	<p><b>Protipožiarna bezpečnosť stavieb Zariadenie na odvod tepla a splodín horenia Zásady navrhovania</b></p>	<p><b>ATN® 001</b></p>
---	---	------------------------

Fire safety engineering – Smoke and heat exhaust ventilation system – Design rules

Táto ATN® bola vypracovaná Asociáciou pasívnej požiarnej ochrany Slovenskej republiky.

This ATN® was prepared by Slovak Association for passive fire protection.

## OBSAH

Predhovor.....	6
1 Predmet .....	8
2 Citované technické normy.....	8
3 Termíny, definície, skratky a symboly.....	9
3.1 Termíny, definície .....	9
3.2 Skratky.....	11
3.3 Symboly .....	11
4 Zariadenie na odvod tepla a splodín horenia.....	15
4.1 Všeobecne.....	15
4.2 Ochrana zdravia a života .....	16
4.3 Riadenie teploty dymu .....	16
4.4 Pomoc záchranným zložkám pri zdolávaní požiarov .....	16
4.5 Ochrana majetku.....	17
4.6 Aplikácie ZOTSH .....	17
5 Všeobecné zásady navrhovania ZOTSH.....	17
5.1 Odporúčania .....	17
5.2 Aktivácia .....	18
5.3 Napájanie.....	18
5.4 Vzájomné použitie prirodzeného a núteného vetrania .....	18
5.5 Postupnosť aktivácie ZOTSH .....	19
5.6 Vplyv rôznych dymových úsekov v stavbe.....	19
5.7 Súčinnosť sprinklerového SHZ a ZOTSH .....	19
5.8 Dokumentácia.....	20
5.9 Spôsoby vetrania ZOTSH.....	22
5.10 Dymové zábrany.....	23
5.11 Potrubie ZOTSH .....	23
5.12 Dymové klapky.....	27
5.13 Šachty.....	28
5.14 Vonkajšie vplyvy .....	29
5.15 Objemové vzplanutie a spätné vzplanutie.....	30

<b>5.16</b>	Inštalácia, prevádzkovanie a servis .....	30
<b>6</b>	Všeobecné zásady navrhovania .....	31
<b>6.1</b>	Základný návrh požiaru.....	31
<b>6.2</b>	Dym priamo vstupujúci do zásobníka dymu.....	33
<b>6.3</b>	Dym vstupujúci do príslušného priestoru .....	35
<b>6.4</b>	Pohyb dymu smerom k zásobníku dymu .....	38
<b>6.5</b>	Zásobník dymu a ventilátory .....	39
<b>6.6</b>	Prívod vzduchu .....	41
<b>6.7</b>	Podhľady.....	42
<b>6.8</b>	Návrh výkonu požiaru $Q_f$ .....	44
<b>7</b>	Výpočty .....	47
<b>7.1</b>	Výpočet ZOTSH v jednopodlažnom priestore .....	47
<b>7.2</b>	Výpočet ZOTSH vo viacpodlažnom priestore .....	54
<b>7.3</b>	Výpočet ZOTSH v skladových priestoroch a výrobných stavbách .....	64
<b>7.4</b>	Výpočet ZOTSH v garáži .....	66
<b>Príloha A – Postup výpočtu ZOTSH v jednopodlažnom priestore.....</b>		<b>68</b>
<b>Príloha B – Postup výpočtu ZOTSH vo viacpodlažných priestoroch.....</b>		<b>70</b>
<b>Príloha C – Postup výpočtu ZOTSH v skladových a výrobných stavbách.....</b>		<b>73</b>
<b>Literatúra.....</b>		<b>76</b>

## Obrázky

<b>Obrázok 1</b>	– Porovnanie zadymenia s použitím a bez použitia ZOTSH.....	16
<b>Obrázok 2</b>	– Umiestnenie klapiek a kompenzátorov .....	26
<b>Obrázok 3</b>	– Príklad tesnenia prestupu potrubia .....	27
<b>Obrázok 4</b>	– Potrubie ZOTSH vedené cez dva požiarne úseky .....	27
<b>Obrázok 5</b>	– Šachty ZOTSH.....	28
<b>Obrázok 6</b>	– Vplyv vetra na ZOTSH.....	30
<b>Obrázok 7</b>	– Najväčšia vzdialenosť od odsávacieho miesta .....	33
<b>Obrázok 8</b>	– Návrh dymového úseku v jednopodlažnom priestore .....	34
<b>Obrázok 9</b>	– Návrh dymového úseku vo viacpodlažnom priestore .....	36
<b>Obrázok 10</b>	– Umiestnenie pomocného ventilátora v priestore s väčšou hĺbkou .....	37
<b>Obrázok 11</b>	– Pridržiavaný oblak dymu.....	38
<b>Obrázok 12</b>	– Voľný oblak dymu .....	38
<b>Obrázok 13</b>	– Dostatočná šírka balkóna .....	39

<b>Obrázok 14</b> – Nedostatočná šírka balkóna .....	39
<b>Obrázok 15</b> – Priestor s podhľadom bez perforácie .....	43
<b>Obrázok 16</b> – Priestor s perforovaným podhľadom .....	43
<b>Obrázok 17</b> – Vzduchová komora .....	43
<b>Obrázok 18</b> – Fázy rozvoja požiaru .....	45
<b>Obrázok 19</b> – Typická krivka rozvoja požiaru .....	45
<b>Obrázok 20</b> – Príklad posúdenia veľkosti priestoru .....	49
<b>Obrázok 21</b> – Vplyv umiestnenia ventilátorov na $M_{crit}$ .....	52
<b>Obrázok 22</b> – ZOTSH s použitím potrubného rozvodu .....	23
<b>Obrázok 23</b> – Vetrание bez použitia ZOTSH .....	55
<b>Obrázok 24</b> – Vetrание s použitím ZOTSH .....	55
<b>Obrázok 25</b> – Dymové usmerňovače .....	55
<b>Obrázok 26</b> – Viac konceptov ZOTSH .....	55
<b>Obrázok 27</b> – Átrium ohraničené požiarne deliacimi konštrukciami (Odolná trubica) .....	55
<b>Obrázok 28</b> – Uzavreté átrium priestorovo oddelené od jednotlivých podlaží sklom bez požiarnej odolnosti .....	55
<b>Obrázok 29</b> – Otvorené átrium bez oddelenia od priestoru jednotlivých podlaží .....	55
<b>Obrázok 30</b> – Určenie súčiniteľa vplyvu prievlaku $c_d$ .....	57
<b>Obrázok 31</b> – Šírka a výška otvoru po zrútení priečelia priestoru ohrozeného požiarom .....	58
<b>Obrázok 32</b> – Vplyv prievlaku pod stropom .....	58
<b>Obrázok 33</b> – Určenie vzdialenosti dymových usmerňovačov .....	59
<b>Obrázok 34</b> – Určenie výšky vzostupu dymu .....	60
<b>Obrázok 35</b> – Návrh ZOTSH metódou Poreh a kol. ....	61
<b>Obrázok 36</b> – Typ priestoru na výpočet metódou Thomas a kol. (1987) .....	62
<b>Obrázok 37</b> – Vzostup dymu v átriu .....	62
<b>Obrázok 38</b> – Rozdiel hmotnostného toku spodín horenia na jeho začiatku a konci v priestore .....	63
<b>Obrázok 39</b> – Odvod dymu cez prázdny priestor v stropnej konštrukcii pasáže .....	63
<b>Obrázok 40</b> – Impulzné (podávacie) ventilátory .....	66
<b>Obrázok 41</b> – Nútené vetranie cez šachty .....	67
 <b>Tabuľky</b>	
<b>Tabuľka 1</b> – Definované hodnoty na návrh požiaru .....	32
<b>Tabuľka 2</b> – Najmenšia výška bez dymu v únikovej ceste .....	35
<b>Tabuľka 3</b> – Hodnoty konvektívneho tepelného toku .....	38
<b>Tabuľka 4</b> – Korekčný súčiniteľ prívodného otvoru .....	42

**Tabuľka 5** – Súčinitele rozvoja sprinklerovaného požiaru .....46

**Tabuľka 6** – Najmenšie a najväčšie hodnoty *HRR*.....47

**Grafy**

**Graf 1** – Rozvoj sprinklerovaného požiaru v závislosti na čase .....46

**Graf 2** – Obvod prázdneho priestoru 64 m, 32 m a 22 m .....64

## Predhovor

ATN® je technickou špecifikáciou obsahujúcou uznané technické pravidlá podľa 1.5 v EN 45020, ktorej účelom a cieľom je poskytnutie návodu na návrh, realizáciu a kontrolu v technickej oblasti uvedenej v predmete konkrétnej ATN®. ATN® môže byť vhodným podkladom na dobrovoľné zaviazanie sa k činnostiam v technickej oblasti v rámci zmluvných vzťahov, ako technicky záväzné riešenie pri zadaní súťažných podmienok a výbere dodávateľa.

Cieľovou skupinou na používanie ATN® sú autorizovaní architekti, inžinieri, projektanti, špecialisti požiarnej ochrany, stavbyvedúci, zhotovitelia, investori, správcovia, orgány dozoru, poisťovatelia stavieb a technologických zariadení v súlade s platnými právnymi predpismi. Riešiteľ alebo kolektív riešiteľov ATN® vyvinuli maximálne úsilie, aby ATN® obsahovala najaktuálnejšie technické riešenia problematiky na základe najnovšieho poznania v oblasti vedy a stavu techniky.

ATN® nie je regulovaná platným národným právom<sup>1)</sup> ani právom EÚ<sup>2)</sup> v oblasti normalizácie, ktoré upravujú práva a/alebo povinnosti vo vzťahu k vydávaniu, distribúcii a ochrane technických špecifikácií. ATN® preto neporušuje práva a povinnosti vo vzťahu k iným vydávaným technickým špecifikáciám, osobitne neporušuje práva a povinnosti týkajúce sa zákazu šírenia a rozmnožovania či preberania obsahu iných technických špecifikácií, naopak poskytuje aktuálne technické riešenia, ktoré nie sú obsiahnuté v iných technických špecifikáciách. Odkazy na iné technické špecifikácie uvedené v ATN® majú indikatívny charakter a používajú sa spravidla v prípade, ak príslušné ustanovenie ATN® spresňuje alebo rozširuje technické riešenia vo vzťahu k technickej špecifikácii, na ktorú sa odkazuje.

ATN® je spracovaná tak, aby bola zachovaná plná konformita s platnými právnymi predpismi Slovenskej republiky, najmä s dôrazom na určenie požiadaviek projekčných a realizačných postupov pri zohľadnení požiadaviek ochrany zdravia a životného prostredia. ATN® je považovaná za odbornú technickú špecifikáciu, ktorá obsahuje totožnú, ak nie prísnejšiu úroveň požiadaviek, ktoré sa nachádzajú v obdobných technických špecifikáciách, preto je rovnako vhodná na použitie a aplikáciu, tak ako technické špecifikácie, na ktoré sa odkazujú platné právne predpisy.

Asociácia pasívnej požiarnej ochrany SR je vlastníkom všetkých autorských práv k zverejneným ATN®. ATN® je možné použiť výlučne na účel určený v jej predmete, pričom ATN®, resp. jej podstatné časti nie je možné bez súhlasu autorov využiť na komerčné šírenie a rozmnožovanie za účelom dosiahnutia zisku. Pri použití informácií získaných z ATN®, je používateľ povinný uviesť Asociáciu pasívnej požiarnej ochrany Slovenskej republiky ako zdroj informácií, pričom takto použité informácie nesmú byť pozmeňované.

Asociácia pasívnej požiarnej ochrany SR nezodpovedá za prípadné škody, ktoré by mohli vzniknúť v dôsledku akéhokoľvek, najmä nie však výlučne nesprávneho, či inak nevhodného použitia ATN® v praxi. Návody a postupy uvedené v ATN® je možné aplikovať len odborne spôsobilou osobou schopnou posúdiť obsah, ako aj uskutočnenie navrhovaného technického riešenia. Správnosť ponúkaného technického riešenia sa musí osvedčiť odborne spôsobilou osobou pre každý jeden aplikovaný prípad (ad hoc).

Pripomienky k obsahu ATN® sú vítané na kontaktných miestach generálneho sekretariátu Asociácie pasívnej požiarnej ochrany SR.

Snahou Asociácie pasívnej požiarnej ochrany SR je v ATN® uvádzať priebežné zmeny v súvisiacich právnych predpisoch, čo môže viesť k častejšej aktualizácii príslušnej ATN®. Z toho dôvodu sa odporúča používateľom ATN®, aby pri uvádzaní odkazu na príslušnú ATN® uvádzali tento odkaz ako datovaný s uvedením roku a mesiaca jej vydania napr. ATN® 00X: 2016-12.

## Súvisiace právne predpisy

[1] Zákon č. 314/2001 Z. z. o ochrane pred požiarimi v znení neskorších predpisov

---

1) Zákon č. 60/2018 Z. z. o technickej normalizácii v znení neskorších predpisov

2) Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 1025/2012 z 25. októbra 2012 o európskej normalizácii.

- [2] zákon č. 133/2013 Z. z. o stavebných výrobkoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- [3] vyhláška Ministerstva vnútra Slovenskej republiky č. 94/2004 Z. z., ktorou sa ustanovujú technické požiadavky na protipožiarnu bezpečnosť pri výstavbe a pri užívaní stavieb v znení neskorších predpisov
- [4] vyhláška Ministerstva vnútra Slovenskej republiky č. 121/2002 Z. z. o požiarnej prevencii v znení neskorších predpisov
- [5] vyhláška Ministerstva práce, sociálnych vecí a rodiny Slovenskej republiky č. 508/2009 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci s technickými zariadeniami tlakovými, zdvíhacími, elektrickými a plynovými a ktorou sa ustanovujú technické zariadenia, ktoré sa považujú za vyhradené technické zariadenia v znení neskorších predpisov

### **Zmeny oproti predchádzajúcej ATN®**

V nadväznosti na novú legislatívnu prax odkazovania sa na technické špecifikácie v právnych predpisoch zavedenú v roku 2025, bola upravená časť Predhovor.

### **Vypracovanie normy**

Riešiteľ: Ing. Tomáš Krchnák, [tomas.krchnak@sk.coltgroup.com](mailto:tomas.krchnak@sk.coltgroup.com), tel: +421 917 840 596

Technická a formálna korektúra: Ing. František Gilian, [gilian@firei.sk](mailto:gilian@firei.sk), tel: +421 907 811 926

## 1 Predmet

Táto ATN® obsahuje odporúčania a pokyny na návrh a zhotovenie zariadení na odvod tepla a splodín horenia. Je určená na rôzne typy stavieb ako sú:

- jednopodlažné stavby;
- viacpodlažné stavby;
- sklady a výrobné stavby;
- stavby garáží a pod.

Táto ATN® neobsahuje žiadne odporúčania na zdolávanie požiarov.

Na účel tejto ATN® je použitý termín „dym“ podľa definície 3.1.4, ktorý je podľa STN EN ISO 13943 definovaný vo význame „viditeľná časť splodín horenia“. Väčšina výrobkov (komponentov) a častí zariadenia na odvod tepla a splodín horenia sa označuje prídavným menom „dymový“ napr. dymový úsek, dymová zábrana, a dymová klapka. Z uvedeného dôvodu a z dôvodu zjednodušenia textu je použitý termín „dym“ v určitých prípadoch vo význame „teplo a sploidy horenia“.

## 2 Citované technické normy

STN EN 12101-1 Zariadenia na odvod tepla a splodín horenia Časť 1: Zábrany proti šíreniu splodín horenia

STN EN 12101-2 Zariadenia na odvod tepla a splodín horenia Časť 2: Zariadenia na odvod tepla a splodín horenia s prirodzeným odsávaním

STN EN 12101-3 Zariadenia na odvod tepla a splodín horenia Časť 3: Požiadavky na odsávacie ventilátory tepla a splodín horenia

TNI CEN/TR 12101-4 Zariadenia na odvod tepla a splodín horenia. Časť 4: Inštalované vetracie systémy na odvod tepla a splodín horenia

TNI CEN/TR 12101-5 Zariadenia na odvod tepla a splodín horenia. Časť 5: Návod na hodnotenie funkčných požiadaviek a výpočtové postupy pre vetracie systémy na odvod tepla a splodín horenia

STN EN 12101-7 Zariadenia na odvod tepla a splodín horenia. Časť 7: Úseky potrubí na odvod splodín horenia

STN EN 12101-8 Zariadenia na odvod tepla a splodín horenia. Časť 8: Dymové klapky

STN EN ISO 13943 Požiarna bezpečnosť. Slovník (ISO 13943: 2008)

Súbor STN 92 0201 Požiarna bezpečnosť stavieb

STN 92 0203 Požiarna bezpečnosť stavieb. Trvalá dodávka elektrickej energie pri požiari

STN EN 1366-1 Skúšanie požiarnej odolnosti prevádzkových zariadení. Časť 1: Vzduchotechnické potrubia

STN EN 1366-8 Skúšanie požiarnej odolnosti prevádzkových zariadení. Časť 8: Potrubia na odvod splodín horenia

STN EN 1366-9 Skúšky požiarnej odolnosti prevádzkových zariadení. Časť 9: Potrubia na odvod splodín horenia z jedného požiarneho úseku

STN EN 13501-4 + A1 Klasifikácia požiarnej odolnosti stavebných výrobkov a prvkov stavieb. Časť 4: Klasifikácia využívajúca údaje zo skúšok požiarnej odolnosti prvkov zariadení na odvod splodín horenia (Konsolidovaný text)

### 3 Termíny, definície, skratky a symboly

#### 3.1 Termíny a definície

V tejto technickej norme sa používajú tieto termíny a definície:

**3.1.1 voľná aerodynamická plocha** (angl. **aerodynamic free area**): teoreticky určená účinná plocha prúdenia dymu (súčin geometrickej plochy klapky a **výtokového súčiniteľa** 3.1.36)

[STN EN 12101-2 definícia 3.1.2, modifikovaná]

**3.1.2 átrium** (angl. **atrium**): uzavretý priestor, ktorý nemusí byť nevyhnutne vertikálne uzavretý prechádzajúci cez dve alebo viac podlaží

**3.1.3 automatická aktivácia** (angl. **automatic activation**): uvedenie do činnosti bez priameho ľudského zásahu

[STN EN 12101-2 definícia 3.1.4]

**3.1.4 dym** (angl. **smoke**): zmes **spodín horenia** (3.1.26) a **uvoľneného tepla** (3.1.30) pri požiari

[STN EN ISO 13943 definícia 4.293, modifikovaná]

**3.1.5 zábrana proti šíreniu spodín horenia (dymová zábrana)** (angl. **smoke barrier**): zábrana na obmedzenie šírenia dymu a horúcich plynov z požiaru, ktorá tvorí časť ohraničenia **zásobníka spodín horenia (zásobníka dymu** 3.1.7), alebo sa používa ako usmerňujúca clona (**dymový usmerňovač** 3.1.8), alebo clona voľnej hrany

[STN EN 12101-7 definícia 3.10, modifikovaná]

**3.1.6 dymový úsek** (angl. **smoke area**): uzavretý priestor ohraničený stavebnými prvkami s požadovanou požiarou odolnosťou, s cieľom zabrániť rozšíreniu dymu v dymovom úseku v požadovanom čase

POZNÁMKA. – Požiarna odolnosť zaisťuje celistvosť a dymotesnosť dymových zábran

**3.1.7 zásobník spodín horenia (zásobník dymu)** (angl. **smoke reservoir**): priestor v stavbe vymedzený alebo ohraničený zábranami proti šíreniu spodín horenia (dymovými zábranami), alebo stavebnými prvkami tak, aby sa zadržala tepelne vzostupná vrstva spodín horenia v prípade požiaru

[STN EN 12101-7 definícia 3.18, modifikovaná]

**3.1.8 dymový usmerňovač** (angl. **smoke rectifier**): **dymová zábrana** (3.1.5) na usmernenie pohybu dymu

**3.1.9 hrúbka vrstvy dymu**: zvislá vzdialenosť od stredu odvetrávacieho komponentu po spodnú hranu vrstvy dymu

**3.1.10 jednopodlažný priestor** (angl. **single storey mall**): priestor, v ktorom je dym priamo nasmerovaný do zásobníka dymu, ktorý sa nachádza nad požiarom

**3.1.11 konvektívny tepelný tok** (angl. **convective heat flux**): celková prenesená tepelná energia plynov prúdením za jednotku času

**3.1.12 malý priestor**: priestor s najväčšou šírkou rovnajúcou sa 5-násobku priemeru navrhovaného požiaru a prívod vzduchu je možný len z jedného smeru

**3.1.13 mezanín**: medziposchodie medzi podlahou a stropom miestnosti

**3.1.14 nesprinklerovaný priestor** (angl. **no sprinkler**): priestor bez stabilného hasiaceho zariadenia

**3.1.15 nešpecifikovaný priestor**: priestor, v ktorom nie je presne definované výpočtové požiarne zaťaženie a súčiniteľ horľavých látok, ani druh a typ skladovaných alebo vyrábaných materiálov

**3.1.16 objemové vzplanutie** (angl. **flashover**): prechod medzi fázami požiaru do stavu, keď je celý povrch horľavých materiálov v uzavretom priestore zachvátený požiarom

[STN EN ISO 13943 definícia 4.156, modifikovaná]

**3.1.17 odsávacie miesto:** miesto, v ktorom dochádza k odsávaniu dymu z priestoru (ukončenie potrubia, ventilátor, klapka a pod.)

**3.1.18 nasávanie vzduchu s dymom (angl. plugholing):** nežiaduci jav vyskytujúci sa v prípade, ak je vrstva dymu príliš slabá vzhľadom k výkonu použitých ventilátorov

POZNÁMKA. – Účinnosť ventilátorov sa môže znižovať tým, že nasávajú súčasne vzduch s dymom.

**3.1.19 pasáž (angl. mall):** krytý, spravidla komunikačný priestor v stavbe spájajúci dva alebo viac priestorov, najčastejšie obchodných jednotiek v nákupnom centre

**3.1.20 potrubie na odvod spodín horenia (potrubie na odvod dymu) (angl. smoke control duct):** potrubie na odvod tepla a spodín horenia (dymu) počas požiaru, spĺňajúce požadovanú požiaru odolnosť

POZNÁMKA. – Potrubie môže prechádzať cez zvislé steny alebo vodorovné stropné konštrukcie.

[STN EN 12101-7 definícia 3.12 a 3.16 modifikovaná]

**3.1.21 potrubie na kombinované použitie:** potrubie určené na rozvod alebo odvod vzduchu a súčasne určené na odvod tepla a spodín horenia počas požiaru, spĺňajúce určitú požiaru odolnosť

**3.1.22 požiarly úsek (angl. fire compartment):** ohraničený priestor, ktorý môže byť delený; od susedných priestorov je oddelený požiarlymi prekážkami (požiarlymi konštrukciami)

POZNÁMKA. – V právnom predpise [3] sa uvádza iná definícia tohto termínu.

[STN EN ISO 13943 definícia 4.102, modifikovaná]

**3.1.23 prázdny priestor (angl. void):** otvorený priestor v stropnej alebo v podlahovej konštrukcii

**3.1.24 pridržovaný oblak dymu (angl. adhered plumes alebo single side):** stúpajúci dym, do ktorého je vzduch primiešavaný len v jednom smere

**3.1.25 rýchlosť uvoľňovania tepla [angl. heat release rate (HRR)]:** rýchlosť produkcie tepelnej energie pri horení

**3.1.26 spätné vzplanutie (angl. backdraft):** prudké horenie plameňom zapríčinené náhlym privedením vzduchu do obmedzeného priestoru s nedostatkom kyslíka, v ktorom sa nachádzajú horúce produkty nedokonalého horenia

POZNÁMKA. – V niektorých prípadoch tieto podmienky môžu viesť k výbuchu.

[STN EN ISO 13943 definícia 4.21, modifikovaná]

**3.1.27 splodiny horenia (angl. fire effluent):** všetky plyny a aerosóly (vrátane uvoľnených častíc) vytvorené horením alebo pyrolýzou v ohni

[STN EN ISO 13943 definícia 4.105, modifikovaná]

**3.1.28 sprinklerovaný priestor:** priestor s použitím stabilného hasiaceho zariadenia

**3.1.29 špecifikovaný priestor:** priestor, v ktorom je presne definované výpočtové požiarne zaťaženie a súčiniteľ horľavých látok, alebo aspoň druh skladovaných materiálov a druh prevádzky

**3.1.30 ustálený stav veľkosti požiaru (angl. steady state fire size):** návrhový požiar predstavujúci najväčší predpokladaný požiar, pri ktorom zariadenie na odvod tepla a spodín horenia dokáže udržať predpokladaný výkon požiaru a tvorbu dymu v rovnovážnom stave

POZNÁMKA. – Väčšinou má návrhový požiar tvar štvorca alebo obdĺžnika.

**3.1.31 uvoľnené teplo (angl. heat release):** tepelná energia, ktorá sa uvoľňuje pri horení

POZNÁMKA. – Typickou jednotkou je joul (J).

[STN EN ISO 13943 definícia 4.176, modifikovaná]

**3.1.32 veľký priestor:** priestor, ktorého najväčšia šírka v metroch je väčšia ako 5-násobok priemeru navrhovaného požiaru a prívod vzduchu je možný z viacerých smerov

**3.1.33 viacpodlažný priestor (angl. multi storey mall):** priestor, z ktorého je dym odvádzaný do vedľajšieho priestoru, ktorý má spravidla väčšiu výšku ako priestor ohrozeným požiarom a zásobník dymu sa tvorí v tomto priestore

**3.1.34 výška uloženia skladovaných materiálov:** najväčšia výška, ktorú dosahujú skladované materiály

**3.1.35 voľný oblak dymu (angl. free plums alebo double sides):** stúpajúci dym, do ktorého je vzduch primiešavaný vo viacerých smeroch

**3.1.36 výtokový súčiniteľ (angl. coefficient of discharge):** pomer aktuálnej prietokovej rýchlosti meranej v špecifických podmienkach k teoretickej prietokovej rýchlosti ventilátora  $C_v$  alebo prívodného otvoru  $C_i$

**3.1.37 vzduchová komora (angl. plenum chamber):** vzduchová medzera medzi zníženým pohľadom a konštrukciou stropu v miestnosti

## 3.2 Skratky

V tejto ATN® sa používajú tieto skratky:

CFD model	–	Computational Fluid Dynamics (počítačový model dynamiky plynov)
EPS	–	Elektrická požiarňa signalizácia
ESFR	–	Sprinklerové SHZ s rýchlou odozvou
HRR	–	Rýchlosť uvoľňovania tepla
NFPA	–	National Fire Protection Association (Národná asociácia ochrany pred požiarom v USA)
PBS	–	Požiarňa bezpečnosť stavby
PTZ	–	Požiarnotechnické zariadenie
SDK	–	Sadrokartón
SHZ	–	Stabilné hasiace zariadenie
TDEE	–	Trvalá dodávka elektrickej energie pri požiaru
VZT	–	Vzduchotechnika
ZOTSH	–	Zariadenia na odvod tepla a splodín horenia

## 3.3 Symboly

V tejto ATN® sa používajú tieto symboly

$A_{ci}C_{ci}$	$m^2$	Voľná aerodynamická plocha pohľadu
$A_f$	$m^2$	Plocha požiaru
$A_iC_i$	$m^2$	Voľná aerodynamická plocha potrebná na odvod dymu alebo prívod vzduchu
$A_{res}$	$m^2$	Plocha zásobníka dymu

$A_{roof}$	$m^2$	Plocha strechy, na ktorej dochádza ku styku s dymom
$A_v$	$m^2$	Pôdorysná plocha dymového úseku
$A_v C_v$	$m^2$	Voľná aerodynamická plocha odvodu dymu
$A_{vn} C_{vn}$	$m^2$	Voľná aerodynamická plocha odvodu dymu
$A_{vtot} C_{ekvivalent}$	$m^2$	Ekvivalentná voľná aerodynamická plocha odvodu dymu
$a$	-	Súčiniteľ horľavých látok (určuje špecialista požiarnej ochrany)
$a_n$	-	Súčiniteľ horľavých látok pre náhodné požiarne zaťaženie (určuje sa podľa STN 92 0201-1)
$C_m$	-	Súčiniteľ vplyvu prívodu vzduchu
$C_{pom}$	-	Pomer medzi prívodom a odvodom (najväčší pomer 1:3)
$c$	$J.kg^{-1}.K^{-1}$	Špecifická tepelná kapacita splodín horenia (odporúča sa použiť hodnotu 1,3)
$c_e$	$kg.s^{-1}.m^{-5/2}$	Súčiniteľ veľkosti dymového úseku
$C_d$	-	Súčiniteľ vplyvu prievlaku
$D_B$	m	Hrúbka vrstvy dymu pod balkónom
$D_f$	m	Priemer požiaru
$D_v$	m	Charakteristický rozmer ventilátora (klapky)
$D_w$	m	Hrúbka vrstvy dymu vstupujúca do pasáže
$d_l$	m	Hrúbka zásobníka dymu
$g$	$m.s^{-2}$	Gravitačné zrýchlenie
$H$	m	Výška dymového úseku
$HRR$	$kW.m^{-2}$	Rýchlosť uvoľňovania tepla
$HRR_s$	$kW.m^{-2}.m^{-1}$	Rýchlosť uvoľňovania tepla v sklade
$h_{cd}$	$W.m^{-2}.K^{-1}$	Súčiniteľ zostupného teplotného prenosu (odporúčaná hodnota 10)
$h_f$	m	Výška uloženia skladovaných materiálov
$h_o$	m	Výška otvoru (po zrútení priečelia medzi priestorom a pasážou)
$h_r$	m	Výška vzostupu dymu
$h_s$	m	Priemerná svetlá výška dymového úseku
$k_c$	-	Podiel tepla zdieľaný prúdením dymu
$k_p$	-	Redukčný súčiniteľ toku v potrubí
$k_v$	$MW^{-0.5}.s^{-1}$	Parameter dynamiky rozvoja požiaru

$L$	m	Vzdialenosť dymových usmerňovačov
$L_p$	m	Dĺžka potrubia
$M_B$	kg.s <sup>-1</sup>	Hmotnostný tok splodín horenia pod balkónom
$M_{crit}$	kg.s <sup>-1</sup>	Kritický hmotnostný tok splodín horenia
$M_l$	kg.s <sup>-1</sup>	Hmotnostný tok splodín horenia
$M_{lp}$	kg.s <sup>-1</sup>	Hmotnostný tok splodín horenia v potrubí
$M_n$	kg.s <sup>-1</sup>	Hmotnostný tok splodín horenia
$M_w$	kg.s <sup>-1</sup>	Hmotnostný tok splodín horenia vstupujúcich do pasáže
$\delta m$	kg.s <sup>-1</sup>	Rozdiel hmotnostného toku splodín horenia na jeho začiatku a konci v priestore ovplyvnený vzduchom unášaným do strán okrajov dymu
$m_l$	kg.s <sup>-1</sup>	Hmotnostný tok splodín horenia – neredukovaný [len pri metóde Thomas a kol. (1998)]
$N$	-	Najmenší počet odvetrávacích komponentov
$P$	m	Obvod požiaru
$p_v$	kg.m <sup>-2</sup>	Výpočtové požiarne zaťaženie (určí špecialista požiarnej ochrany)
$Q_f$	kW	Konvektívny tepelný tok
$q_f$	kW.m <sup>-2</sup>	Konvektívny tepelný tok vzťahnutý na 1 m <sup>2</sup>
$T_{amb}$	K	Teplota vzduchu pri okolitej teplote
$T_B$	K	Teplota dymu pod balkónom
$T_l$	K	Teplota dymu v zásobníku dymu
$T_{spr}$	K	Teplota aktivácie SHZ
$t$	s	Čas rozvoja požiaru
$t_u$	min	Predpokladaný času evakuácie osôb
$t_v$	s	Čas prízjazdu hasičskej jednotky
$\bar{\tau}$	min	Pravdepodobný čas trvania požiaru
$\tau_e$	min	Ekvivalentný čas trvania požiaru
$U$	W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup>	Súčiniteľ prestupu tepla cez strechu
$V_{ci}$	m <sup>3</sup>	Vzduchový objem tečúci cez jednotlivé štrbiny v podhlade
$V_l$	m <sup>3</sup>	Vzduchový objem potrebný na odvedenie dymu
$v$	m.s <sup>-1</sup>	Rýchlosť vzduchu v prírodnom otvore (nesmie prekročiť hodnotu 5 m.s <sup>-1</sup> )

$W_m$	m	Šírka miestnosti
$w_o$	m	Šírka otvoru (po zrútení priečelia medzi priestorom a pasážou)
$w_B$	m	Šírka balkóna
$Y$	m	Vrstva bez dymu
$\gamma$	[kW.s <sup>-2</sup> ]	Súčiniteľ rozvoja sprinklerovaného požiaru
$\Theta_B$	°C	Zvýšenie teploty vrstvy dymu pod balkónom oproti okolitej teplote
$\Theta_{corr}$	°C	Zvýšenie teploty vrstvy dymu oproti okolitej teplote (so zohľadnením ochladenia dymu)
$\Theta_I$	°C	Zvýšenie teploty vrstvy dymu oproti okolitej teplote - navrhované (okolitá teplota je 20 °C)
$\Theta_{L,calc}$	°C	Zvýšenie teploty vrstvy dymu oproti okolitej teplote - vypočítané
$\rho$	kg.m <sup>-3</sup>	Hustota horúceho vzduchu vo výške $h_r$
$\rho_{amb}$	kg.m <sup>-3</sup>	Hustota vzduchu pri okolitej teplote (okolitá teplota je 20 °C)

## 4 Zariadenie na odvod tepla a splodín horenia

### 4.1 Všeobecne

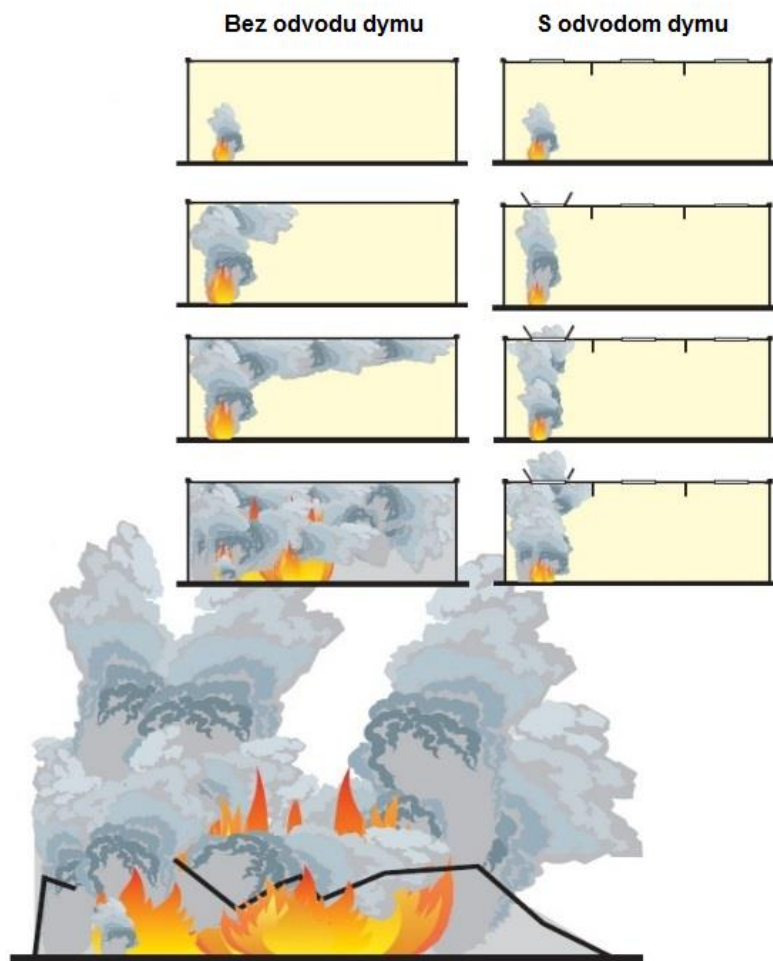
Zariadenie na odvod tepla a splodín horenia (ďalej len „ZOTSH“) je požiarotechnické zariadenie a musí sa navrhovať v súlade s právnymi predpismi [1], [3] a [4], so zohľadnením požiadaviek požiarnej bezpečnosti vyplývajúcich zo súboru STN 92 0201.

