

Ing. Miroslav PRAXL
Ampeng

Odvod tepla a kouře v prostorách parkingu

Heat and Smoke Removal from a Parking Space

Recenzent
Ing. Stanislav Toman

Celý příspěvek je vystaven na doslovných citacích článků tří kmenových technických norem požární bezpečnosti staveb: ČSN 73 0802, ČSN 73 0804 a ČSN 73 0810. Poskytuje základní informaci o tom, jak je českými návrhovými normami požární bezpečnosti pojímán odvod kouře a tepla ve stavbách. Úvodní část je věnována garážím, prostřední část představuje všeobecné zásady a závěrečná část seznamuje s klasifikačními požadavky na požární vlastnosti jednotlivých komponentů systémů pro odvod kouře a tepla.

V poznámkách recenzenta na konci příspěvku jsou uvedeny upřesňující a korigující informace.

Klíčová slova: požární bezpečnost, samočinné odvětrávací zařízení, zařízení pro odvod kouře a tepla, požární úsek, kouřová sekce

The paper is based on literal citations from the three fundamental technical standards for buildings fire safety, i.e. OSN 76 0802, OSN 73 0804 and OSN 73 0810. It gives basic information about the smoke and heat removal system requirements according to the Czech standards. The first part is focused on parking garages, the middle deals with general principles and the last one informs about the fire resistance rating of individual components of smoke and heat removal systems.

Key words: fire safety, automatic extract device, smoke and heat removal device, fire compartment, smoke section

1. Požární bezpečnost garáží s vazbou na umístění požární bezpečnostních zařízení, jako je zařízení pro odvod kouře a tepla

Požární bezpečnost garáží se řeší dle přílohy I (normativní), ČSN 73 0804, říjen 2002. Při projektování požární bezpečnosti nových garáží a projektování změn stávajících garáží se postupuje podle již citované normy bez ohledu na to, jsou-li garáže vestavěny, přistavěny apod. k výrobním či nevyrobním objektům.

Pro projektování garáží dále platí ČSN 73 6057 a ČSN 73 6058, podle kterých se garáže i třídí. Pro projektování servisů a opraven motorových vozidel a čerpacích stanic pohonných hmot platí ČSN 73 6059; požární bezpečnost se posuzuje podle ČSN 73 0804 a u čerpacích stanic podle ČSN 65 0202. Garáže se třídí podle druhu vozidel, jimž mají sloužit a podle seskupení odstavných stání.

Požadavek na umístění samočinného odvětrávacího zařízení je dán čl. I.4.6, ČSN 73 0804, kde je uvedeno, že v požárních úsecích hromadných garáží, nacházejících se v podzemních podlažích, musí být zřízeno samočinné požární odvětrání, pokud v požárním úseku garáží je parametr odvětrání (F_v) menší než $0,015 \text{ m}^2$, není v něm instalováno samočinné stabilní hasicí zařízení a je v něm více než polovina počtu stání podle tab. 1.2 téže normy, a to i v případech posuzovaných podle I.3.5 téže normy. Uvedená poznámka dále cituje, že samočinné požární odvětrávací zařízení může být instalováno i v jiných případech, než stanoví tento článek, např. z důvodu dosažení nižší hodnoty součinitele „c“. Samočinné odvětrávací zařízení u vícepodlažních podzemních garáží vyžaduje zpravidla zřízení odvětrávacích šachet; účinnost šachet je závislá na výšce a průřezové ploše šachet. V garážích může být spodní úroveň akumulací vrstvy níže, a to 1,9 m nad podlahou garáže. Vodorovné požární odvětrání do obvodových stěn je možné jen jako nucené odvětrání (elektrickými ventilátory), přičemž zplodiny hoření k těmto ventilátorům musí být většinou přiváděny potrubím tak, aby žádné místo nebylo od vyústky vzdáleno více než $6 h_s$ (měřeno půdorysným průmětem), kde h_s je světlá výška garáže. Provozní odvětrání garáže se za požární odvětrání nepovažuje.

2. Kdy vzniká požadavek na instalaci zařízení pro odvod kouře a tepla při požáru

Samočinné odvětrávací zařízení, které splňuje podmínky dané čl. 7.2.6, ČSN 73 0804, vyjadřující hodnotu Δc_3 podle tab. 4, tj. vyjadřuje vliv samo-

činného odvětrávacího zařízení, které zajišťuje odvod tepla a zplodin hoření po stanovenou dobu na principu přirozeného nebo nuceného odvětrání, popř. kombinací obou principů.

Se samočinným odvětrávacím zařízením se počítá jen v případech, kde zařízení působí na celé ploše posuzovaného požárního úseku, kromě prostorů bez požárního rizika a za těchto předpokladů:

a) odvětrávací zařízení je uvedeno do chodu impulsem z elektrické požární signalizace nebo z jiného stejně citlivého zařízení; čidla musí být umístěna v celém požárním úseku – v každé odvětrané sekci a zejména nad místy s nejvyšší pravděpodobností vzniku a šíření požáru; zpravidla jsou instalována čidla a zařízení reagující na výskyt kouře;

b) odvětrávací zařízení je funkční nejméně po dobu evakuace osob (resp. po dobu možného ohrožení osob účinky požáru), nebo do doby zásahu první jednotky; rozhodující je delší z obou dob, nejméně však 5 minut a nejvýše do okamžiku plně rozvinutého požáru v odvětrané sekci;

c) funkce odvětrávacího zařízení je samočinně signalizována do ohlašovacího požáru se stálou službou, odkud lze vznik požáru ohlásit přímým spojením nebo přes veřejnou telefonní síť na nejbližší jednotku provádějící zásah;

d) návrh odvětrávacího zařízení, zejména jeho postačující účinnost, se dokládá výpočtem, který zpravidla zahrnuje:

1. členění požárního úseku do odvětraných sekcí, pokud takové členění je nutné z důvodu velikosti půdorysné plochy požárního úseku a jeho světlé výšky; odvětrané sekce jsou odděleny stavebními konstrukcemi, nejméně závěsovými stěnami s odolností alespoň E 15 DP1,

2. podle požárního rizika stanovení množství uvolněného tepla sdíleného prouděním v časovém intervalu podle bodu b), přičemž se zohledňuje vliv samočinného stabilního hasicího zařízení,

