného softwaru. Ten však není běžně dostupný.

Není pochyb o tom, který z výše uvedených dvou návrhových postupů je složitější. A také není pochyb o tom, který postup je v projektech používán. Troufám si odhadnout, že 99,9 % projektů využívá pouze možnost s návrhem velikosti větracích otvorů 2 m² a větších a nikdy se neověřuje působení větru, ani nekontroluje přípustná koncentrace kouře. Přitom působení větru a poloha větracích otvorů vůči směru větru je rozhodujícím faktorem účinnosti přirozeného větrání CHÚC! Nejcitlivější je taková situace, kdy odváděcí (horní) větrací otvor je na návětrné straně. V tomto případě se často stane, že působení větru překoná vztlakové síly vyvolané rozdílem hustot vzduchu a k přirozenému větracímu účinku vůbec nedojde! To je argument pro změnu umístění větracích otvorů, kterou je nutno prosadit u architekta ve stavebním řešení objektu. Nechci spekulovat, kolik takových potenciálně rizikových větracích zařízení je zrealizováno, ani domýšlet případné následky nevhodného návrhu při požáru.

Celkově lze problematiku příkladu č. 1 formulovat takto:

- Přirozené větrání CHÚC je nejméně účinný větrací způsob ochrany únikové cesty. Měl by být v praxi užíván co nejméně (rekonstrukce staré zástavby, nízkopodlažní objekty). V extrémně teplých letních dnech se větrací efekt zastavuje (případně obrací) a proniklý kouř není odváděn.
- Dva příпустné postupy návrhu přirozeného větrání podle normy jsou značně rozdílné a dávají odlišné výsledky. Vhodnější je výpočtový postup, který však není, pro svou složitost, v praxi používán.

Je diskutabilní, zda je pro CHÚC–A nutné věnovat úsilí podrobnému výpočtu, když víme, že vlastně musíme prokázat „bezpečný“ větrací účinek jen na kratičkou dobu (doba bezpečného pobytu osob je zde do čtyř minut). Zvláště když není určeno, od kterého okamžiku tato doba „běží“. Myslím si, že pro tento typ únikové cesty je vhodnější (a dostatečně) používat návrhového postupu s normovými plochami větracích otvorů, avšak s povinným zohledněním působení větru, s ověřením polohy větracích otvorů vůči směru převládajících větrů, ale bez výpočtového prokázání „bezpečné“ koncentrace proniklého kouře 1 až 2 %.

Pro přirozené větrání nadzemních podlaží CHÚC–B je situace jiná. Zde by přednostně měl být používán podrobný výpočtový postup před postupem s konstantními (normovými) velikostmi větracích otvorů, protože doba bezpečného pobytu osob je zde výrazně delší, nejméně 15 minut. Řada výpočtů totiž ukazuje, že přirozeným větráním není tato doba vždy splnitelná. Pro takové případy pak musí projektant navrhnout nucené větrání. Jinými slovy: přirozené větrání pro CHÚC–B bychom měli používat pouze tehdy, je-li jeho účinek podrobně výpočtově prokázán, včetně zajištění přípustné koncentrace proniklého kouře 1 až 2 %. Jinak by mělo být pro cesty typu B upřednostňováno nucené větrání.

- Pokud navrhujeme přirozené větrání výpočtovým postupem, měli bychom používat příslušného softwarového nástroje (například specializovaná projektová VZT firma) s upozorněním na všechna případná provozní rizika.

Příklad 2

Příklad je zaměřen na **přetlakové větrání CHÚC**. Jde o neúčinnější způsob větrání, při kterém je, po určitou dobu, zcela zabráněno průniku kouře a zplodin hoření do chráněné únikové cesty. Tím se tato cesta stává pro unikající osoby značně bezpečnější než při jiných způsobech větrání. Je to však vykoupeno podstatně složitějším návrhem, provedením i cenou. Rozhodně je však řada objektů, kde nepřichází v úvahu jiné řešení. Jde především o budovy se značným počtem osob (tzv. shromažďovací prostory) v podzemních i nadzemních podlažích. Dále pak o vysokopodlažní budovy, objekty s komplikovanými evakuačními podmínkami, určitá zdravotnická zařízení, únikové cesty s evakuačními výtahy apod. Přetlakové větrání je normativně požadováno v chráněných únikových cestách typu B bez požárních předsíní a v chráněných únikových cestách typu C, jejichž součástí jsou vždy požární předsíně.