Cieľom odvodu dymu je v prípade požiaru vytvorenie vrstvy bez dymu a odvedenie dymu z miesta zasiahnutého požiarom. ZOTSH sa používa na:

- zníženie teploty v menších výškach tým, že spôsobuje prisávanie studeného vzduchu k miestu požiaru, čím pomáha znížiť riziko rozšírenia požiaru prenesením na materiály s nižšou teplotou vznietenia (zamedzenie vzniku objemového vzplanutia) a udržuje chladný priestor na potreby hasičského zásahu;
- zníženie škôd vzniknutých pri zásahu tým, že zasahujúci hasiči sú schopní sa priblížiť k ohnisku požiaru na takú vzdialenosť, z ktorej môžu hasiaci vodný prúd použiť efektívnejšie;
- udržanie oblasti čistého vzduchu na únikových cestách, čím sa zlepšujú podmienky na evakuáciu osôb a znižuje sa riziko paniky;
- zníženie teploty vo väčších výškach, čím sa znižuje riziko zrútenia strešnej konštrukcie.

Účinnosť ZOTSH závisí od:

- teploty dymu;
- veľkosti požiaru;
- voľnej aerodynamickej plochy klapiek na ZOTSH alebo vzduchovom výkone ventilátorov na nútené vetranie,
- poveternostných vplyvov;
- veľkosti, geometrie a umiestnení otvorov na prívod vzduchu;
- veľkosti, geometrie a umiestnení zásobníka dymu;
- času aktivácie požiarotechnických zariadení;
- dispozičného riešenia stavby, tepelných poistiek a charakteristiky dymu.



Obrázok 1 – Porovnanie zadymenia s použitím a bez použitia ZOTSH

#### 4.2 Ochrana zdravia a života

Spôsob ochrany zdravia a života spočíva vo vytvorení vrstvy bez dymu pod pohybujúcou sa vrstvou dymu pod stropom. Návrh ZOTSH sa používa na ľahšie určenie únikovej cesty v rovnakom požiarom úseku ako je požiar. ZOTSH sa navrhuje buď s prirodzeným alebo s núteným vetraním.

#### 4.3 Riadenie teploty dymu

Teplota pod pohybujúcou sa vrstvou dymu nesmie presiahnuť kritickú hodnotu, aby osoby unikajúce z požiarneho úseku neboli ohrozené teplotou a tak bola zabezpečená evakuácia osôb. ZOTSH je možné navrhovať na zníženie teploty v priestore ohrozenom požiarom. Navrhuje sa napr. v miestach obchodných galérií, kde nie sú presklenia s požiarovou odolnosťou, ktoré by sa vplyvom teploty mohli deformovať a ohroziť unikajúce osoby. Týmto spôsobom je možné navrhovať aj postupnú evakuáciu v stavbe, keďže vplyvom ZOTSH sa dá znížiť teplota v priestore a tým riadiť tepelné namáhanie konštrukcií.

#### 4.4 Pomoc záchranným zložkám pri zdolávaní požiarov

ZOTSH sa navrhuje aj na potreby záchranných zložiek pri hasení požiarov. Vplyvom ZOTSH sa tvorí vrstva čistého vzduchu nad podlahou a pohybujúca sa vrstva dymu pod stropom. Tento efekt je možné využiť na rýchlejšie lokalizovanie a zdolávanie požiaru v priestore. ZOTSH taktiež pomáha pri riadení a vykonávaní evakuácie z priestoru ohrozeného požiarom.

#### 4.5 Ochrana majetku

ZOTSH chráni aj majetok, keďže umožňuje rýchlejšiu zásah záchranných zložiek a znižuje teplotu dymu, ktorá priamo vplyva na materiály v priestore ohrozenom požiarom.

#### 4.6 Aplikácie ZOTSH

ZOTSH vytvára a udržiava úroveň čistého vzduchu pod vrstvou dymu a tým:

- a) udržiava únikové cesty čisté bez dymu,
- b) uľahčuje zásah záchranným zložkám,
- c) znižuje možnosť prenosu požiaru na iný požiarový úsek,
- d) zabezpečuje ochranu majetku a zariadení,
- e) znižuje tepelné účinky na konštrukcie,
- f) znižuje škody spôsobené vplyvom požiaru.

ZOTSH sa používa v stavbách, ktorých rozmery sú väčšie a je potrebné kontrolovať šírenie dymu.

Typickými stavbami sú:

- jednopodlažné a viacpodlažné obchodné pasáže;
- veľké predajné priestory;
- jednopodlažné a viacpodlažné výrobné stavby a sprinklerované sklady;
- átriá a komplexy stavieb;
- kryté garáže;
- schodiská;
- tunely;
- divadlá.

## 5 Všeobecné zásady navrhovania ZOTSH

Šírenie dymu v stavbe závisí od vlastností splodín horenia, ako aj od tvaru stavby a tlakových pomerov v stavbe a mimo nej. ZOTSH je preto závislé aj od umiestnenia stavby vzhľadom na poveternostné podmienky v danej lokalite. V prípade návrhu ZOTSH je potrebné vziať do úvahy umiestnenie stavby, tvar a rozmery stavby, ako aj vonkajšie vplyvy a vzhľadom k tomu zvoliť vhodný výpočet odvodu dymu.

Vznik požiaru a jeho rozvoj v danom priestore je ovplyvnený viacerými faktormi:

- požiarne charakteristika materiálov;
- množstvo horľavých materiálov;
- vzájomné pôsobenie materiálov;
- poloha materiálu vzhľadom k priestoru, stenám, stropu atď.;
- prítomnosť resp. prístup kyslíka;
- prítomnosť a efektívnosť zariadení na potlačanie rozvoja požiaru napr. SHZ.

### 5.1 Odporúčania

Pri návrhu ZOTSH je potrebné vziať do úvahy tieto zásady:

- a) v projektovej dokumentácii sa musí presne definovať účel návrhu:
  - 1) zabezpečenie ochrany únikových ciest,
  - 2) zabezpečenie ochrany majetku,
  - 3) zabezpečenie kontroly teploty v priestore ohrozenom požiarom,
  - 4) zabezpečenie rýchleho zásahu záchranných zložiek,
  - 5) kombinácia viacerých možností.
- b) v prípade, že sa jedná o rekonštrukciu pôvodnej stavby alebo o dispozičnú zmenu priestorov, je potrebné prehodnotiť ZOTSH ako celok v súlade so zmenami stavby alebo dispozície priestorov,
- c) ZOTSH musí byť kompatibilné so všetkými požiarными zariadeniami v danej stavbe a musí byť súčasťou riešenia protipožiarnej bezpečnosti stavby,
- d) ZOTSH musí spolupracovať s ostatnými systémami v stavbe a požiadavky na súčinnosť musí stanoviť špecialista požiarnej ochrany v riešení protipožiarnej bezpečnosti stavby,
- e) všetky komponenty ZOTSH musia byť uvedené na trh podľa príslušných právnych predpisov a súvisiacich technických noriem.

## 5.2 Aktivácia

ZOTSH je možné aktivovať automatickým alebo manuálnym spôsobom v závislosti od druhu stavby, alebo od požiadaviek uvedených v riešení protipožiarnej bezpečnosti stavby. Sú známe tieto spôsoby aktivácie:

- a) automaticky pomocou EPS, ak je v stavbe inštalovaná,
- b) automaticky pomocou tepelnej poistky, ktorá musí mať hodnotu teploty spúšťania rádovo vyššiu ako tepelná poistka spúšťajúca sprinklerové SHZ,

POZNÁMKA. – Tento spôsob aktivácie sa uplatňuje v prípade ZOTSH s prirodzeným vetraním.

- c) manuálne pomocou tlačidlového hlásiča, spínačom alebo tepelnou poistkou podľa b).

Spínačom alebo tlačidlovým hlásičom musí byť vybavená každá stavba.

## 5.3 Napájanie

Elektrické zariadenia, ktoré sú v prevádzke počas požiaru, musia mať zabezpečenú trvalú dodávku elektrickej energie pri požari (TDEE). Požiadavky na TDEE, vlastnosti káblových rozvodov ako aj umiestnenie ovládacieho panela na ZOTSH určuje STN 92 0203. Pneumatické zariadenia sa musia napájať z pneumatického zdroja t. j. tlakovej fľaše, zásobníka, alebo kompresora. V prípade, že sa použil kompresor s elektrickým pohonom, musí mať zabezpečenú TDEE podľa STN 92 0203, alebo veľkosť zásobníka plynu musí byť dostatočná na otvorenie a zatvorenie ZOTSH. V prípade ak je zo zásobníka napájaných viac dymových úsekov, je potrebné množstvo plynu dimenzovať na všetky zariadenia v ovládaných dymových úsekoch.

## 5.4 Vzájomné použitie prirodzeného a núteného vetrania

Prirodzené a nútené vetranie je možné použiť na vytvorenie vrstvy dymu a ZOTSH je v tomto prípade kombináciou týchto možností:

- a) prirodzený odvod dymu s prirodzeným prívodom vzduchu,
- b) prirodzený odvod dymu s núteným prívodom vzduchu,
- c) nútený odvod dymu s prirodzeným prívodom vzduchu,
- d) nútený odvod dymu s núteným prívodom vzduchu.

## 5.5 Postupnosť aktivácie ZOTSH

Postupnosť aktivácie ZOTSH nesmie nepriaznivo ovplyvňovať funkciu jeho jednotlivých komponentov. Napríklad pri použití ventilátorov sa musia najskôr otvoriť otvory na prívod vzduchu, až potom sa musia spustiť ventilačné zariadenia z dôvodu nepriaznivého vývoja tlakov.

ZOTSH sa musí automaticky spustiť do 90 s od prijatia signálu na aktiváciu.

Pomocné komponenty ako klapky alebo otvory na prívod vzduchu (dvere, brány) sa musia otvoriť do 60 s.

Na jednotlivé druhy stavieb sa postupnosť aktivácie mení v závislosti od účelu použitia ZOTSH a túto musí obsahovať riešenie PBS v projektovej dokumentácii stavby.

Postupnosť aktivácie jednotlivých zariadení by mala byť uvedená v projektovej dokumentácii.

## 5.6 Vplyv rôznych dymových úsekov v stavbe

### 5.6.1 Dymové úseky tvoriace samostatný požiarly úsek

Každý dymový úsek sa musí vetrať samostatným ZOTSH, alebo v miestach, kde sú dymové úseky oddelené požiarne deliacimi konštrukciami je možné vetrať dymové úseky spoločným ZOTSH s potrubným rozvodom (šachtami), na ktorý sú následne napojené jednotlivé dymové úseky.

Objemový prietok ZOTSH sa navrhuje na najhorší variant.

Všetky dymové úseky je možné pripojiť na spoločnú šachtu alebo potrubný rozvod, ale musia byť oddelené dymovými klapkami, ktoré sú napojené na automatický systém detekcie požiaru. V prípade vzniku požiaru v jednom dymovom úseku sa otvára príslušná klapka a ostatné sú uzatvárané.

Prívod vzduchu sa musí zabezpečiť pre každý dymový úsek.

### 5.6.2 Dymové úseky oddelené priečkami alebo dymovými zábranami (veľké priestory)

V stavbách, v ktorých sú všetky dymové úseky oddelené priečkami alebo dymovými zábranami je možné tieto priestory vetrať rovnako ako sa uvádza v 5.6.1, alebo samostatne prirodzeným alebo núteným spôsobom.

POZNÁMKA. – Je potrebné dodržať odporúčania uvedené v norme [CEN TR 12101-5].

## 5.7 Súčinnosť sprinklerového SHZ a ZOTSH

SHZ je automaticky ovládané požiarotechnické zariadenie, ktoré sa spúšťa pôsobením tepla alebo dymu a hasí alebo ohraničuje veľkosť požiaru až do zásahu hasičov. SHZ sa líši v závislosti od použitej hasiacej látky.

SHZ môže byť navrhnuté na ochranu celej stavby alebo jednotlivých priestorov. Súčinnosť SHZ a ZOTSH je zabezpečená vhodným návrhom oboch zariadení v danom priestore.

SHZ je určené na riadenie veľkosti požiaru, obmedzenie jeho rozvoja a v špecifikovanom prípade na jeho uhasenie. ZOTSH nemá priamy vplyv na požiar, ale priamo ovplyvňuje dym ohrozujúci konštrukcie v danom priestore ako aj osoby, ktoré sa tam môžu nachádzať. Obe zariadenia slúžia na obmedzenie škôd pri požiaru a vplývajú na zníženie teploty pôsobiacej na nosné konštrukcie stavby.

Skúšky nepreukázali výrazný vplyv ZOTSH na SHZ. Jediným prípadom, kedy bolo preukázané, že ZOTSH priamo ovplyvnil SHZ je ten, keď bol požiar založený priamo pod odvetrávacími komponentmi.

Niektoré poisťovne uprednostňujú aktiváciu SHZ skôr ako aktiváciu ZOTSH, avšak takéto riešenie je možné použiť len vtedy, ak nie je prioritná ochrana života, ale ochrana majetku. Takýto scenár je možné použiť pri vetraní skladov a logistických hál. Pri návrhu ZOTSH je potrebné zohľadniť druh navrhovaného sprinklerového SHZ. V prípade, ak je navrhnuté ZOTSH s prirodzeným vetraním, je potrebné ho navrhnuť s tepelnou poistkou, ktorá má hodnotu teploty spúšťania rádovo o jednu hodnotu vyššie, ako je teplota spúšťania navrhutej tepelnej poistky sprinklerového SHZ.

POZNÁMKA. – V prípade, ak SHZ má tepelnú poistku navrhovanú na 68 °C ZOTSH má mať tepelnú poistku navrhnutú na teplotu 93 °C.

V prípade použitia SHZ s rýchlou odozvou sa odporúča spúšťať ZOTSH manuálne bez použitia EPS. Ak je v priestore použité SHZ s rýchlou odozvou, neodporúča sa ani inštalácia dymových zábran, nakoľko tieto môžu spôsobovať zníženie účinnosti takéhoto typu SHZ.

POZNÁMKA. – Súčinnosť SHZ s rýchlou odozvou a ZOTSH je popísaná v NFPA 92B.

Ak sú dva požiarne úseky delené požiarou stenou podľa prílohy č. 6 právneho predpisu [3], odporúča sa navrhovať dymová zábrana v mieste delenia požiarnych úsekov, nakoľko SHZ nezabráni prieniku dymu z jedného požiarneho úseku do iného.

## 5.8 Dokumentácia

Dokumentácia ZOTSH musí prehľadne znázorňovať účel návrhu ZOTSH v stavbe, ako aj investorom zamýšľaný účel užívania stavby. Na základe zamýšľaného účelu užívania sa navrhuje ZOTSH. V prípade, ak sa mení účel užívania stavby je vhodné, aby sa prekonzultovala vhodnosť návrhu ZOTSH v danom priestore.

Dokumentácia musí obsahovať všetky informácie potrebné na jednoznačnú identifikáciu navrhovaných a inštalovaných komponentov ZOTSH, ako sú:

- výkresy;
- popis ZOTSH;
- technické detaily navrhnutých a inštalovaných komponentov;
- osobitné oprávnenie o odbornej spôsobilosti vykonávať projektovanie;
- výpočtová metóda a výpočet návrh odvodu dymu;
- odovzdávacía dokumentácia podľa kapitoly 5.8.1.

V stavbách, v ktorých je už inštalované ZOTSH je potrebné spracovať projekt skutočného vyhotovenia a následnú dokumentáciu návrhu nového stavu, prípadne revíziu danej dokumentácie.

Dokumentácia ZOTSH musí obsahovať tieto údaje:

- a) presne stanovenú plochu požiaru  $A_f$  a obvod požiaru  $P$ ,
- b) všetky konkrétne údaje o navrhovaných komponentoch, obsahujúce
  - 1) informáciu s akým veterným a snehovým zaťažením sa uvažuje pri návrhu,
  - 2) zakreslené všetky prvky (komponenty) ZOTSH a prívodné otvory,
  - 3) vstupné údaje zadávané do výpočtu ako aj vonkajšie poveternostné vplyvy,
  - 4) návrh neutrálnej pretlakovej roviny pri vysokých átriových stavbách,
- c) informácie o prívode vzduchu na jednotlivé dymové úseky, obsahujúce
  - 1) všetky detaily o prívode vzduchu do stavby a dymových úsekoch,
  - 2) celková plocha potrebná na prívod vzduchu alebo celkový vzduchový objem,
  - 3) výpočtová rýchlosť v miestach prívodu vzduchu,
  - 4) zakreslenie všetkých prívodných otvorov vo výkresovej dokumentácii,
- d) výpočet rozdielu tlakov a tlakových strát v prípade prívodu vzduchu cez šachty alebo núteným vetraním,
- e) informácie o použitej výpočtovej metóde, ako aj ovládaní a logike ZOTSH.

### 5.8.1 Odovzdávacia dokumentácia

Pri odovzdávaní diela investorovi sa zo strany zhotoviteľa ZOTSH požaduje doložiť dokumentáciu, ktorá jednoznačne identifikuje počet nainštalovaných komponentov ZOTSH, miesto kam jednotlivé komponenty ZOTSH boli nainštalované, ako aj dokumenty preukazujúce parametre jednotlivých komponentov ZOTSH.

Zoznam požadovanej dokumentácie:

- a) potvrdenie o registrácii požiarnotechnického zariadenia na MV SR – kópia potvrdenia podľa § 11d zákona č. 314/2001 Z. z. v znení neskorších predpisov,
- b) prevádzkový predpis – pokyny na prevádzkovanie, obsluhu, údržbu, opravy a kontroly s uvedením ich rozsahu a obsahu ako ja základné povinnosti prevádzkovateľa systému ZOTSH podľa § 11d právneho predpisu [1], § 13 ods. 4 a § 13 ods. 6 právneho predpisu [4],
- c) návod na obsluhu a údržbu ústredne ZOTSH – V prípade ak ZOTSH obsahuje komplexnú riadiacu jednotku – ústredňu,
- d) prevádzkový denník – denník podľa § 13 ods. 4 právneho predpisu [4],
- e) protokol o zaškolení zamestnancov prevádzkovateľa na obsluhu, prípadne kontroly ZOTSH – potvrdený záznam o zaškolení zamestnancov prevádzkovateľa na obsluhu, prípadne kontroly ZOTSH s uvedeným rozsahu zaškolenia – rozsah obsluhy a obsahu jednotlivých kontrol, ktoré má obsluha vykonávať. Ak si zhotoviteľ PTZ uplatnil vykonávanie kontrol a obsluhy zariadenia prevádzkovateľa,
- f) protokol o funkčnej skúške – protokol o prvotnej východiskovej kontrole a o úspešnej funkčnej skúške ZOTSH s uvedením obsahu funkčnej skúšky ZOTSH,
- g) protokol o uvedení do prevádzky – protokol o kontrole a uvedení do prevádzky ZOTSH,
- h) osvedčenie o kvalite a kompletnosti ZOTSH – osvedčenie, že ZOTSH je zhotovené len z vhodných komponentov (stavebných výrobkov) v súlade s projektovou dokumentáciou so súpisom všetkých hlavných komponentov ZOTSH s uvedením ich typového názvu, predkladá a osvedčuje zhotoviteľ ZOTSH spolu so stavebným dozormom, ak má ZOTSH viac dodávateľov jeho hlavných komponentov,
- i) doklady preukázania parametrov – doklady o posúdení parametrov podľa § 2 ods. 1 písm. a) právneho predpisu [2] v závislosti od súpisu použitých komponentov ZOTSH, napr.:
  - vyhlásenie o parametroch komponentov na prirodzený odvod tepla a splodín horenia v slovenskom jazyku v súlade s harmonizovanou STN EN 12101-2:2003;
  - vyhlásenie o parametroch použitých komponentov ZOTSH – odsávacie ventilátory v slovenskom jazyku v súlade s harmonizovanou STN EN 12101-3:2002/AC:2005;
  - vyhlásenie o parametroch použitých komponentov ZOTSH – napájací zdroj v slovenskom jazyku v súlade s harmonizovanou STN EN 12101-10:2005/AC:2007;
  - vyhlásenie o parametroch použitých komponentov ZOTSH – úseky potrubí na odvod dymu v slovenskom jazyku v súlade s harmonizovanou STN EN 12101-7:2011;
  - vyhlásenie o parametroch použitých komponentov ZOTSH – dymové zábrany v slovenskom jazyku v súlade s harmonizovanou STN EN 12101-1:2005/A1:2006;
  - vyhlásenie o parametroch použitých komponentov ZOTSH – dymové klapky v slovenskom jazyku v súlade s harmonizovanou STN EN 12101-8:2011;
  - vyhlásenie o parametroch od ostatných použitých komponentov ZOTSH v slovenskom jazyku v súlade s príslušnou časťou súboru harmonizovanej STN EN 12101 (podľa druhu ďalších použitých komponentov – viď technické špecifikácie).

j) východisková odborná skúška a odborná prehliadka elektrického zariadenia – správa o východiskovej prehliadke a skúške elektrického zariadenia – systému ZOTSH podľa § 13 ods. 1 právneho predpisu [5],

k) osobitné oprávnenie od výrobcu komponentov – osobitné oprávnenie od výrobcu komponentov ZOTSH na ich zabudovanie do stavby podľa § 11c ods. 7 právneho predpisu [1], predkladá zhotoviteľ ZOTSH. Ak výrobca takéto oprávnenie vydáva,

l) osvedčenie o odbornej spôsobilosti na činnosť na technickom zariadení elektrickom – osvedčenie na vykonávanie činnosti najmenej podľa § 21 právneho predpisu [5], predkladá zhotoviteľ elektrickej inštalácie ZOTSH,

m) osvedčenie požiarnej konštrukcie, predložené zhotoviteľom požiarnej konštrukcie k týmto požiarным konštrukciám:

- zariadenia na TDEE pre ZOTSH;
- požiarne klapky (ak sú súčasťou ZOTSH);
- dymové klapky (ak sú súčasťou ZOTSH);
- potrubia na odvod dymu (ak sú súčasťou ZOTSH);
- protipožiarna izolácia potrubí (ak sú súčasťou ZOTSH);
- protipožiarny obklad potrubí (ak sú súčasťou ZOTSH);
- dymové zábrany ZOTSH (ak sú súčasťou ZOTSH),

n) projekt skutočného vyhotovenia – predkladá zhotoviteľ ZOTSH.

### 5.8.2 Použitie počítačovej simulácie na návrh ZOTSH

V prípade, že nie je možné použiť normalizované výpočty kvôli zložitej geometrii stavby, alebo sa návrh ZOTSH nezhoduje s požiadavkami uvedenými v tomto dokumente, odporúča sa spracovať CFD model, ktorý potvrdí správnosť a funkčnosť ZOTSH.

Pri návrhu viacpodlažných stavieb, ktoré nie sú vetrané ako jednopodlažné stavby, je potrebné správnosť návrhu ZOTSH overiť CFD simuláciou.

Na spracovanie CFD modelu sa musí použiť vhodný software určený na simuláciu požiaru (Ansys, Pyrosim, FluoVent a pod.).

Do simulácie je potrebné zakomponovať čo najväčší rozsah detailov danej stavby, ako aj navrhované ZOTSH podľa projektovej dokumentácie. Výsledky simulácie sú súčasťou odovzdávacej dokumentácie.

## 5.9 Spôsoby vetrania ZOTSH

### 5.9.1 Prírodné vetranie

ZOTSH s prírodným vetraním musí spĺňať tieto požiadavky:

- a) STN EN 12101-2,
- b) príslušný komponent sa musí otvoriť proti tlakovému zaťaženiu od vetra, teploty, snehu,  
POZNÁMKA. – Zaťaženie určuje projektant ZOTSH na základe lokality, v ktorej sú komponenty inštalované.
- c) pri inštalácii na streche, ktorej sklon nepresiahne 30°, je potrebné strechu riešiť ako plochú strechu s prihliadnutím na ustanovenia 6.7.2.9 v TNI CEN/TR 12101-5,
- d) veterný štít, ktorý nie je integrálnou súčasťou klapky na prírodné odvetranie sa musí inštalovať tak, aby sa vytváral podtlak pri ľubovoľnom smer vetra,

- e) ak je strecha plochá resp. má sklon do 30° a je členitá (atiky, klapky, VZT prvky, šachty), ktoré pôsobením vetra vytvárajú zóny s podtlakom alebo pretlakom, je potrebné túto skutočnosť vziať do úvahy a posúdiť funkčnosť klapiek podľa prílohy G v TNI CEN/TR 12101-5,
- f) všetky komponenty ZOTSH, ktoré sú stavebnými výrobkami podľa príslušných právnych predpisov musia spĺňať požadované parametre a byť uvedené na trh v súlade s týmito právnymi predpismi,
- g) vzdialenosti medzi jednotlivými komponentmi ZOTSH, ktoré patria k rôznym požiarным úsekom musia byť dostatočné, aby sa zabránilo šíreniu požiaru medzi jednotlivými požiarnymi úsekmi.

### 5.9.2 Nútené vetranie

ZOTSH s núteným vetraním musí spĺňať tieto požiadavky:

- a) STN EN 12101-3,
- b) musí byť funkčné počas požiaru najmenej 60 min,
- c) všetky komponenty ZOTSH, ktoré sú stavebnými výrobkami podľa príslušných právnych predpisov musia spĺňať požadované parametre a byť uvedené na trh v súlade s týmito právnymi predpismi,
- d) ak je súčasťou ZOTSH klapka je potrebné, aby sa otvorila do 30 s od prijatia signálu z ovládacieho panela, alebo aby bola otváraná pružinou, ktorá zabezpečí jej otvorenie pri aktivácii ZOTSH.

### 5.10 Dymové zábrany

Dymové zábrany môžu byť vyhotovené ako samostatné výrobky klasifikované podľa STN EN 13501-4 + A1, alebo ako plné stavebné konštrukcie (napr. prievlaky, SDK priečky a pod.) slúžiace na zabránenie šírenia dymu mimo dymového úseku.

Dymové zábrany klasifikované na požiarnu odolnosť podľa STN EN 13501-4 + A1, musia spĺňať požiadavky stability a celistvosti pri teplote 600°C (kritérium D), alebo pri vyšších teplotách podľa normovej krivky teplota/čas (kritérium DH).

Dymové zábrany sa označujú podľa požadovanej požiarnej odolnosti kritériami D<sub>600</sub>30, D<sub>600</sub>60, D<sub>600</sub>90, D<sub>600</sub>120, DA alebo DH30, DH60, DH90, DH120, DHA.

POZNÁMKA 1. – Dymová zábrana klasifikovaná kritériom DH30 je z hľadiska pôsobenia požiaru odolnejšia ako dymová zábrana klasifikovaná kritériom D<sub>600</sub>30.

Priestor nad dymovou zábranou musí byť utesnený stavebnou konštrukciou. V prípade, ak celú dymovú zábranu tvorí stavebná konštrukcia musí spĺňať požiadavku najväčších dovolených netesností podľa STN EN 12101-1.