3. stanovení hmotnosti zplodin hoření a kouře (nebo jejich objem) v kritických místech, nebo alespoň hmotnosti odváděných zplodin hoření a kouře vně objektu,

4. stanovení akumulární vrstvy zplodin hoření a kouře, aniž by spodní plocha této vrstvy byla níže než 2,5 m nad nejvýše umístěnou podlahou odvětrané sekce, po které se mohou pohybovat osoby při evakuaci; kromě akumulární vrstvy se v některých případech stanovuje i poloha neutrální roviny (např. u podtlakového odvětrání atrií); v případě hromadných garáží může být spodní plocha akumulární vrstvy nejnižší 1,9 m nad podlahou odvětrané sekce stání vozidel,

5. stanovení teploty zplodin hoření a kouře v různých výškových úrovních, nejméně však v akumulární vrstvě, kde se předpokládá jednotná – průměrná teplota; teplota v akumulární vrstvě musí být nejméně o 20 °C vyšší než je okolní vnitřní teplota, nejvýše však může dosahovat 550 °C; podle těchto teplot se stanoví tlakové poměry včetně vlivu větru,

6. stanovení velikosti přítokových ploch vzduchu a odtokových ploch zplodin hoření a kouře při přirozeném odvětrání, nebo výkonů a pracovních podmínek elektrických ventilátorů při nuceném odvětrání; vztah přítokových a odtokových ploch podstatně ovlivňuje pohyb plynů v odvětrané sekci a polohu neutrální roviny. Za přítokové plochy vzduchu do odvětrávané sekce mohou sloužit i dveře, vrata apod. vedoucí na volné prostranství či do prostoru, odkud může vzduch přitékat do sekce. Musí být však vždy zajištěno otevření těchto otvorů od začátku funkce požárního odvětrání (otevření odvětrávacích klapek apod.). Pokud těmito přítokovými otvory jsou požární uzávěry, musí být posouzeno z toho vyplývající riziko pro šíření požáru, jakož i systém uzavření těchto otvorů, pokud takové riziko zejména v době plně rozvinutého požáru vznikne. Je-li v posuzovaném požárním úseku vestavba tvořící samostatný požární úsek (či několik požárních úseků), posuzuje se vestavba z hlediska odvětrání samostatně. K vestavbě, která je součástí posuzovaného požárního úseku, se nemusí při návrhu samočinného odvětrávacího zařízení přihlížet, pokud v případě požáru ve vestavbě nedojde k toku zplodin hoření a kouře do ostatních prostor požárního úseku.

3. Musí být zařízení pro odvod kouře a tepla vždy instalováno, nebo existuje i jiné řešení?

Zařízení pro odvod kouře a tepla se vždy nemusí instalovat, musíme, ale vytvořit systém přirozeného požárního větrání, například anglických dvorků, které umožní splnění parametru odvětrání (F_o) o velikosti větší než 0,015 m², pak tento systém nemusíme instalovat. Parametr odvětrání (F_o v m^{1/2}) požárního úseku se stanoví podle rovnice 11, ČSN 73 0804:

$$F_o = \frac{\sum_{i=1}^j S_{oi} \cdot h_{oi}^{1/2}}{S_k} \quad (11)$$

kde

S_{oi} , h_{oi} je plocha v m² a výška v m i -tých otvorů v obvodových a střešních konstrukcích požárního úseku, podle 6.4.2 a 6.4.3;

S_k povrchová plocha stavebních konstrukcí v m², podle 6.4.4;

j počet otvorů.

Požární úseky, popř. jejich části, které ve smyslu 6.4.1 též normy nemají otvory a jsou odvětrány nepřímo (vzduchotechnickým zařízením, ventilačními průduchy apod.), se předpokládá $F_o = 0,005 \text{ m}^{1/2}$.

Do povrchové plochy stavebních konstrukcí ohraničujících požární úsek (S_k v m²) se započítávají plochy požárních stěn, stropů, podlah, střeš a obvodových stěn; nezapočítávají se plochy otvorů S_o .

4. Zařízení pro přirozený odvod kouře a tepla

Tento nejběžnější způsob odvětrání vychází z přirozeného vztaku plynů a je aplikovatelný u posledních nadzemních podlaží, tj. v případech, kde nad střechou či stropem s funkcí střechy odvětrané sekce je volné pro-

stranství, kam mohou plyny unikat. Existuje-li kolem vyšší zástavba, musí být posouzen vliv unikajících plynů na tuto zástavbu. Nejmenší aerodynamická plocha odvětrávacích klapek je 0,4 % půdorysné plochy odvětrávané sekce (A_k v m²); aerodynamická plocha zpravidla nepřekračuje 0,03 A_k .

5. Strojní zařízení pro odvod kouře a tepla

Jde o nucené odvětrání posledních nadzemních podlaží, tj. o stejné odvětrané sekce jako v H.2.1, kde však lze snížit akumulární vrstvu, a tím i závěsově stěny. Čím větší je počet ventilátorů, tím nižší může být akumulární vrstva, přičemž mezní stav je limitován podmínkou, aby ventilátor nebyl „podsáván“, tj. aby neodváděl vzduch místo kouřových plynů. Proto je větší počet menších ventilátorů vhodnější (kolem 5 m³.s⁻¹), než malý počet velkých ventilátorů (přes 10 m³.s⁻¹).

6. Sdružené větrání systému klasického VZT spolu se zařízením pro odvod kouře a tepla

Vzduchotechnické zařízení sloužící pro běžný provoz je ve většině případů oddělené od požárního odvětrání, i když z hlediska ovládnutí obě zařízení vyžadují vzájemnou koordinaci. Ta zpravidla spočívá jen ve vypnutí části vzduchotechniky v místě vzniku požáru, popř. ve vypnutí celé vzduchotechniky, jedná-li se o menší objekt. Vzduchotechnické zařízení téměř nikdy není schopno zajistit požární odvětrání, což je patrné z následujícího případu. Prostor s půdorysnou plochou 500 m², výšky 4 m a s pětina-sobnou výměnou vzduchu za hodinu má přítok vzduchu 2,8 m³.s⁻¹. Požární odvětrání téhož prostoru vyžaduje odtok 12 m³.s⁻¹ až 16 m³.s⁻¹, tedy pětikrát větší výměnu plynů. Mohou vzniknout případy, kdy lze třeba částečně využít vzduchotechnického zařízení např. pro přítok vzduchu či odtok plynů. To ale vyžaduje dvourychlostní ventilátory (tedy zvýšení výkonu), dimenzované na příslušnou teplotu plynů, přímý odtok plynů potrubím vně objektu, uzavření všech rozvodů, které by mohly šířit požár, požárně chráněné potrubí, jakož i synchronizaci vzduchotechnického zařízení s požárním odvětráním včetně zajištění dodávky elektrické energie při požáru. Jde-li jen o dodávku vzduchu, požadavky se zjednoduší.