Při návrhu přetlakového větrání se postupuje podle technických norem [3], [4], [5]. První dvě normy jsou čistě národní, třetí norma je převzatá evropská. Novelizace národní normy pro **výrobní** objekty [4] je čerstvějšího data. Ve vztahu k přetlakovému větrání CHÚC obsahuje podrobnější a pokročilejší poznatky než norma pro **nevýrobní** objekty [3] a koncepčně se tak více přibližuje evropské normě [5]. Proto je jistě logické a oprávněné aplikovat principiální zásady uvedené v normách [4] a [5] také na objekty **nevýrobní**. Zásadním obecným problémem je, že národní normy s evropskou normou nejsou zcela kompatibilní a to v několika důležitých aspektech. Jako příklad uvádím:

- Definice přetlakové větraných chráněných únikových cest v národních normách (dva typy B a C) jsou odlišné od definic v evropské normě (šest tříd A až F). Vzájemným porovnáním lze konstatovat, že nejsou identické a také nelze vytvořit snadnou převodní tabulku. Společné je pouze principiální řešení, tj. vytváření konkrétní výše přetlaku v únikové cestě vůči přilehlým prostorům (požárním úsekům).
- V normách jsou odlišné hodnoty požadovaných přetlaků i odlišné pojetí a způsoby výpočtů průtoků přívodního vzduchu.
- Rozdílné je také stanovení výpočtových okrajových podmínek pro různé návrhové požární scénáře, které mohou nastat. Ty současně odpovídají různým typům staveb a odlišnému pojetí evakuace.
- Národní normy neobsahují, na rozdíl od evropské normy, výpočtovou metodiku pro návrh všech rozhodujících prvků přetlakového větracího systému.

Z těchto skutečností vyplývá nelehká úloha projektanta, který přetlakové požární větrání chráněných únikových cest navrhuje. Zajímavá situace nastává, pokud investor (zpravidla zahraniční) trvá na tom, aby úniková cesta byla řešena výhradně podle evropské normy. Zpravidla se dospěje k nějakému kompromisu, zvláště když se rozehraje patová právní hra. Na území České republiky platí kodex národních norem požární bezpečnosti staveb, které jsou prostřednictvím vyhlášky [2] povýšeny na právně závazné předpisy. Jenže přistoupením do Evropské unie jsme se zavázali dodržovat dohodnuté právní předpisy, čímž došlo k nadřazenosti evropského práva nad právem národním. Necítím se kompetentní k tomu, abych konstruoval výsledek dohadování právníků v této oblasti.