Dymová zábrana musí spĺňať tieto požiadavky:

- a) STN EN 12101-1,
- b) spodná hrana dymovej zábrany sa musí navrhnuť vo výške najmenej o 0,1 m nižšie, ako je výpočtom určená spodná hrana vrstvy dymu (zásobník dymu),
- c) ak je dymová zábrana inštalovaná okolo prázdneho priestoru a slúži na ohraničenie vrstvy dymu, musí sa použiť trvalá dymová zábrana alebo pohyblivá dymová zábrana, ktorá sa musí automaticky spúšťať na základe signálu z EPS,
- d) spodná hrana dymovej zábrany, ktorá je inštalovaná okolo prázdneho priestoru, sa musí navrhnuť vo výške najmenej o 0,1 m nižšie, ako je výpočtom určená spodná hrana vrstvy dymu (zásobník dymu),
- e) dymová zábrana musí spĺňať požiadavku na požiarnu odolnosť s príslušným kritériom v požadovanom čase:
  - 1) najmenej rovnakom ako dvojnásobok predpokladaného času evakuácie osôb  $t_{ev}$  po únikovej ceste, na ktorej dymová zábrana zabezpečuje svoju funkciu, najviac však 120 minút, alebo
  - 2) najmenej rovnakom ako je predpokladaný čas trvania zásahu na vnútornej zásahovej ceste, na ktorej dymová zábrana zabezpečuje svoju funkciu, najviac však 120 minút, alebo

- 3) najmenej rovnakom ako je pravdepodobný čas trvania požiaru  $\bar{\tau}$  alebo ekvivalentný čas trvania požiaru  $\tau_e$ , v priestoroch, v ktorých dymová zábrana zabezpečuje svoju funkciu, najviac však 120 minút, alebo
- 4) najviac 30 minút v priestoroch, kde zariadenie na odvod dymu slúži len na ochranu majetku.

### 5.10.1 Automatické (pohyblivé) dymové zábrany

Pohyblivá dymová zábrana je tvorená z textílie, ktorá sa spustí do požadovanej výšky. Výhodou pohyblivej dymovej zábrany je jej komfort, t. j. automatické spúšťanie.

Na správny návrh pohyblivej dymovej zábrany je potrebné vykonať kompletný výpočet a preukázať, že dĺžka dymovej zábrany bude dostačujúca na navrhované ZOTSH. Presný postup výpočtu je uvedený v prílohe H v TNI CEN/TR12101-5:2005.

### 5.10.2 Trvalé dymové zábrany

Trvalé dymové zábrany sa navrhujú rovnako ako pohyblivé dymové zábrany. Trvalé dymové zábrany je možné vyhotoviť v dvoch variantoch:

- a) textilné dymové zábrany,
- b) tuhé dymové zábrany (sadrkartón, stavebná konštrukcia a pod.).

Trvalá dymová zábrana je požiarne konštrukcia podľa právneho predpisu [3] slúžiaca na oddelenie dvoch dymových úsekov s definovanou výškou.

## 5.11 Potrubie ZOTSH

Definícia potrubia ZOTSH je uvedená v STN EN 12101-7.

Potrubie ZOTSH sa používa hlavne v návrhu viacpodlažných dymových úsekov, ale je možné ho použiť aj v návrhu jednopodlažných dymových úsekov. Je potrebné správne určiť typ potrubia v jednotlivých priestoroch, ktorými dané potrubie prechádza, ako aj jeho správnu požiarne odolnosť v prípade vyhotovenia, ktoré prechádza cez viacero požiarne odolných úsekov tak, ako sa uvádza na obrázku 2.

Potrubie s požiarne odolnosťou, vrátane izolácií, kotiev a závesného systému musí byť z výrobkov triedy reakcie na oheň A1 alebo A2-s1,d0.

Konštrukčné riešenie potrubia musí byť zhodné s klasifikáciou použitého systému a okrem požiarnej odolnosti sa zohľadňujú aj najväčšie prierezové rozmery a najväčšie tlaky.

Potrubie ZOTSH je možné vyhotoviť spolu s dymovými klapkami slúžiacimi na usmernenie odvodu dymu z jednotlivých dymových úsekov. Viac podrobností sa uvádza v 5.12.

### 5.11.1 Potrubie ZOTSH z jedného požiarneho úseku

Potrubie ZOTSH z jedného požiarneho úseku tzv. SINGLE potrubie je určené na odvod dymu iba z jedného požiarneho úseku.

Potrubie ZOTSH musí byť klasifikované podľa STN EN 13501-4 + A1 s týmito deklarovateľnými vlastnosťami:

- trieda celistvosti E<sub>600</sub>;
- vhodné na zvislé aj vodorovné použitie t. j. označené symbolmi v<sub>e</sub> alebo h<sub>o</sub>;
- tesné proti prieniku dymu S;
- vhodné na používanie pri hodnotách podtlaku 500, 1000 alebo 1500 Pa.

POZNÁMKA. – Označenie požiarnej odolnosti potrubia môže byť napr. E<sub>600</sub> (v<sub>e</sub>, h<sub>o</sub>) S 500.

### 5.11.2 Potrubie ZOTSH z viacerých požiarnych úsekov

Potrubie ZOTSH prechádzajúce cez viac ako jeden požiarny úsek je tzv. MULTI potrubie. Kritéria EI požiarnej odolnosti sa stanovujú podľa najvyššej hodnoty požiarnej odolnosti požiarnych deliacich konštrukcií, cez ktoré potrubie prechádza.

Potrubie sa spravidla zhotovuje ako samonosné, t. j. zhotovené z protipožiarnych dosiek, ktoré sú samonosné aj pri požiarom zaťažení napr. kalciumsilikátové dosky.

Potrubie ZOTSH musí byť klasifikované podľa STN EN 13501-4 + A1 s týmito deklarovateľnými vlastnosťami:

- trieda celistvosti a izolácie EI;
- vhodné na zvislé aj vodorovné použitie t. j. označené symbolmi  $v_e$  alebo  $h_o$ ;
- tesné proti prieniku dymu S;
- vhodné na používanie pri hodnotách podtlaku 500, 1000 alebo 1500 Pa.

POZNÁMKA. – Označenie požiarnej odolnosti potrubia môže byť napr. EI60 ( $v_e$ ,  $h_o$ ) S 1500 MULTI.

Kritérium tlaku v podmienkach požiaru musí mať vyššiu klasifikovanú hodnotu ako je uvažovaná hodnota pre dané potrubie.

### 5.11.3 Závesný systém potrubia

Závesný systém a kotvenie vodorovného potrubia musí spoľahlivo uniesť potrubie aj v prípade požiaru. Zvislé tiahla sa dimenzujú podľa 13.6 v STN EN 1366-1.

Stropné kotvy musia byť dimenzované na dané zaťaženie v závislosti od požiarnej odolnosti a pre daný spôsob aplikácie, spravidla kotvy určené na betón s trhlinami, podľa literatúry [15].

Tiahla s dĺžkou viac ako 1,5 m sa odporúča chrániť obkladom s požiarou odolnosťou, požadovanou na strop v danom požiarnom úseku.

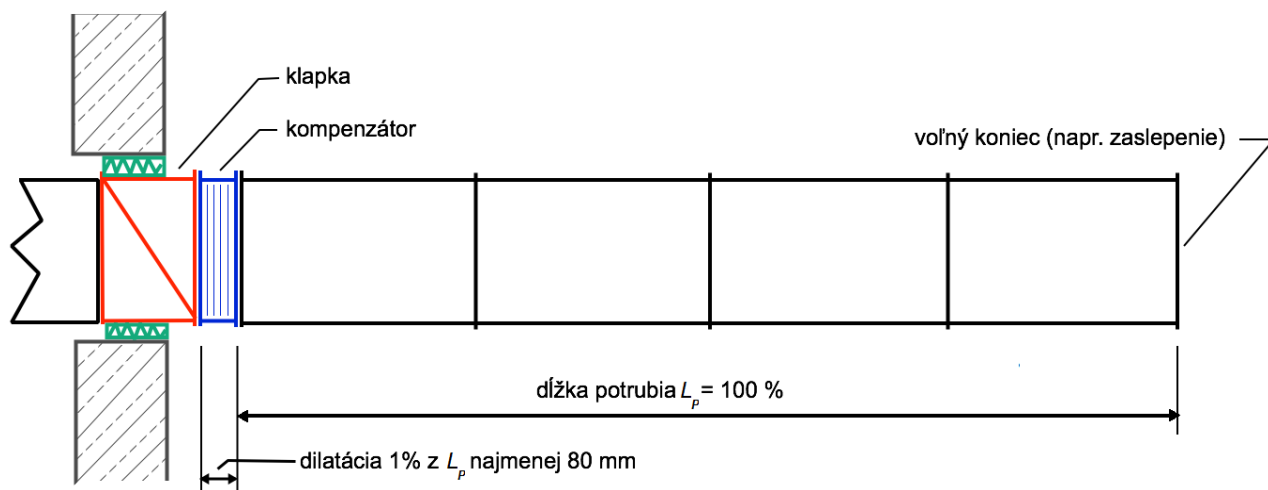
### 5.11.4 Obmedzenie síl z roztlačnosti potrubia

Potrubia sa musia trasovať a zhotoviť tak, aby v prípade požiaru nevyvíjali žiadne sily na napojené klapky a ani na požiarne deliace konštrukcie, cez ktoré prechádzajú.

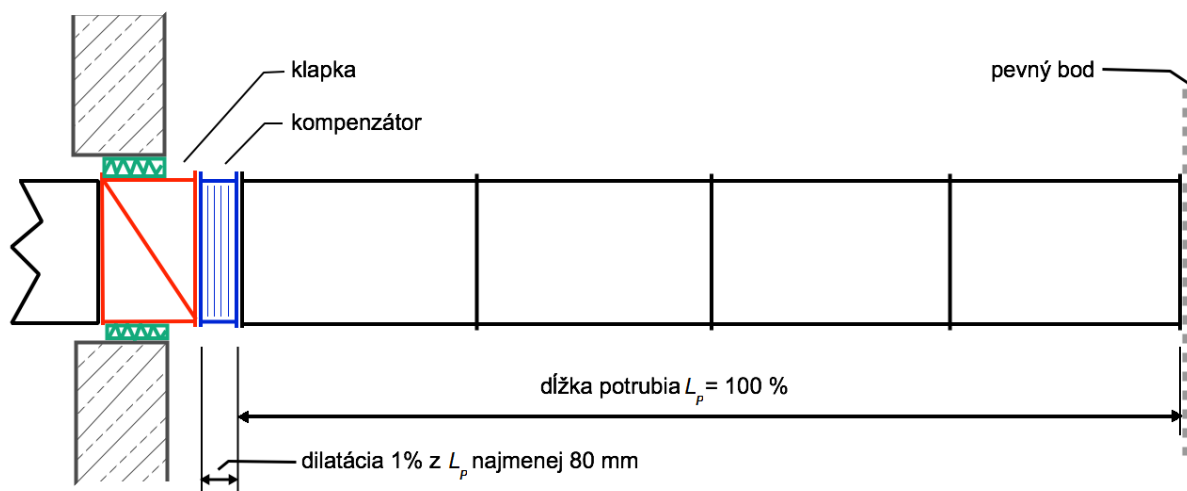
Potrubie z oceľového plechu musí mať možnosť dilatácie s hodnotou 1 % svojej dĺžky, najmenej však s dĺžkou 80 mm. Na dilatáciu sa používajú kompenzátory. Použitie kompenzátorov vzhľadom na trasovanie a dĺžku potrubia sa uvádza na obrázku 2. Vzdialenosť kompenzátora od klapky je najviac 1 m.

Potrubia z iných kovov napr. nerezové potrubia sa navrhujú a zhotovujú so zohľadnením skutočných hodnôt dĺžkovej roztlačnosti daného materiálu.

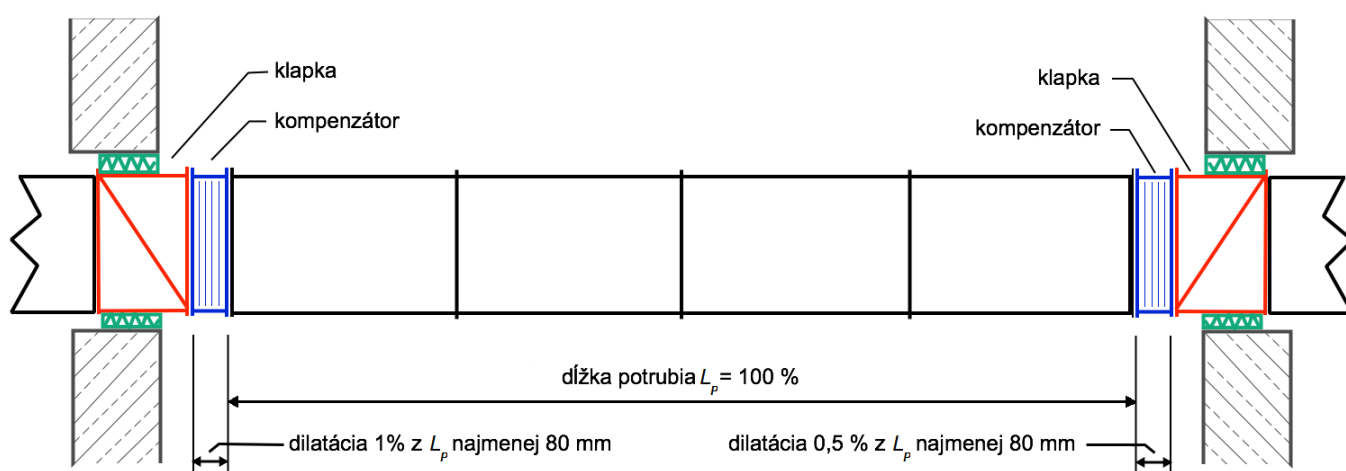
Nekovové potrubia napr. samonosné potrubia z izolačných dosiek, ktoré nemajú dĺžkovú roztlačnosť nevyžadujú použitie kompenzátorov.



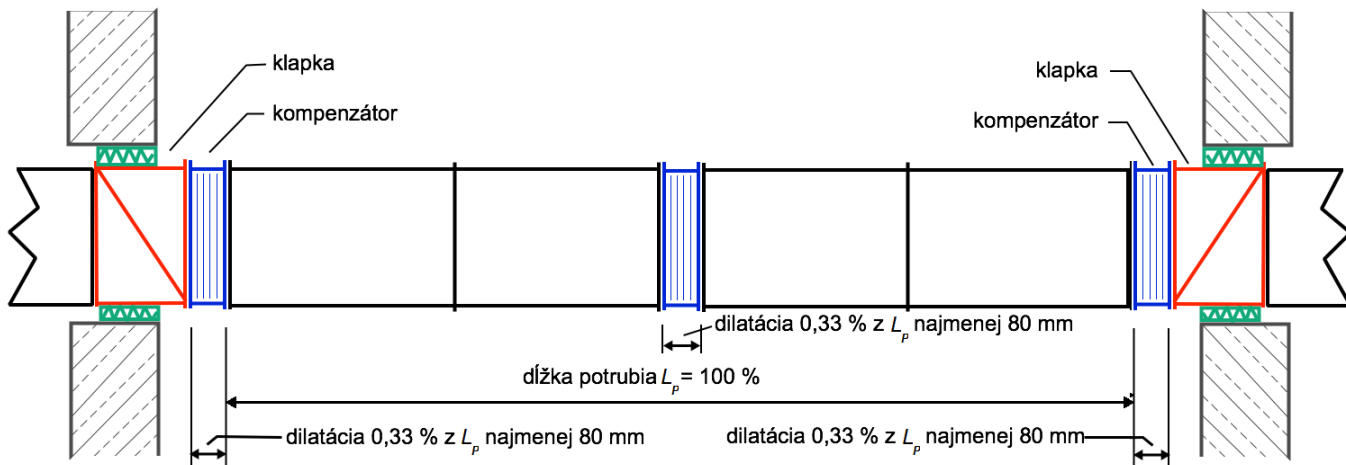
a) potrubie s voľným koncom



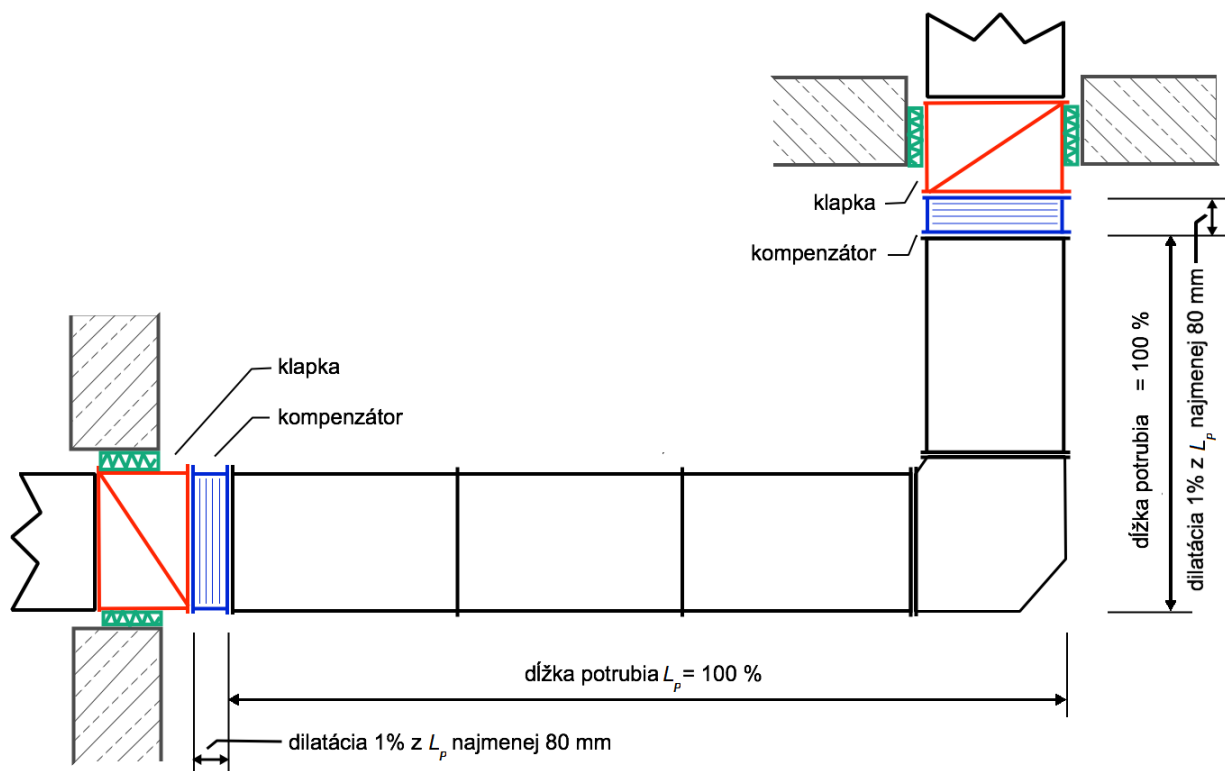
b) potrubie s upevneným koncom



c) potrubie medzi dvoma klapkami



d) dlhé potrubie medzi dvoma klapkami



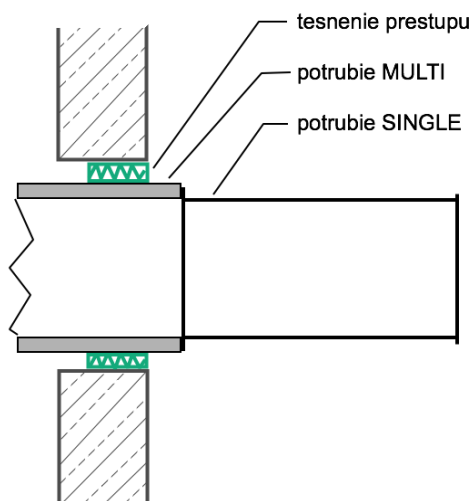
e) potrubie so zmenou smeru

**Obrázok 2 – Umiestnenie klapiek a kompensátorov**

### 5.11.5 Požiarne tesnenie prestupu potrubia a klapky

Ak potrubie ZOTSH z viacerých požiarnych úsekov prestupuje cez požiarne deliacu konštrukciu, utesní sa prestup tak, aby sa dosiahla rovnaká požiarne odolnosť s kritériom EI, aká sa požaduje na požiarne deliacu konštrukciu, cez ktorú potrubie prestupuje. Odporúča sa, aby izolácia prestupovala cez požiarne deliacu konštrukciu tak, ako sa uvádza na obrázku 3.

Ak je v mieste prestupu potrubia umiestnená klapka, utesní sa v súlade s návodom na inštaláciu, ktorý vypracoval výrobca klapky. Zohľadňuje sa typ podpornej konštrukcie t. j. strop, masívna alebo pružná stena a umiestnenie klapky t. j. v konštrukcii alebo mimo nej.



Obrázok 3 – Příklad tesnenia prestupu potrubia

### 5.12 Dymové klapky

Dymová klapka je stavebný výrobok klasifikovaný podľa normy STN EN 13501-4 + A1. Podľa jej umiestnenia a použitia môže dymová klapka obsahovať:

- jeden požiarny úsek, ktorá sa klasifikuje vzhľadom na teplotu dymu kritériom E<sub>300</sub> Single, alebo E<sub>600</sub> Single, pričom požiarna odolnosť klapky nesmie byť menej ako 60 minút.
- viacero požiarnych úsekov t. j. klapka osadená na potrubí, ktoré prechádza viacerými požiarnymi úsekmi, ale potrubie do nich neústi – klapka EI Multi,
- viacero požiarnych úsekov t. j. klapky sú osadené na potrubí, ktoré prechádza viacerými požiarnymi úsekmi a potrubie do nich ústi – klapka EI Multi.

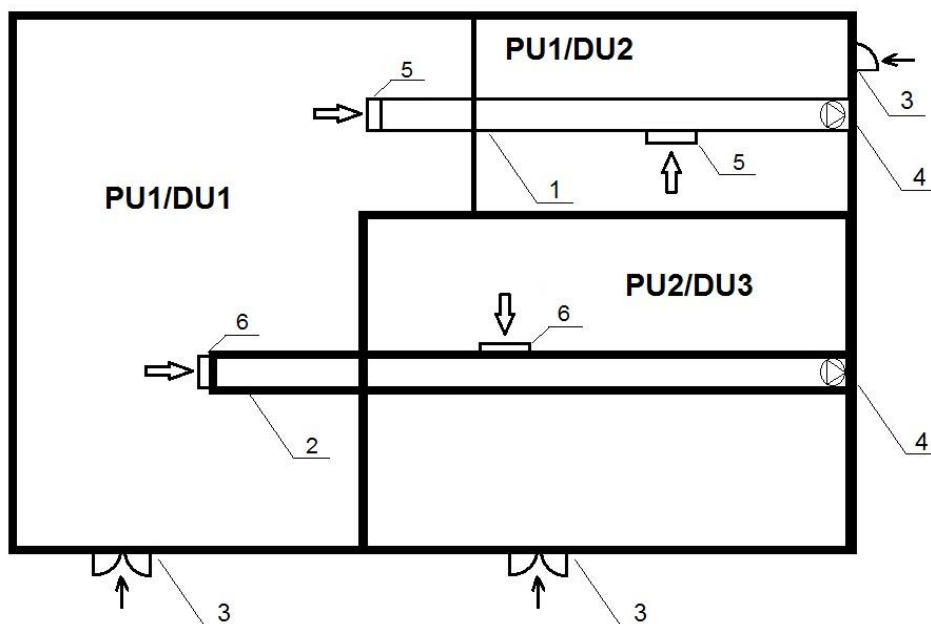
Správne umiestnenie dymových klapiek na potrubí ZOTSH sa uvádza v niekoľkých variantoch na obrázku 4.

Kritérium EI požiarnej odolnosti pre klapky obsahujúce viacero požiarnych úsekov sa stanovuje podľa najvyššej hodnoty požiarnej odolnosti požiarnych deliacich konštrukcií na ktorých sú klapky osadené, alebo cez ktoré potrubie prechádza.

POZNÁMKA 1. – Dymové klapky sú v prevádzkovom stave zatvorené v prípade, že sa zariadenie na odvod dymu nevyužíva aj na bežné vetranie a v prípade požiaru sa otvárajú podľa toho, ktorý dymový úsek sa požaduje vetrať. To sa zabezpečí riadením ovládania klapiek podľa detekcie dymu od EPS.

POZNÁMKA 2. – Dymové klapky sa označujú napr. EI 120 (V<sub>ewh<sub>low</sub></sub> i ↔ o) S 1500 C<sub>10000</sub> AA Multi.

POZNÁMKA 3. – Niektoré dymové klapky majú označenie HOT 400/30 čo znamená odolnosť a schopnosť ovládania pri vysokej teplote. Túto vlastnosť by mali mať klapky, ktoré je v prípade požiaru nutné ovládať (otvárať a zatvárať podľa potreby).



Obrázok 4 – Potrubie ZOTSH vedené cez dva požiarne úseky

#### Legenda

PU	Požiarne úseky	3	Prívod vzduchu
DU	Dymový úsek	4	Ventilátor na odvod dymu
1	Potrubie z jedného požiarneho úseku	5	Dymová klapka obsahujúca jeden požiarne úseky
2	Potrubie z viacerých požiarnych úsekov	6	Dymová klapka obsahujúca viacero požiarnych úsekov

#### 5.13 Šachty ZOTSH

Na odvod dymu je možné použiť šachty vyhotovené ako:

- masívne požiarne steny (murované, betónové), s požadovanou požiarou odolnosťou a preukázanou tlakovou tesnosťou,
- zvislé potrubie z viacerých požiarnych úsekov, napr. z kalciumsilikátových dosiek, klasifikované podľa STN EN 13501-4 + A1, na základe skúšok podľa STN EN 1366-8, na požadovanú požiaru odolnosť a tlak.

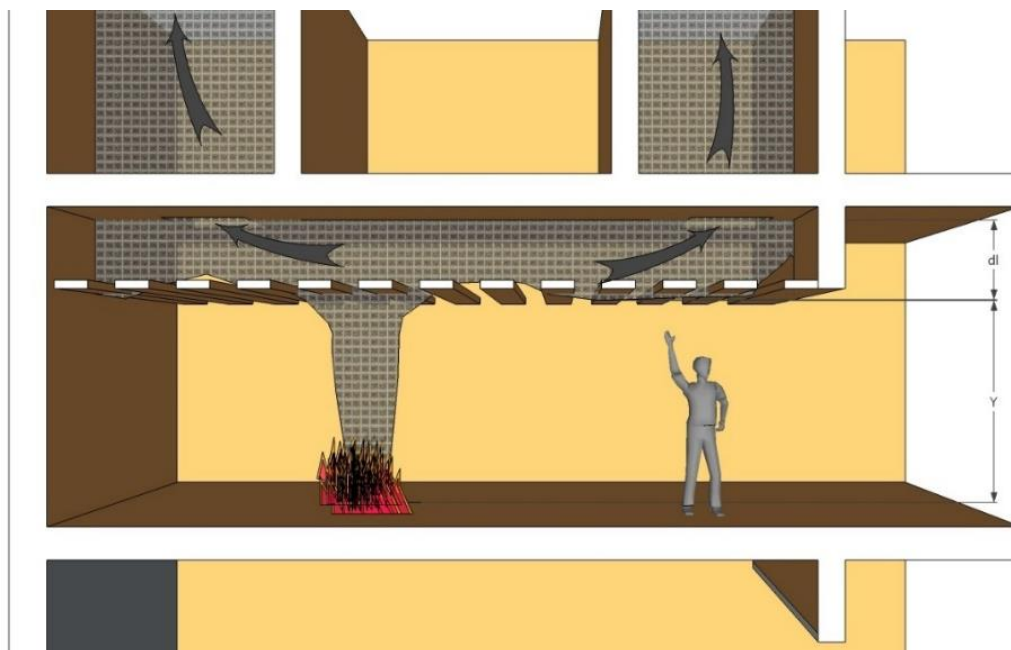
Veľkosť a rozmery šachty musí navrhovať projektant ZOTSH spolu s projektantom stavebnej časti stavby. Šachty je možné použiť na prirodzený odvod dymu aj na nútený odvod dymu.

Vetranie dymových úsekov pomocou šácht je jedným z variantov ZOTSH. Šachty je možné vyhotoviť z materiálov, ktoré spĺňajú tieto podmienky:

- požiaru odolnosť šachty musí byť rovnaká alebo vyššia ako sa požaduje v riešení PBS;
- šachta sa musí nadimenzovať na požadovaný tlak (určí projektant ZOTSH);
- šachta sa musí vyhotoviť tak, aby nedochádzalo k zbytočným tlakovým stratám pri odvode dymu z priestoru.

Pri použití ZOTSH pomocou šácht sa eliminuje použitie potrubných rozvodov. Šetria sa tým náklady investora na zhotovenie ZOTSH.

Šachty na odvod dymu je možné navrhovať na nútené vetranie aj prirodzené vetranie. Príklad šácht ZOTSH sa uvádza na obrázku 5.



Obrázok 5 – Šachty ZOTSH

### 5.13.1 Šachta ZOTSH s prirodzeným odvodom

Požiadavky na šachty ZOTSH s prirodzeným odvodom sú tieto:

- prierez musí byť najmenej  $1,5 \text{ m}^2$ ,
- šírka musí byť najmenej  $0,85 \text{ m}$ ,
- aerodynamická plocha musí byť najmenej  $1 \text{ m}^2$ ,
- najväčší pôdorysný odklon od zvislého smeru musí byť  $30^\circ$  na dĺžke najviac  $4 \text{ m}$ ,
- ukončenie nad strechou musí byť najviac  $0,5 \text{ m}$ ,
- najväčšia dĺžka musí byť  $11 \text{ m}$ ,
- perforácia vstupnej mriežky musí byť najmenej  $75 \%$ .

### 5.13.2 Šachta ZOTSH s núteným odvodom

Požiadavky na šachty ZOTSH s núteným odvodom sú tieto:

- prierez musí byť najmenej  $1 \text{ m}^2$ ,
- šírka musí byť najmenej  $0,6 \text{ m}$ ,
- rýchlosť šírenia dymu musí byť najviac  $12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,
- môže mať ostrejšie prechody, keďže projektant ZOTSH musí vypočítať na každú šachtu tlakové straty na návrh ventilátorov ZOTSH,
- dĺžka nie je obmedzená,
- perforácia vstupnej mriežky musí byť najmenej  $75 \%$ ,
- osadená dymová klapka nesmie brániť prieniku dymu z nižších podlaží smerom k odvodnému ventilátoru.

### 5.14 Poveternostné vplyvy na ZOTSH

Poveternostné vplyvy, ktoré ovplyvňujú správnu funkciu ZOTSH sú najmä vietor, sneh a vonkajšia teplota. Projektant ZOTSH musí vo svojom návrhu tieto vplyvy zohľadniť.

Projektant ZOTSH musí zohľadniť odporúčania uvedené v 6.7 v TNI CEN/TR 12101-5:2005.

#### 5.14.1 Vplyv vetra

Vietor je jedným z najdôležitejších poveternostných vplyvov pôsobiacich na ZOTSH. Je dôležité, aby projektant ZOTSH správne navrhol ZOTSH na fasáde, ako aj na streche stavby, keďže vietor môže výrazne ovplyvniť jeho funkciu.

Vietor ovplyvňuje pohyb dymu z vnútorného priestoru smerom do vonkajšieho prostredia tým, že zvýši tlakovú stratu na danom ZOTSH. Uhol strechy, na ktorej je ZOTSH osadené je významný z dôvodu ovplyvnenia odvodu dymu. V prípade, ak má strecha sklon viac ako 30°, alebo ZOTSH je osadené príliš blízko susediacej konštrukcie alebo stavby, vedie to k ovplyvneniu smeru pohybu dymu zo stavby.