Vzduchotechnické zařízení bez úprav nelze nikdy považovat za požární odvětrání sloužící pro odtok zplodin hoření a kouře, resp. pro odvod uvolněného tepla. Jak již bylo uvedeno, pohyb plynů vzniká rozdílem tlaku. Tak např. zvýšením dodávky vzduchu (a uzavřením odtoku vzduchu) do prostoru A se zvýší v tomto prostoru tlak, který brání proniku zplodin hoření a kouře z prostoru B do prostoru A. To je princip i přetlakového větrání chráněných únikových cest. K zabránění šíření zplodin hoření a kouře zejména u výškových stavebních objektů se využívá tohoto principu, kdy je v jednom či více podlažích (zpravidla nad ložiskem požáru) získán přetlak vzduchotechnickým zařízením. Zplodiny hoření a kouř buď unikají vně okny v obvodových stěnách, nebo jsou zřizovány průduchy (šachty) pro odtok plynů (a snížení přetlaku) z hořícího prostoru. Vzduchotechnické zařízení má v těchto případech funkci požárního odvětrání. Za přijatelný tlakový rozdíl se považuje +25 Pa, v případě instalace sprinklerů pak +12,5 Pa; tlakový rozdíl však nemá překročit hranici +100 Pa. Navrhování těchto případů vyžaduje podrobnou analýzu konkrétních podmínek, zejména vlivu větru, těsnosti konstrukcí (infiltrace), celistvosti obvodových stěn, polohy a těsnosti šachet atd. Požární odvětrání podzemních podlaží je zpravidla řešitelné jen odvětrávacích šachet, přičemž pokud není výška šachet dostatečná (více než 10 m), je nutné užít kombinace s elektrickými ventilátory. Tím se získá dostatečný tlakový rozdíl a rychlost toku zplodin hoření šachtami. Tlakový rozdíl v podzemním podlaží vytváří podtlak ve všech dotčených prostorách, takže je samočinně infiltrací přiváděn vzduch z nadzemních podlaží a tím je bráněno šíření zplodin hoření a kouře v objektu. To se týká především prvního a druhého podzemního podlaží. V některých případech však infiltrace nestačí zajistit požadované množství vzduchu a pak je nutné navrhovat přítok vzduchu samostatnými zařízeními (anglické dvorky, přítokové šachty či potrubí apod.). Nikdy však nelze vzduch tlačit elektrickými ventilátory do podzemního podlaží, neboť tím by

mohl vzniknout přetlak a zplodiny hoření by se jednak rozmísily a jednak by pronikaly mimo hořící prostor.

Je třeba si také uvědomit, že požadovaný přítok vzduchu není konstantní hodnotou a závisí na rozvoji a dynamice požáru zejména u přirozeného požárního odvětrání. Je obtížné usměrnit tok zplodin hoření a kouře tak, aby plyny protékaly pouze šachtami, jsou-li ve stropní konstrukci nad odvětrávanou sekci ještě jiné otvory (např. eskalátory).

7. Společné zásady pro navrhování požárního odvětrání stavebních objektů

Každé požární odvětrání je dimenzováno na určitý rozsah požáru, který označujeme jako „návrhový požár“. Cílem požárního odvětrání je usměrnit tok zplodin hoření a kouře tak, aby tyto plyny neohrožovaly osoby při evakuaci a zásahu. Současně jde o odvedení podstatného množství tepla vně objektu a snížení tepelného namáhání stavebních konstrukcí, jakož i omezení rozsahu hmotných ztrát. Požární odvětrání je buď přirozené (vztlakem horkých plynů), nebo nucené (elektrických odsávacích ventilátorů); kombinace obou systémů může být navržena jen na podkladě podrobného posouzení toku plynů. Požární odvětrání se týká hlavně prostorů s požárním rizikem a je zajišťováno samočinným odvětrávacím zařízením (SOZ). Kromě toho jsou požárně větrány i prostory bez požárního rizika, v nichž se nepředpokládá požár, jako jsou chráněné únikové cesty či jiné prostory. V tomto případě je cílem požárního odvětrání zabránění proniku zplodin hoření a kouře do těchto prostor. Dále uvedené zásady se převážně týkají samočinných odvětrávacích zařízení.

Návrhový požár je předpokládaný pravděpodobný rozvoj a průběh požáru v požárním úseku; pro požární odvětrání je zpravidla rozhodující etapa rozvoje požáru začínající okamžikem tepelného výkonu 1 kW, přičemž podíl tepla sdílený prouděním plynů (Q_1 v kW) je přibližně 0,65 celkového uvolněného tepla (Q_c v kW).

H.1.3 Množství uvolněného tepla závisí na:

a) požárním zatížením a charakteru hořlavých látek (p v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$, součinitel a);

b) době (t_r) pro kterou je návrhový požár určován, což je nejméně časový interval mezi zjištěním vzniku požáru a ukončením evakuace, nebo zahájením hasebního zásahu; rozhodující je delší časový interval, nejméně však 5 minut; do časového intervalu evakuace se započítává i doba mezi vznikem požáru a začátkem evakuace, nejméně 90 sekund v případě instalace EPS;

c) součinnosti samočinného stabilního hasicího zařízení, pokud v posuzovaném prostoru existuje (SHZ omezuje rozsah požáru a tím i množství uvolněného tepla, popř. limituje množství uvolněného tepla maximální hodnotou bez ohledu na časový interval).

Základní prostorovou jednotkou, pro kterou se požární odvětrání navrhuje, je odvětraná sekce. Každý požární úsek zahrnuje jednu či více odvětrávacích sekcí.