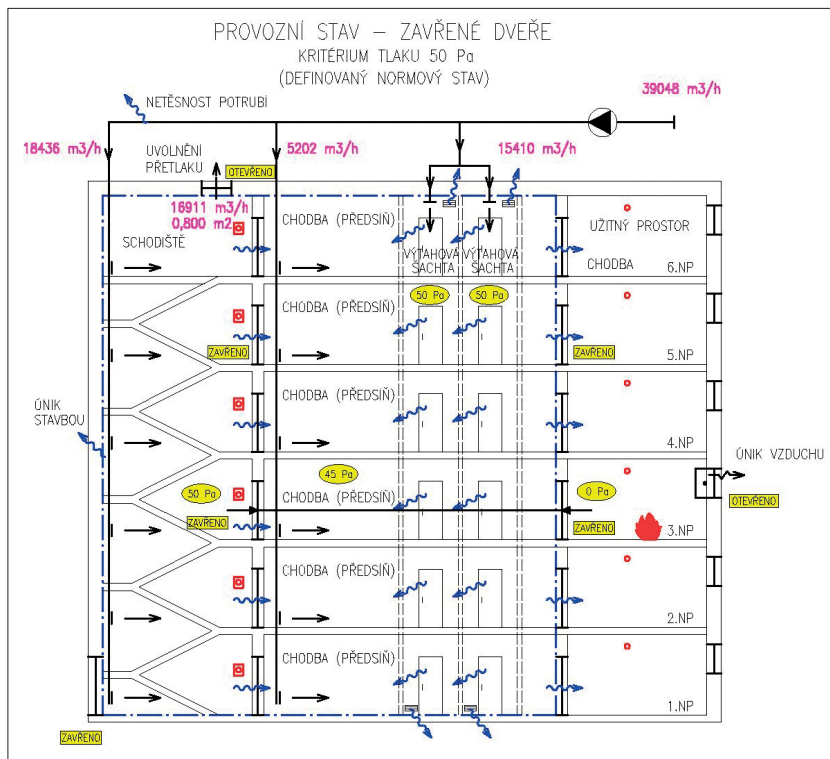
Požadavky uvedené v národních normách jsou, ve vztahu k přetlakovému větrání CHÚC, opět zatíženy určitou mírou vzduchotechnických nejasností, případně neúplností. Chybí další údaje, nezbytné pro **komplexní** návrh větracího zařízení a jeho funkceschopnost v příslušných provozních režimech. Tento nedostatek, v určité míře (i když ne zcela), pokrývá evropská norma. Musíme se smířit s tím, že žádný normativní zdroj neposkytuje úplnou návrhovou „kuchařku“. Projektantovi proto nezbyvá jiná cesta, než ještě zapojit tvůrčí, inženýrský přístup, při kterém využívá dalších odborných zdrojů i znalostí a sleduje hlavní cíl tohoto způsobu větrání.

Vzhledem k tomu, že uvedená problematika je značně rozsáhlá, omezují se alespoň na uvedení podstatných zásad při návrhu přetlakového větrání CHÚC:

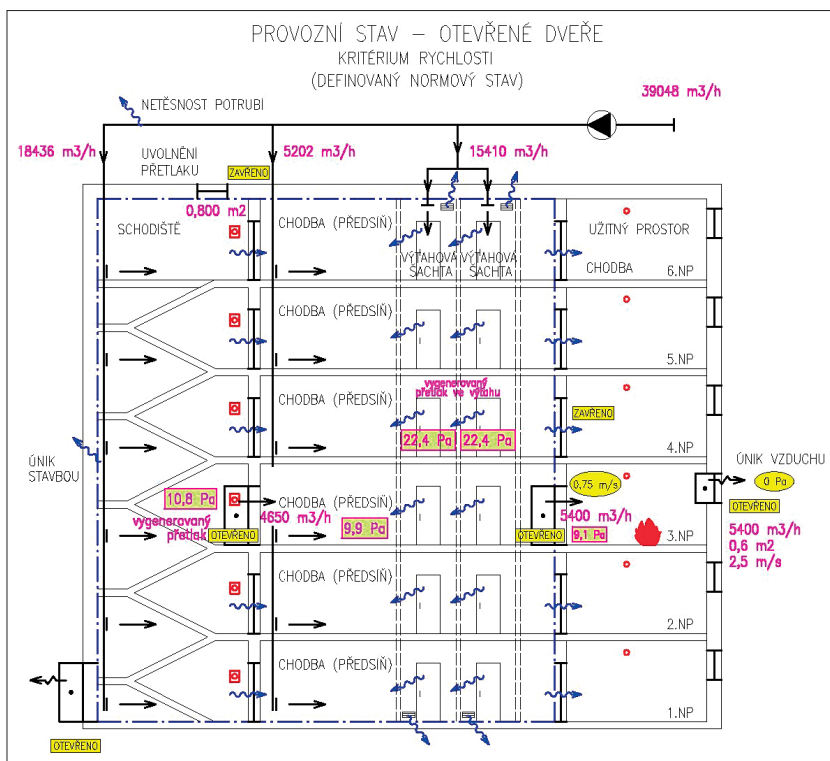
- Základem každého návrhu je určení nejméně dvou možných provozních stavů, které pokud možno věrohodně odpovídají skutečným stavům při požáru (viz výše ve 4. kapitole):
- 1. stav – zavřené dveře. Je definován tak, že všechny dveře na únikové cestě jsou zavřeny a hlavním návrhovým kritériem je **přetlak**, kterého musí být větracím zařízením dosaženo v příslušném prostoru (schodiště, požární předsíně, výtahové šachty). Normové hodnoty návrhových přetlaků jsou v širokém rozpětí: 5; 10; 12; 12,5; 25; 37,5; 50 Pa a závisí na konkrétní aplikaci.
- 2. stav – otevřené dveře. Je definován otevřením příslušného počtu dveří a hlavním návrhovým kritériem je **rychlost vzduchu v otevřených dveřích**, které musí být větracím zařízením dosaženo. Normové hodnoty návrhových rychlostí jsou 0,75; 1; 1,5; 2 m/s a opět závisí na konkrétní aplikaci.
- 3. a další provozní stavy – se navrhuji v případech komplikovaných evakuací, při prolínání a navazování více únikových cest, ve výškových objektech apod. Jejich definice je vždy individuální neboť odpovídá konkrétnímu stavebnímu řešení objektu.