Ak sa ZOTSH navrhuje na obe strany strechy (na náveternú aj záveternú stranu), alebo ak sa ZOTSH navrhuje na stenu, je potrebné aby sa zabezpečilo vhodné ovládanie ZOTSH tak, aby sa jeho časti otvárali iba na strane bez vetra podľa aktuálneho smeru vetra. Potrebnú voľnú aerodynamickú plochu otvorov ZOTSH je potrebné zabezpečiť na oboch stranách strechy (na náveternej aj na záveternej) alebo na dvoch stenách, aby sa zabezpečila požadovaná voľná plocha otvorov pri požiari.

Tam, kde nie je možné použiť prirodzené vetranie vplyvom vyššie popísaných dôvodov, je potrebné použiť nútené vetranie, ktoré nie je tak vážne ovplyvnené vetrom. Príklad vplyvu vetra na ZOTSH sa uvádza na obrázku 6.



Obrázok 6 – Vplyv vetra na ZOTSH

#### 5.14.2 Vplyv snehu

Sneh, rovnako ako vietor, ovplyvňuje správnu funkciu ZOTSH. Preto je potrebné navrhovať ZOTSH podľa snehových oblastí a použiť správne zaťaženie snehom v danej oblasti.

### 5.15 Objemové vzplanutie a spätné vzplanutie

Návrh ZOTSH sa uplatňuje aj z dôvodu zníženia možnosti výskytu objemového a spätného vzplanutia, ktoré výrazne ohrozujú zasahujúcich hasičov pri požiari v stavbe.

#### 5.15.1 Objemové vzplanutie

Objemové vzplanutie je rýchly prechod do stavu úplného zapálenia všetkých materiálov v danom priestore. K prechodu dochádza v rámci vnútorného priestoru. S rozvojom požiaru sa uvoľňuje veľa jeho energie do vrstvy dymu. Dym a horúce plyny sa zhromažďujú pod stropom a vyžarujú časť svojej energie smerom nadol. Toto žiarenie pôsobí na materiály, ktoré dosiahnu svoje teploty vznietenia a naraz sa vznietia. Odohrá sa to veľmi rýchlo počas niekoľkých sekúnd. Podmienky sa môžu meniť v závislosti od typu priestoru a materiálov, ktoré sú v priestore obsiahnuté.

#### 5.15.2 Spätné vzplanutie

Spätné vzplanutie je explózia, ktorá sa môže objaviť v stavbe ohrozenej požiarom. Je to vzácna, ale veľmi nebezpečná udalosť, ktorá výrazne ohrozuje hlavne zasahujúcich hasičov. Tento efekt nastáva vtedy, ak nie je dostatočný prívod

čerstvého vzduchu do stavby. Oheň, ktorý nemá dostatok vzduchu na horenie pomaly horí a pohlcuje kyslík. V momente, keď do priestoru ohrozeného požiarom nárazovo vstúpi veľké množstvo kyslíka, palivo okamžite reaguje s kyslíkom a nastáva výbuch, ktorý sa šíri smerom k miestu prísunu kyslíka.

## 5.16 Inštalácia, prevádzkovanie a servis

### 5.16.1 Inštalácia

Všetky komponenty ZOTSH sa musia inštalovať a zabudovať v súlade s STN EN 12101-1, STN EN 12101-2 a STN EN 12101-3, STN EN 12101-7, STN EN 12101-8 a pokynmi výrobcu.

POZNÁMKA. – Inštaláciu ZOTSH rieši pripravovaná TNI CEN/TR 12101-4.

### 5.16.2 Prevádzkovanie a bezpečnosť

Obsluhu požiarotechnického zariadenia vykonáva osoba zaškolená a zapísaná v zápise o zaškolení. ZOTSH sa obsluhuje podľa pokynov uvedených v dokumentácii stavby.

### 5.16.3 Servis

Prevádzkovateľ požiarotechnického zariadenia je povinný zabezpečiť pravidelnú kontrolu požiarotechnických zariadení podľa právneho predpisu [4]. Podľa uvedeného právneho predpisu sa pravidelný servis zahrňujúci kompletnú kontrolu prevádzkyschopnosti požiarotechnického zariadenia vykonáva v rozsahu stanovenom právnymi predpismi, normatívnymi požiadavkami a sprievodnou dokumentáciou výrobcu najmenej raz za 12 mesiacov.

## 6 Základné zásady výpočtu

Dym šíriaci sa od zdroja požiaru až do zásobníka dymu je ovplyvnený viacerými faktormi ako sú geometria stavby, poveternostné vplyvy (vietor a sneh), alebo zmeny tlaku. Návrh ZOTSH musí zohľadňovať všetky uvedené faktory.

### 6.1 Základný návrh požiaru

Základný návrh požiaru musí zohľadňovať tieto faktory:

- požiarne charakteristika materiálov;
- množstvo horľavého materiálu;
- vzájomné pôsobenie materiálov;
- poloha materiálu vzhľadom k priestoru, stenám, stropu atď.;
- prítomnosť resp. prístup kyslíka;
- prítomnosť a efektívnosť zariadení na potlačanie rozvoja požiaru napr. SHZ;
- ochrana skladovaného tovaru pred pôsobením sprinklerového SHZ.

#### 6.1.1 Odporúčania

Pri návrhu požiaru v projektovej dokumentácii ZOTSH musí zohľadniť tieto odporúčania:

- a) identifikovať možnú lokalizáciu požiaru v priestore odvetrávanom ZOTSH,
- b) na obchodné priestory, kancelárie, garáže a hotelové izby sú definované hodnoty plochy požiaru, obvodu požiaru, ako aj konvektívneho tepelného toku na 1 m<sup>2</sup> a uvádzajú sa v tabuľke 1. Tieto hodnoty sú všeobecné a v prípade, že projektant ZOTSH vie výpočtom preukázať presnejšie údaje, je ich možné použiť. V prípade, že plocha

miestnosti je veľmi malá, hodnota plochy požiaru z tabuľky 1 sa neuvažuje a berie sa do úvahy plocha celej miestnosti a konvektívny tepelný tok vzťahnutý na 1 m<sup>2</sup> bude úmerne redukovaný plochou miestnosti,

c) na priestory, ktoré nie sú uvedené v tabuľke 1 musí projektant ZOTSH určiť hodnoty  $A_f$ ,  $P$  a  $q_f$  podľa materiálu skladovaného v danej miestnosti a výšku jeho uskladnenia, alebo druhu výroby,

d) stavby, v ktorých nie je známy druh materiálu v stavbe, alebo nie je známy účel užívania, sa hodnoty  $A_f$ ,  $P$  a  $q_f$  určujú podľa tabuľky 1,

e) návrh ZOTSH pre ustálený stav požiaru sa považuje za nevhodný v prípade, ak je priestor nesprinklerovaný a jeho výška je menej ako 4 m,

f) na stavby, ktoré sa neuvádzajú v tabuľke 1 a ich výška je menej ako 4 m musí projektant ZOTSH presne definovať plochu požiaru  $A_f$ , obvod požiaru  $P$  a fyzikálne vlastnosti materiálu, o ktorom sa predpokladá že bude zasiahnutý požiaru. Na základe toho sa určí veľkosť požiaru, ako aj konvektívny tepelný tok. Keďže väčšinou nehorí iba jeden materiál, ale skupina materiálov z rôznym tepelným výkonom, je potrebné spracovať analýzu prítomných materiálov a vypočítať tepelný výkon pre najhorší variant a následne preň navrhnúť ZOTSH.

g) na skladové haly s výškou skladovaných materiálov viac ako 4 m musí projektant ZOTSH určiť samostatne plochu požiaru  $A_f$ , obvod požiaru  $P$ , konvektívny tepelný výkon  $q_f$ , a priemernú teplotu dymu vo výške najmenej 1 m nad najvyššou výškou skladovaného materiálu takto:

1) obvodu požiaru  $P$  sa určí ako:

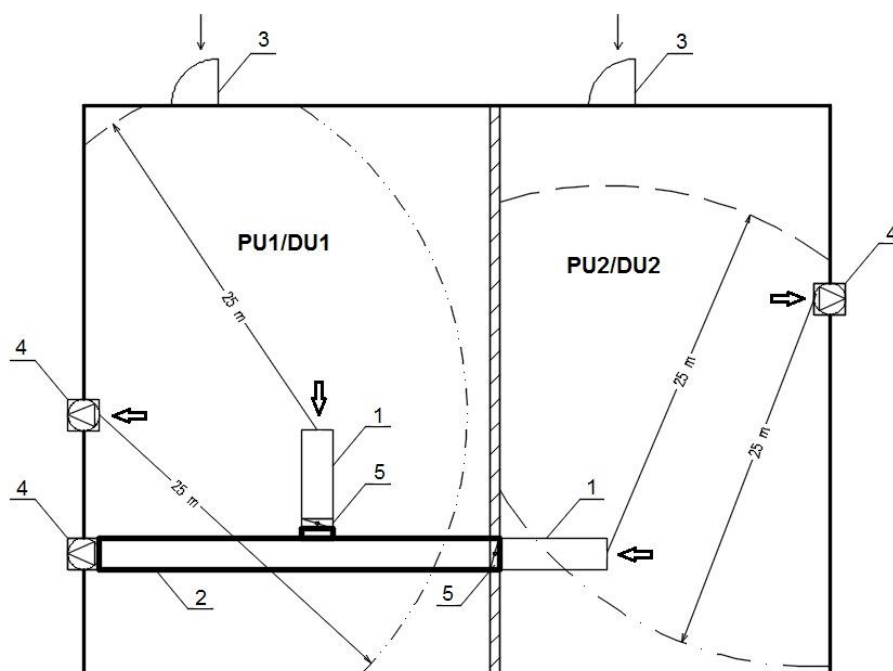
1. obvod dvoch paliet skladovaného materiálu umiestnených vedľa seba alebo nad sebou,
2. vzdialenosť medzi dvoma sprinklerovými hlavicami,
3. ak sa nenachádza medzi radmi paliet žiadna požiarne zábrana, tak sa obvodu požiaru určí ako 2-násobok hodnoty obvodu paliet podľa bodu 1.

2) hodnota priemerného zvýšenia teploty dymu oproti okolitej teplote je 150 °C,

h) odvod dymu pomocou ventilátorov sa musí navrhnúť tak, aby jedno odsávacie miesto zabezpečovalo odvod dymu z priestoru s polomerom najviac 25 m, tak ako sa uvádza na obrázku 7.

**Tabuľka 1 – Definované hodnoty na návrh požiaru**

Typ priestoru	Plocha požiaru $A_f$ m <sup>2</sup>	Obvod požiaru $P$ m	Uvoľnené teplo $q_f$ kW.m <sup>-2</sup>
Obchodné priestory			
Sprinklerované	10	12	625
Sprinkler s rýchlou odozvou	5	9	625
Nesprinklerované	Plocha miestnosti	Šírka otvorenia	1200
Kancelárie			
Sprinklerované	16	14	225
Nesprinklerované	47	24	225
Hotelové izby			
Sprinklerované	2	6	250
Nesprinklerované	Plocha miestnosti	Šírka otvorenia	100
Garáže	10	12	400



### Legenda

PU	Požiarneho úseku	3	Prívod vzduchu
DU	Dymový úsek	4	Ventilátor na odvod dymu
1	Potrubie z jedného požiarneho úseku	5	Dymová klapka obsahujúca viacero požiarneho úsekov
2	Potrubie z viacerých požiarneho úsekov		

Obrázok 7 – Najväčšia vzdialenosť od odsávacieho miesta

## 6.2 Dym priamo vstupujúci do zásobníka dymu

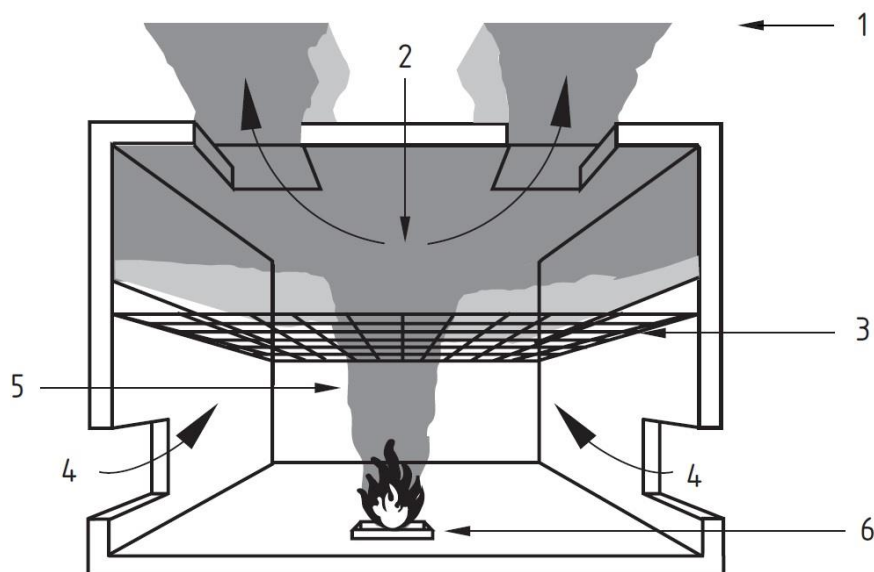
Návrh ZOTSH je priamo ovplyvnený geometrickou dispozíciou priestoru. Pohyb dymu môže smerovať priamo z ohniska požiaru do zásobníka dymu, alebo z miesta požiaru do iného priestoru odkiaľ je následne odvetrávaný. Vo väčšine návrhov sa požiar navrhuje na podlahe stavby.

Výber vhodného návrhu ZOTSH predpokladá určenie špecifického tepelného toku  $q_f$ , plochu požiaru  $A_f$ , obvod požiaru  $P$ .

Ak sa ZOTSH navrhuje na ochranu únikových ciest otvorených do priestoru ohrozeného požiarom musí sa zabezpečiť dostatočná výška vrstvy bez dymu  $Y$  pod vrstvou dymu. Na návrh kontroly teploty je potrebné stanoviť vhodnú teplotu zásobníka dymu. Návrh ZOTSH na účel ochrany majetku (nie ochrany života) musí zohľadňovať rovnaké postupy, pri ktorých nie je dôležité dodržať vrstvu bez dymu podľa uváženia projektanta a kontrolného orgánu.

### 6.2.1 Návrh dymového úseku

Dymový úsek sa v niektorých prípadoch navrhuje ako jednopodlažný priestor. Je to priestor ohraničený stenami alebo dymovými zábranami, v ktorom sa vytvára vplyvom fyzikálnych síl zásobník dymu, ktorý je následne kontrolovane odvetraný do vonkajšieho priestoru, tak ako sa uvádza na obrázku 8.



### Legenda

- |   |                                       |   |                                       |
|---|---------------------------------------|---|---------------------------------------|
| 1 | Vietor, sneh, poveternostné podmienky | 4 | Prívod vzduchu dverami, oknami a pod. |
| 2 | Zásobník dymu                         | 5 | Stúpanie dymu                         |
| 3 | Zavesený podhľad                      | 6 | Požiar                                |

**Obrázok 8 – Návrh dymového úseku v jednopodlažnom priestore**

### 6.2.2 Odporúčania

Pri návrhu ZOTSH sa musia zohľadniť tieto odporúčania:

- projektant musí určiť, kde sa nachádza najnižšia časť požiaru a jej výška vzhľadom na výšku priestoru,
- ZOTSH sa musí navrhnuť s výškou od podlahy k zásobníku dymu najmenej  $1/10$  výšky priestoru  $Y \leq 1/10$ ,
- ZOTSH sa musí navrhnuť s výškou od podlahy k zásobníku dymu najviac  $9/10$  výšky priestoru  $Y \geq 1/10$ ,
- hodnota konvektívneho tepelného toku  $Q_f$  unášaného dymom do zásobníka dymu sa musí stanoviť ako 0,8-násobok tepelného toku  $q_f A_f$  určeného projektantom ZOTSH, pokiaľ projektant neposkytne dôkaz o použití inej hodnoty,
- pri návrhu ochrany života, kedy sa uvažuje s čistou výškou bez dymu, sa najmenšia hodnota tejto výšky  $Y$  medzi únikovými cestami a zásobníkom dymu uvádza v tabuľke 2,
- v prípade, ak sa uvažuje s rozdielom medzi výpočtovou teplotou dymu a referenčnou teplotou menej ako  $50\text{ °C}$ , sa musí k najmenšej hodnote  $Y$  pripočítať hodnota  $0,5\text{ m}$ ,
- v prípade, ak nie je možné dodržať najmenšiu výšku bez dymu  $Y$ , ale je potrebné zaistiť vrstvu relatívne čistého vzduchu, sa musia takéto priestory riešiť individuálne a riešenie schváliť príslušnou autoritou,
- príklad výpočtu jednopodlažného priestoru je spracovaný v 7.1. Tento výpočet je vhodný na priestory, kde dym priamo vstupuje do zásobníka dymu, alebo ak dym vstupuje do pasáže, kde je voľný priestor najmenej  $2\text{ m}$  medzi stropom a otvorom, cez ktorý prechádza dym z priestoru ohrozeného požiarom do pasáže. V iných prípadoch sa odporúča urobiť výpočet vo viacpodlažných priestoroch podľa 7.2.
- výška vrstvy dymu v zásobníku dymu nesmie byť menšia ako  $0,5\text{ m}$ ,

j) projektant musí zohľadniť odporúčania podľa a) až i) a použiť ich pri návrhu ZOTSH na jednopodlažné priestory.

**Tabuľka 2 – Najmenšia výška bez dymu v únikovej ceste**

Typ priestoru	Najmenšia výška bez dymu Y
Verejné priestory napr. jednopodlažné priestory, haly	3,0 m
Neverejné priestory napr. kancelárie, apartmány, otvorené súkromné haly	2,5 m
Garáže	2,5 m alebo $0,8 \cdot H$ , ak sú nižšie

### 6.3 Dym vstupujúci do príľahlého priestoru

Veľké množstvo stavieb má priestory otvorené do príľahlého priestoru s väčšou výškou ako samotný priestor ohrozený požiarom, napríklad viacpodlažné priestory, jednopodlažné priestory vetrané do pasáže, átriá a stavby s mezanínmi. V takýchto stavbách sa umiestňuje požiar rovnako, ako by sa jednalo o jednopodlažné priestory.

V prípade vzniku požiaru v priestore, ktorý priamo susedí s priestorom s veľkou výškou nepostačuje výpočet zjednodušeným spôsobom, ako sa uvádza v 6.2, ale je potrebné vykonať ďalšie výpočty. V takomto prípade je navrhovanie umiestnenia požiaru rovnaké, ako v prípade 6.2, ale dym prechádza pod stropom jednopodlažného priestoru do priestoru s väčšou výškou, cez otvor spájajúci tieto dva priestory, ak nebudú prijaté opatrenia zabraňujúce tomuto javu.

V prípade, že je jednopodlažný priestor uzatvorený bariérou utesňujúcou otvor medzi jednopodlažným priestorom a priestorom s väčšou výškou, je možné tento jednopodlažný priestor počítať, ako samostatnú jednopodlažnú stavbu. Na utesnenie otvoru sa môžu použiť trvalé alebo automatické zábrany.

V prípade, že dym nie je odvetrávaný priamo z priestoru ohrozeného požiarom, projektant musí vypočítať veľkosť prietoku dymu smerujúceho z jednopodlažného priestoru do príľahlého vyššieho priestoru pomocou hmotnostného toku spodín horenia v každej jeho fáze od miesta požiaru až k odvetrávacím komponentom. V prípade, ak by bola teplota v priestore ohrozenom požiarom príliš vysoká, mohla by nastať situácia, že sa vznieti všetok materiál v priestore, čo je nežiaduce. Takéto scenáre nie sú uvažované v prípade sprinklerovaných stavieb.

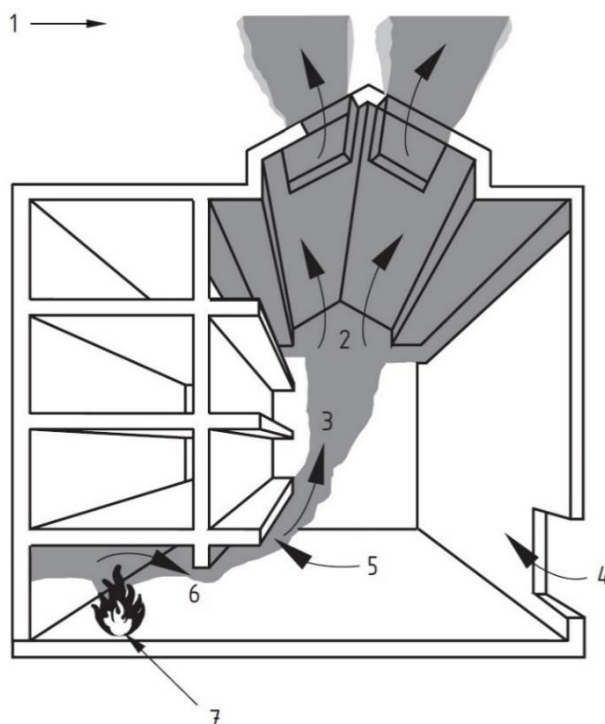
Ak dym opúšťa priestor ohrozený požiarom do vyššieho otvoreného priestoru pod stropom, vzniká tam strhávanie dymu okolitým vzduchom. V prípade, ak sa pod stropom nenachádza žiadna mechanická zábrana, dym stúpa do otvoreného priestoru spod hrany balkóna alebo prázdneho priestoru v stropnej konštrukcii pasáže.

Dym sa môže usmerniť z priestoru ohrozeného požiarom do priestoru, kde sa vytvára zásobník dymu. Ak sa dym uvedeným spôsobom neusmerní, dôjde k jeho rozliatiu pod balkónom.

V prípade požiadavky na kontrolu pohybu dymu a zabránenie jeho rozliatiu do priestoru sa musia použiť dymové usmerňovače.

#### 6.3.1 Návrh dymového úseku

Dymový úsek sa môže navrhnuť ako viacpodlažný priestor. Je to priestor ohraničený stenami alebo dymovými zábranami, v ktorom sa vytvára vplyvom fyzikálnych síl zásobník dymu, ktorý je následne kontrolovane odvetraný do vonkajšieho priestoru, tak ako sa uvádza na obrázku 9.



### Legenda

- |   |                                       |   |   |
|---|---------------------------------------|---|---|
| 1 | Vietor, sneh, poveternostné podmienky | 5 | Dym šíriaci sa pod balónom, prievlakom, výklenkom |
| 2 | Zásobník dymu                         | 6 | Dym šíriaci sa z priestoru ohrozeného požiarom    |
| 3 | Stúpanie dymu                         | 7 | Požiar  |
| 4 | Prívod vzduchu dverami, oknami a pod. |   |   |

**Obrázok 9 – Návrh dymového úseku vo viacpodlažnom priestore**

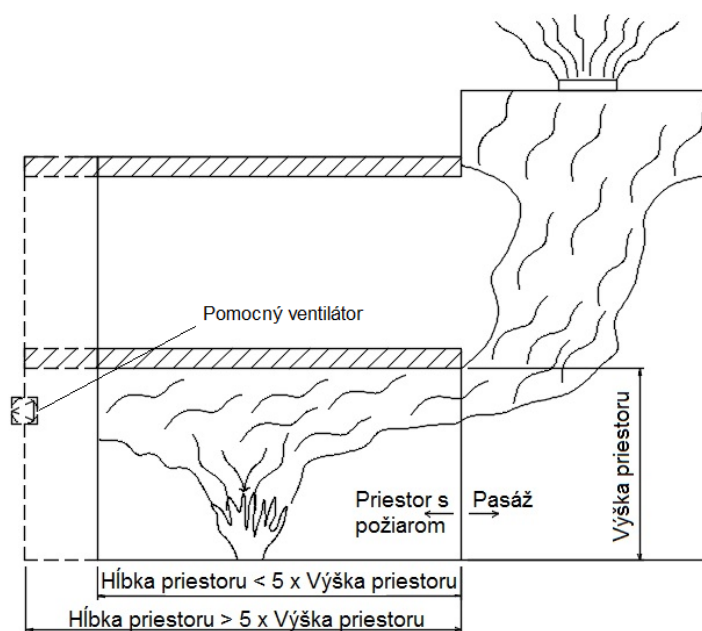
### 6.3.2 Odporúčania

Pri návrhu ZOTSH vo viacpodlažných priestoroch musí zohľadniť tieto odporúčania:

- projektant musí vypočítať hmotnostný tok splodín horenia prechádzajúcich z referenčnej miestnosti do príľahlého priestoru,
- hodnoty konvektívneho tepelného toku použité vo výpočtoch sa uvádzajú v tabuľke 3,
- u stavieb bez použitia sprinkleru, ktoré nie sú uvedené v tabuľke 3 sa musí hodnota konvektívneho tepelného toku stanoviť, ako 0,5-násobok rýchlosti uvoľňovania tepla  $q_f A_f$  zo návrhového požiaru. Iná hodnota sa môže použiť v prípade, ak projektant preukáže opodstatnenosť tejto hodnoty,
- u stavieb s použitím sprinkleru, ktoré nie sú uvedené v tabuľke 3 sa musí hodnota konvektívneho tepelného toku stanoviť, ako 0,2-násobok rýchlosti uvoľňovania tepla  $q_f A_f$ . Iná hodnota sa môže použiť v prípade, ak projektant preukáže opodstatnenosť tejto hodnoty,
- pri návrhu požiarneho vetrania musí byť výpočtom určená teplota nižšia ako 550 °C, nakoľko hrozí vznietenie materiálov, ktoré neboli zasiahnuté požiarom. V takomto prípade nie sú odporúčania podľa 6.3.2 vhodné a je potrebné použiť inú výpočtovú metódu,
- ak je dym odvetrávaný do otvoreného priestoru spod balkóna, hmotnostný tok splodín horenia sa musí vypočítať od okraja balkóna,

- g) dymové zábrany musia presahovať pod úroveň podhľadu. Tieto zábrany musia byť trvalé alebo automatické (ovládané od EPS),
- h) dymové zábrany sa musia inštalovať najmenej o 0,1 m nižšie, ako vypočítaná hrúbka vrstvy dymu. Tieto zábrany musia byť priebežné po celej dĺžke,
- i) ak je dym odvetrávaný cez prázdny priestor, musí sa vypočítať hmotnostný tok splodín horenia prechádzajúcich cez daný prázdny priestor,
- j) dymová zábrana umiestnená v okolí prázdneho priestoru, musí byť trvalá alebo automatická a spúšťaná automaticky po detegovaní dymu,
- k) dymová zábrana inštalovaná pozdĺž prázdneho priestoru musí mať spodnú hranu umiestnenú nižšie ako hrúbka vrstvy dymu. Ak je dymová zábrana inštalovaná v pravom uhle, musí mať spodnú hranu nižšie ako hrúbka vrstvy dymu,
- l) veľkosť otvoru na odvod dymu a vzdialenosť dymových zábran musí byť dostatočná, aby sa zabránilo rozliatiu dymu do priestoru,
- m) v priestoroch pod balkónom sa môžu nachádzať prievlaky alebo iné konštrukcie brániace šíreniu dymu do voľného priestoru. V takomto prípade je potrebné uplatniť požiadavky podľa 7.2,
- n) vrstva bez dymu v priestore ohrozenom požiarom sa navrhuje tak, ako sa uvádza v 6.2,
- o) návrh ZOTSH a zásobníka dymu musí zohľadňovať odporúčania uvedené v 6.2.2,
- p) hĺbka priestoru susediaceho s pasážou meraná od priečelia priestoru nesmie presahovať 5-násobok svetlej výšky priestoru.

POZNÁMKA. – V prípade, ak je hĺbka priestoru susediaceho s pasážou väčšia ako 5-násobok jeho výšky, je potrebné navrhnuť tento priestor podľa 6.2, alebo v ňom použiť pomocné ventilátory na odvod dymu tak, ako sa uvádza na obrázku 10.



Obrázok 10 – Umiestnenie pomocného ventilátora v priestore s väčšou hĺbkou

Tabuľka 3 – Hodnoty konvektívneho tepelného toku

Typ priestoru	Konvektívny tepelný tok $Q_w$
---------------	-------------------------------

	MW
Obchodné priestory sprinklerované	5
Obchodné priestory sprinklerované s rýchlou odozvou	2,5
Kancelárske priestory sprinklerované	1
Kancelárske priestory nesprinklerované	6
Hotelové izby nesprinklerované	1

#### 6.4 Pohyb dymu smerom k zásobníku dymu

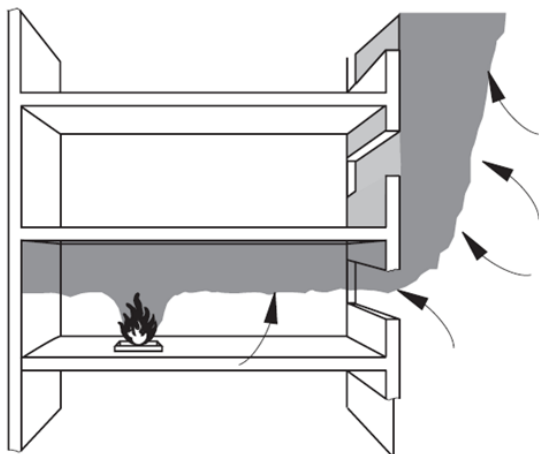
Keď nie je možné odvetrávať dym priamo z priestoru ohrozeného požiarom, tento sa dostáva do príľahlého priestoru (pasáž, átrium a pod.), odkiaľ je následne odvetrávaný do exteriéru.

Keď je požiar v pasáži alebo v átriu, dym sa priamo z požiaru dostáva do zásobníka dymu a situácia je rovnaká ako v prípade uvedenom v 6.2. Nepriaznivejší scenár nastáva, keď vznikne požiar v príľahlom priestore, odkiaľ dym smeruje do otvoreného priestoru pod balkónom a je strhávaný od hrany balkóna smerom k zásobníku dymu. Hrana balkóna je pomerne úzka a dlhá a na dym pôsobia vztlakové sily z rôznych smerov.

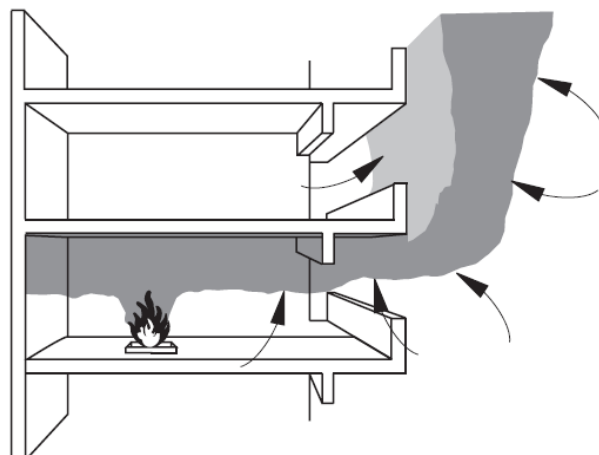
Známe sú dva typy strhávania dymu od hrany balkóna, ktoré sú uvedené na obrázkoch 11 a 12.

Miera strhávania dymu od hrany balkóna a tým aj celkové množstvo plynov vstupujúcich do zásobníka dymu je ovplyvnené týmito štyrmi parametrami:

- hmotnostný prietok splodín horenia strhávaný spod hrany balkóna,
- teplota dymu,
- dĺžka hrany balkóna,
- výška vzostupu dymu do zásobníka dymu.