Odvětraná sekce je stavebně vymezený prostor za účelem zabránění šíření tepla a kouře (zplodin hoření) uvnitř požárního úseku (či objektu) mimo odvětranou sekci. Zplodiny hoření pod stropem nebo střechou tvoří akumulaci vrstvy s přirozeným vztlakem (tento vztlak však v některých případech nemusí být dostatečný vzhledem k negativnímu působení větru či nízkému teplotnímu rozdílu plynů).

Odvětraná sekce je ohraničena buď stěnami na celou výšku prostoru, nebo jen závěsovou stěnou bránící šíření zplodin hoření a kouře (akumulaci vrstvy) mimo odvětranou sekci. Požární odolnost závěsových stěn je E 15 DP1. Výška akumulaci vrstvy (h_k v m) s přirozeným systémem odvětrání je nejméně 0,2 h_v a zpravidla nebývá volena vyšší než 0,5 h_v , kde

h_v je výška prostoru (od podlahy popř. od úrovně nahodilého požárního zatížení k ose odvětrávacích klapek). Půdorysnou plochu odvětrané sekce (A_k v m^2) se doporučuje volit v rozmezí $(2 h_v)^2$ až $(6 h_v)^2$, přičemž v konkrétním řešení mohou být i odchylky od těchto doporučených hodnot. Pokud je h_v větší než 8 m až 10 m, doporučuje se volit půdorysnou plochu odvětrané sekce nejvýše $(4 h_v$ až $5 h_v)^2$ tak, aby odvětraná sekce nepřekročila půdorysnou plochu 2000 m^2 , výjimečně 2500 m^2 (plochy A_k mohou být u nuceného požárního odvětrání i větší).

Zjednodušeně lze předpokládat, že u přirozeného systému odvětrání je poloha neutrální roviny přibližně na spodní úrovni akumulaci vrstvy. U nuceného odvětrání elektrických sacích ventilátorů je poloha neutrální roviny v podstatě nezávislá na akumulaci vrstvě. Přirozený systém odvětrání vychází z rozdílu hmotnosti plynů a rychlost proudění (tok) plynů je určena vztlakem.

Spodní úroveň závěsových stěn musí být nejméně v úrovni spodní plochy akumulaci vrstvy, nebo níže. Závěsové stěny musí být těsné a dotažené až ke spodní ploše stropní konstrukce či střešního pláště. Jako závěsových stěn lze využít i průvlaků, vazníků apod., jsou-li tyto celistvé. Pokud stavební konstrukce (průvlak, vazník, trámy) vytvářejí rastr polí, který brání volnému pohybu plynů, musí být zajištěn odtok plynů z každého takového pole. Závěsové stěny mohou být i mobilní (svinovací).

Poznámka: Neutrální rovina může mít i jinou polohu než spodní úroveň akumulaci vrstvy a potom i vztlaková výška je ωh_k .

U všech systémů požárního odvětrání musí existovat rovnováha mezi přítokem vzduchu do odvětrané sekce ($\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$) a odtokem zplodin hoření a kouře. To znamená, že se posuzují jak přítokové, tak odtokové plochy v odvětrané sekci, přičemž jejich vzájemný poměr definuje tlakové poměry a tím i polohu neutrální roviny. Lze zohlednit i infiltraci vzduchu stavebními konstrukcemi do odvětrané sekce. Přítok vzduchu do odvětrané sekce je třeba umísťovat co nejnižší u podlahy sekce (zpravidla do úrovně 2 m nad podlahou), avšak mohou být i jinak umístěné přítokové plochy vzduchu, což je však nutno podrobně posoudit; přítok vzduchu nesmí vést k nestabilitě toku zplodin hoření a kouře.

Obecně platí tyto závislosti:

- s požárním zatížením, součinitelem a , dobou t_r roste intenzita požáru a tím i množství tepla sdíleného prouděním (Q_1);
- se zvětšujícím se rozdílem výšek ($h_v - h_k$) roste objem plynů, které musí být odvedeny vně objektu, přičemž klesá jejich teplota (T_g °C) a tím i roste požadovaná plocha odvětrávacích klapek, či požadovaný výkon ventilátorů s elektrickým pohonem apod.;
- se zvětšujícím se výškou akumulaci vrstvy (h_k) a teplotou plynů v akumulaci vrstvě (T_g) roste vztlak;
- plynů a tím klesá požadovaná aerodynamická (tj. čistá či ideální) plocha klapky (totéž platí pro průřez odvětrávacích šachet);
- účinnost klapky závisí na jejich konstrukci a poloze a vyjadřuje ji poměr aerodynamické a geometrické plochy (stavební rozměr otvoru), který se pohybuje od 0,5 až do 0,75, běžně kolem 0,65; odvětrávací klapky jsou certifikovanými výrobky a údaj o účinnosti každé klapky je jedním z hlavních parametrů;
- působením samočinného stabilního hasicího zařízení (sprinklerů) klesá množství uvolněného tepla i teplota plynů, takže klesá i vztlak a rychlost proudění plynů odvětrávacími otvory; v důsledku toho SHZ nemusí vždy vést ke zmenšení odvětrávacích otvorů;
- nucené požární odvětrání je obecně spolehlivější než přirozené požární odvětrání zejména v případech nízkého vztlaku, kdy vliv větru (se kterým je třeba zpravidla počítat) může svými účinky přesáhnout přirozený vztlak;
- při návrhu požárního odvětrání je vhodné vytvářet podmínky, kdy unikající osoby postupují proti přítoku vzduchu;

i) pro požární odvětrání je vždy vhodnější větší počet menších odvětrávacích otvorů než malý počet velkých otvorů; totéž platí i pro nucené odvětrání elektrickými ventilátory.

Akumulační vrstva odvětrané sekce musí mít svoji spodní plochu nejméně 2,5 m nad podlahou, na níž se mohou pohybovat osoby při evakuaci. Tento údaj se vztahuje zejména k prostorům se světlou výškou cca 3,5 m až 4,0 m. Je-li světlá výška větší, pak spodní plocha akumulací vrstvy se doporučuje ve výši 3 m apod., resp. nejméně v úrovni 0,5 h_v apod.