Důležitý je koncepční návrh konkrétního přetlakového větracího zařízení, včetně určení všech funkčních prvků. Z předchozích odrážek je zřejmé, že jedním zařízením se musí zajistit všechny definované provozní stavy. Ty se však mohou vzájemně výkonově značně rozcházet. Zařízení musí být proto regulovatelné jak co do udržení přetlaku při 1. provozním stavu, tak co do nastavení průtoků (množství) větracího vzduchu při 2. provozním stavu. Tomu odpovídá skladba prvků, ze kterých se zařízení skládá. Jde o ventilátory, přívodní vzduchovody, regulovatelné vyústky, regulovatelné těsné klapky, protidešťové žaluzie, přetlakové klapky (případně jiná zařízení na uvolnění přebytečného přetlaku), zařízení pro únik vzduchu z hořícího prostoru (na to se často zapomíná a je to hrubá chyba), frekvenční měniče, speciální servopohony, snímače diferenčního tlaku, záložní zdroje el. energie atd. Nesmí se zapomenout na vazbu s detekčním a signalizačním systémem EPS (hlásiče kouře, ústředny, atd.), který zajišťuje aktivaci požárního větracího zařízení v CHÚC a rovněž na vazbu a koordinaci s ostatními požárně bezpečnostními zařízeními (jsou-li instalována), na chod ostatních VZT zařízení v objektu, na monitorování provozních stavů, atd.

Klíčovou úlohu má výpočetní metodika. Je natolik rozsáhlá a komplikovaná, že její popis (včetně úskalí, která se při výpočtech vyskytují) přesahuje možnosti tohoto článku. Nejprve určíme množství přívodního vzduchu, s kterým



Obr. 1 Příklad přetlakového větrání chráněné únikové cesty v šestipodlažním hotelu podle ČSN EN 12101-6, provozní stav se zavřenými dveřmi



Obr. 2 Příklad přetlakového větrání chráněné únikové cesty v šestipodlažním hotelu podle ČSN EN 12101-6, provozní stav s otevřenými dveřmi

LEGENDA

- — HRANICE CHÚC
- HLÁSIČ KOUŘE
- DÁLKOVÉ OVLÁDÁNÍ (EV. RUČNÍ TLAČÍTKOVÝ HLÁSIČ)
- VENTILÁTOR
- PŘÍVOD VZDUCHU
- ~ ÚNIK VZDUCHU
- ~ ÚNIKY NETĚSNOSTMI (DVEŘE, STAVBA, POTRUBÍ)
- UVOLNĚNÍ PŘETLAKU
- DEFINOVANÉ PARAMETRY
- DEFINOVANÉ PARAMETRY
- m³/h, Pa VYPOČTENÉ PARAMETRY