Obrázok 11 – Pridržiavaný oblak dymu

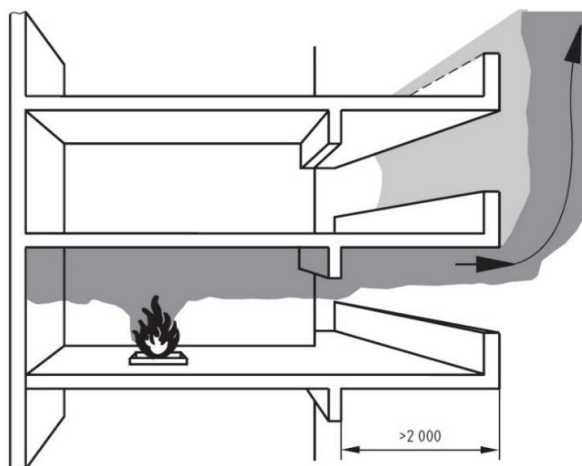


Obrázok 12 – Voľný oblak dymu

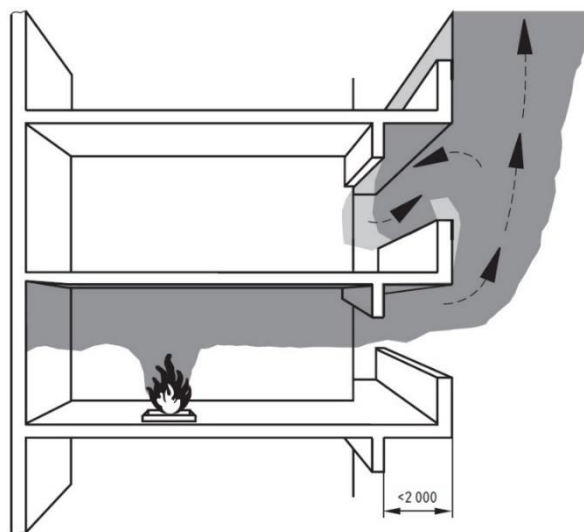
Hmotnostný prietok splodín horenia je najčastejšie ovplyvnený parametrami podľa písmena c) a d), pričom dĺžka hrany balkóna sa dá skrátiť pomocou dymových usmerňovačov.

Výška vzostupu dymu sa musí navrhnuť tak, aby sa zabezpečila najmenšia výška čistého vzduchu na efektívny a bezpečný únik osôb z najvyšších podlaží. V prípade, že je šírka balkóna nedostatočná, dym môže smerovať späť nad balkón. Ak je šírka balkóna dostatočná, k tomuto efektu nedochádza. Príklady spätného pohybu dymu v závislosti na šírke balkóna sa uvádzajú na obrázkoch 13 a 14.

Pre vhodný návrh ZOTSH je potrebné určiť typ priestoru a typ strhávania dymu v danom priestore, z čoho následne vyplýva správny výpočet teploty dymu ako aj hmotnostného toku splođín horenia a následné určenie množstva odvetrávacích komponentov.



Obrázok 13 – Dostatočná šírka balkóna



Obrázok 14 – Nedostatočná šírka balkóna

## 6.5 Zásobník dymu a ventilátory

Pri zohľadnení odporúčaní uvedených v 6.2 až 6.3 hmotnostný tok splođín horenia a konvektívny tepelný tok spôsobujú smerovanie dymu do zásobníka dymu, kde sa vytvára vrstva dymu stanovená výpočtom. Pri správnom návrhu sa dosiahne vypočítaná hrúbka vrstvy dymu v zásobníku dymu a túto hrúbku vrstvy dymu je možné udržiavať pomocou vhodne navrhnutého počtu a veľkosti odvetrávacích komponentov.

Je potrebné určiť najmenšie množstvo ako aj najväčšie množstvo odvetrávacích komponentov, aby sa zamedzilo efektu nežiaduceho prívodu vzduchu z hora do zásobníka dymu.

V prípade, ak je zásobník dymu príliš dlhý a veľký je možné, že dôjde k nežiaducim účinkom, t. j. k schladeniu dymu vplyvom okolitých konštrukcií a tým ku klesaniu zásobníka dymu smerom nadol. Ak sa navrhne zásobník dymu príliš vysoko, dym stráca svoju tepelnú kapacitu, ochladzuje sa vplyvom pôsobenia okolitého vzduchu a tým môže dôjsť ku klesaniu zásobníka dymu. Ak je v priestore SHZ, je potrebné túto skutočnosť zohľadniť vo výpočte. V prípade, ak by teplota dymu bola príliš vysoká, mohlo by to spôsobiť prenesenie požiaru do iných častí stavby.

### 6.5.1 Odporúčania

Pri návrhu zásobníka dymu a ventilátorov ZOTSH treba zohľadniť tieto odporúčania:

- a) teplota dymu sa stanovuje výpočtom,

[TNI CEN/TR 12101-5:2005, 6.6.2.1, modifikovaný]

- b) výpočtom určená teplota dymu pri návrhu požiarneho vetrania musí byť nižšia ako 550 °C, nakoľko hrozí vznietenie materiálov, ktoré neboli zasiahnuté požiarom,

[TNI CEN/TR 12101-5:2005, 6.6.2.2, modifikovaný]

- c) ak sa tvorí vrstva dymu nad priestorom, ktorý je určený na únik osôb, nesmie jej teplota prekročiť 200 °C v najmenej výške vrstvy bez dymu,

[TNI CEN/TR 12101-5:2005, 6.6.2.4, modifikovaný]

- d) teplota dymu nesmie byť nižšia ako 20 °C nad teplotou okolia,

[TNI CEN/TR 12101-5:2005, 6.6.2.5, modifikovaný]

e) vplyv chladiaceho efektu sprinklerového SHZ na teplotu dymu sa musí zohľadniť vo výpočte,

[TNI CEN/TR 12101-5:2005, 6.6.2.6, modifikovaný]

f) v miestach, kde sa uvažuje s umiestnením požiaru pod zásobníkom dymu musí byť najväčšia plocha dymového úseku 2000 m<sup>2</sup> pri prirodzenom vetraní a 2600 m<sup>2</sup> pri nútenom vetraní,

[TNI CEN/TR 12101-5:2005, 6.6.2.7, modifikovaný]

g) v miestach, kde sa uvažuje s umiestnením požiaru v inom priestore ako v priestore, v ktorom sa vytvára zásobník dymu a dym je vedený do iného priestoru odkiaľ je odvetrávaný, musí byť plocha zásobníka dymu (požiar v príľahlých priestoroch, pod mezanínom, átriách a pod.) najviac 1000 m<sup>2</sup> pri prirodzenom vetraní a 1300 m<sup>2</sup> pri nútenom vetraní,

[TNI CEN/TR 12101-5:2005, 6.6.2.8, modifikovaný]

h) najväčšia dĺžka zásobníka dymu je 60 m,

[TNI CEN/TR 12101-5:2005, 6.6.2.9, modifikovaný]

i) ZOTSH sa musí navrhnuť tak, aby vzdialenosť zásobníka dymu od podlahy bola najmenej 1/10 výšky priestoru  $Y \leq 1/10$ ,

[TNI CEN/TR 12101-5:2005, 6.6.2.10, modifikovaný]

j) ZOTSH sa musí navrhnuť tak, aby vzdialenosť zásobníka dymu od podlahy bola najviac 9/10 výšky priestoru  $Y \geq 1/10$ ,

[TNI CEN/TR 12101-5:2005, 6.6.2.11, modifikovaný]

k) hrúbka vrstvy dymu sa musí stanoviť výpočtom a zohľadňovať odporúčania j) a k),

[TNI CEN/TR 12101-5:2005, 6.6.2.12]

l) dymové zábrany alebo iné konštrukčné časti stavby slúžiace na vytvorenie zásobníka dymu sa musia umiestniť o 0,1 m nižšie, ako je vypočítaná hrúbka vrstvy dymu v zásobníku dymu s prihliadnutím na možný priehyb dymovej zábrany,

[TNI CEN/TR 12101-5:2005, 6.6.2.13, modifikovaný]

m) dymový úsek sa musí určiť tak, aby umožnil dostatočne ohraničiť dym v danom mieste a počet odvetrávacích komponentov ZOTSH udržiaval dym v zásobníku dymu,

[CEN/TR 12101-5:2005, 6.6.2.14, modifikovaný]

n) celkové množstvo odvetrávacích komponentov ZOTSH (plocha a vzduchový výkon) musí byť dostatočné na pokrytie hmotnostného toku sploín horenia na zabezpečenie pohybu dymu do zásobníka dymu a následne do exteriéru,

[TNI CEN/TR 12101-5:2005, 6.6.2.15, modifikovaný]

o) ZOTSH sa musí navrhnuť tak, aby nedochádzalo k nežiaducemu prúdeniu čistého vzduchu z iného priestoru ako z toho, z ktorého je potrebné odvetrať dym,

[CEN/TR 12101-5:2005, 6.6.2.16, modifikovaný]

p) ZOTSH s prirodzeným vetraním a ZOTSH s núteným vetraním sa nesmú súčasne použiť v jednom dymovom úseku.

[TNI CEN/TR 12101-5:2005, 6.6.2.17, modifikovaný]

## 6.6 Prívod vzduchu

ZOTSH musí mať dostatočný prívod čerstvého vzduchu na jeho správnu funkciu. Prívod vzduchu je potrebné zabezpečiť dverami, oknami alebo samostatnými zariadeniami na to určenými. Z uvedeného dôvodu sa musí zabezpečiť v prípade požiaru prívod vzduchu týmto spôsobom:

- a) trvale otvorenými otvormi určenými na prívod vzduchu,
- b) automaticky otváranými otvormi na prívod vzduchu ako napr. dvere, okná, zariadenia na prívod vzduchu,
- c) pomocou príslušného dymového úseku cez odvetrávacie komponenty,
- d) kombináciou a) až c),
- e) núteným vetraním pomocou ventilátorov a potrubným systémom.

Na prívod vzduchu nie je možné použiť tie komponenty, ktoré sa súčasne používajú na požiarne vetranie. Prívodné otvory sa musia navrhnuť tak, aby nenarúšali tvorbu zásobníka dymu a neovplyvňovali pohyb dymu smerom do zásobníka dymu.

Prívod čerstvého vzduchu nesmie ochladzovaním priamo ovplyvňovať pohyb dymu a tým vytvárať turbulencie. Rovnako ani nútený prívod vzduchu nesmie vytvárať prúd vzduchu, ktorý by ovplyvňoval pohyb dymu a tým by vznikali turbulencie pri jeho pohybe smerom do zásobníka dymu.

### 6.6.1 Odporúčania

Pri návrhu prívodu vzduchu ZOTSH treba zohľadniť tieto odporúčania:

- a) komponenty na prívod vzduchu pri požiari sa nesmú súčasne použiť ako prívodné aj ako odvodné,  
[TNI CEN/TR 12101-5:2005, 6.8.2.1, modifikovaný]
- b) komponenty na prívod vzduchu sa musia otvoriť automaticky. Musia byť vybavené automatickým otváračom v podobe elektrického motora alebo pružiny, ktorá dané zariadenie v prípade požiaru otvorí,  
[TNI CEN/TR 12101-5:2005, 6.8.2.3, modifikovaný]
- c) všetky komponenty určené na prívod vzduchu musia mať možnosť ručného (manuálneho) otvorenia,  
[TNI CEN/TR 12101-5:2005, 6.8.2.4, modifikovaný]
- d) automatický otvárač na dverách na prívod vzduchu do priestoru nesmie byť prekážkou na bežné používanie týchto dverí,  
[TNI CEN/TR 12101-5:2005, 6.8.2.5, modifikovaný]
- e) automatické otvárače komponentov určených na prívod vzduchu musia spĺňať rovnaké požiadavky na spoľahlivosť ako sa uvádza v STN EN 12101-1 alebo STN EN 12101-2,  
[TNI CEN/TR 12101-5:2005, 6.8.2.6, modifikovaný]
- f) v prípade ochrany života sa musia prívodné otvory aktivovať automaticky od EPS, rovnako ako ZOTSH,  
[TNI CEN/TR 12101-5:2005, 6.8.2.8, modifikovaný]
- g) v prípade ochrany majetku musia byť prívodné otvory aktivované automaticky od EPS alebo ručne (manuálne),  
[TNI CEN/TR 12101-5:2005, 6.8.2.9, modifikovaný]
- h) voľná aerodynamická plocha prívodného otvoru sa musí určiť ako súčin geometrickej plochy otvoru a korekčného súčiniteľa  $c_{iz}$ ,

POZNÁMKA. – Na určenie korekčného súčiniteľa  $c_{iz}$  použi tabuľku 4.

[TNI CEN/TR 12101-5:2005, 6.8.2.10, modifikovaný]

i) v prípade, že dvere uvažované na únik osôb z priestoru sa použijú ako prívodné otvory, musí sa uvažovať s najvyššou rýchlosťou prúdenia vzduchu cez prívodný otvor  $5 \text{ m.s}^{-1}$ ,

[TNI CEN/TR 12101-5:2005, 6.8.2.11, modifikovaný]

j) v prípade, ak sa na prívod vzduchu použijú ventilátory (nútený prívod vzduchu), sa musí preukázať funkčnosť ZOTSH. Rýchlosť prúdenia prívodného vzduchu v prívodnom otvore musí byť rovnaká ako sa uvádza v i) a sila potrebná na otvorenie dvier nesmie byť väčšia ako 100 N,

[TNI CEN/TR 12101-5:2005, 6.8.2.12, modifikovaný]

k) aby sa zabránilo narúšaniu vrstvy dymu alebo jeho strhávaniu smerom nadol, horná hrana prívodného otvoru musí byť viac ako 1 m pod vrstvou dymu. Rýchlosť prúdenia vzduchu pod vrstvou dymu musí byť menšia ako  $1 \text{ m.s}^{-1}$ ,

[TNI CEN/TR 12101-5:2005, 6.8.2.14, modifikovaný]

l) v prípade, ak sa používa prívod vzduchu z vedľajšieho dymového úseku, vzdialenosť medzi odvodom a prívodom musí byť najmenej 5 m. Musí sa zabezpečiť, aby prívodné otvory neboli zasiahnuté dymom.

[TNI CEN/TR 12101-5:2005, 6.8.2.15, modifikovaný]

**Tabuľka 4 – Korekčný súčiniteľ prívodného otvoru**

Druh otvoru	Uhol otvorenia	Korekčný súčiniteľ $c_{iz}$
Otvory v rámoch alebo dverách, mreže		0,7
Otvárateľné žalúzie	90°	0,65
Otočné alebo sklopné kridlo	90°	0,65
Otočné alebo sklopné kridlo	> 60°	0,5
Otočné alebo sklopné kridlo	> 45°	0,4

## 6.7 Podhľady

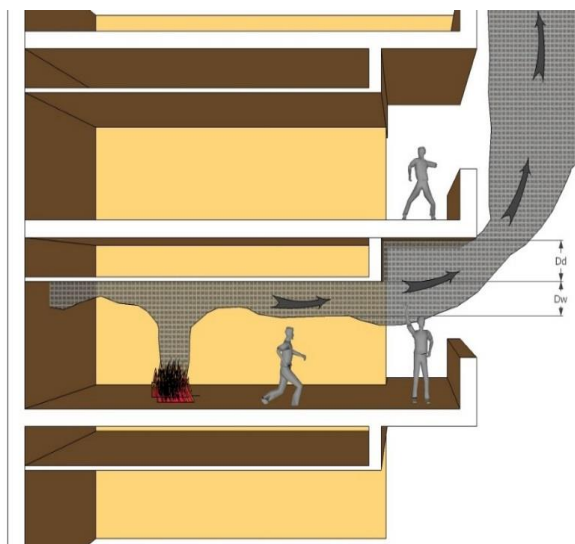
V mnohých stavbách sa zhotovujú závesné podhľady, ktoré môžu brániť odvodu dymu z priestoru ohrozeného požiarom. Podhľady môžu byť uzavreté bez perforácie, alebo s perforáciou, ktorá umožňuje pohyb dymu nad podhľadom. Táto perforácia môže byť väčšia alebo menšia, v závislosti od návrhu architekta. V prípade, ak podhľad má veľkú perforáciu, nepredstavuje vážnu prekážku pohybu dymu. V prípade, ak perforácia podhľadu nie je dostatočná, priestor nad podhľadom sa musí riešiť samostatne. Takto vytvorený priestor nad podhľadom sa nazýva vzduchová komora.

### 6.7.1 Plný podhľad

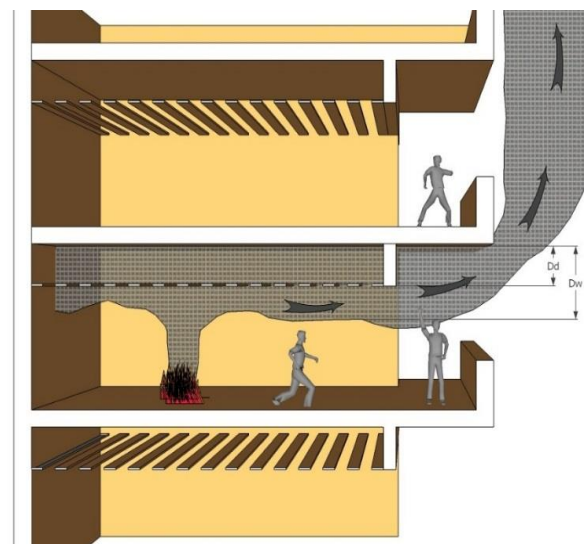
Plný podhľad v posudzovanom priestore predstavuje hornú hranu vrstvy dymu. Ak je perforácia podhľadu menej ako 25 % celkovej plochy podhľadu, je potrebné priestor nad podhľadom počítať ako vzduchovú komoru, ktorá zvyšuje tlakovú stratu pri návrhu požiarneho vetrania, ako sa uvádza na obrázku 15.

### 6.7.2 Perforovaný podhľad

V prípade, ak je podhľad perforovaný a perforácia tvorí viac ako 25 % celkovej plochy podhľadu, tento nepredstavuje prekážku pohybu vrstvy dymu a je možné celý objem priestoru pod podhľadom ako aj priestoru nad podhľadom odvetrávať spoločne, ako sa uvádza na obrázku 16.



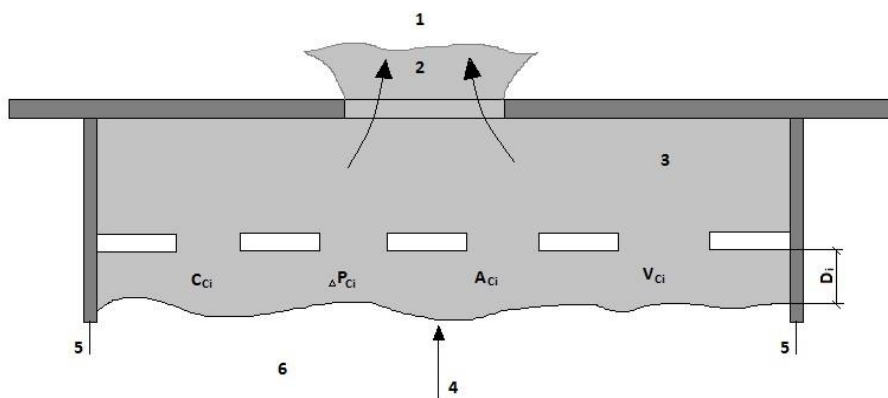
Obrázok 15 – Priestor s podhľadom bez perforácie



Obrázok 16 – Priestor s perforovaným podhľadom

### 6.7.2.1 Vzduchová komora

V prípade, že podhľad je perforovaný a perforácia podhľadu tvorí najmenej 25 %, celý priestor miestnosti sa vetrá súčasne núteným alebo prirodzeným vetraním. Ak má podhľad perforáciu menšiu ako 25 %, potom podhľad vytvára tlakovú stratu a je potrebné s ňou pri návrhu ZOTSH uvažovať. Vzniká tzv. vzduchová komora, ktorá sa uvádza na obrázku 17. Zásobník dymu sa posudzuje podľa TNI CEN/TR 12101-5 časť 6.6 (pozri prílohu I v TNI CEN/TR 12101-5:2005).



#### Legenda

- |   |   |   |                             |
|---|---|---|-----------------------------|
| 1 | Prirodzený alebo nútený odvod dymu  | 4 | Spodná hrana zásobníka dymu |
| 2 | Odvodná plocha $A_{vC_i}$ alebo potrebný vzduchový výkon ventilátorov $V_{fan}$ | 5 | Dymová zábrana              |
| 3 | Rozdiel tlakov $\Delta P_{C_i}$   | 6 | Základné prostredie         |

Obrázok 17 – Vzduchová komora

#### 6.7.2.1.1 Vzduchová komora – prirodzené vetranie

Na účel výpočtu je možné tento typ zásobníka dymu považovať za priestor, ktorý je prirodzene odvetraný, ak spĺňa podmienku, že spodná hrana vzduchovej komory je totožná s úrovňou podhľadu. Hrúbka vrstvy dymu  $d_i$  je vzdialenosť od spodnej hrany podhľadu po spodnú hranu vrstvy dymu.

POZNÁMKA. – V prípade prirodzeného vetrania sa hrúbka vrstvy dymu meria od stredu komponentu (klapky), ktorá odvádza dym do exteriéru.

Efekt vzduchovej komory, ktorý pôsobí na ZOTSH je možné vyjadriť ako ekvivalentný výtokový súčiniteľ, ktorý sa použije na celý priestor (podhľad), ktorý je charakterizovaný parametrom  $A_{vtot}C_{ekvivalent}$  podľa rovnice (1)

$$\frac{1}{(A_v c_v)^2} + \sum \frac{1}{(A_{ci} c_{ci})^2} = \frac{1}{(A_{vtot} C_{ekvivalent})^2} \quad (1)$$

#### 6.7.2.1.2 Vzduchová komora – nútené vetranie

Horná hrana pohybujúcej sa vrstvy dymu je opäť totožná s úrovňou podhľadu. Nútené odvetranie vzduchovej komory vyvoláva dodatočnú tlakovú stratu  $\Delta p_{fan}$  medzi komorou a priestorom pod podhľadom. Celkový vypočítaný objem potrebný na odvod dymu  $V_l$  je rovný súčtu čiastočných objemov, ktoré pretečú cez jednotlivé štrbiny  $V_{ci}$  podľa rovnice (2)

$$V_l = \sum_i V_{ci} \quad (2)$$

### 6.8 Návrh výkonu požiaru $Q_f$

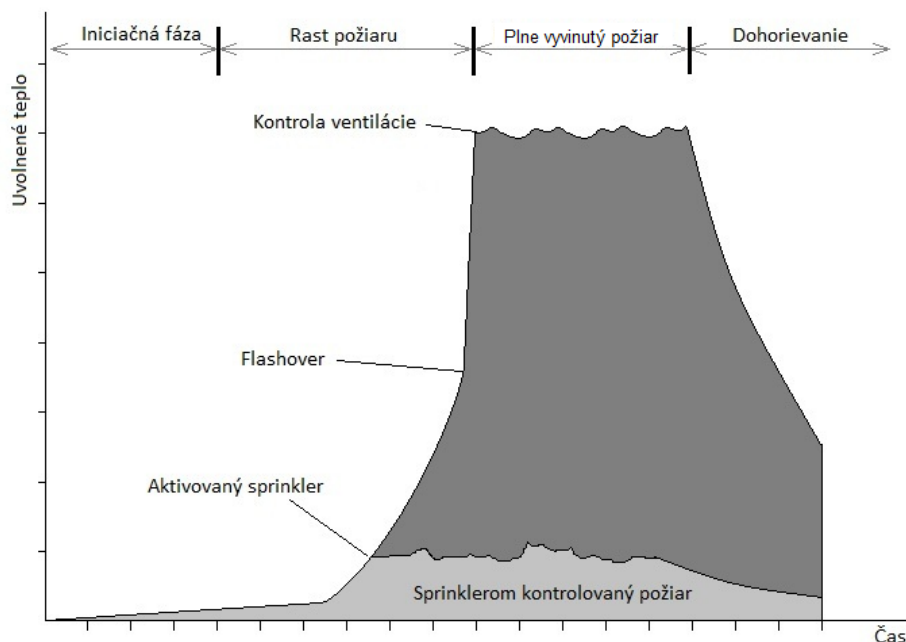
V prípade návrhového požiaru sa zvyčajne berú do úvahy tieto kritériá:

- rýchlosť uvoľňovania tepla  $HRR$ ;
- rýchlosť tvorby dymu;
- čas do vzniku objemového vzplanutia.

Okrem týchto kritérií je v návrhu potrebné zväžiť aj ďalšie kritériá ako teplota, emisivita, miesto a stavebné podmienky vzniku požiaru. Požiar charakterizujú tieto fázy:

- iniciácia požiaru;
- rozvoj požiaru;
- rozvinutý požiar;
- následné dohorievanie.

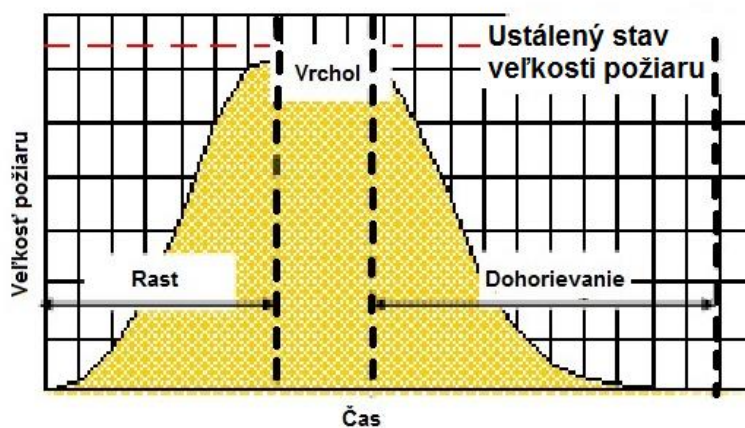
Fáza iniciácie požiaru je charakteristická tvorbou dymu, plameňa a radiáciou. Fáza rozvoja požiaru je charakteristická jeho šírením, až do vzniku objemového vzplanutia, alebo plne rozvinutej fázy. Fázu plne rozvinutého požiaru charakterizuje konštantná rýchlosť odhorievania a požiar je riadený prístupom kyslíka, alebo množstvom paliva. Fáza dohorievania je posledná fáza požiaru, kedy dochádza k jeho postupnému uhasinaniu. Fázy rozvoja požiaru sa uvádzajú na obrázku 18.



Obrázok 18 – Fázy rozvoja požiaru

Tepelný výkon alebo rýchlosť uvoľňovania tepla je funkciou horiacich materiálov a ich rozpadu pri požari. K dispozícii je rôzne množstvo dokumentov opisujúcich výkony požiaru s použitím daných dokumentov ako napríklad: SVS Guide, BR 368, NFPA 92 a 204 BRE návrhové požiarne databázy a pod. Bežne sa tieto údaje uvádzajú ako tepelný výkon požiaru na plochu a výšku uskladneného materiálu ( $\text{kW/m}^2$  alebo  $\text{kW/m}^2/\text{m}$  pri skladoch).

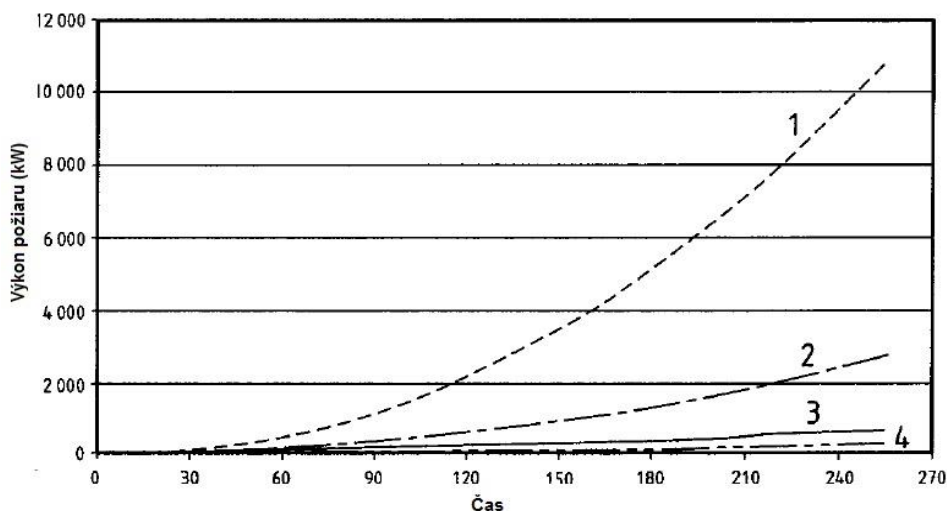
Typická krivka používajúca sa pri návrhu ZOTSH sa uvádza na obrázku 19. Model tejto krivky  $t^2$  je založený na skúškach podľa NFPA a požiar v takomto prípade vytvára tepelný výkon požiaru, ktorý je priamo úmerný druhej mocnine času, ktorý uplynul od začiatku rozvoja požiaru.



Obrázok 19 – Typická krivka rozvoja požiaru

V prípade, ak existuje požiadavka na presnejšie určenie rozvoja požiaru v závislosti od druhu stavby, používa sa konštantný čas rozvoja požiaru. Sú známe štyri druhy rýchlosti rozvoja požiaru, ktorých výkony sú znázornené v grafe 1:

- ultra rýchly (sklady);
- rýchly (obchody);
- stredný (kancelárie);
- pomalý (knižnice).



### Legenda

- |   |              |   |        |
|---|--------------|---|--------|
| 1 | ultra rýchly | 2 | rýchly |
| 3 | stredný      | 4 | pomalý |

**Graf 1 – Rozvoj sprinklerovaného požiaru v závislosti na čase**

Za ultra rýchly rozvoj požiaru sa považuje dosiahnutie výkonu 1MW za 75 s. V prípade pomalého rozvoja požiaru dosahuje jeho výkon 1MW za 600 s.

Všeobecne platí, že rozvoj návrhového požiaru určuje projektant ZOTSH na základe druhu stavby, druhu skladovaných materiálov, ako aj od použitia ostatných požiarotechnických zariadení. Požiar sa pomaly rozvíja od počiatkovej fázy vzniku požiaru až po jeho vrchol, kde sa uvažuje, že jeho rozvoj sa zastaví v dôsledku použitia SHZ alebo hasičského zásahu.

Výkon požiaru sa následne určí z rovnice (3)

$$q_f = \gamma t^2 \quad (3)$$

V tabuľke 5 sa uvádzajú hodnoty súčiniteľov rozvoja požiaru.

**Tabuľka 5 – Súčinitele rozvoja sprinklerovaného požiaru**

Rozvoj požiaru	$\gamma$ kW.s <sup>2</sup>
Ultra rýchly	0,18760
Rýchly	0,04689
Stredný	0,01172
Pomalý	0,00293
POZNÁMKA. – Tabuľka z literatúry [6]	

Vzhľadom na širokú škálu materiálov je veľmi náročné zvoliť správnu hodnotu rýchlosti uvoľňovania tepla *HRR*. V prípade požiaru horia rôzne materiály s rôznymi vlastnosťami, preto je potrebné v prípade návrhu zvážiť najvyššiu a najnižšiu hodnotu *HRR*. V tabuľke 6 sa uvádza rozsah hodnôt *HRR* na rôzne požiare.

Tabuľka 6 – Najmenšie a najväčšie hodnoty HRR

Typ požiaru	$q_{f(low)}$ kW.m <sup>-2</sup>	$q_{f(high)}$ kW.m <sup>-2</sup>
Sprinklerové požiare	250	625
Nesprinklerované požiare s výškou uskladnenia do 2 m	250	1250
Nesprinklerované požiare s výškou uskladnenia do 2-4 m	$250 \cdot (h_f - 1)$	$1250 \cdot (h_f - 1)$
$h_f$ – výška uskladnenia meraná od základne paliva po jeho vrch.		

Nakoľko tabuľka 6 ponúka len limitné hodnoty  $q_f$ , je možné použiť samostatný výpočet výkonu požiaru podľa rovníc uvedených v kapitole 7.