Součinnost SHZ (sprinklerů, popř. vodních clon) a požárního odvětrání je třeba vždy pečlivě zvážit, neboť přílišná intenzita SHZ může vést ke značnému zchlazení zplodin hoření a kouře (např. pod 50 °C); tyto plyny se stanou nestabilní, takže přirozené odvětrání nemusí být vůbec funkční (totéž platí o stratifikační vrstvě pod střešním pláštěm). Opačně může dojít k nežádoucímu ovlivnění sprinklerového hasičího systému opožděným otevřením hlavíc apod. Pro běžné provozy shromažďovacích prostorů (mimo prodejní provozy posuzované jako sklady) zpravidla postačuje dodávka vody 2,5 mm až 5 mm za minutu, přičemž požár obvykle nepřekročí rozsah 9 otevřených sprinklerových hlavíc. Při součinnosti SHZ lze proto předpokládat, že požár dosáhne určitého tepelného výkonu, který se s dobou t , dále nezvyšuje. Někdy se předpokládá teplota zplodin hoření a kouře shodná s otevírací teplotou sprinklerových hlavíc (90 až 140 °C).

8. Co najdeme v ČSN 73 0810, požární bezpečnost – společná ustanovení k problematice zařízení pro odvod kouře a tepla

Zařízení pro odvod kouře a tepla

10.1.1 Zařízení pro odvod kouře a tepla je součástí požárně bezpečnostních zařízení ve stavebních objektech, jejichž cílem je snížit riziko vzniku a šíření požáru v objektu, jakož i minimalizovat ohrožení osob a majetku účinky požáru. Instalace tohoto zařízení musí být zajištěna alespoň v případech stanovených v normách řady ČSN 73 08..

Poznámka: Zařízení pro odvod kouře a tepla, které je v normách řady ČSN 73 08.. definováno jako samočinné odvětrávací zařízení (SOZ), zajišťuje zejména v počáteční fázi požáru odtok zplodin hoření a kouře, jakož i odvod uvolněného tepla, a tím se:

- zlepšují podmínky evakuace osob,
- zlepšují podmínky zásahu požárních jednotek,
- snižuje tepelné namáhání stavebních konstrukcí,
- snižují přímé i následné škody na zařízení a vybavení objektů způsobené horkými plyny, kouřem apod.

Každý návrh tohoto zařízení musí proto vycházet z konkrétních podmínek odvětrávaného prostoru (odvětrávaného požárního úseku), zejména jeho požárního rizika, geometrických tvarů, doby evakuace osob, doby do zásahu požárních jednotek atd. Návrh zařízení pro odvod kouře a tepla navazuje na požárně bezpečnostní řešení stavebního objektu a tvoří jeho součást.

Pro klasifikaci zařízení pro odvod kouře a tepla je připravována EN 13501-4. Ustanovení této statě odpovídá návrhu EN. Požadavky na jednotlivé výrobky, z nichž jsou sestavována zařízení

10.1.2 Každý požárně odvětrávaný požární úsek zahrnuje jednu nebo více kouřových sekcí, označených v ČSN 73 0802 jako odvětrávané sekce. Kouřová sekce je základní jednotkou, pro kterou je navrhováno zařízení na odvod kouře a tepla. V požárním úseku, kde je více kouřových sekcí, jsou tyto sekce vzájemně odděleny kouřovými přepážkami – stavebními konstrukcemi (kouřovými závěsovými stěnami, příčkami, plnostěnnými vazníky apod.) a to tak, aby zplodiny hoření, kouř a sdílené teplo se nešířily mimo sekci, ve které probíhá požár. Oddělující stavební konstrukce (kouřové přepážky) umožňují vytvářet akumulací vztlakové vrstvy horkých plynů.

10.1.3 Zařízení pro odvod kouře a tepla se navrhuje pro jednotlivé kouřové sekce podle zásad uvedených v 6.6.7 a příloze H ČSN 73 0802:2000, nebo 7.2.6 ČSN 73 0804:2002; pouze v těchto případech lze zohlednit pozitivní účinky tohoto odvětrání v požárním hodnocení požárních úseků či stavebních objektů (viz součinitel c v normách řady ČSN 73 08..., ČSN 65 0201 apod.).

Poznámka: Zařízení pro odvod kouře a tepla je aktivováno po kouřových sekcích na podkladě impulsu čidel EPS a po vyhodnocení konkrétních podmínek (zejména ve vztahu k samočinnému stabilnímu hasičímu zařízení – pokud je v posuzovaném požárním úseku instalováno; samočinné odvětrávací zařízení je aktivováno nezávisle na SHZ v pasážích apod., kde je primární evakuace osob). Pokud návrh (výpočet) zařízení na odvod kouře a tepla neodpovídá výše citovaným ustanovením ČSN, nelze zahrnout součinitel c do hodnocení požárního rizika, mezních velikostí požárních úseků, únikových cest apod. Při výpočtu je možné užít technické předpisy 4 v návaznosti na ČSN 73 0802 a ČSN 73 0804.

10.1.4 Zařízení pro odvod kouře a tepla se navrhuje na přirozený nebo na nucený odtok kouře a tepla. Přirozený odvod kouře a tepla je založen na vztlaku teplejších plynů s nejmenším rozdílem proti teplotě okolního vzduchu alespoň 20 °C. Nucený odvod kouře a tepla je založen na odtoku plynů elektrickými ventilátory. V obou případech jde o počáteční fázi požáru, zpravidla před plošným rozšířením požáru na většinu půdorysné plochy požárního úseku (před flashover).

Poznámka: Odtok horkých plynů a přítok vzduchu je obvykle řešen:

- přirozeným odtokem plynů a přítokem vzduchu, nebo
- přirozeným odtokem plynů a nuceným přítokem vzduchu, přičemž musí být zajištěno, že přítokem vzduchu nedojde k rozmísení kouře v kouřové sekci a popř. v požárním úseku, nebo
- nuceným odtokem plynů a přirozeným přítokem vzduchu.

Pokud jsou voleny jiné varianty, musí být podrobně analyzovány z hlediska možných toků horkých plynů, kouře, přiváděného vzduchu a celkových tlakových poměrů v odvětrávané části požárního úseku, popř. v celém objektu.