budeme udržovat příslušný přetlak v CHÚC. Zde je velmi citlivý a ošidný výpočet úniků vzduchu přes zavřené dveře a okna v sériovém, paralelním a sérioparalelním uspořádání. Významnou roli má únik vzduchu přes výtahové dveře a výtahové šachty a je nutno také započítat úniky netěsnostmi stavebních konstrukcí. Následně vypočítáme množství vzduchu potřebné pro zajištění provozního stavu při otevřených dveřích. Při stanovení výsledného množství přivodního vzduchu nesmíme zapomenout na úniky netěsnostmi v potrubním rozvodu a na další neznámé, potenciální možnosti úniků vzduchu z CHÚC. Dále vypočítáme plochu a velikost přetlakové klapky a rovněž vykalkulujeme plochy zařízení pro únik vzduchu z příslušných požárních úseků. Na závěr zkontrolujeme dosažené násobnosti výměny vzduchu (případně množství vzduchu u výrobních objektů) s minimálními normovými požadavky. Upozorňuji na značná rizika při chybných výpočtech. Například v národních normách jsou alternativně uváděna množství dodávaného vzduchu jako patnácti (dvaceti) násobek objemu únikové cesty za hodinu. Praktické výpočty však ukazují, že touto výměnou nelze v řadě případů dosáhnout požadovaného přetlaku. Při zkušebním měření a výkonovém zaregulování větracího zařízení se pak ukáže neřešitelný stav – zařízení není schopno dosáhnout přetlakových parametrů, čímž je v podstatě degradováno na nucené větrání. Uvedená situace (jsme před dokončením stavby) se nejsnadněji „vyřeší“ tak, že se předávací protokoly zakamufují a zařízení je úředně zkolaudováno. Vědomě se tak trvale zakonzervuje potenciální nebezpečí, neboť ten nejhorší okamžik teprve nastane ve chvíli skutečného požáru, kdy úniková cesta nezajistí osobám bezpečnou evakuaci. Vystaví je neomluvitelným rizikům poškození zdraví a možné ztrátě života. Proto doporučuji uvedenou výpočtovou alternativu bedlivě kontrolovat sofistikovanější metodou. Při těchto výpočtech se bez softwarového nástroje nemůžeme obejít.

Součástí návrhu přetlakového větrání je rovněž ověření, zda působení přetlaku v CHÚC nepřekročí přípustnou sílu 100 N potřebnou k otevření dveří. Tzv. síla na kliku dveří byla normotvůrci konsensuálně dohodnuta v uvedené hodnotě 100 N a měla by být bez problému překonatelná i slabšími osobami, dětmi či seniory. Ověřovací výpočet vychází z rovnice momentových sil, jež působí na dveře.

Pro názornou ilustraci konkrétního návrhového řešení slouží obr. 1 a 2. Na nich je uveden příklad šestipodlažního objektu (hotelu), který je řešen podle evropské normy [5]. Chráněná úniková cesta je ve třídě D, přetlak je vytvářen na schodišti (50 Pa), v chodbách – předsíních (45 Pa) a ve výtahových šachtách (50 Pa). Na obr. 1 je uveden 1. provozní stav, tj. stav při zavřených dveřích. Na obr. 2 je uveden 2. provozní stav, tj. stav při otevřených dveřích. Pokud bychom se pokusili o přiblížení k chráněné únikové cestě podle české normy [3], pak nejbližší se jí jeví CHÚC-C, pro kterou by byl navržen přetlak 50 Pa na schodišti, 25 Pa v požární předsíni a ve výtahových šachtách by přetlak vytvářen nebyl.

5. ZÁVĚR

Článek přináší několik podstatných informací k požárnímu větrání chráněných únikových cest. Upozorňuje na novelizované a aktuální technické normy, které tvoří základnu pro návrh větracích zařízení v CHÚC. Poskytuje ucelený přehled o způsobech větrání pro všechny typy chráněných únikových cest a shrnuje charakteristiky přirozeného, nuceného a přetlakového systému větrání.