Množstvo uvoľneného tepla závisí od:

- požiarneho zaťaženia  $p_v$ ,
- súčiniteľa horľavých látok  $a$ ,
- času príjazdu hasičskej záchrannej jednotky  $t_v$  – najmenej však 300 s. Do časového intervalu sa započítava čas medzi vznikom požiaru a začiatkom evakuácie (časový interval od 5 minút do 15 minút).

[ČSN 73 0802, H.1.3]

V prípade skladov sa používa tepelný výkon návrhového požiaru podľa literatúry [12]. Ak nie sú presne známe skladované materiály, potom sa uplatňuje hodnota  $HRR_s$ , ktorá sa pohybuje v rozsahu 60 – 500 kW/m<sup>2</sup>/m pri najmenej výške uskladnenia 2 m.

## 7 Výpočty

ZOTSH v rôznych druhoch stavieb sa navrhujú rôznym spôsobom výpočtu. V tejto kapitole sa uvádza akým spôsobom sa navrhuje výkon požiaru na daný druh stavby, ako aj výsledná aerodynamická plocha pri prirodzenom vetraní a vzduchový výkon ventilátorov pri nútenom vetraní.

Projektant ZOTSH musí zohľadniť všetky odporúčania z kapitoly 5 a 6.

### 7.1 Výpočet ZOTSH v jednopodlažnom priestore

Pri návrhu ZOTSH v jednopodlažných priestoroch musí projektant vždy rešpektovať tieto odporúčania:

- konvektívny tepelný tok  $Q_f$  dymu je rovný 0,8-násobku celkového uvoľneného tepla  $q_f A_f$ ,
- hodnota najmenej vrstvy bez dymu  $Y$  sa s ohľadom na bezpečnosť unikajúcich osôb a zasahujúcich hasičov uvádza v tabuľke 2,
- ak je vypočítaná teplota vrstvy dymu menej ako 50 °C nad hodnotou okolitej teploty 20 °C, je potrebné pripočítať 0,5 m k najmenším hodnotám  $Y$ ,
- ak nie je možné dosiahnuť najmenej vrstvy bez dymu tak, ako ich uvádza tabuľka 2 a je potrebné zachovať požiadavky na bezpečný únik osôb, je potrebné hodnoty  $Y$  dohodnúť s príslušnými autoritami,
- ak je strop pasáže vyšší o viac ako 2 m oproti hornej hrane otvoru na odvetrávanie z priestoru priľahlému k pasáži (napr. mriežka v priečeli), nie je možné použiť postup výpočtu v jednopodlažnom priestore, ale sa musí použiť postup výpočtu vo viacpodlažnom priestore,
- z bezpečnostných dôvodov musí byť vrstva bez dymu v prípade skladovaných materiálov najmenej o 0,5 m vyššie ako najvyššie uložený skladovaný materiál.

### 7.1.1 Určenie výkonu požiaru v jednopodlažnom priestore

Projektant ZOTSH určuje výkon požiaru podľa druhu stavby a účelu jej užívania. Presné špecifikovanie projektu musí obsahovať riešenie PBS, v ktorom je stanovené výpočtové požiarne zaťaženie  $p_v$  a súčiniteľ horľavých látok  $a$ . V prípade, ak projektant nevie určiť druh stavby ani jej účel užívania, určuje výkon požiaru na priestor bližšie nešpecifikovaný.

Presný postup výpočtu sa uvádza v prílohe A.

#### 7.1.1.1 Určenie výkonu požiaru v nešpecifikovanom priestore

V prípade, ak projektant ZOTSH nevie určiť výpočtové požiarne zaťaženie  $p_v$  a súčiniteľ horľavých látok  $a$  z riešenia PBS, výkon požiaru sa definuje podľa tabuľky 6.

#### 7.1.1.2 Určenie výkonu požiaru v špecifikovanom priestore

Určenie výkonu požiaru v špecifikovanom priestore sa uskutoční výpočtom podľa rovníc (4) a (5)

$$Q_f = \left( \frac{t_v}{k_v} \right)^2 k_c 10^3 \quad (4)$$

$$k_v = \frac{2000}{(a \cdot p_v^{0.5})} \quad [MW^{-0.5} \cdot s^{-1}] \quad (5)$$

POZNÁMKA. – TNI CEN/TR 12101-5 uvádza hodnotu  $k_c = 0,8$  a ČSN 73 0802 uvádza hodnotu  $k_c = 0,65$  až  $0,8$ . Na ďalšie výpočty je z hľadiska vyššej bezpečnosti potrebné uvažovať s hodnotou  $k_c = 0,8$ .

### 7.1.2 Určenie hmotnostného toku splodín horenia

Hmotnostný tok splodín horenia v jednopodlažných priestoroch sa vypočíta podľa rovnice (6)

$$M_f = c_e P Y^{3/2} \quad [kg \cdot s^{-1}] \quad (6)$$

#### 7.1.3 Určenie súčiniteľa veľkosti dymového úseku $c_e$

Hodnota  $c_e$  musí byť v rozsahu  $0,17 < c_e < 0,337$ .

[ČSN 73 0802, H.1.3.1]

Súčiniteľ veľkosti dymového úseku  $c_e$  sa v prípade, že sa výkon požiaru určil podľa 7.1.1.2, vypočíta podľa rovnice (7)

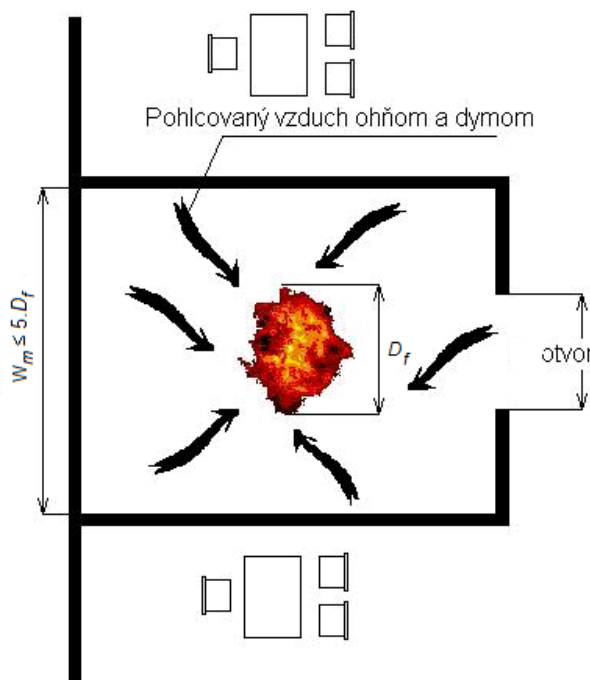
$$c_e = \frac{0,9}{(A_v^{0.5} \cdot h_s)^{0.3}} \quad [kg \cdot s^{-1} \cdot m^{-5/2}] \quad (7)$$

V prípade, že sa výkon požiaru určil podľa 7.1.1.1 je potrebné použiť tieto hodnoty  $c_e$ :

- $0,19 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-5/2}$  na všetky veľké priestory napr. audióriá, haly, veľké otvorené priestory, átriá atď.;
- $0,21 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-5/2}$  na všetky priestory od  $400 \text{ m}^2$  do  $600 \text{ m}^2$ ;
- $0,337 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-5/2}$  na všetky malé priestory napr. malé obchody, malé nájomné jednotky, hotelové izby a iné. Malé priestory musia spĺňať podmienku nerovnice (8)

$$W_m \leq 5 \cdot D_f \quad (8)$$

Hranica medzi veľkým priestorom a malým priestorom je definovaná schopnosťou privádzať vzduch k požiaru zo všetkých štyroch strán. Na obrázku 20 sa uvádza príklad posúdenia veľkosti priestoru.



Obrázok 20 – Príklad posúdenia veľkosti priestoru

#### 7.1.4 Určenie plochy a obvodu požiaru

##### 7.1.4.1 Určenie plochy a obvodu požiaru ZOTSH v nešpecifikovanom priestore

V prípade, ak projektant ZOTSH nevie určiť výpočtové požiarne zaťaženie z riešenia PBS, plocha a obvod požiaru sa určuje podľa tabuľky 1.

##### 7.1.4.2 Určenie plochy a obvodu požiaru ZOTSH v špecifikovanom priestore

Určenie plochy a obvodu požiaru v špecifikovanom priestore sa uskutoční výpočtom podľa rovníc (9) a (10)

$$A_f = \frac{Q_f \cdot a_n^2}{350} \quad (9)$$

$$P = (A_f \cdot \pi)^{0.5} \quad (10)$$

#### 7.1.5 Výpočet teploty vrstvy dymu

Teplota vrstvy dymu je veľmi dôležitým parametrom a samotný návrh musí prihliadnuť k tomu, aby bol zabezpečený nielen bezpečný únik osôb zo zasiahnutého priestoru, ale aj bezpečný hasičský zásah. Ak sa navrhuje jednopodlažný priestor je relatívne jednoduché definovať vrstvu bez dymu, keďže hodnoty uvádza tabuľka 2.

V prípade návrhu viacpodlažnej stavby, je potrebné určiť najmenšiu výšku medzi hornou hranou odvetrávaného priestoru a spodnou hranou zásobníka dymu. Priemerné zvýšenie teploty vrstvy dymu  $\Theta_f$  oproti okolitej teplote je možné určiť z rovnice (11) a následne určiť teplotu dymu v zásobníku dymu podľa rovnice (12)

$$\Theta_i = \frac{Q_i}{c.M_i} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (11)$$

$$T_i = \Theta_i + 297 \quad [\text{K}] \quad (12)$$

Ak boli vykonané všetky opatrenia, aby sa netvorili stagnujúce oblasti (oblasti bez pohybu dymu) a v priestore nie je nainštalované SHZ, vypočítanú hodnotu  $\Theta_i$  je možné považovať za hodnotu teploty v zásobníku dymu.

Ak je v priestore nainštalované SHZ, potom je potrebné zväziť jeho chladiaci účinok na dym. V princípe môžu nastať tieto situácie:

- nútené odvetraný priestor – odvod dymu je mechanický s konštantným objemom bez ohľadu na teplotu dymu
- prirodzene odvetraný priestor – odvod dymu je závislý od vlastností splodín horenia. Do úvahy je potrebné vziať aj chladiaci účinok SHZ, aby nedošlo k poddimenzovaniu návrhu ZOTSH.

Vzájomné pôsobenie SHZ a ZOTSH nebolo v čase písania tejto technickej normy jednoznačne známe a je predmetom výskumu. Hodnoty konvektívneho tepelného toku tak, ako sú uvedené v tabuľke 3 sú uvažované na sprinklerované priestory s efektom sprinkleru. Vo všeobecnosti platí, že ak má dym obtekajúci sprinklerové hlavice vyššiu teplotu, ako je aktivačná teplota sprinklerovej hlavice, dochádza k jej aktivácii a následnému ochladeniu vrstvy dymu. Ak je teplota dymu ešte stále dosť vysoká, aktivuje sa ďalšia hlavica. V takom prípade je možné považovať teplotu dymu v zásobníku dymu za rovnakú, ako je teplota potrebná na aktiváciu sprinklerových hlavíc.

[TNI CEN/TR 12101-5, príloha F.1 , modifikovaný]

V prípade prirodzeného vetrania a aktivačnej teploty sprinklerovej hlavice 140 °C je možné chladiaci efekt sprinkleru zanedbať. V ostatných prípadoch sa musí efekt destabilizácie vrstvy dymu vplyvom SHZ v priestore zohľadniť v ďalších výpočtoch podľa podmienok:

a. prirodzené vetranie

Ak  $\Theta_i + T_{amb} < T_{spr}$  teplota vrstvy dymu sa rovná  $\Theta_i$

Ak  $\Theta_i + T_{amb} > T_{spr}$  teplota vrstvy dymu sa rovná  $\Theta_i = T_{spr} - T_{amb}$

b. nútené vetranie

Ak  $\Theta_i + T_{amb} < T_{spr}$  teplota vrstvy dymu sa rovná  $\Theta_i$

Ak  $\Theta_i + T_{amb} > T_{spr}$  teplota vrstvy dymu sa rovná  $\Theta_i = (\Theta_{i,calc} + T_{spr} - T_{amb})/2$

### 7.1.6 Výpočet ZOTSH s núteným vetraním

V prípade ZOTSH s núteným vetraním sa systém skladá z týchto komponentov:

- ventilátor;
- potrubný rozvod (ak je);
- odvetrávacie komponenty (ak sú);
- riadiaci panel.

Na správny výpočet vzduchového výkonu podľa rovnice (13) musia byť známe tieto vstupné hodnoty:

- a) hmotnostný tok splodín horenia,
- b) výpočtová teplotu dymu,
- c) hustota okolitého vzduchu,

d) teplota okolitého vzduchu.

$$V_i = \frac{M_i T_i}{\rho_{amb} T_{amb}} \quad (13)$$

### 7.1.6.1 Celková prívodná plocha

V prípade ZOTSH s núteným vetraním je potrebné určiť jednak výkon ventilátorov a taktiež prívodnú plochu potrebnú na prívod čerstvého vzduchu. Prívod vzduchu je potrebný hlavne preto, aby sa v priestore, v ktorom vypukol požiar nevytváral podtlak, spotreboval by sa kyslík a oheň by tlel. V prípade, že do priestorov zasiahnutých požiarom by náhle vstúpili hasiči (prudké otvorenie dverí, okien atď.), mohla by nastať explózia (spätne vzplanutie). Na výpočet potreby aerodynamickkej prívodnej plochy sa použije rovnica (14)

$$A_i c_i = \frac{M_i}{\rho_{amb} v} \quad (14)$$

Z rovnice (14) sa vypočíta potrebná voľná aerodynamickú plocha. Na to, aby sa z geometrickej plochy určenej na prívod vzduchu pri požiarí vypočítala aerodynamická plocha je potrebné, túto plochu vynásobiť korekčným súčiniteľom, ktorý sa uvádza v tabuľke 4.

### 7.1.7 Výpočet ZOTSH s prirodzeným vetraním

ZOTSH s prirodzeným vetraním využíva pohybovú schopnosť dymu, ktorá vyplýva s kinetickej energie toku splodín horenia. Rýchlosť pohybu dymu závisí od hrúbky jeho vrstvy a jeho teploty.

#### 7.1.7.1 Výpočet odvodnej plochy (známa celková plocha prívodných otvorov)

V prípade, ak je známa plocha prívodných otvorov, je možné vypočítať potrebnú plochu odvodných otvorov pomocou rovnice (15)

$$A_v c_v = \frac{M_i T_i}{\left[ 2\rho_{amb}^2 g d_i \Theta_i T_{amb} - \frac{M_i^2 T_i T_{amb}}{(A_i c_i)^2} \right]^{0.5}} \quad (15)$$

#### 7.1.7.2 Výpočet odvodnej plochy (neznáma celková plocha prívodných otvorov)

V prípade, ak nie je známa plocha prívodných otvorov, je možné vypočítať potrebnú plochu odvodných otvorov pomocou vzájomného pomeru prívodných a odvodných plôch. Pomer medzi prívodnými a odvodnými plochami sa určuje pomerom 1:3 až 3:1 s použitím rovnice (16)

$$A_v c_v = \frac{M_i}{\rho_{amb}} \left( \frac{T_i^2 + c_{pom}^2 T_i T_{amb}}{2g d_i (T_i - T_{amb}) T_{amb}} \right)^{0.5} \quad (16)$$

V prípade, že odvetrávacie komponenty ZOTSH s prirodzeným vetraním sú inštalované v rôznych výškach nad vrstvou dymu, je potrebné na výpočet odvodnej plochy použiť rovnice (17)

$$M_n = \frac{\rho_{amb} A_{vn} c_{vn} (2g d_i \Theta_i T_{amb})^{0.5}}{T_i^2} \quad (17)$$

Následne je potrebné vypočítať celkovú hodnotu  $M_i$  podľa rovnice (18)

$$\sum_n M_n = M_i \quad (18)$$

### 7.1.8 Výpočet najmenšieho počtu odvetrávacích komponentov

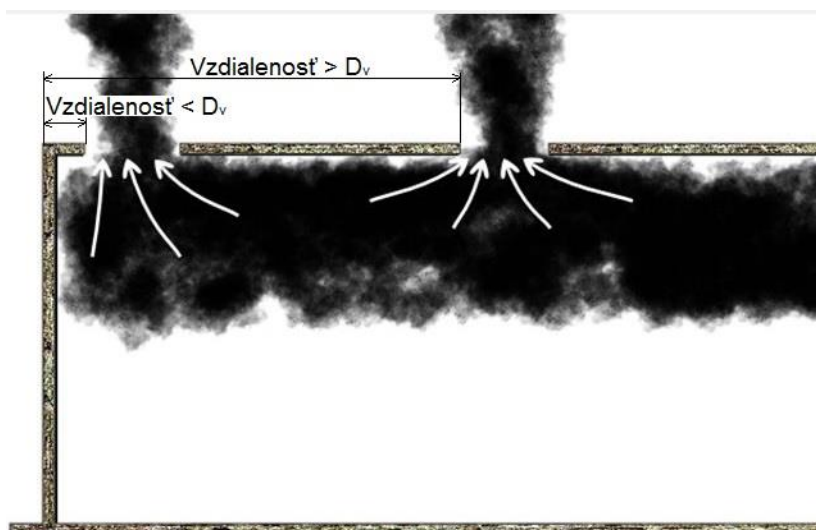
Najmenší počet odvetrávacích komponentov ZOTSH je určený s ohľadom na hrúbku zásobníka dymu. Pri každej hrúbke zásobníka dymu je daný najväčší hmotnostný tok splodín horenia cez jeden odvetrávací komponent, pri ktorom sa ešte môže dym odvádzať z priestoru. Ak by sa hodnota najvyššieho hmotnostného toku prekročila dôjde k prepichnutiu vrstvy dymu a strhávaniu privádzaného vzduchu spod vrstvy dymu namiesto jeho odvádzania z priestoru.

Počet odvetrávacích komponentov je možné určiť pomocou výpočtu kritického hmotnostného toku na daný odsávací otvor. Znamená to najvyššie množstvo hmotnostného toku splodín horenia  $M_{crit}$  (kritický hmotnostný tok splodín horenia), ktoré je možné odvieť cez odvetrávací komponent. Ak je ventilátor osadený v stene, resp. v jej blízkosti (vzdialenosť ku stene je menšia ako jeho charakteristická šírka), potom je potrebné na výpočet použiť rovnicu (19)

$$M_{crit} = 1,3 \cdot \left( \frac{g \cdot d_i^5 \cdot T_{amb} \cdot \Theta_i}{T_i^2} \right)^{0,5} \quad [kg \cdot s^{-1}] \quad (19)$$

Ak je ventilátor umiestnený vo väčšej vzdialenosti od steny ako je jeho charakteristická šírka (ventilátor nie je osadený napr. v rohu miestnosti, pozri obrázok 21), potom sa jeho kritický hmotnostný tok vypočíta podľa rovnice (20)

$$M_{crit} = \frac{2,05 \cdot \rho_{amb} \cdot (g \cdot T_{amb} \cdot \Theta_i)^{0,5} \cdot d_i^2 \cdot D_v^{0,5}}{T_i} \quad [kg \cdot s^{-1}] \quad (20)$$



Obrázok 21 – Vplyv umiestnenia ventilátorov na  $M_{crit}$

Odporúčaný najmenší počet odvetrávacích komponentov  $N$  sa potom určí z nerovnice (21)

$$N \geq \frac{M_i}{M_{crit}} \quad (21)$$

### 7.1.9 ZOTSH s použitím šácht

Projektant musí v návrhu ZOTSH zohľadniť požiadavky uvedené v 5.13.

### 7.1.10 ZOTSH s použitím potrubného rozvodu

Projektant musí v návrhu ZOTSH zohľadniť požiadavky uvedené v kapitole 5.

ZOTSH je možné riešiť pomocou potrubného rozvodu. Takéto riešenie je častejšie vo viacpodlažných priestoroch, avšak je možné ho použiť aj pri odvetrávaní jednopodlažných priestorov. Pri návrhu potrubného rozvodu je potrebné presne vypočítať tlakové straty. Po výpočte tlakových strát je potrebné navrhnuť na dané podmienky vhodný typ ventilátorov. Pri použití potrubného rozvodu nie je možné použiť princíp prirodzeného vetrania.

Potrubný rozvod je vhodné navrhovať s čo najnižším počtom zúžení a tvaroviek, ktoré by spôsobovali nárast tlakových strát. Potrubný rozvod ZOTSH nie je možné regulovať tak, ako pri bežnom vzduchotechnickom zariadení, keďže všetky regulačné prvky bežného vzduchotechnického zariadenia nie sú vhodné na podmienky požiaru. Z toho dôvodu je možné reguláciu vykonať iba zmenšením dimenzií potrubného rozvodu. Odporúčaná hodnota najmenšieho hydraulického priemeru potrubného rozvodu ZOTSH je 1 m<sup>2</sup>.

Pri riešení potrubného rozvodu ZOTSH sa odporúča použiť čo najmenej výustkov, ktoré by spôsobovali tlakovú stratu na celom potrubnom rozvode. V prípade, že projektant navrhne viac ako jeden výustok na každej vetve potrubného rozvodu, je potrebné predložiť výpočet tlakových strát na jednotlivé výustky ako aj CFD simuláciu ZOTSH.

POZNÁMKA. – Za výustok sa nepovažuje dymová klapka.

Pri výpočte potrebného vzduchového výkonu ZOTSH s použitím potrubného rozvodu je potrebné postupovať takto:

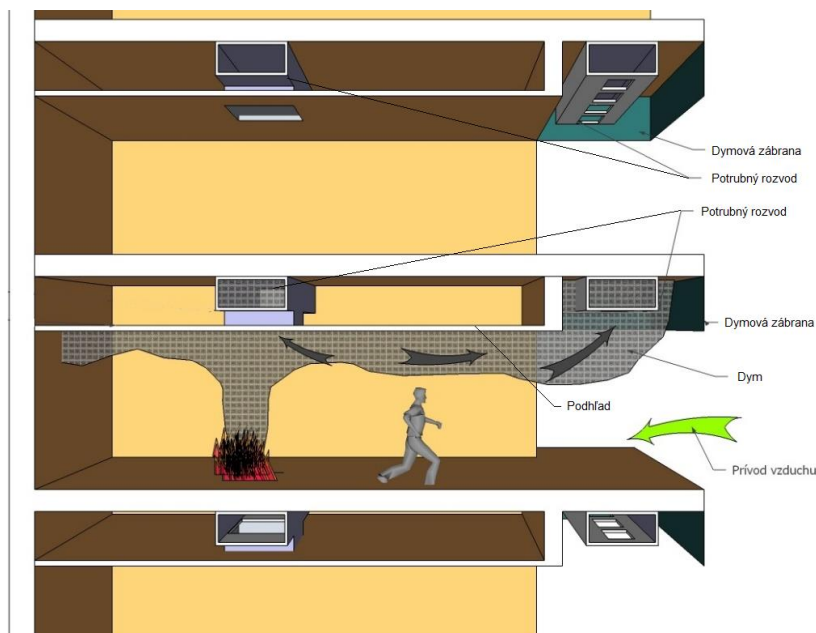
- vypočítať hodnotu hmotnostného toku splodín horenia podľa 7.1.2;
- hodnotu hmotnostného toku splodín horenia redukovať súčiniteľom  $k_p = 5/3$ .

Hodnota redukovaného hmotnostného toku splodín horenia sa určí výpočtom podľa rovnice (22)

$$M_p = M_i \cdot k_p = M_i \cdot \frac{5}{3} \quad (22)$$

Hodnota redukovaného hmotnostného toku sa použije vo výpočtoch podľa 7.1.5; 7.1.6 alebo 7.1.7.

Príklad ZOTSH s použitím potrubného rozvodu sa uvádza na obrázku 22.



Obrázok 22 – ZOTSH s použitím potrubného rozvodu

### 7.1.11 Odvetranie malých priestorov

Za malé priestory sa považujú priestory s pôdorysnou plochou najviac 350 m<sup>2</sup>. V malých priestoroch nie je možné relevantne navrhnuť ZOTSH. Pomocou výpočtov nie je možné určiť potrebnú aerodynamickú plochu na prirodzené vetranie, alebo potrebný vzduchový výkon ZOTSH.

V malých priestoroch nie je potrebné uvažovať s rýchlosťou evakuáciu osôb z týchto priestorov. Z toho dôvodu nie je potrebné zabezpečiť teplotu zásobníka dymu tak, aby neohrozovala unikajúce osoby. Dym v prípade rozvoja požiaru smeruje priamo k odvetrávacím komponentom.

#### 7.1.11.1 Odvetranie prirodzeným vetraním

Prirodzené vetranie v malých priestoroch sa navrhuje ako 2 % voľnej aerodynamickej plochy z pôdorysnej plochy dymového úseku. Ako prívod vzduchu sa musí zabezpečiť otvor v spodnej tretine výšky stavby o veľkosti najmenej 50 % z odvodnej navrhovanej plochy.

#### 7.1.11.2 Odvetranie núteným vetraním

Nútené vetranie v malých priestoroch sa navrhuje ako 15-násobná výmena vzduchu na dymový úsek. Ako prívod vzduchu sa musí zabezpečiť otvor v spodnej tretine výšky stavby. Veľkosť prívodného otvoru musí byť taká, aby rýchlosť prúdenia v danom otvore nepresiahla 5 m.s<sup>-1</sup>.

## 7.2 Výpočet ZOTSH vo viacpodlažných priestoroch

Projektant ZOTSH musí zohľadniť všetky odporúčania uvedené v kapitolách 5 a 6.

Základné princípy výpočtu vo viacpodlažných priestoroch sú rovnaké ako v jednopodlažných priestoroch, ale celkový výpočet je oveľa zložitejší. Výrazne to ovplyvňuje geometria stavby, ktorá môže mať viac úrovní, komplexný vzhľad ako aj členitú strechu.

Požiar môže vypuknúť v akomkoľvek mieste a na ľubovoľnom podlaží. ZOTSH musí byť schopné zvládnuť danú situáciu v ktoromkoľvek mieste stavby, ak bolo požadované na základe riešenia PBS. O návrhu ZOTSH platí, že sa navrhuje na najhorší variant vzniku požiaru t. j. na najnižšom alebo najvyššom podlaží v závislosti od princípu ZOTSH a návrhu projektanta.

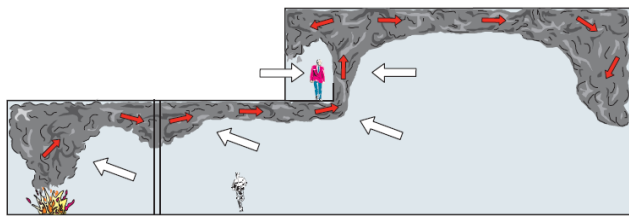
Pri návrhu ZOTSH sa nenavrhuje priama ochrana osôb v priestore ohrozenom požiarom, ale ochrana osôb, ktoré z priestoru unikajú a môžu byť vystavené ohrozeniu dymom a vyššou teplotou. Táto časť normy pojednáva o viacerých výpočtových metódach ZOTSH v uvedených stavbách. Najväčšia plocha zásobníka dymu v pasáži musí byť 1000 m<sup>2</sup> v prípade prirodzeného vetrania a 1300 m<sup>2</sup> v prípade núteného vetrania. Najväčšia dĺžka zásobníka dymu musí byť 60 m.

Presný postup výpočtu je uvedený v prílohe B.

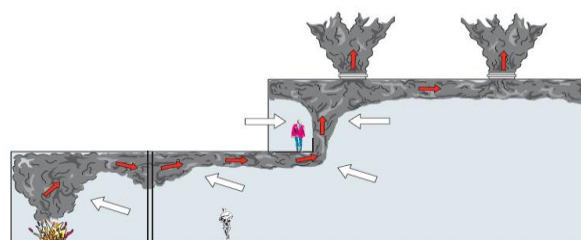
Viacpodlažné priestory sa rozdeľujú na:

- a) priestory átria,
- b) stavby s plne otvorenou pasážou,
- c) stavby s čiastočne otvorenou pasážou,
- d) stavby s plne uzatvorenou pasážou.

Schematické zobrazenie vetrania viacpodlažných priestorov sa uvádza na obrázkoch 23 až 26.



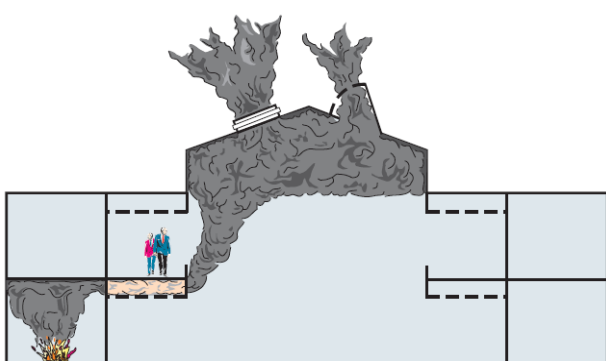
Obrázok 23 – Vetranie bez použitia ZOTSH



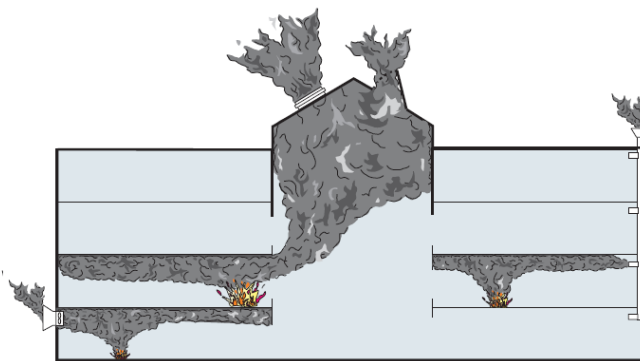
Obrázok 24 – Vetranie s použitím ZOTSH

POZNÁMKA k obrázku 23. – Červené šípky zobrazujú predpokladaný pohyb dymu a biele šípky označujú smer pohybu čerstvého vzduchu. V krátkom čase bude celý priestor zadymený.

POZNÁMKA k obrázku 24. – Dym sa odvádza do exteriéru pomocou ZOTSH.



Obrázok 25 – Dymové usmerňovače

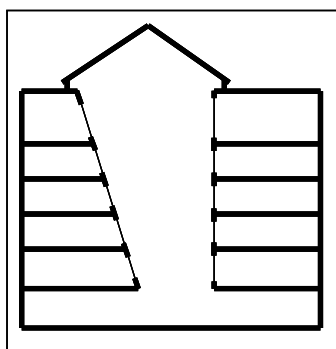


Obrázok 26 – Viac konceptov ZOTSH

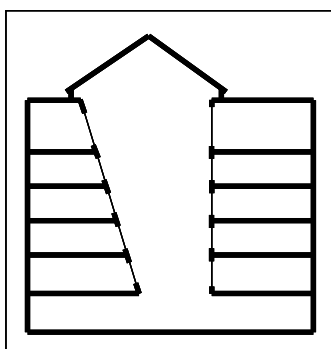
POZNÁMKA k obrázku 25. – Dymové usmerňovače obmedzujú pohyb dymu pod balkónom a znižujú oblasť vetrania pomocou ZOTSH.

Viacpodlažné priestory sa rozdeľujú na nákupné centrá a átriá.

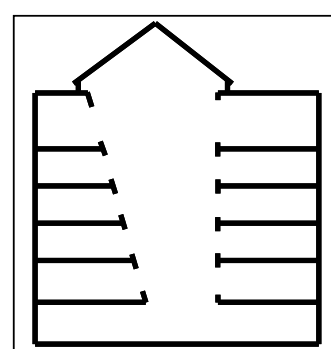
a) Átriá – takýto druh stavby by sa navrhuje v súlade s BS 5588-7:1997. Veľmi dôležitým faktorom pri takomto druhu stavby sú osoby, ktoré sú oboznámené s daným priestorom a sú znalé prostredia. Átriá sa najčastejšie navrhujú a zhotovujú, tak ako sa uvádza na obrázkoch 27 až 29.