10.1.5 S ohledem na tepelné namáhání tohoto zařízení se odtékající horké plyny člení podle své teploty T :

u přirozeného odtoku

- aa) $T \leq 300$ °C, které dosáhnou do 5 minut, nebo
- ab) 300 °C < $T \leq 600$ °C, které dosáhnou do 5 minut, nebo
- ac) $T > 600$ °C, které dosáhnou v době delší než 10 minut s přírůstkem teploty 0,9 až 1,1 K.s⁻¹

Podle tohoto členění se navrhuje zařízení pro přirozený odvod kouře a tepla zejména kouřové (odvětrávací) klapy, viz 10.5.1,

- b) u nuceného odtoku
- ba) $T \leq 200$ °C, které dosáhnou za 5 až 10 minut; nebo
- bb) 200 °C < $T \leq 300$ °C, které dosáhnou za 5 až 10 minut; nebo
- bc) 300 °C < $T \leq 400$ °C, které dosáhnou za 5 až 10 minut; nebo
- bd) 400 °C < $T \leq 600$ °C, které dosáhnou za 5 až 10 minut; nebo
- be) $T > 600$ °C, reprezentativní teplota je 842 °C.

Podle tohoto členění se navrhuje zařízení pro nucený odvod kouře a tepla (zejména elektrické ventilátory – viz 10.6).

Poznámka: Zařízení pro odvod kouře a tepla, které sleduje zlepšené podmínky evakuace osob a zásahu požárních jednotek, je obvykle v limitech bodů aa), ba), bb), výjimečně bodů ab), bc). Zařízení, které sleduje i další cíle (např. snížená tepelná namáhání konstrukcí, viz 4.8) je spíše v limitech bodů ac) a bd). Předpokládá se, že teploty odtékajících horkých plynů jsou shodné s teplotami plynů v akumulací vrstvě posuzované kouřové sekce.

10.1.6 Přirozené i nucené odtoky kouře a tepla mají zařízení na odtoky horkých plynů vně objektu řešené:

- přímo ve střešní či stropní nebo v jiné konstrukci (střešní kouřové klapky, elektrické ventilátory), aniž by k tomu bylo třeba potrubních systémů, nebo
- potrubními systémy (dále jen potrubí), popř. šachet, které ústí vně objektu a slouží pro:
- ba) jednu nebo více kouřových sekcí v jednom požárním úseku, popř. jako pomocné zařízení v jedné kouřové sekci (sběrné potrubí), nebo
- bb) pro více požárních úseků s jednotlivými kouřovými sekcemi.

Poznámka: Sběrné potrubí horkých plynů má zpravidla v rámci kouřových sekcí horizontální polohu, přičemž toto potrubí buď pokračuje ve vertikálním směru, nebo je zaústěno do odvětrávacích šachet (viz ČSN EN 1366-8). Potrubí či šachty mohou procházet dalšími požárními úseky a považují se proto v těchto případech za samostatné požární úseky.

10.1.7 Zařízení zajišťující odvod kouře a tepla musí svými komponenty odpovídat článkům 10.2 až 10.6.

Potrubí pro odvod kouře a tepla

10.2.1 Potrubí pro odvod kouře a tepla se klasifikuje podle vztahu na požární úseky:

- potrubí pro odvod kouře a tepla z více požárních úseků se klasifikuje Elmulti. Podle stupně požární bezpečnosti požárních úseků, kterými potrubí prochází, se stanoví klasifikační třída požární odolnosti potrubí, a to pro I. až V. stupeň požární bezpečnosti Elmulti 30, v ostatních případech Elmulti 60. Potrubí pro odvod kouře a tepla z jednoho požárního úseku, které však dále vede jinými požárními úseky, se klasifikuje shodně jako podle bodu a) třídou Elmulti 30 nebo Elmulti 60. Potrubí pro odvod kouře a tepla z jednoho požárního úseku, aniž by dále prostupovalo jinými požárními úseky, se klasifikuje podle předpokládané teploty odváděných horkých plynů do 300 °C jako E300 single, nebo přes 300 °C jako E600 single; za postačující se považuje třída E 30, a to bez ohledu na stupeň požární bezpečnosti požárního úseku, v němž se potrubí nachází.

Poznámka: Požární odvětrání je podmíněno přítokem minimálního množství vzduchu do kouřové sekce. Pokud tento přítok vzduchu je zajišťován potrubím, navrhuje se toto potrubí podle ČSN 73 0872 jako vzduchotechnické potrubí, resp. jako potrubí ventilačních systémů (viz 9.1.1 a). Potrubí ventilačních systémů podle 9.1.1 b) může být variantně užito i pro odtok horkých plynů pro požární odvětrání za předpokladu, že potrubí a navazující zařízení současně odpovídá požadavkům podle kapitoly 10 této normy.

10.2.2 U potrubí podle 10.2.1 nemusí být označena ve stavebních – požárních výkresech a zprávách poloha potrubí („ve“, „ho“) a lze předpokládat také stejnou požární odolnost potrubí, bez ohledu na jeho sklon. Ve všech případech podle 10.2.1 musí být zajištěna stabilita potrubí nejméně po dobu požární odolnosti celého potrubního systému.

Poznámka: Tlakové rozdíly užívané při zkouškách (500, 1 000, 1 500 Pa) značně převyšují skutečné poměry (50 až 250 Pa), takže potrubní systém ověřený pro 500 Pa nebo s menším tlakovým rozdílem lze považovat pro odvod horkých plynů za vyhovující.

Kouřové klapky v potrubí

10.3.1 Kouřové klapky v potrubí se hodnotí ve vztahu k poloze a funkci potrubí (viz 10.2.1), v němž jsou osazeny, a tím i ve vztahu k požárním úsekům:

Kouřové klapky v potrubí sloužící pro odvod kouře a tepla z více požárních úseků (ať již jednotlivé požární úseky mají jednu či více kouřových sekcí) se hodnotí Elmulti. Požární odolnost kouřových klapek je stejná jako po-

trubí, v němž se klapky nacházejí (Elmulti 30 nebo Elmulti 60). Pokud se kouřová klapka nachází na rozhraní potrubí rozdílných požárních odolností, navrhuje se kouřová klapka Elmulti 60. Kouřové klapky v potrubí, kterým se odvádí kouř a teplo jen z jednoho požárního úseku, které však dále vede jinými požárními úseky (bez vyústek do těchto úseků), se hodnotí shodně jako podle bodu a) třídou Elmulti 30 nebo Elmulti 60. Kouřové klapky v potrubí, kterým se odvádí kouř a teplo z jednoho požárního úseku, aniž by potrubí dále prostupovalo jinými požárními úseky, se hodnotí bez ohledu na teplotu odváděných plynů E600 single. Za postačující se považuje třída E (E600 single 30), a to bez ohledu na stupeň požární bezpečnosti požárního úseku, v němž se potrubí nachází.