Těžiště příspěvku se soustřeďuje na některé problémy, s nimiž se setkávají projektanti při praktické aplikaci části normových požadavků. Ve dvou vybraných příkladech (přirozené větrání, přetlakové větrání) je popsán povšechný rozbor a naznačena cesta konstruktivního řešení. Technické normy je třeba využívat jako hlavního návrhového podkladu. Tam, kde normy neposkytují úplné a jednoznačné podklady, nebo kde v nich nejsou požadavky dostatečně přesně formulovány z hlediska vzduchotechnických principů, je nutno přistoupit k tvůrčímu návrhovému postupu. To znamená zaměřit se na dosažení hlavního smyslu a cíle požárního větrání, a tím je spolehlivé a účinné větrání, které v maximální míře omezuje (případně zcela zabráňuje) pronikání kouře do chráněné únikové cesty.

Zajímavou informací pro čtenáře bude, že se v praxi začíná uplatňovat nové ustanovení článku 7.2.6 normy pro výrobní objekty [4]. To doporučuje ověřovat funkčnost požárního větrání (včetně CHÚC) měřením fyzikálních veličin návrhových parametrů a provedením netoxické kouřové zkoušky. Zejména se to týká požárně rizikových prostorů z hlediska evakuace osob a zásahu hasičů. Přetlakové větrací systémy CHÚC, jimž je věnována část příspěvku, jsou právě navrhovány pro případy komplikovanějších evakuací, kde současně plní větrací funkci pro zásahové cesty. Tyto požadavky je samozřejmě možné, v odůvodněných případech, vztáhnout i na nevýrobní objekty. Doporučení článku 7.2.6 uplatňují nejen projektanti požárně bezpečnostního řešení, ale mohou jej požadovat také schvalující orgány HZS (hasičského záchranného sboru) při vydání závazného stanoviska k projektové dokumentaci. Ministerstvo vnitra – generální ředitelství HZS ČR vydalo v květnu 2010 příručku [6] nazvanou „Metodický postup pro ověřování funkčnosti požárního odvětrání“. Příručka je určena projektantům PBŘ, projektantům a dodavatelům požárního větrání a příslušníkům HZS ČR. V metodické pomůcce lze nalézt základní informace jak po stránce právních předpisů, tak po stránce měření ověřovaných fyzikálních veličin a kouřových zkoušek.

Dobré je také připomenout a zdůraznit fakt, že požární větrání jako celek (tj. jak větrání chráněných únikových cest, tak zařízení pro odvod kouře a tepla) je jednou z nejméně probádaných a zvládnutých disciplín vzduchotechniky. Má řadu specifík a rizik, které si běžný projektant ani neuvědomuje. Proto by měl být tento segment vzduchotechniky svěřován odborníkům případně firmám, které v této oblasti dlouhodobě působí, mají zkušenosti z realizovaných případů a používají příslušný speciální software.

Kontakt na autora: sttoman@centrum.cz

Použité zdroje:

- [1] Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby.
- [2] Vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb.
- [3] ČSN 73 0802: 2009. Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty.
- [4] ČSN 73 0804: 2010. Požární bezpečnost staveb – Výrobní objekty.
- [5] ČSN EN 12101-6: 2006. Zařízení pro usměrňování pohybu kouře a tepla – Část 6: Technické podmínky pro zařízení pracující na principu rozdílu tlaků – Sestavy.
- [6] <http://www.hzscr.cz/clanek/priruccky-analyzy-a-metodiky-prevence-v-pozarni-ochrane.aspx?q=Y2hudW09NQ%3d%3d>

Poznámka recenzenta:

Autor sestavil pro lepší orientaci požadavky na vzduchotechnická zařízení pro jednotlivé druhy chráněných únikových cest z [3] a [4] do přehledných tabulek s poznámkami. I když se počátek doby platnosti těchto norem liší pouze o rok, mladší z těchto norem [4] týkající se výrobních objektů má pro obdobné případy výrazně náročnější požadavky. Je třeba si všimnout doporučení autora příspěvku aplikovat v řadě případů i u nevýrobních objektů v zájmu požární bezpečnosti tyto náročnější požadavky, které jsou bližší požadavkům evropské normy [5]. ■