Obrázok 27 – Átrium ohraničené požiarne deliacimi konštrukciami (Odolná trubica)



Obrázok 28 – Uzavreté átrium priestorovo oddelené od jednotlivých podlaží sklom bez požiarnej odolnosti



Obrázok 29 – Otvorené átrium bez oddelenia od priestoru jednotlivých podlaží

b) Nákupné centrá – výpočtové metódy na takýto typ stavieb sú priamo uvedené v literatúre [2] a [5]. Odvod dymu je prísnejšie navrhovaný s ohľadom na pohybujúce sa osoby, ktoré nie sú znalé daného prostredia.

Viacpodlažné priestory sa dajú rozdeliť podľa spôsobu, akým sa pohybuje dym z priestoru ohrozeného požiarom do priestoru pasáže, z ktorej sa ďalej odvetráva do priestorov:

- a) pridržiavaným oblakom dymu, alebo
- b) voľným oblakom dymu.

Výpočet ZOTSH vo viacpodlažných priestoroch sa môže uskutočniť týmito metódami:

- a) Poreh a kol. – používa sa v priestoroch, kde je dym ohraničený na oboch stranách stenami alebo dymovými zábranami tak, že nevzniká strhávanie vzduchu na konci zásobníka dymu, alebo
- b) Thomas a kol. (1987) – používa sa v priestoroch, kde pasáž je otvorená a každé podlažie má balkón a zásobník dymu je veľký, alebo
- c) Thomas a kol. (1998) – používa sa len v prípade voľného oblaku dymu s veľkým zásobníkom dymu a na výpočet átrií, kde na každom z podlaží sú v stenách otvory, alebo
- d) BRE 368 – používa sa v priestoroch, kde pasáž je plne otvorená a každé podlažie má balkón, alebo
- e) BR 186 – používa sa v pasážach, v ktorých sú prázdne otvory používané na odvod dymu.

Všetky metódy sú vhodné na dvojpodlažné stavby, v ktorých sa nachádzajú balkóny a prázdne priestory v pasáži. V prípade viacpodlažných stavieb je potrebné na overenie výpočtov použiť CFD simuláciu.

Všetky metódy sú uvedené v literatúre [9]. Projektant ZOTSH musí použiť jednu z týchto metód a v projekte uviesť, ktorou metódou bol návrh ZOTSH riešený.

V prípade požiaru v priestore, ktorý je odvetrávaný a susedí s pasážou sa tvorí dym vplyvom odhorievania materiálu. Dym sa začne hromadiť pod stropom ohrozeného priestoru a pohybuje sa smerom najnižšieho odporu (škármi, priestorom priečelia obchodnej jednotky, dverami a pod.). Preto je potrebné zabezpečiť dostatočný návrh plochy, ktorou sa dokáže dym šíriť smerom do pasáže. Predpokladá sa, že vplyvom teploty a tlaku dymu celé priečelie nájomnej jednotky popraská a po určitom čase sa zrúti. Na zabezpečenie evakuácie osôb z ohrozeného priestoru je potrebné zabezpečiť prvotné nasmerovanie dymu z ohrozeného priestoru do priestoru pasáže. Preto sa odporúča navrhnuť odvetrávaciu mriežku osadenú v priečelí ohrozeného priestoru s najmenšou výškou 600 mm (450 mm čistej plochy) po celej šírke predpokladaného priestoru. Táto mriežka slúži na prvotné odvedenie dymu do priestoru pasáže a uľahčenie evakuácie z daného miesta.

### 7.2.1 Určenie výkonu požiaru vo viacpodlažných priestoroch

Je známe množstvo normalizovaných požiarov vhodných na návrh ZOTSH na daný typ priestoru. Výkony požiarov sa uvádzajú v technických normách podľa literatúry [2], [5] a [6].

Pri návrhu výkonu požiaru vo viacpodlažných priestoroch je potrebné, aby projektant ZOTSH určil výkon požiaru  $q_f$ , plochu požiaru  $A_f$  a obvod požiaru  $P$  podľa 6.1.1 a parametre sú uvedené v tabuľke 1.

### 7.2.2 Určenie hmotnostného toku splodín horenia v priestore susediacom s pasážou

V prípade vzniku požiaru v priestore, ktorý susedí s pasážou vzniká dym, ktorého hmotnostný tok splodín horenia je ovplyvnený, okrem hodnôt výkonu požiaru  $q_f$ , plochy požiaru  $A_f$  a obvodu požiaru  $P$  aj týmito faktormi:

- a) prievlakmi alebo konštrukciami na rozhraní priestoru a pasáže brániacimi pohybu dymu,
- b) šírkou otvoru  $w_0$  (po zrútení priečelia medzi priestorom a pasážou),
- c) výškou otvoru  $h_0$  (po zrútení priečelia medzi priestorom a pasážou).

Dym sa pohybuje smerom z priestoru ohrozeného požiarom do iného priestoru (pasáže) a je ovplyvnený uvedenými faktormi, ktoré je potrebné vziať do úvahy pri návrhu ZOTSH. Niektoré z týchto faktorov sú vyjadrené empirickými súčinitelmi získanými na základe skúšok. Hmotnostný tok splodín horenia sa určí výpočtom podľa rovnice (23)

$$M_w = \frac{c_e \cdot P \cdot w_0 \cdot h_0^2}{\left[ w_0^2 + \frac{1}{c_d} \left( \frac{c_e \cdot P}{2} \right)^{\frac{2}{3}} \right]^{\frac{3}{2}}} \quad (23)$$

### 7.2.3 Určenie súčiniteľa veľkosti dymového úseku $c_e$

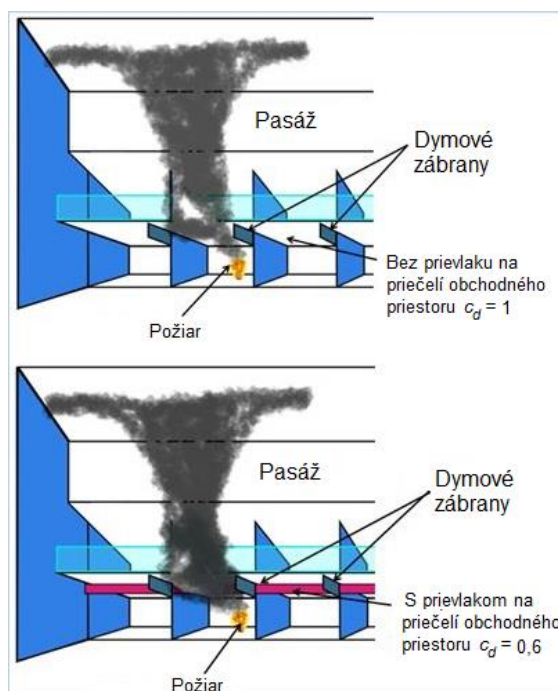
Hodnota  $c_e$  musí byť v rozsahu  $0,188 < c_e < 0,337$ .

Výkon požiaru sa určuje podľa 6.1.1, pričom je potrebné použiť tieto hodnoty  $c_e$ :

- 0,19 kg.s<sup>-1</sup>.m<sup>-5/2</sup> na všetky veľké priestory napr. audióriá, haly, veľké otvorené priestory, átriá atď.;
- 0,21 kg.s<sup>-1</sup>.m<sup>-5/2</sup> na všetky priestory od 400 m<sup>2</sup> do 600 m<sup>2</sup>;
- 0,337 kg.s<sup>-1</sup>.m<sup>-5/2</sup> na všetky malé priestory napr. malé obchody, malé nájomné jednotky, hotelové izby a iné. Malé priestory musia spĺňať podmienku nerovnice (8).

### 7.2.4 Súčiniteľ vplyvu prievlaku $c_d$

Dym smerujúci z priestoru ohrozeného požiarom do iného priestoru (pasáže) je priamo ovplyvnený prievlakmi alebo inými prekážkami, ktoré môžu brániť jeho pohyb. Tento vplyv musí projektant ZOTSH zohľadniť vo svojom návrhu započítaním súčiniteľa  $c_d$ . V prípade, ak sa na rozhraní priestoru a pasáže nachádza prievlak alebo iná prekážka je hodnota súčiniteľa  $c_d$  0,6 a v prípade, ak sa na rozhraní priestoru a pasáže nenachádza prievlak alebo iná prekážka je hodnota súčiniteľa  $c_d$  1, tak ako sa uvádza na obrázku 30.



Obrázok 30 – Určenie súčiniteľa vplyvu prievlaku  $c_d$

Ďalšími faktormi, ktoré ovplyvňujú pohyb dymu smerom z priestoru ohrozeného požiarom do iného priestoru (pasáže) je výška  $h_0$  a šírka  $w_0$  otvoru na hranici priestoru ohrozeného požiarom a pasáže, v prípade zrútenia priečelia priestoru susediaceho s pasážou, čo sa uvádza na obrázku 31. Hodnoty  $h_0$  a  $w_0$  sa uplatňujú vo výpočte podľa rovnice 23 a v prípade  $w_0$  aj vo výpočte podľa rovnice 24.



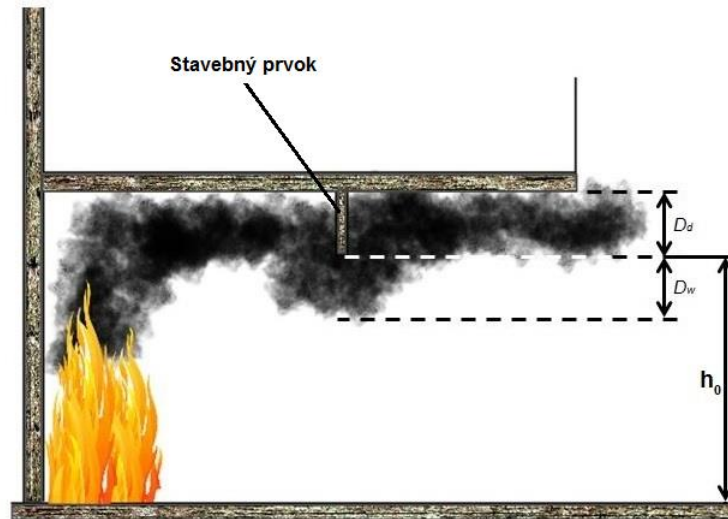
Obrázok 31 – Šírka a výška otvoru po zrútení priečelia priestoru ohrozeného požiarom

### 7.2.5 Hrúbka vrstvy dymu vystupujúceho z priestoru susediaceho s pasážou

Hrúbka vrstvy dymu, ktorý vystupuje z priestoru ohrozeného požiarom sa vypočíta podľa rovnice (24)

$$D_w = \frac{1}{c_d} \left[ \frac{M_w}{2 \cdot w_0} \right]^{\frac{2}{3}} \quad (24)$$

Vplyv prievlaku na pohyb dymu v priestore sa uvádza na obrázku 32.



Obrázok 32 – Vplyv prievlaku pod stropom

### 7.2.6 Určenie hmotnostného toku splođín horenia pod balkónom

V prípade, ak sa na priečelí priestoru susediaceho s pasážou a pasážou nenachádza žiadna stavebná konštrukcia, hmotnostný tok splođín horenia je rovný hmotnostnému toku z priestoru, v ktorom vypukol požiar, čo je vyjadrené rovnicou (25)

$$M_B = M_w \quad (25)$$

V prípade, že sa na priečelí priestoru susediaceho s pasážou a pasážou nachádza stavebná konštrukcia, hmotnostný tok spodín horenia je 2-násobkom hmotnostného toku z priestoru, v ktorom vypukol požiar, čo je vyjadrené rovnicou (26)

$$M_B = 2M_w \quad (26)$$

### 7.2.7 Určenie teploty vrstvy dymu pod balkónom

Teplota dymu, ktorý vystupuje z ohrozeného priestoru do priestoru pasáže sa určuje podľa rovníc (27) a (28)

$$\theta_B = \frac{Q_f}{M_B c} \quad (27)$$

$$T_B = T_{amb} + \theta_B \quad (28)$$

### 7.2.8 Určenie hrúbky vrstvy dymu pod balkónom

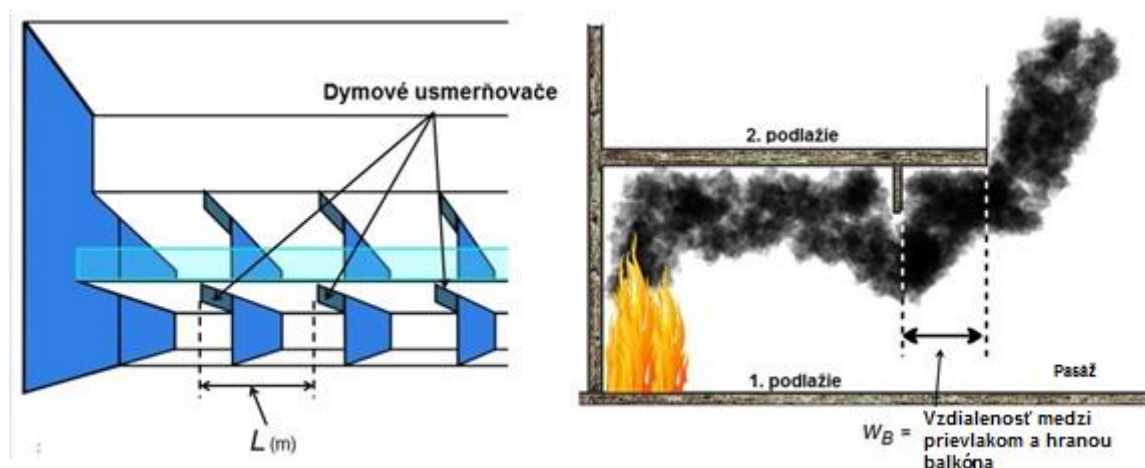
Hrúbka vrstvy dymu pod balkónom sa určí podľa rovnice (29)

$$D_B = \frac{0,36}{c_d} \cdot \left( \frac{M_B \cdot T_B}{\theta_B^{\frac{1}{2}} \cdot L \cdot T_{amb}^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (29)$$

Pre výpočet  $D_B$  je potrebné určiť vzdialenosť dymových usmerňovačov  $L$ . Odporúčaná vzdialenosť dymových usmerňovačov sa vypočíta z rovnice (30)

$$L = w_o + w_B \quad (30)$$

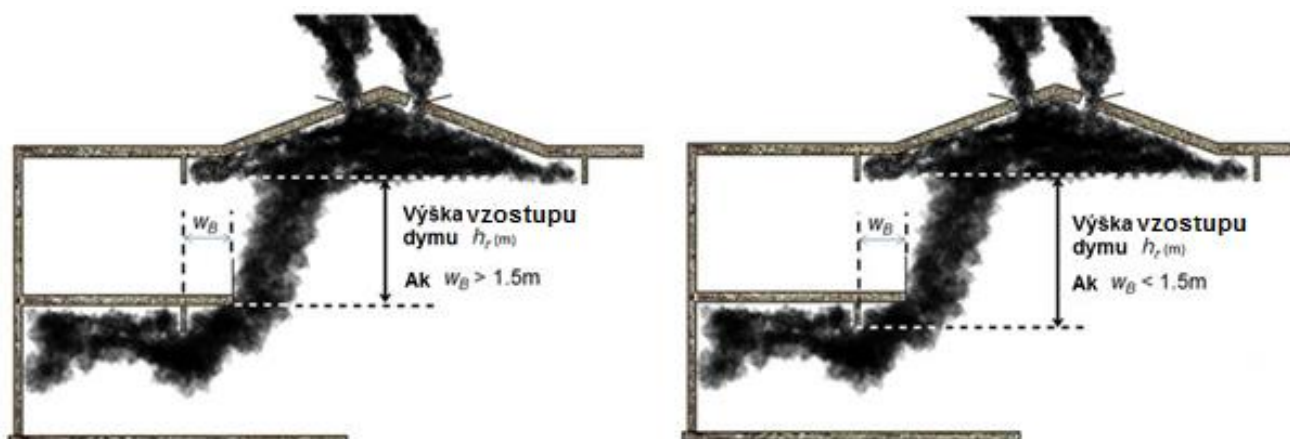
Príklad určenia vzdialeností dymových usmerňovačov sa uvádza na obrázku 33.



Obrázok 33 – Určenie vzdialenosti dymových usmerňovačov

### 7.2.9 Určenie výšky vzostupu dymu $h_f$

Výška vzostupu dymu sa určuje podľa obrázka 34. Je veľmi dôležité započítať do výšky vzostupu aj výskyt stavebnej konštrukcie (ak sa tam nachádza). V prípade, ak by projektant nezapočítal výskyt stavebnej konštrukcie, mohlo by dôjsť k skresleniu výpočtových hodnôt a tým k nedostatočnému určeniu plochy potrebnej na ZOTSH alebo potrebného vzduchového výkonu.



Obrázok 34 – Určenie výšky vzostupu dymu

V prípade zásobníka dymu, kde sa nenavrhuje rozliatie dymu a kde výška bez dymu  $Y$  je menšia ako  $0,67 \cdot A_{res}^{0,5}$  sa odporúča použiť rovnicu (31)

$$h_r = H - 1,26 \cdot Y \quad (31)$$

Na zásobník dymu, kde sa nenavrhuje rozliatie dymu a kde výška bez dymu  $Y$  je väčšia ako  $0,67 \cdot A_{res}^{0,5}$  sa odporúča použiť rovnicu (32)

$$h_r = H - Y \quad (32)$$

V prípade ak  $h_r < 0,75$  m je potrebné určiť výšku vzostupu dymu podľa rovnice (32).

### 7.2.10 Výpočet hmotnostného toku splođín horenia v pasáži

#### 7.2.10.1 Metóda BRE 368

Táto metóda sa používa v priestoroch, kde pasáž je plne otvorená a každé podlažie má balkón. Je to jedna z najpresnejších metód v prípade, že dym smerujúci do pasáže je strhávaný okolitým vzduchom zo všetkých strán (uplatňuje sa voľný oblak dymu ako aj pridržiavaný oblak dymu).

Metóda BRE 368 sa používa ak platia tieto podmienky:

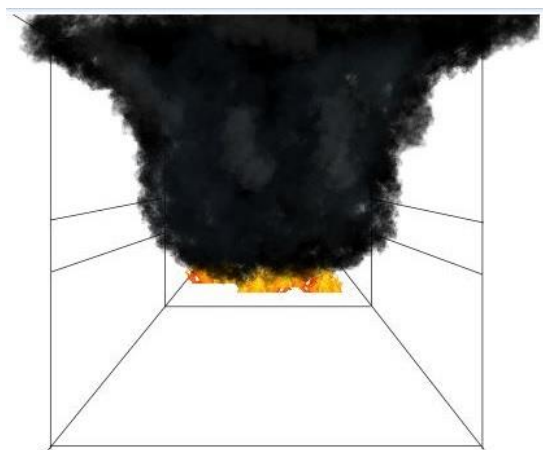
- sú navrhované a inštalované dymové usmerňovače,
- dym sa približuje k hrane balkóna v smere kolmom na hranu balkóna,
- teplota dymu pod balkónom je menšia ako  $350$  °C alebo  $623$  K,
- $h_r$  je väčšia ako  $3$  m.

V prípade, že  $h_r$  je menšia ako  $3$  m, metóda BRE 368 nie je vhodná a mohlo by dôjsť k chybným výpočtom a zníženie bezpečnosti. Metóda BRE 368 je dôkladne spracovaná v literatúre [9], kde je postupne vysvetlený každý postup výpočtu. Výpočet je pomerne zložitý, preto sa neodporúča ručný spôsob výpočtu.

#### 7.2.10.2 Metóda Poreh a kol.

Metóda Poreh a kol. sa používa v priestoroch, kde je dym ohraničený na oboch stranách stenami alebo dymovými zábranami tak, že nevzniká strhávanie vzduchu na konci zásobníka dymu, čo sa uvádza na obrázku 35.

Táto metóda je vhodná na zásobník dymu, kde sa nenavrhuje rozliatie dymu, teda sú navrhované dymové usmerňovače pod balkónom.



Obrázok 35 – Návrh ZOTSH metódou Poreh a kol.

Hmotnostný tok splodín horenia sa vypočíta podľa rovnice (33) s uplatnením rovnice (34)

$$M_i = Q_f^{\frac{1}{3}} \cdot c \cdot \left( h_r + D_B + \frac{M_B}{c \cdot Q_f^{\frac{1}{3}}} \right) \quad (26)$$

kde

$$c = 0,3 \cdot C_m \cdot \rho_{amb} \cdot L^{\frac{2}{3}} \quad (27)$$

### 7.2.10.3 Metóda Thomas a kol. (1987)

Metóda Thomas a kol. (1987) sa používa v priestoroch, kde pasáž je otvorená a každé podlažie má balkón a zásobník dymu je veľký, čo sa uvádza na obrázku 36. Používa sa na výpočet priestorov, kde výška vzostupu dymu od hrany balkóna je väčšia ako 3 m.

Hmotnostný tok splodín horenia sa vypočíta podľa rovnice (35) s uplatnením rovnice (36)

$$M_i = 0,58 \cdot \rho \cdot \left[ \frac{g \cdot Q_f \cdot L^2}{\rho \cdot c \cdot T_0} \right]^{\frac{1}{3}} \cdot (h_r + \Delta) \cdot \left[ 1 + \frac{0,22 \cdot (h_r + 2 \cdot \Delta)}{L} \right]^{\frac{2}{3}} \quad (35)$$

kde

$$\Delta = D_B + \frac{M_B}{c \cdot Q_f^{\frac{1}{3}}} \quad (28)$$



Obrázok 36 – Typ priestoru na výpočet metódou Thomas a kol. (1987)

#### 7.2.10.4 Metóda Thomas a kol. (1998)

Metóda Thomas a kol. (1998) sa používa len v prípade voľného oblaku dymu s veľkým zásobníkom dymu. Používa sa na výpočet átrií, kde na každom podlaží sú otvory v stene, čo sa uvádza na obrázku 37.

Hmotnostný tok splodín horenia sa vypočíta podľa rovníc (37) až (39)

$$m_i = 1,2.M_w + 0,16.h_r.L.\left(\frac{Q_r}{L}\right)^{\frac{1}{3}} + 0,0027.Q_r \quad (37)$$

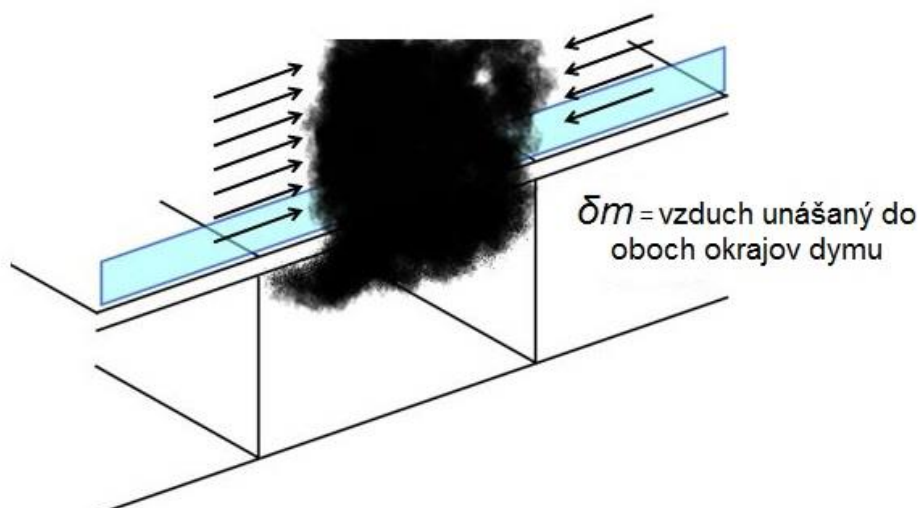
$$\delta m = 0,09.h_r.\left(\frac{Q_r}{L}\right)^{\frac{1}{3}} \quad (38)$$

$$M_i = m_i + \delta m \quad (39)$$



Obrázok 37 – Vzostup dymu v átriu

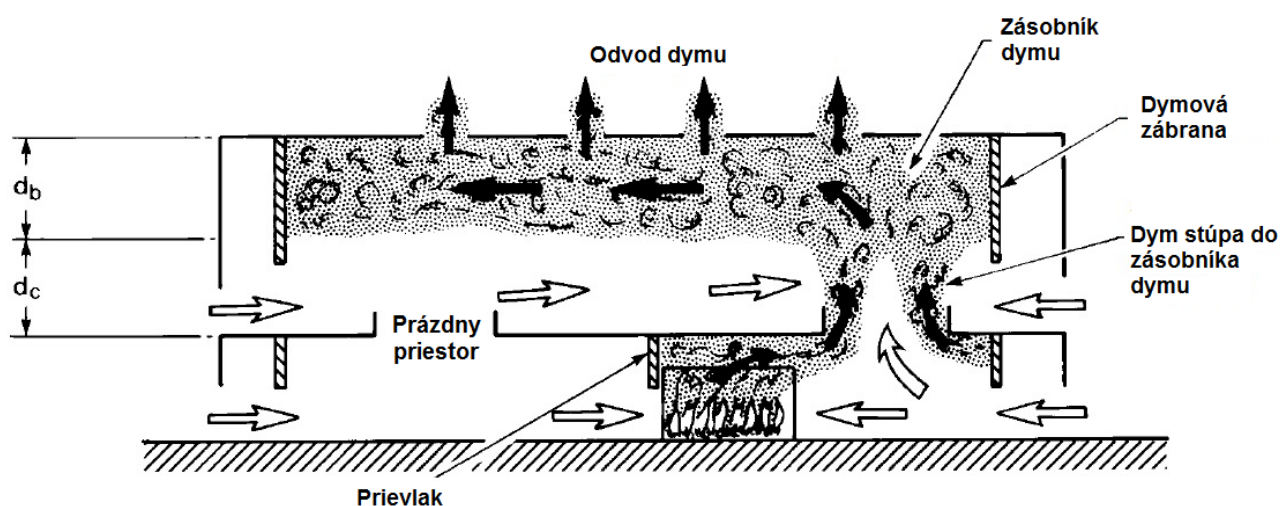
Dym stúpa do priestoru pasáže/átria, kde nie sú umiestnené žiadne otvorené balkóny len otvory v stenách. Na obrázku 38 sa uvádza rozdiel hmotnostného toku splodín horenia na jeho začiatku a konci priestore.



Obrázok 38 – Rozdiel hmotnostného toku splodín horenia na jeho začiatku a konci v priestore

#### 7.2.10.5 Metóda BR 186

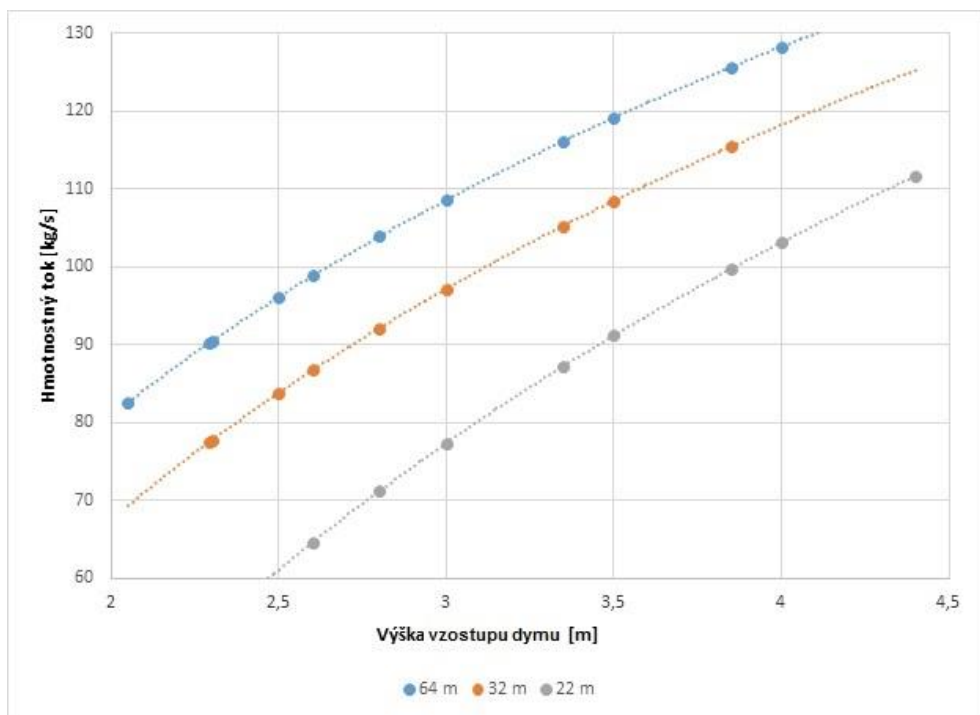
Metóda BR 186 sa používa v pasáži so stropnou konštrukciou, v ktorej sú prázdne otvory (priestory) používané na odvod dymu. Pasáž nie je v tomto prípade plne otvorená, ale nachádzajú sa v nej len otvory (prázdny priestor), čo sa uvádza na obrázku 39.



Obrázok 39 – Odvod dymu cez prázdny priestor v stropnej konštrukcii pasáže

Obchodné centrá sa najčastejšie navrhujú s otvormi v stropnej konštrukcii pasáže. Tento výpočet je určený na tieto prípady, keď prázdne priestory slúžia na vzostup dymu z jedného podlažia do druhého a tam priamo vstupujú do zásobníka dymu. Hmotnostný tok splodín horenia, ktoré prechádzajú cez prázdny priestor sa určí z grafu 2. Hodnoty v grafe 2 boli získané experimentálne pri výkone požiaru 5 000 kW, preto nie je možné použiť iné hodnoty výkonu požiaru  $Q_f$ .

V prípade, že sa v stropnej konštrukcii pasáže nachádzajú prázdne priestory (otvory) s inými obvodmi ako sa uvádza v grafe 2, je možné použiť interpoláciu.



Graf 2 – Obvod prázdneho priestoru 64 m, 32 m a 22 m

### 7.2.11 Výpočet teploty vrstvy dymu v zásobníku dymu

Teplota vrstvy dymu sa určuje rovnako ako sa uvádza v 7.1.5.

### 7.2.12 Výpočet ZOTSH s núteným vetraním

Výkon ventilátorov a plocha potrebná na prívod vzduchu sa určuje rovnako, ako sa uvádza v 7.1.6.

### 7.2.13 Výpočet ZOTSH s prirodzeným vetraním

Plocha potrebná na ZOTSH s prirodzeným vetraním sa určuje rovnako, ako sa uvádza v 7.1.7.

## 7.3 Výpočet ZOTSH v skladových priestoroch a výrobných stavbách

Stavby určené na skladovanie alebo výrobu je potrebné určovať podľa špecifických zásad. Na výpočet ZOTSH sa používa literatúra [12]. Návrh ZOTSH je závislý od predpokladaných skladovaných materiálov a od výšky do akej sú uskladnené v skladovacom priestore.

Najmenšia výška bez dymu  $Y$  by sa musí udržiavať na úrovni, uvedenej v tabuľke 2, aby sa zabezpečilo, že dym sa udrží nad hlavami unikajúcich osôb. Pri skladových a výrobných stavbách majú podstatný vplyv na určenie vrstvy bez dymu iné požiadavky, ako sú:

- výška uskladnenia materiálov, kde musí byť vrstva dymu najmenej o 0,5 m vyššie ako najvyššie uskladnené materiály,
- požiadavka na ochranu skladovaných materiálov, tovarov a technológií bez zohľadnenia ochrany života.

Pri projektovaní ZOTSH je potrebné dodržať odporúčania z kapitoly 5 a 6.

Presný postup výpočtu je uvedený v prílohe C.