Poznámka: Podle bodu c) jsou kouřové klapky v potrubí navrženy buď jen z důvodu uzavření potrubí v podmínkách běžného provozu, nebo v případech, kde požární úsek má více kouřových sekcí a kde tyto klapky oddělují jednotlivé sekce mezi sebou, resp. jednotlivé větve potrubí.

10.3.2 Odpovídající poloha kouřových klapek v potrubí (zavřená či otevřená) musí být zajištěna samočinně po vzniku požáru v kouřové sekci. Doporučuje se současné lokální manuální ovládání těchto klapek zpravidla z prostoru požárního úseku, v němž jsou klapky umístěny.

Poznámka: Pokud jedno potrubí slouží pro odvětrání více požárních úseků a zejména úseků s větším počtem kouřových sekcí, musí být činnost klapek programována pro variantní možnosti vzniku požáru, zpravidla ve vazbě na elektrickou požární signalizaci.

10.3.3 Klasifikace kouřových klapek v potrubí může být doplněna značkami specifikujícími další vlastnosti těchto klapek.

Tyto značky označují např.:

- klapky v potrubí pro jeden či více požárních úseků (viz 10.2.1 c) – single, 10.2.1 a), b) – multi),
- vertikální či horizontální polohu klapek s případnou další specifikací,
- tlakový rozdíl, pro který je klapka vhodná (např. do 500 Pa),
- systém aktivace klapek, a to AA samočinný, AM manuální,
- směr působení vyšších teplot na klapku (i → o, i ← o, i ↔ o apod.).

Poznámka: V technických zprávách požární ochrany a v navazující výkresové dokumentaci se doplňujících symbolů užívá jen v případě specifických (nikoliv běžných) požadavků, např. pro tlakový rozdíl 1 000 Pa.

Kouřové přepážky

10.4.1 Kouřové přepážky se hodnotí jako samostatný výrobek na kritérium vlastností D600, zachování stability při působení těchto teplot. Bez ohledu na stupeň požární bezpečnosti požárního úseku, v němž je kouřová přepážka, postačuje třída D600 30, popř. D600 60, pokud ostatní zařízení podle 10.2 až 10.6 jsou navržena na dobu 60 minut.

Poznámka: Kouřové přepážky jsou v normách řady ČSN 73 08 označeny jako závěsové stěny nebo kouřové závěsové stěny.

10.4.2 Kouřové přepážky oddělující jednotlivé kouřové sekce v rámci požárního úseku mohou tvořit příčky uvnitř požárního úseku, plnostěnné vazníky a jiné nosné části střešních konstrukcí či střešních plášťů, pokud vykazují alespoň požární odolnost E 15 DP1. Kouřové přepážky mohou být pevné nebo pohyblivé. Kouřové přepážky mají co nejtěsněji doléhat k jiným stavebním konstrukcím zajišťujícím členění požárního úseku do kouřových sekcí; plocha případných spár či jiných netěsností by neměla přesáhnout 3 % plochy kouřové přepážky.

Zařízení pro přirozený odvod kouře a tepla

10.5.1 Střešní či stěnové (odvětrávací) klapky sloužící pro přirozený odtok horkých plynů se hodnotí podle teplot plynů a stanovuje se třída výrobků:

- B300 30 pro teploty podle 10.1.5 aa);

- ❑ B600 30 pro teploty podle 10.1.5 ab);
- ❑ Bč 30 pro teploty podle 10.1.5 ac).

Zařízení pro nucený odvod kouře a tepla

10.6.1 Elektrické ventilátory sloužící pro nucený odtok horkých plynů se hodnotí podle teplot plynů a stanovuje se třída výrobků:

- ❑ F200 120 pro teploty plynů podle 10.1.5 ba)
- ❑ F300 60 pro teploty plynů podle 10.1.5 bb)
- ❑ F400 90 nebo 120 pro teploty plynů podle 10.1.5 bc)
- ❑ F600 60 pro teploty plynů podle 10.1.5 bd)
- ❑ F842 30 pro teploty plynů podle 10.1.5 be)

Poznámka: Označení ventilátoru např. F300 60 značí, že ventilátorem mohou odtékat horké plyny teploty do 300 °C po dobu 60 minut. ■

Poznámky recenzenta:

1. V kapitole 1 uvedená norma ČSN 73 6059 (platnost od 1997) již neplatí pro čerpací stanice pohonných hmot. Změnou Z2 (platnost od září 2006) této normy bylo určeno, že pro projektování čerpacích stanic platí ČSN 73 6060 – Čerpací stanice pohonných hmot.

2. V kapitole 4 jsou citovány dva číselné normativní údaje (jde o přepis článku H.2.1 přílohy H, normy ČSN 73 0802 : 2000). Jeden se vztahuje k nejmenší aerodynamické ploše odvětrávacích klapek 0,4% půdorysné plochy odvětrávané sekce A_k u přirozeného zařízení pro odvod kouře a tepla aplikovatelného v posledních nadzemních podlažích. Druhý údaj uvádí, že aerodynamická plocha pro tento případ aplikace zpravidla nepřekračuje 0,03 A_k . Tyto číselné hodnoty nelze nikdy paušálně použít pokud nejsou doloženy podrobným výpočtem projektanta, který prokáže správnou a trvalou funkci požárního odvětracího zařízení za všech venkovních teplotních, tlakových i větrných podmínek. V současné době je již opuštěn někdejší zjednodušující přístup, že velikost odvětracích ploch (střešních klapek) může být odvozena od půdorysné plochy odvětrávané sekce, protože taková závislost neexistuje.