### 7.3.1 Odporúčania

Pri návrhu ZOTSH v skladových priestoroch a výrobných stavbách sa musia zohľadniť tieto odporúčania:

- a) spôsob výpočtu na určenie predpokladaného výkonu požiaru v skladovej alebo výrobnjej hale s výškou uloženia skladovaných materiálov < 4,5 m sa uvádza v TNI CEN/TR 12101-5,
- b) spôsob výpočtu na určenie predpokladaného výkonu požiaru v skladovej alebo výrobnjej hale s výškou uloženia skladovaných materiálov > 4,5 m sa uvádza v literatúre [12],
- c) projektant ZOTSH musí na daný priestor v projektovej dokumentácii predložiť odôvodnenie určenia tepelného výkonu, plochy a obvodu požiaru podľa literatúry [4],
- d) najmenšia plocha požiaru v skladovej hale sa určí ako 3 x 3 m (len v prípade sprinklerovanej haly),
- e) v prípade nesprinklerovanej haly sa plocha a obvod požiaru zdvojnásobuje,
- f) najväčšia plocha požiaru v skladovej hale sa určí 100 m<sup>2</sup> (v prípade nesprinklerovanej haly),
- g) tepelný výkon sa určí z tabuliek podľa literatúry [12] (kde sú uvedené najmenšie a najväčšie hodnoty) v závislosti od zváženia projektanta ZOTSH,
- h) projektant ZOTSH určuje tepelný výkon požiaru a jeho možné rozšírenie v priestore,
- i) v prípade výskytu mezanínu s perforáciou menšou ako 25 % sa musí uvažovať s mezanínom ako s prekážkou pohybu dymu a je potrebné zabezpečiť na jednotlivých podlažiach jeho odvod cez šachty alebo na fasádu,
- j) v prípade výskytu mezanínu s perforáciou väčšou ako 25 % je možné mezanín zanedbať ako prekážku pohybu dymu,
- k) ak je vo vysokých skladoch navrhované sprinklerové SHZ v jednotlivých regáloch, je možné uvažovať s plochou a obvodom požiaru rovnakou, ako je plocha a obvod skladovaných materiálov medzi dvomi sprinklerovými hlaviciami v prípade, ak sa medzi regálmi nachádza stena,
- l) ak je vo vysokých skladoch navrhované sprinklerové SHZ v jednotlivých regáloch, je možné uvažovať s plochou a obvodom požiaru 2-krát väčšou ako je plocha a obvod skladovaných materiálov medzi dvomi sprinklerovými hlaviciami v prípade, ak sa medzi regálmi nenachádza stena,
- m) ak sa neuvažuje s ochranou života, ale navrhuje sa len ochrana majetku je možné zväčšiť plochu dymového úseku na 3000 m<sup>2</sup> ak je splnená požiadavka, že výška haly je väčšia ako 10 m, pričom je potrebné uvažovať s ochladzovacím účinkom na dym vplyvom stien, stropu ako aj materiálov,
- n) prirodzené vetranie je možné použiť do výšky haly 14 m v inom prípade je potrebné navrhovať nútené vetranie,
- o) ak nie je požiadavka v riešení PBS na ZOTSH v danej stavbe a ZOTSH požaduje investor, je možné použiť aj riešenie podľa literatúry [4].

POZNÁMKA. – Je potrebné zabezpečiť všetky požiadavky ako súčinnosť medzi ZOTSH, EPS a zasahujúcimi hasičmi.

### 7.3.2 Určenie výkonu požiaru

Výkon požiaru je potrebné určiť z publikácie [4] a závisí od druhu skladovaných materiálov, výšky uloženia skladovaných materiálov, ako aj od použitia typu sprinklerového SHZ. Je zodpovednosťou projektanta ZOTSH aký výkon požiaru v danom type priestoru navrhne a následne zodpovedá za funkčnosť ZOTSH.

### 7.3.3 Určenie plochy a obvodu požiaru

Plochu a obvod požiaru je potrebné určiť podľa literatúry [12] a závisí od druhu skladovaných materiálov a typu použitého sprinklerového SHZ (ak sa v stavbe nachádza).

POZNÁMKA. – Je častou chybou projektantov ZOTSH, že určia nesprávnu plochu a obvod požiaru v skladových priestoroch a tým umelo znižujú počet odvetrávacích komponentov. V takom prípade je možné, že nastane komplikácia pri dymovej skúške alebo reálnom požiari a ZOTSH nebude plniť funkciu, na ktorú bolo navrhnuté.

### 7.3.4 Určenie hmotnostného toku splodín horenia

Hmotnostný tok splodín horenia v skladových a výrobných stavbách sa určuje rovnako ako sa uvádza v 7.1.2.

### 7.3.5 Výpočet teploty vrstvy dymu

Teplota vrstvy dymu v skladových a výrobných stavbách sa určuje rovnako ako sa uvádza v 7.1.5.

### 7.3.6 Výpočet ZOTSH s núteným vetraním

Nútené vetranie v skladových a výrobných stavbách sa určuje rovnako ako sa uvádza v 7.1.6.

### 7.3.7 Výpočet ZOTSH s prirodzeným vetraním

Prirodzené vetranie v skladových a výrobných stavbách sa určuje rovnako ako sa uvádza v 7.1.7.

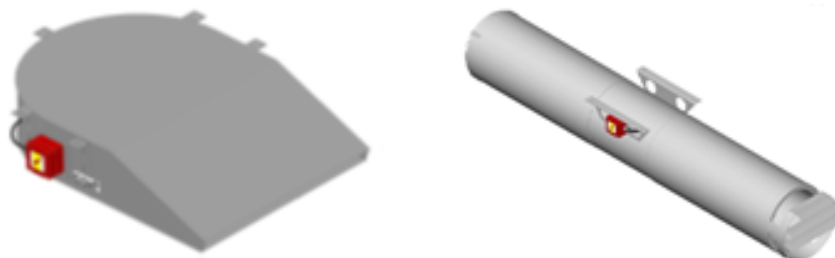
## 7.4 Výpočet ZOTSH v garážach

Garáže alebo parkovacie domy je možné z hľadiska odvodu dymu vetrať dvoma spôsobmi, ktoré sú opísané v tejto časti. Účelom vetrania garáží je zabezpečiť také prostredie, aby v ňom osoby neboli ohrozené výfukovými splodinami z automobilov, ktoré sa v danom priestore nachádzajú (denné vetranie garáží), alebo v prípade požiaru zabezpečiť relatívne nízku teplotu dymu a zabezpečiť vhodnú viditeľnosť pre unikajúce osoby a zasahujúcich hasičov (požiarne vetranie garáží).

Systém vetrania garáží nie je primárne určený na ochranu únikových ciest.

Vetranie garáží z hľadiska spôsobu môžeme rozdeliť na:

- a) prirodzené (používa sa zriedka)
- b) nútené
  1. vetranie potrubným rozvodom,
  2. vetranie impulznými (podávacími) ventilátormi uvedenými na obrázku 40.



Obrázok 40 – Impulzné (podávacie) ventilátory

### 7.4.1 Prirodzené vetranie

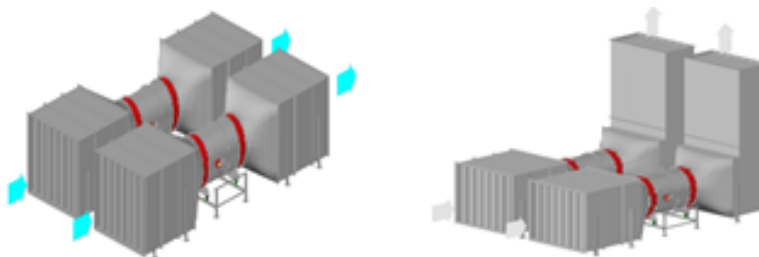
V prípade použitia prirodzeného vetrania garáží je potrebné zabezpečiť dostatočne veľkú plochu otvorov na jednej a druhej strane garáže. Je potrebné zabezpečiť najmenej 2,5 % otvorenej plochy na jednej aj druhej strane garáže pričom táto plocha musí byť rovnomerne rozložená po celej dĺžke garáže.

V tomto prípade sa zabezpečí 3-násobná výmena vzduchu v garáži. V prípade, že nie je možné zabezpečiť 3-násobnú výmenu pomocou priečného prevetrania (otvory nie sú v rovnakej výškovej úrovni), je možné použiť ventilátory na zabezpečenie 3-násobnej výmeny vzduchu v garáži. Na takýto model požiarneho vetrania je potrebné vyhotoviť CFD simuláciu.

POZNÁMKA. – V prípade použitia klapiek je potrebné uvažovať s voľnou aerodynamickou plochou klapky a nie len s jej geometrickou plochou.

## 7.4.2 Nútené vetranie

Nútené vetranie sa zabezpečuje pomocou potrubného rozvodu pod stropom garáže alebo pomocou impulzných (podávacích) ventilátorov zavesených pod stropom garáže. Na obrázku 41 sa uvádza príklad núteného vetrania garáží cez šachty.



Obrázok 41 – Nútené vetranie cez šachty

### 7.4.2.1 Odporúčania

Pri návrhu ZOTSH v garážach sa musia zohľadniť tieto odporúčania:

- a) nútený odvod musí zabezpečiť v prípade denného vetrania 6-násobnú výmenu vzduchu,
- b) nútený odvod musí zabezpečiť v prípade požiarneho vetrania 10-násobnú výmenu vzduchu,
- c) potrubný rozvod na denné vetranie nemusí spĺňať požiadavky uvedené v 5.11,
- d) potrubný systém na požiarne vetranie musí spĺňať požiadavky uvedené v 5.11,
- e) impulzné (podávacie) ventilátory na požiarne vetranie musia spĺňať požiadavky podľa STN EN 12101-3,
- f) odvodné ventilátory na požiarne vetranie musia spĺňať požiadavky podľa STN EN 12101-3,
- g) z garáže musia byť zabezpečené najmenej dve odvodné miesta, každé s 50 % vzduchového výkonu.
- h) odvodné miesta musia byť orientované tak, aby sa zabezpečilo 50 % odvodu zo spodnej úrovne garáže a 50 % odvodu z hornej úrovne garáže,
- i) odporúča sa vyhotoviť CFD simuláciu na požiarne vetranie garáží, aby sa zabezpečilo najefektívnejšie rozmiestnenie odťahových miest, poprípade impulzných ventilátorov,
- j) rýchlosť na prívodných otvoroch pri dennom vetraní nesmie prekročiť  $2 \text{ m.s}^{-1}$ ,
- k) rýchlosť v odvodnom otvore pri dennom vetraní nesmie prekročiť  $2 \text{ m.s}^{-1}$ ,
- l) impulzné ventilátory sa musia umiestňovať tam, kde sa nepredpokladá zabránenie toku prúdu vzduchu automobilom (v jazdných koridoroch),
- m) v prípade veľkého prívodu vzduchu nie je potrebné umiestniť impulzný (podávací) ventilátor na prívodný otvor,
- n) neumiestňovať impulzné ventilátory tak, aby vzduch prúdil priamo na únikové chodby (dym by sa šíril do únikových ciest),
- o) ak je v garáži sprinklerové SHZ, potom sa odvodné miesta ani impulzné ventilátory nesmú umiestňovať nad ani pod hlavicami SHZ, ale medzi ne.

Na návrh denného vetrania je možné použiť aj výpočet podľa technickej normy uvedenej v literatúre [9], vďaka ktorej sa získajú presné hodnoty vzduchového výkonu ventilátorov na denné vetranie. V prípade požiarneho vetrania je možné použiť spresnený výpočet podľa literatúry [3] pomocou, ktorého sa získajú presné hodnoty vzduchového výkonu ventilátorov na požiarne vetranie.

## Príloha A

### Postup výpočtu ZOTSH v jednopodlažnom priestore

#### A.1 Rozdelenie priestoru na dymové úseky

- na návrh ZOTSH s prirodzeným vetraním má dymový úsek najväčšiu plochu 2000 m<sup>2</sup>;
- na návrh ZOTSH s núteným vetraním má dymový úsek najväčšiu plochu 2600 m<sup>2</sup>;
- najväčšia dĺžka zásobníka dymu je 60 m;

#### A.2 Určenie hrúbky vrstvy dymu a výšky bez dymu

- výška bez dymu  $Y$  sa určuje podľa druhu stavby a účelu miestnosti;
- v prípade rozdelenia priestoru na dymové úseky sa musí zabezpečiť výpočtová výška bez dymu  $Y$  najmenej o 0,1 m menšia ako je predpokladaná hrúbka zásobníka dymu;
- určenie hrúbky zásobníka dymu  $d_f = H - Y$ .

#### A.3 Určenie súčiniteľa veľkosti dymového úseku

- súčiniteľ veľkosti dymového úseku  $c_e$  sa určí podľa 7.1.3.

#### A.4 Určenie plochy $A_f$ a obvodu požiaru $P$

- plocha a obvod požiaru sú priamo závislé od typu stavby a využitia priestoru;
- musí byť známe riešenie PBS, aby projektant ZOTSH na základe výskytu SHZ vedel navrhnuť veľkosť a obvod požiaru.
  - a. nešpecifikovaný priestor
    - Plocha a obvod požiaru v nešpecifikovanom priestore sa uvádza v tabuľke 1.
  - b. špecifikovaný priestor
    - Plocha a obvod požiaru v špecifikovanom priestore sa navrhuje podľa 7.1.4.

#### A.5 Určenie konvektívneho tepelného toku $Q_f$

- a. špecifikovaný priestor
  - konvektívny tepelný tok  $Q_f$  sa určí podľa 7.1.1.1
- b. nešpecifikovaný priestor
  - konvektívny tepelný tok  $Q_f$  sa určí podľa 7.1.1.2

#### A.6 Určenie hmotnostného toku splodín horenia

$$M_f = c_e P Y^{3/2} \quad [\text{kg.s}^{-1}]$$

**A.7 Výpočet teploty vrstvy dymu**

$$\Theta_i = \frac{Q_f}{c \cdot M_i} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$T_i = \Theta_i + 297 \quad [\text{K}]$$

– efekt destabilizácie vrstvy dymu v prípade SHZ v priestore sa započítava do ďalších výpočtov podľa týchto podmienok:

a. prirodzené vetranie

Ak  $\Theta_i + T_{amb} < T_{spr}$  teplota vrstvy dymu sa rovná  $\Theta_i$

Ak  $\Theta_i + T_{amb} > T_{spr}$  teplota vrstvy dymu sa rovná  $\Theta_i = T_{spr} - T_{amb}$

b. nútené vetranie

Ak  $\Theta_i + T_{amb} < T_{spr}$  teplota vrstvy dymu sa rovná  $\Theta_i$

Ak  $\Theta_i + T_{amb} > T_{spr}$  teplota vrstvy dymu sa rovná  $\Theta_i = (\Theta_{i,calc} + T_{spr} - T_{amb})/2$

**A.8 Výpočet núteného vetrania**

$$V_i = \frac{M_i T_i}{\rho_{amb} T_{amb}} \quad [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$$

– prírodná plocha na nútené vetranie

$$A_i c_i = \frac{M_i}{\rho_{amb} V} \quad [\text{m}^2]$$

**A.9 Výpočet prirodzeného vetrania**

$$A_v c_v = \frac{M_i T_i}{\left[ 2 \rho_{amb}^2 g d_i \Theta_i T_{amb} - \frac{M_i^2 T_i T_{amb}}{(A_i c_i)^2} \right]^{0.5}} \quad [\text{m}^2]$$

alebo

$$A_v c_v = \frac{M_i}{\rho_{amb}} \left( \frac{T_i^2 + c_{pom}^2 \cdot T_i \cdot T_{amb}}{2 \cdot g \cdot d_i \cdot (T_i - T_{amb}) \cdot T_{amb}} \right)^{0.5} \quad [\text{m}^2]$$

**A.9 Výpočet najmenšieho počtu odvetrávacích komponentov**

$$M_{crit} = \frac{2,05 \cdot \rho_{amb} \cdot (g \cdot T_{amb} \cdot \Theta_i)^{0.5} \cdot d_n^2 \cdot D_v^{0.5}}{T_i} \quad [\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}]$$

$$N \geq \frac{M_i}{M_{crit}}$$

## Príloha B

### Postup výpočtu ZOTSH vo viacpodlažných priestoroch

#### B.1 Rozdelenie priestoru na dymové úseky

- na návrh ZOTSH s prirodzeným vetraním má dymový úsek najväčšiu plochu 2000 m<sup>2</sup>;
- na návrh ZOTSH s núteným vetraním má dymový úsek najväčšiu plochu 2600 m<sup>2</sup>;
- najväčšia dĺžka zásobníka dymu je 60 m;
- najväčšia plocha zásobníka dymu v pasáži pri prirodzenom vetraní nesmie byť viac ako 1000 m<sup>2</sup>;
- najväčšia plocha zásobníka dymu v pasáži pri nútenom vetraní nesmie byť viac ako 1300 m<sup>2</sup>.

#### B.2 Určenie spôsobu akým sa pohybuje dym z priestoru ohrozeného požiarom do priestoru pasáže, z ktorého sa ďalej odvetrávajú na priestory

- pridržiavaný oblak dymu;
- voľný oblak dymu.

#### B.3 Určenie výpočtu podľa metódy

- Poreh a kol.;
- Thomas a kol. (1987);
- Thomas a kol. (1998);
- BRE 368;
- BR 186;

#### B.4 Určenie hrúbky vrstvy dymu a výšky bez dymu

- výška bez dymu  $Y$  sa určí podľa druhu stavby a účelu miestnosti;
- v prípade rozdelenia priestoru na dymové úseky, je potrebné zabezpečiť výpočtovú výšku bez dymu  $Y$  najmenej o 0,1 m nižšie ako je predpokladaná hrúbka zásobníka dymu;
- určenie hrúbky zásobníka dymu  $d_f = H - Y$ .

#### B.5 Určenie súčiniteľa veľkosti dymového úseku

- podľa 7.1.3.

#### B.6 Určenie plochy $A_f$ a obvodu požiaru $P$

- plocha a obvod požiaru pre nešpecifikovaný priestor sa uvádza v tabuľke 1.

#### B.7 Určenie konvektívneho tepelného toku $Q_f$

konvektívny tepelný tok  $Q_f$  sa určí podľa 7.1.1.1

$$Q_f = q_f \cdot A_f \cdot k_c \quad [kW]$$

### B.8 Určenie súčiniteľa vplyvu prievlaku

- podľa 7.2.4.

### B.9 Určenie hmotnostného toku splodín horenia z priestoru susediaceho s pasážou

$$M_w = \frac{c_e \cdot P \cdot w_o \cdot h_o^2}{\left[ w_o^{\frac{2}{3}} + \frac{1}{c_d} \left( \frac{c_e \cdot P}{2} \right)^{\frac{2}{3}} \right]^{\frac{3}{2}}} \quad [kg \cdot s^{-1}]$$

### B.10 Výpočet hrúbky vrstvy dymu vystupujúceho z priestoru susediaceho s pasážou

$$D_w = \frac{1}{c_d} \left[ \frac{M_w}{2 \cdot w_o} \right]^{\frac{2}{3}} \quad [m]$$

### B.11 Určenie hmotnostného toku splodín horenia pod balkónom

- b. v prípade že na priečelí sa nenachádza žiadna stavebná konštrukcia

$$M_B = M_w$$

- c. v prípade že na priečelí sa nachádza stavebná konštrukcia

$$M_B = 2 \cdot M_w$$

### B.12 Výpočet hrúbky vrstvy dymu pod balkónom

$$D_B = \frac{0,36}{c_d} \left( \frac{M_B \cdot T_B}{\theta_B^{\frac{1}{2}} \cdot L \cdot T_0^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{2}{3}} \quad [m]$$

$$L = w_o + w_B \quad [m]$$

### B.13 Určenie hmotnostného toku splodín horenia v pasáži podľa metódy

- Poreh a kol.;
- Thomas a kol. (1987);
- Thomas a kol. (1998);
- BRE 368;
- BR 186.

Hmotnostný tok splodín horenia v pasáži závisí od výpočtovej metódy a určuje sa podľa 7.2.10.

**B.14 Výpočet teploty vrstvy dymu**

$$\Theta_i = \frac{Q_f}{c \cdot M_i} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$T_i = \Theta_i + 297 \quad [\text{K}]$$

- efekt destabilizácie vrstvy dymu v prípade SHZ v priestore sa započítava do ďalších výpočtov podľa týchto podmienok:

a. prirodzené vetranie

Ak  $\Theta_i + T_{amb} < T_{spr}$  teplota vrstvy dymu sa rovná  $\Theta_i$

Ak  $\Theta_i + T_{amb} > T_{spr}$  teplota vrstvy dymu sa rovná  $\Theta_i = T_{spr} - T_{amb}$

b. nútené vetranie

Ak  $\Theta_i + T_{amb} < T_{spr}$  teplota vrstvy dymu sa rovná  $\Theta_i$

Ak  $\Theta_i + T_{amb} > T_{spr}$  teplota vrstvy dymu sa rovná  $\Theta_i = (\Theta_{i,calc} + T_{spr} - T_{amb})/2$

**B.15 Výpočet núteného vetrania**

$$V_i = \frac{M_i T_i}{\rho_{amb} T_{amb}} \quad [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$$

- prírodná plocha pre nútené vetranie.

$$A_i c_i = \frac{M_i}{\rho_{amb} V} \quad [\text{m}^2]$$

**B.16 Výpočet prirodzeného vetrania**

$$A_v c_v = \frac{M_i T_i}{\left[ 2 \rho_{amb}^2 g d_i \Theta_i T_{amb} - \frac{M_i^2 T_i T_{amb}}{(A_i c_i)^2} \right]^{0.5}} \quad [\text{m}^2]$$

alebo

$$A_v c_v = \frac{M_i}{\rho_{amb}} \left( \frac{T_i^2 + c_{pom}^2 \cdot T_i \cdot T_{amb}}{2 \cdot g \cdot d_i \cdot (T_i - T_{amb}) \cdot T_{amb}} \right)^{0.5} \quad [\text{m}^2]$$

**B.17 Výpočet najmenšieho počtu odvetrávacích komponentov**

$$M_{crit} = \frac{2,05 \cdot \rho_{amb} \cdot (g \cdot T_{amb} \cdot \Theta_i)^{0.5} \cdot d_n^2 \cdot D_v^{0.5}}{T_i} \quad [\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}]$$

$$N \geq \frac{M_i}{M_{crit}}$$

## Príloha C

### Postup výpočtu ZOTSH v skladových a výrobných stavbách

#### C.1 Základné požiadavky

- projektant je povinný navrhovať ZOTSH na základe uvedených informácií od investora (typ skladovaných materiálov, typ výroby, výškou uloženia skladovaných materiálov a pod.);
- Projektant ZOTSH sa musí riadiť požiadavkami uvedenými v 7.3.1.

#### C.2 Rozdelenie priestoru na dymové úseky

- na návrh ZOTSH s prirodzeným vetraním má dymový úsek najväčšiu plochu 2000 m<sup>2</sup> v prípade, že sa jedná o ochranu života;
- na návrh ZOTSH s núteným vetraním má dymový úsek najväčšiu plochu 2600 m<sup>2</sup> v prípade, že sa jedná o ochranu života;
- na návrh ZOTSH s prirodzeným vetraním alebo núteným vetraním má dymový úsek najväčšiu plochu 3000 m<sup>2</sup> v prípade, že sa nejedná o ochranu života, ale výhradne o ochranu majetku;
- najväčšia dĺžka zásobníka dymu je 60 m;

#### C.3 Určenie hrúbky vrstvy dymu a výšky bez dymu

- výška bez dymu  $Y$  sa určí podľa druhu budovy a účelu miestnosti;
- v prípade rozdelenia priestoru na dymové úseky, je potrebné zabezpečiť výpočtovú výšku bez dymu  $Y$  najmenej o 0,1 m nižšie ako je predpokladaná hrúbka zásobníka dymu;
- určenie hrúbky zásobníka dymu  $d_f = H - Y$ .

#### C.4 Určenie súčiniteľa veľkosti dymového úseku

- podľa 7.1.3.

#### C.5 Určenie plochy $A_f$ a obvodu požiaru $P$

- plocha a obvod požiaru sú priamo závislé od typu stavby a využitia priestoru;
- je potrebné poznať riešenie PBS, aby projektant ZOTSH na základe výskytu SHZ vedel navrhnúť veľkosť a obvod požiaru;
- plocha a obvod požiaru sa určujú podľa literatúry [12] tabuľky 1, pričom je potrebné určiť správnu skupinu prevádzky t. j. stavbu skladu alebo výrobnú stavbu;
- v prípade použitia ESFR (sprinkler s rýchlou odozvou) je potrebné určiť plochu a obvod požiaru inžinierskym prístupom, pričom je potrebné:
  - a. určiť vzdialenosť medzi jednotlivými hlavicami SHZ a plocha medzi nimi tvorí plochu požiaru,

b. definovať požiarne oddelenie medzi regálmi, ak sa tam nachádza, určiť plochu a obvod požiaru iba z jednej strany regálu, ak sa tam požiarne oddelenie nenachádza, musí sa určiť plocha požiaru ako plocha regálu ohraničená hlavicami SHZ.

POZNÁMKA. – Ak sa nachádzajú hlavice 3 m od seba a v každom druhom rade (pričom rad má na výšku 2 m a na šírku 2 m), tak plocha požiaru bude  $A_f = 3 \times 2$  [m] a obvod požiaru  $P = 2 \times (3+2)$  [m].

### C.6 Určenie konvektívneho tepelného toku $Q_f$

$$Q_f = q_f \cdot A_f \cdot k_c \quad [kW]$$

- konvektívny tepelný tok  $q_f$  uvádza literatúra [9], tabuľka 2 alebo príloha 4 uvedenej literatúry;
- konvektívny tepelný tok  $q_f$  sa udáva na 1 m výšky skladovaného materiálu;
- do výpočtu výšky skladovaného materiálu je potrebné zohľadniť  $q_f = HRR_s$  [kW.m<sup>-2</sup>.m<sup>-1</sup>] x  $h_r$  [m], potom je konvektívny tepelný tok vyjadrený ako  $q_f$  [kW.m<sup>-2</sup>].

### C.7 Určenie hmotnostného toku spodín horenia

$$M_i = c_e P Y^{3/2} \quad [kg \cdot s^{-1}]$$

### C.8 Výpočet teploty vrstvy dymu

$$\Theta_i = \frac{Q_f}{c \cdot M_i} \quad [^{\circ}C]$$

$$T_i = \Theta_i + 297 \quad [K]$$

- efekt destabilizácie vrstvy dymu v prípade SHZ v priestore sa započítava do ďalších výpočtov podľa týchto podmienok:

a. prirodzené vetranie

Ak  $\Theta_i + T_{amb} < T_{spr}$  teplota vrstvy dymu sa rovná  $\Theta_i$

Ak  $\Theta_i + T_{amb} > T_{spr}$  teplota vrstvy dymu sa rovná  $\Theta_i = T_{spr} - T_{amb}$

b. nútené vetranie

Ak  $\Theta_i + T_{amb} < T_{spr}$  teplota vrstvy dymu sa rovná  $\Theta_i$

Ak  $\Theta_i + T_{amb} > T_{spr}$  teplota vrstvy dymu sa rovná  $\Theta_i = (\Theta_{i,calc} + T_{spr} - T_{amb})/2$

### C.9 Výpočet núteného vetrania

$$V_i = \frac{M_i T_i}{\rho_{amb} T_{amb}} \quad [m^3 \cdot s^{-1}]$$

- prívodná plocha na nútené vetranie.

$$A_i c_i = \frac{M_i}{\rho_{amb} v} \quad [m^2]$$

**C.10 Výpočet prirodzeného vetrania**

$$A_v c_v = \frac{M_i T_i}{\left[ 2\rho_{amb}^2 g d_i \Theta_i T_{amb} - \frac{M_i^2 T_i T_{amb}}{(A_i c_i)^2} \right]^{0.5}} \quad [m^2]$$

alebo

$$A_v c_v = \frac{M_i}{\rho_{amb}} \cdot \left( \frac{T_i^2 + c_{pom}^2 \cdot T_i \cdot T_{amb}}{2 \cdot g \cdot d_i \cdot (T_i - T_{amb}) \cdot T_{amb}} \right)^{0.5} \quad [m^2]$$

**C.11 Výpočet najmenšieho počtu odvetrávacích komponentov**

$$M_{crit} = \frac{2,05 \cdot \rho_{amb} \cdot (g \cdot T_{amb} \cdot \Theta_i)^{0.5} \cdot d_n^2 \cdot D_v^{0.5}}{T_i} \quad [kg \cdot s^{-1}]$$

$$N \geq \frac{M_i}{M_{crit}}$$

**C.12 Vplyv ochladenia dymu**

V prípade, ak sa zväčší zásobník dymu na viac ako 2000 m<sup>2</sup> alebo výška vzostupu dymu je viac ako 10 m je potrebné uskutočniť výpočet vplyvu ochladenia dymu.

$$\theta_{corr} = \frac{M_i \cdot c_{pom} \cdot T_i \cdot 10^3 + (h_{cd} + A_{res} + U \cdot A_{roof}) \cdot T_{amb}}{M_i \cdot c_{pom} \cdot 10^3 + h_{cd} \cdot A_{res} + U \cdot A_{roof}} - T_{amb}$$

V prípade jestvujúceho vplyvu ochladenia dymu je potrebné nahradiť vo všetkých výpočtoch hodnotu  $\Theta_i$  hodnotou  $\Theta_{corr}$ .

## Literatúra

- [1] BR 186 Design principles for smoke ventilation in enclosed shopping centres, ISBN 0851254624
- [2] BR 368 Design Methodologies for Smoke and Heat Exhaust Ventilation, ISBN 1860812899
- [3] ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb - Nevýrobní objekty
- [4] DIN 18 232-2 Rauch- und Wärmefreihaltung Teil 2: Natürliche Rauchabzugsanlagen (NRA) Bemessung, Anforderungen und Einbau
- [5] BS 7346-4 Components for smoke and heat control systems: Functional recommendations and calculation methods for smoke and heat exhaust ventilation systems, employing steady-state design fires
- [6] BS 7346-5 Components for smoke and heat control systems: Functional recommendations and calculation methods for smoke and heat exhaust ventilation systems, employing tim-dependent design fires
- [7] BS 7346-7 Components for smoke and heat control systems: Code of practice on functional recommendations and calculation methods for smoke and heat control systems for covered car park
- [8] Smoke ventilation association of HEVAC Manufactures Issue 3, Guidance for the design of smoke ventilation system for single storey industrial buildings, including those with mezzanine floors, and hight racked storage warehouses 1994
- [9] H.P. Morgan, B.K. Ghosh, G. Garrad, R. Pamliitschka, J-C DeSmedt, R.L: Schonbaert Design Methodologies for smoke and exhaust ventilation 1999
- [10] ČSN 73 6058 Hromadné garáže. Základní ustanovení
- [11] IRE SMOKE VENTING, PRACTICAL GUIDE TO SMOKE CONTROL FOR ENCLOSED CAR PARKS, James Allen CEng MIMechE MCIBSE, March 2016
- [12] Guidance for the design of smoke ventilation system for single storey industrial buildings, including those with mezzanine floors, and hight racked storage warehouses
- [13] ISO/TR 13387-2:1999 (E) Fire safety engineering - Part 2: Design fire scenarios and design fires
- [14] Approved Document B: Fire safety, ISBN 9781859464892
- [15] ETAG 001 Metal Anchors for Use in Concrete Part 6: Anchors for multiple use for non-structural applications
- [16] ČSN 73 0810 Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení

### Vydavateľ:

Asociácia pasívnej požiarnej ochrany Slovenskej republiky

Jiráskova 29, 974 01 Banská Bystrica

IČO: 42039592 DIČ: 2022399720

Autorské práva vydaných ATN® sú vyhradené