3. V kapitole 6 je doslovně ocitován normativní příklad větrání prostoru s půdorysnou plochou 500 m², výšky 4 m a s pětinasobnou výměnou vzduchu za hodinu, což při běžném provozním větrání představuje průtok vzduchu 2,8 m³.s⁻¹. Dále se zde uvádí, že požární odvětrání téhož prostoru vyžaduje odtok 12 m³.s⁻¹ až 16 m³.s⁻¹, tedy pětikrát větší výměnu plynů. Pomineme-li zde užívanou terminologii („průtok“ vzduchu, „odtok“, výměna plynů), nenacházíme pro uvedený průtok požárního větrání žádné konkrétní zadání (návrhový požár atd.), podle kterého by byly uvedené hodnoty ověřitelné. Méně zkušené projektanty může přiklad „svádět“ k zjednodušujícím závěrům. Hlavní sdělení normativního příkladu je třeba vidět především v upozornění na skutečnost, že průtoky požárního větrání bývají několikanásobně vyšší než běžné větrání téhož prostoru. V praxi se vyskytují i případy, kdy jde dokonce o řádově odlišné průtoky.

4. V kapitole 7 je citován normativní článek (jde o přepis článku H.1.5 přílohy H, normy ČSN 73 0802:2000), ve kterém je uvedeno, že u přirozeného systému odvětrání lze zjednodušeně předpokládat, že poloha neutrální roviny je přibližně na spodní úrovni akumulací vrstvy. Toto tvrzení není správné, neutrální rovina se nachází vždy uvnitř akumulací vrstvy odváděného kouře.

5. Závěrečná poznámka se týká poznatku, který by měli čtenáři rovněž vnímat. Technické normy ČSN jsou všeobecně uznávanými technickými specifikacemi. Jsou to předpisy, které však není možné aplikovat slepě. Jsou to užitečná, kvalifikovaná a platná doporučení, nikoli příkazy. Občas jsou v nich, stejně jako v kterémkoli jiném dokumentu, neúmyslné nepřesnosti, překlepy, chyby nebo překonané poznatky související s pokrokem technického poznávání. Proto je dobré při používání norm postupovat s rozmyslem a citem.

Ing. Stanislav Toman

* DEUS 21 upravuje dešťovou i odpadní vodu

Projekt decentralizované úpravy dešťové vody i odpadních vod z domácností uvedli loni, po dvouletém ověřování, do provozu v Knittlingenu u Pforzheimu v Bádensku-Württembersku. S novou technologií se využívá všech zdrojů vod ke zlepšování infrastruktury zásobování malých obcí.

Na území asi 100 stavebních pozemků s novou výstavbou se svádí dešťová voda do podzemních zásobníků, nejmodernější filtrační technikou se upravuje a vrací obyvatelům jako užitková voda v jakosti pitné vody. Odpadní vody jsou svedeny vakuovou kanalizací do vodárny a vyčištěny anaerobní technikou na pitnou vodu. Pitná voda z místního vodovodu se bere jen na pití a vaření.

Autorem modelového projektu DEUS 21 (Dezentrales urbanes Infrastruktur-System) je Fraunhoferův ústav Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik (IGB), Stuttgart, se spoluprací systémového projektanta Fraunhoferova ústavu Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe, a za podpory 2 mil. € od Spolkového ministerstva pro vzdělání a výzkum.

Srdcem zařízení je vodárna, dvoupodlažní stavba jednoduché dřevěné konstrukce, v níž je umístěna technologie pro filtraci dešťové vody, vakuová stanice kanalizace a anaerobní bioreaktory pro čištění odpadních vod.

Dešťová voda ze sídliště se svádí vlastními kanály do podzemní nádrže objemu 300 m³. Odtud se odebírá do vodárny ke zpracování na rotačních filtrech Bellmer s keramickými deskovými membránami o střední velikosti pórů 0,06 μm, jimiž neprojdou bakterie ani viry. Vyčištěná voda se vrací zvláštním rozvodem jako užitková voda jakosti pitné vody dle standardu TVO a slouží k mytí, praní, splachování toalet, mytí nádobí a zalévání. Dešťová voda je měkká, nevyžaduje změkčovací prostředky, neusazuje vodní kámen a šetří pračky i myčky.

Veškeré odpadní vody z domácností se sbírají ve sběrači a odtud vedou vakuovou kanalizací do vakuové stanice vodárny. Výhodou vakuových kanalizací ve splachování (známých např. z letadel) je nízká spotřeba vody, pouhých 10 %, jak již poznali ve Skandinávii nebo v Japonsku, kde je hodně rozšířená. Další výhodou jsou menší průměry a tloušťka kanalizačních potrubí s nižší hmotností a spotřebou kanalizační litiny, příp. nahrazenou plasty.

Odpadní vody se po hrubém předčištění biologicky čistí v anaerobním bioreaktoru o objemu 2,5 m³, postačujícím pro potřeby 50 obyvatel. O další bioreaktory je vodárna rozšiřitelná podle potřeby. Bioreaktor pracuje bez přístupu vzdušného kyslíku a při teplotě okolí v celém průběhu čištění. To je novinkou, na rozdíl od běžných procesů, kde se aerobní procesy užívají aspoň na dočištění. Při anaerobním procesu se tvoří méně biomasy, prakticky nevzniká téměř žádný kal, odpadají náklady na provzdušňování bioreaktoru a vzniká více bioplynu jako směs metanu a CO₂. Náplň bioreaktoru se míchá bioplynem. Spalování bioplynu nejenže pokrývá potřebu energie a tepla vodárny, ale vylepšuje ekonomiku prodejem přebytku proudu do sítě. Po biologickém čištění následuje mikrofiltrace, která oddělí namnožené bakterie, vracející se do reaktoru a vodu jako filtrát.

Vyčištěná voda má nízké hodnoty biologické spotřeby kyslíku pod 60 mg.l⁻¹ (dosahuje zpravidla ca. 30 mg.l⁻¹) a neobsahuje prakticky žádné organické látky. Obsahuje pouze fosfáty a čpavkový dusík. Fosfáty se zpracují vysrážením na fosforečnan amonno-hořečnatý, čpavek se regeneruje na iontoměničím vzduchem a zachycuje jako síran amonný. Z obou se získává cenné hnojivo. Voda je vhodná k zalévání, ke koupání a k vypouštění do veřejných toků.

Ukázkovou koncepci využívání dešťové vody a zařízení projektu DEUS 21 nyní čeká provoz na zabydlovaném sídlišti s rostoucím počtem obyvatel. Během toho se bude zařízení optimalizovat i pro komerční využití v oblastech chudých na zdroje vody a pro rozvojové země. K první zahraniční aplikaci dochází v Brazílii.

Pramen: Výroční zpráva 2006 Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik (IGB), Stuttgart, 2007

(AB)